

XX 256  
20

# Водный транспорт

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
ОРГАН НАРОДНОГО КОМИССАРИАТА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Август 1935 г. № 8



XX 256  
20

# Водный транспорт

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
ОРГАН НАРОДНОГО КОМИССАРИАТА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Сентябрь 1935 г. № 9



XX 256  
20

# Водный транспорт

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
ОРГАН НАРОДНОГО КОМИССАРИАТА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Декабрь 1935 г. № 12



XX 256  
20

# Водный транспорт

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
ОРГАН НАРОДНОГО КОМИССАРИАТА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Март 1936 г. № 3

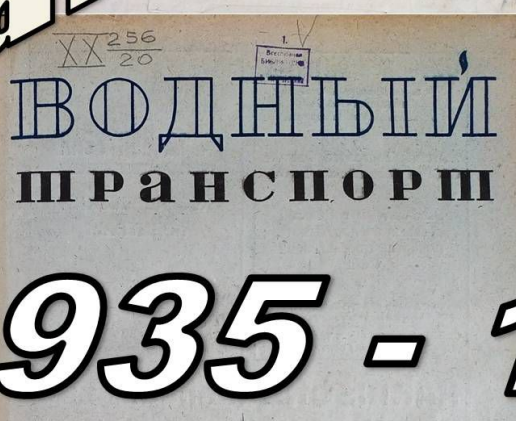


XX 256  
20

# Водный транспорт

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
ОРГАН НАРОДНОГО КОМИССАРИАТА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Июнь 1936 г. № 6



XX 256  
20

# Водный транспорт

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
ОРГАН НАРОДНОГО КОМИССАРИАТА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Июнь 1936 г. № 6



**Газогенераторы в журналы "Водный транспорт"**

ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ

ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ

ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ

**1935 - 1940**



ОГИЗ · ГОСТРАНСИЗДАТ · МОСКВА  
1937



ОГИЗ · ГОСТРАНСИЗДАТ · МОСКВА  
1937



ОГИЗ · ГОСТРАНСИЗДАТ · МОСКВА  
1937

# Работы ЦНИИВТ по газогенерации

## Газогенераторы

Работа ЦНИИВТ по газогенераторной проблеме начата была 1 ноября 1934 г. По заданию НКВода конечной задачей этой работы было поставлено создание типовых газогенераторных катеров 30, 60 и 120 сил, причем газогенераторные установки 30 на 60 сил должны быть смонтированы в корпуса МСВ—26 и 28.

Для осуществления этой задачи необходимо было прежде всего выбрать тип газогенераторной установки, наиболее отвечающий специфике водного транспорта.

С этой целью было произведено детальное ознакомление с конструкциями газогенераторов и вспомогательных устройств как в заграничной литературе, так и в СССР. В виду специального задания работы газогенераторов на древесном топливе угольные газогенераторы специальному рассмотрению не подвергались.

До настоящего времени на водном транспорте применялись две древесных установки—НАТИ и Кузнецова. Первая на древесной чурке  $60 \times 40 \times 40$  мм, вторая на швырке  $500 \times 40 \times 40$  мм. Испытания в коротком пробеге газогенератора НАТИ<sup>1</sup> дали удовлетворительные результаты, газогенератор Кузнецова не получил официальной оценки и испытания его на станке ЦНИИВТ не дали положительных результатов.

При общей положительной оценке газогенераторы типа НАТИ (Имбер-Берлие) имеют тот существенный недостаток, что требуют применения специальной жароупорной стали для изготовления металлической шахты, так как по имевшимся сведениям даже применение жароупорной стали не гарантирует долговременной работы шахты.

Поэтому ЦНИИВТ пошел по пути создания газогенератора с шахтой, футерованной огнеупорным кирпичом, стена которого в случае обгорания не представляет трудностей и не требует специального литья. Утяжеление газогенератора с применением футеровки сравнительно с чисто металлическим составляет около 8%.

В основу проектировки был принят газогенератор типа Сагама с основными параметрами: напряжение площади сечения шахты около  $600 \text{ кг/м}^2$ , скорость воздуха в фурмах  $20\text{--}22 \text{ м/сек}$ .

Первый вариант газогенераторов на 30 и 60 сил был изготовлен без подогрева воздуха (см. рис. 1).

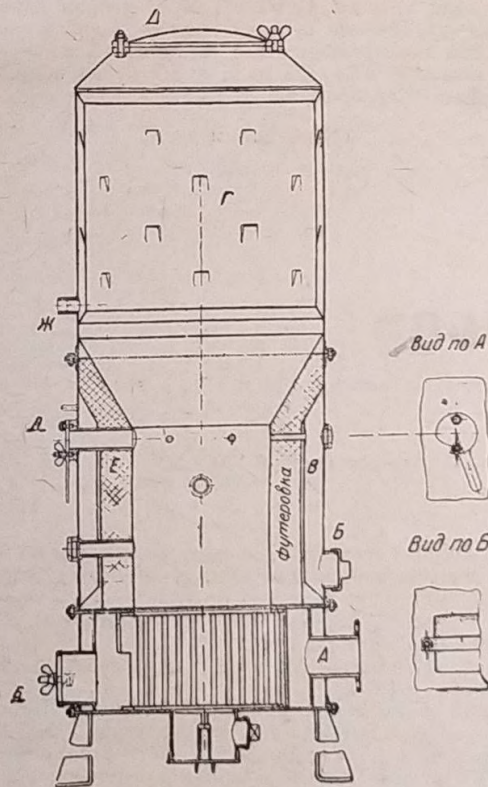


Рис. 1

Газ отсасывается через патрубок А, воздух к фурмам В поступает под влиянием вакуума через отверстие Б. Бункер Г рассчитан на  $1\frac{1}{2}$ -часовой запас топлива (чурок размером  $1000 \times 25 \times 25$  мм), загружаемого через люк Д. Футеровка Е сделана из обыкновенного стандартного огнеупорного кирпича. В стенках бункера сделаны

<sup>1</sup> Проработка газогенераторной установки на 60 сил одновременно была поручена Московской судовой верфи, которая остановилась на типе генератора НАТИ.

отверстия для отсоса через патрубок Ж паров воды из топлива. Вес газогенератора на 30 сил—168 кг, на 60 сил—216 кг.

В целях улучшения качества газа и использования отходящего с газами тепла. ЦНИИВТ запроектированы и заготовлены газогенераторы второго варианта с подогревом воздуха, изображенные на рис. 2.

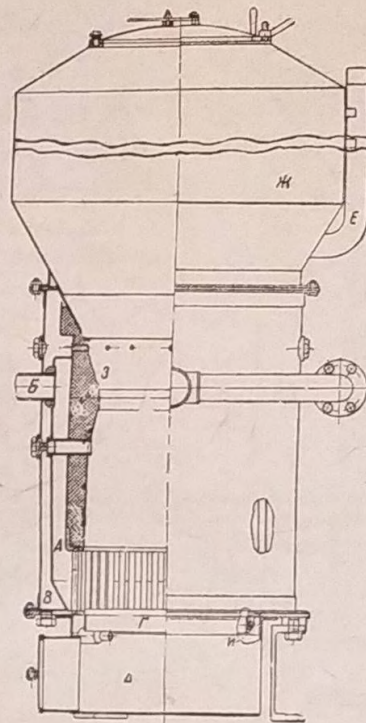


Рис. 2

Газ из генератора этого типа проходит через вертикальную решетку в кольцевое пространство А и отсасывается в патрубок Б. В 60-сильном газогенераторе отсос производится с двух сторон и газ собирается в обводной трубе, откуда отводится в очистительную систему. Двухсторонний отвод дает более равномерное течение газа и делает процесс газификации более устойчивым и не постоянным по сечению активной зоны.

Особенностью этого типа газогенератора является конструкция его нижней части. Колосниковая решетка Г находится вне влияния горячего газа и служит лишь для сыпки золы и мелочи в специальный зольник Д. Для полной очистки газогенератора колосниковую решетку можно откинуть вниз на шарнире И и выгнать все содержимое газогенератора через люк.

Вертикальная решетка перед газоходом А является автоматическим регулятором высоты зоны восстановления.

При интенсивном отсосе газа на полной мощности мотора решетка работает по всей высоте, а при уменьшении скоростей газа работает лишь верхней своей частью, регулируя таким образом высоту активной зоны.

Благодаря тому, что газ не проходит через колосниковую решетку, сопротивление газогенератора значительно меньше, чем в 1 варианте, что вполне подтвердилось натуральными испытаниями, при которых составление газогенератора 30 сил снизилось до  $30\text{--}40$  вместо  $60\text{--}100$  мм в. с.

Вся шахта может быть легко вынута после съемки бункера. Для поддержания горения во время стоянки на 60-сильном газогенераторе имеется труба Е с краном.

Из газогенераторов других конструкций на стенде ЦНИИВТ испытывался газогенератор НАТИ 30 сил и газогенератор на швырке  $500 \times 40 \times 40$  мм системы Кузнецова (ЦНИИЛ), давшие малоудовлетворительные результаты.

## Охлаждающие и очистительные устройства

Рассмотрение конструкций и испытание существующих охлаждающих устройств НАТИ, ЦНИИЛ и переделанного скруббера ЦНИИВТ показало чрезвычайную их громоздкость и недостаточно удовлетворительную работу<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Впоследствии институт отказался от этого устройства ввиду сложности создания вакуума в бункере.

<sup>3</sup> Водоструйные скрубберы по типу холодильников Кертинга требуют применения насосов высокого давления и значительного потребления мощности.

Поэтому ЦНИИВТ спроектировал новый тип скруббера и сухого очистителя (рис. 3), которые изготавливаются и скоро будут испытаны на стенде для определения их мощности и качества действия.

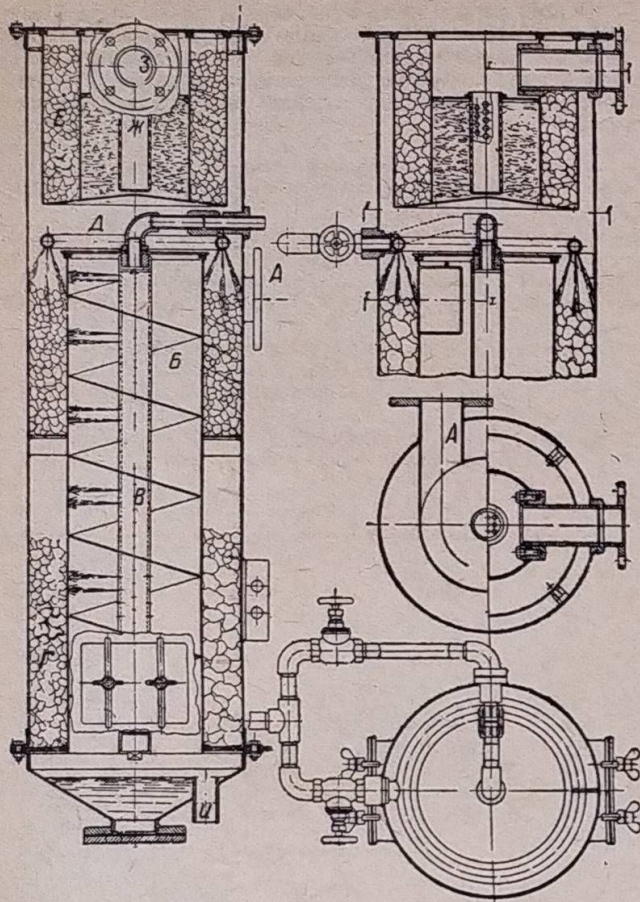


Рис. 3

В основу конструкции скруббера положена центробежная очистка газа и принцип первоначальной очистки газа в безнасадоч-

ной части; последнее дает возможность перед насадкой очищать газ от твердых примесей и не засорять насадку последними. Газ из газогенератора поступает по касательной к внутренней части скруббера через патрубок А и спускается под влиянием вакуума по винтообразной поверхности В, причем он одновременно охлаждается и промывается водой из центрально расположенной дырчатой трубы В.

Загрязнения смываются водой и вытекают вместе с ней через патрубок И. Далее газ поднимается по внешней насадочной части, проходя два слоя насадки (кокс, деревянные шпунтики или кольца Рашига). Здесь происходит вторичное промывание газа встречными струями воды, после чего он поступает через сухую насадку Е в сборную трубу Ж и через патрубок З в сухой очиститель (рис. 3), состоящий из горизонтально расположенного цилиндра, в нижней части которого налито масло. Газ и здесь получает вращательное движение, проходя по винтообразно расположенным плоскостям А. Мелкие загрязнения (пыль) отделяются от газа при ударе его о масляную поверхность. Газ далее поступает в среднюю часть, заполненную сухой насадкой (металлическая стружка или кольца Рашига), и поступает в двигатель.

Для питания скруббера водой и охлаждения мотора ЦНИИВТ сконструирован и изготовляется специальный центробежный насос, имеющий по периферии два выкидных патрубка. Насос по расчету на потреблении мощности около 1 л. с. должен давать около 3 т воды при напоре 1,6 ат.

### Конвертация двигателей для работ на газе

Применяемые на водном транспорте двигатели Харьковского завода (ХТЗ) 30 сил и Челябинского завода (ЧТЗ) 60 сил приспособлены для работы на жидком топливе—бензине и легроине. При переводе их на газ требуется изготовление: 1) всасывающих и выхлопных коллекторов 2) смесителя и 3) водяных насосов, так как имеющиеся на двигателе ЧТЗ насосы не достаточны для одновременного обслуживания двигателя и скруббера и на двигателе ХТЗ насоса не имеется.

Для первых опытов ЦНИИВТ применил уже имевшиеся конструкции коллекторов и смесителей для двигателей ХТЗ—НАТИ, и для ЧТЗ—Автодора. Ввиду значительных сопротивлений в этих частях, доходивших у двигателя ХТЗ до 500 мм в. с., а у ЧТЗ до 400 мм в. с., ВНИИВТ спроектировал собственные конструкции, не получившие однако осуществления вследствие краткости срока на их выполнение и сопряженных с этим крупных расходов.

Для стабилизации мощности двигателей при работе их на газе из существующих методов ЦНИИВТ был избран наиболее легко осуществимый—увеличение степени сжатия в двигателе ХТЗ—30 до  $E = 5,65$  при помощи поршней с увеличенной высотой головной части, а в двигателе ЧТЗ—60 до  $E = 5,8$  путем обрезки нижней части цилиндрических головок на 26 мм.

(Окончание следует)

Ленинград

Н. БЫЧКОВ

## ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ на речных катерах

Освоение мелких рек СССР потребует крупного увеличения числа судов катерного флота с мелкой осадкой, что будет возможно только при развитии производства машинных установок с малым удельным весом. Поэтому стал вопрос о применении для таких судов автотракторных двигателей, поскольку легкими дизелями и легкими паровыми установками (высокого давления) наша промышленность не обеспечивает еще водный транспорт.

Но колоссальный рост автотракторных и авиохозяйств, потребляющих легкое топливо (бензин, керосин и затруднительность снабжать этим топливом катерный флот отдаленных рек Союза попутно ставят на очередь еще одну задачу: о замене жидкого топлива—твердым.

Вопросом перевода легких двигателей на работу генераторным газом занимаются многие организации СССР, в том числе и НКВод.

В целях использования в этом отношении заграничного опыта, НКВодом в 1934 г. было решено импортировать несколько газогенераторных установок, мощн. 30, 60 и 120 л. с., в связи с чем были составлены технические условия, которым должны удовлетворять эти установки.

Главнейшие требования технических правил сводятся к следующему.

Установка должна включать: газогенератор, очистительное устройство, реверсивные муфты, редукторы, движители (гребные колеса и винты), водопровод, весь трубопровод и прочее оборудование моторного отделения, связанное с нормальной работой установок, а также рабочие чертежи по механической части катеров.

Ориентировочные размеры корпусов:

а) Длина—для катеров в 120 л. с. . . . .	18—20 м
» 60 » » . . . . .	13—14 »
» 30 » » . . . . .	10—11 »

б) Ширина—для катеров 120 л. с. . . . .	4—4,5 м
» 60 » » . . . . .	3—3,5 »
» 30 » » . . . . .	2,5 »

в) Высота борта—для катеров 120 л. с. . . . .	1,2—1,5 м
» 60 » » . . . . .	1,2 »
» 30 » » . . . . .	1,1 »

Осадка в рабочем состоянии для катеров в 120 и 60 л. с.—0,6 м с суточным запасом дров, а для 30 л. с.—0,6 м с 12-часовым запасом дров.

Тяговое усилие на гаке при скорости буксировки 8 км/час относительно воды по 10 кг на 1 л. с.

Движители для катеров 120 и 60 л. с.—гребные колеса, а для 30 л. с.—гребные винты.

Требования в отношении материала корпусов были составлены в двух вариантах: металл—дерево; надстройка высотой для 120 л. с.—2,2 м; для 60 л. с.—2 м; для 30 л. с.—1,85 м с соответствующим размещением команды в 6, 4 и 3 человека и при наличии уборной, умывальной, камбуза, кладовой для продуктов и шкиперских запасов, малярной и фонарной.

Главные двигатели для катеров 120 и 60 л. с.—моторы «ЧТЗ», а для 30 л. с.—моторы «ХТЗ» и «СТЗ» при полной проектной мощности ЧТЗ—7,2 л. с. при 650 об/мин; «ХТЗ»—32 л. с. при 1050 об/мин, работающие на генераторном газе, без изменения основных параметров: хода поршней, диаметров цилиндров и чисел оборотов. Моторы должны быть также приспособлены к легкому переводу на жидкое топливо и обратно на газ.

Кроме того требовалось снабдить моторы циркуляционными насосами, обеспечивающими подачу охлаждающей воды моторам и в очистительные устройства, с возможностью использования этих

насосов для антипожарных целей; высота всасывания насосов должна позволять установку моторов выше ватерлинии до 1,2 м.

Газогенераторы (по одному на каждый катер) должны быть вертикальные, дровяные, с обращенным процессом горения, безопасные в обращении, допускающие разборку и очистку, без снятия их с основных креплений, обслуживание которых можно было бы возложить на одного человека. Вырабатываемый ими газ не должен содержать в себе никаких загрязнений.

Разжиг холодного газогенератора и пуск на полный ход мотора не должны отнимать более 10 мин., причем догрузка должна производиться на ходу, через каждые 1½ часа для 30-сильного катера, и через 2¼ часа для 60-и 120-сильных.

Для катеров в 30—60 л. с. загрузка предусмотрена ручная, а для 120-сильных желательна механическая.

Газогенераторы должны обеспечивать в случае надобности работу одного мотора при длительной его нагрузке.

Температура внешней поверхности газогенераторов не должна превышать 50°.

Топливо (дрова)—хвойных пород, с относительной влажностью 30% и размерностью для 60- и 120-сильных катеров 500×70×70 мм, а для 30-сильных—330×70×70 мм, причем расход топлива не должен превышать 1 кг на одну газовую л. с. в час.

Постройка газогенераторов должна производиться из обычных торговых материалов по ОСТ СССР, а их работа должна быть обеспечена в течение 2 000 часов без ремонта.

Правила предусматривают водяные охлаждающе-очистительные устройства, с минимальными габаритами и расходом воды, при которых моторы могли бы нормально работать без заметного износа в течение 2 000 час. Очистка моторов от пыли и смол производится не чаще чем через 500 час. при работе моторов на полной нагрузке; температура поступающего в мотор газа должна быть не выше 35—40° при колебании температуры охлаждающей воды от 2 до 22° и температуре окружающего воздуха от минус 5 до плюс 30°.

Конструкция очистителей должна обеспечивать свободное их обслуживание, разборку и очистку, без снятия с основного крепления.

Вес газогенераторной установки в рабочем состоянии, включая вес всех очистителей, смесителей и всех трубопроводов, не должен превышать 10 кг на одну э. л. с.

Вентиляция моторных охладителей должна обеспечивать температуру в них не выше 10°С при температуре наружного воздуха 15°.

Приемочные испытания предусматривают 72-часовую непрерывную и без перебоев работу на катерах при эксплуатационно-сдаточных испытаниях в СССР.

Полученные от иностранных фирм предложения были рассмотрены проектным Бюро НКВода, причем они подверглись сравнению с требованиями технических условий и данными в советских конструкциях.

Ниже мы приводим сравнительную таблицу основных показателей по ряду наиболее характерных предложений (см. табл. 1).

Таблица 1

Иностранная фирма или организация СССР	«Менк и Гамброк»	«Вольта» *	«Имбертгаз»	НАТИ	ЦС Автодор *	Требования НКВода
Система установки	«Пирунг»	«Ларк»	«Имберт»	«НАТИ-3»	«Автодор-2»	—
Мощность	45 и 60 л. с.	30 и 70 л. с.	30, 60 и 120 л. с.	28 л. с.	ГАЗ—АА-1,5 т, скорость 29 км/час	30, 60 и 120 л. с.
Способ и время разжига	Эл.-воздуходувкой в 5+6 мин.	Эл.-воздуходувкой в 10+20 мин.	Эл.-воздуходувкой в 10 мин.	Тягой мотора в 5+10 мин.	Тягой мотора в 1,5—3,5 мин.	Не более 10 мин.
Запуск мотора и время перевода на газ	Непосредственно на газ	Непосредственно на газ	Непосредственно на газ	На бензине в 5—10 мин.	На бензине в 1,5—3,5 мин.	—
Способ загрузки газогенератора	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Ручной	Для 30 и 60 л.с.—ручной, а для 120 л.с.—механический
Периоды загрузки газогенератора	2—2½ часа	80 км пройденного пути	Не указано	¾—1 час	80—85 км пройденного пути	2—2½ часа
Размерность дров в см	8	4×4	12×12	6×6×4	6×6×4	33×7×7 для 30 л.с., 55×7×7 для 120 л.с.
Допустимая относительная влажность дров	До 30%	Сухие дрова; % не указан	Не указано	До 23%	До 23%	30%
Расход топлива (дров) на 1 л. с. ч.	0,8—1,2 кг	Не указано	Не указано	1—1,1 кг	15 кг/час на весь мотор	Не более 1 кг
Периоды очистки очистителя	100—200 раб. часов	200 км пройденного пути	» »	Нет данных	Слив воды—50—70 км, очистка—250—300 км	Не задавалось
То же—мотора	Не указано	Не требуется	» »	» »	Нет данных	Не менее 500 раб. час.
Количество обслуж. персонала для всей установки	1 чел.	1 чел.	1 чел.	1 чел.	1 чел.	1 чел.
Удельный вес установки (без мотора)	Для 45 л. с.—7,2 кг, для 60 л. с.—6,4 кг без водян. бака	Для 30 л. с.—8,3 кг, для 70 л. с.—5,8 кг	Для 30 л. с.—10 кг, для 60 л.с.—6 кг, для 120 л.с.—3,7 кг	Для 30 л. с.—8,5 кг	Нет данных	Не более 10 кг
Материал камеры газогенератора	Не указан	Жароупорная сталь	Не указан	Жароупорная сталь	Жароупорная сталь	Не применяя жароупорной стали
Продолжительность работы газогенератора без ремонта	Не указано	Гарантия 6 мес.	» »	Нет данных	Нет данных	2 000 раб. часов
То же очистителя	» »	» 6 »	» »	» »	» »	200 » »

\* Автомобильные установки.

Таблица эта показывает, что ни одна из десяти иностранных фирм, приславших свои предложения, не удовлетворила требованиям технических условий НКВода, и ни одна из них не дала показателей, которые были бы выше достигнутых советскими организациями.

Из этого мы вправе сделать вывод, что лучшие модели советских конструкций, заведенные уже до производственной единицы, необходимо пустить в серийное изготовление с тем, чтобы имеющийся уже большой экспериментальный опыт дополнить опытом эксплуатационным.

Большинство организаций СССР, в том числе и НКВод, занимаются разработкой дровяных газогенераторных установок, работающих на чурачках и швырке.

Это стремление объясняется отсутствием достаточно широко поставленного у нас производства стандартного дешевого древесного угля, а также стремлением газифицировать острированные дрова<sup>1</sup> и отбросы деревообделочного производства.

Следует отметить, что все иностранные фирмы, наряду с предложением газогенераторных установок, работающих на дровах (чурачках), особенно рекомендуют и дают более высокие гарантии в смысле надежности, долговечности и рентабельности для газогенераторных установок, работающих на древесном угле.

Некоторые фирмы («Кромаг») совершенно отказались сделать предложение, мотивируя отказ тем, что они изготавливают транспортные газогенераторы, работающие на дровах (чурачках) с относитель-

<sup>1</sup> Работы «Лесосплава» и проф. Ветчинкина; технические условия НКВода также предусматривают потребление «швырка».

ной влажностью до 20%, и при влажности крупных дров в 30% безперебойной работы установки гарантировать не могут.

Рекомендуя употреблять древесно-угольные установки, а не дровяные, иностранные фирмы приводят достаточно убедительные аргументы, так что на этот момент советским организациям, занимающимся транспортными газогенераторными установками, необходимо обратить серьезное внимание, тем более, что эти указания подтверждаются нашим собственным опытом.

После газогенераторного пробега Москва—Ленинград—Москва, организованного в ноябре 1934 г. Ц. С. Автодора, из семи установок (5 дровяных и 2 угольных), подвергшихся испытанию, к серийному производству были рекомендованы технической комиссией только 3; причем 2 из них были угольные (проф. Карпова, «ВАМ» и проф. Наумова «У-2») и 1 дровяная (инж. Мазино—«Автодор-2» походя на категорию установку «НАТИ-3»).

Вывод из сказанного напрашивается сам собой: наряду с постройкой газогенераторных установок, работающих на чурачках (вопрос о стандартном виде топлива для этих установок еще не решен) мы одновременно должны строить установки, работающие на древесном угле, чтобы в процессе эксплуатации тех и других можно было окончательно решить, какая же установка (дровяная или угольная) будет более выгодной в условиях СССР.

Можно полагать, что при развитии у нас производства сухой перегонки дерева, когда древесный уголь станет стандартным и дешевым видом топлива, угольные газогенераторные установки на транспорте займут у нас доминирующее положение. Предвидя эту возможность, планирующие органы уже теперь должны предъявить соответствующий счет лесопромышленности.

Инж. МУСИЕНКО

## ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ СУДОВЫЕ УСТАНОВКИ для мелких рек

Основным весом, в значительной степени влияющим на величину осадки не только мелкосидящего, но и всякого судна, является вес главных механизмов. Поэтому механизмы, устанавливаемые на мелкосидящих судах в качестве главных, должны обладать минимальным весом.

Кроме того судовые двигатели для таких судов должны быть при небольших размерах экономичны, выносливы и надежны в эксплуатации, отличаться уравновешенностью, безопасностью и простотой ухода, обладать возможностью свободно изменять передний ход на задний и обратно, а также менять в известных пределах число оборотов и при всем том отличаться дешевизной.

Судовых двигателей советского производства, которые полностью удовлетворяли бы этим требованиям, у нас в данный момент нет. То ограниченное количество марок судовых моторов, которое изготавливается нашими заводами, не удовлетворяет потребностям водного транспорта и отличается большим весом, громоздкостью, неэкономичностью и пр. Вес этих моторов на 1 л. с. колеблется в пределах от 40 до 71 кг, а расход топлива в пределах 200—350 г на силу-час.

Такие показатели, конечно, никак нельзя считать удовлетворительными, и такие моторы не могут быть приняты для эксплуатации в условиях мелких рек.

Более приемлемыми по своему весу и габаритам для мелкосидящих судов могли бы быть автотракторные двигатели, изготавливаемые нашими заводами ХТЗ, СТЗ, ЧТЗ, ГАЗ, ЗИС и ЯЗ. Однако эти моторы, не будучи судовыми, требуют конвертации, т. е. специального приспособления их для судовых целей, и работают на более дорогом дефицитном легком топливе (лигроине, керосине и бензине) и расходуют его не менее 300 г на силу-час. Естественно, что эти двигатели в их настоящем виде для установки на мелкосидящих судах не пригодны.

Дефицитность и дороговизна светлого жидкого топлива, большое количество которого идет на нужды воздушного и авто-

транспортного парка, а также необходимость использования местных сортов топлива требуют перевод водного транспорта в основном на твердое топливо. Поэтому и большая часть самоходных мелкосидящих судов должна работать на твердом топливе.

Между тем автотракторные моторы, которые в настоящее время для водного транспорта не пригодны, можно было бы заставить работать на твердом топливе (уголь дрова, торф), добавив к ним вспомогательный агрегат—газогенераторную установку, вырабатывающую из твердых сортов топлива генераторный газ, необходимый для работы моторов.

Такие газогенераторные установки обладают рядом крупных преимуществ, к которым можно отнести: 1) сравнительно высокий коэффициент полезного действия, 2) малый их вес (по сравнению с обычными парходными установками), 3) простоту и несложность постройки, 4) относительную легкость получения автотракторных моторов, выпускаемых в массовом порядке, 5) обеспеченность запасными частями и ремонтными базами в МТС и 6) возможность применения местных дешевых видов низкосортного топлива (дрова, уголь, торф).

Однако наряду с этими преимуществами газогенераторные установки имеют не мало и отрицательных особенностей. Сюда относятся: 1) необходимость переделки моторов, чтобы обеспечить повышенную степень сжатия, 2) неизбежную потерю мощности мотора при работе его на генераторном газе, 3) невозможность значительных перегрузок без большого усложнения установки (наддув и повышение калорийности газа), 4) повышенная стоимость ремонта и др.

Тем не менее все эти недостатки и трудности не могут служить серьезным препятствием к внедрению газогенераторных установок на мелкосидящих судах.

К настоящему времени мы располагаем уже рядом опытных газогенераторных установок, созданных путем переделки автотракторных моторов советского производства (ХТЗ, СТЗ и ЧТЗ), которые в условиях опытной эксплуатации вполне удов-

летворяют требованиям экономичной и легкой судовой установки.

Наиболее удачными из них следует считать газогенераторную установку НАТИ-ЗМСВ-27 (тракторный мотор ХТЗ мощностью 30 л. с.) и установку МСВ-30 (тракторный мотор ЧТЗ 60 л. с.).

Анализируя результаты испытаний судовых газогенераторных установок различных систем можно констатировать, что по расходу топлива газогенераторная установка занимает среднее положение между дизелем и паровой установкой. Если за единицу расхода топлива принять количество топлива (условного), расходуемого дизелем, то газогенераторная установка расходует его в 1,60—1,75, а паровая в 3½ раза больше по сравнению с дизелем. По коэффициенту полезного действия газогенераторная установка точно так же занимает среднее место между паровой и дизельной установкой (паровая 12—14%, газогенераторная—22—28% и дизельная 35—37%). Такое же место занимает газогенераторная установка и в весовом отношении.

Отмеченные преимущества газогенераторных судовых установок заставляют отнестись к ним с серьезным вниманием, особенно учитывая возможность их использования в бассейнах рек лесных районов Севера и Сибири.

Правда, существующие опытные газогенераторы работают исключительно на мелких дровах-чурках с минимальным (до 15—20%) содержанием влаги, заготовка которого на наших лионерных реках представляет большие трудности и неудобства. Отсюда возникает требование приспособить такие установки к работе на древесном угле и торфе. Древесный уголь является более транспортабельным и калорийным видом топлива, чем дрова, и массовая промышленная его заготовка значительно снижает его стоимость и улучшает качество.

В качестве двигателей для газогенераторных судовых установок можно рекомендовать тракторные моторы ХТЗ—СТЗ и ЧТЗ, как наиболее простые и выносливые. Двигатель ЧТЗ отличается тем преимуще-

ством, что он имеет сравнительно малое число оборотов (650 в мин.); пользуясь этими моторами, можно иметь следующие газогенераторные судовые установки для мелкосидящих судов:

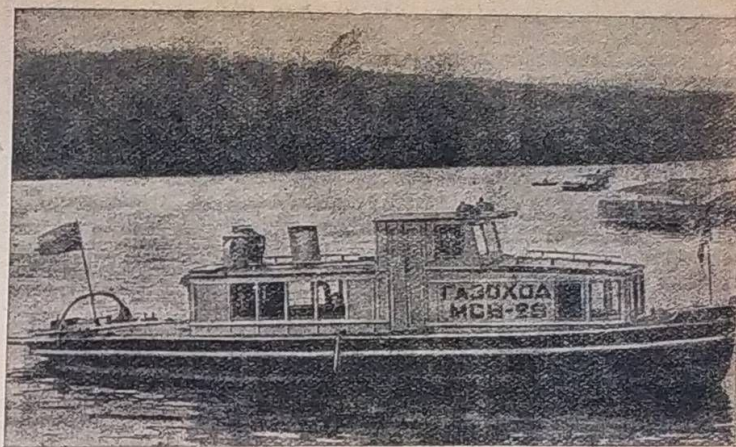
1. Одновинтовые с одним мотором ХТЗ мощностью . . . . . 30 л. с.
2. Двухвинтовые с двумя моторами ХТЗ мощностью . . . . . 2×30 » »
3. Одновинтовые с одним мотором ЧТЗ мощностью . . . . . 60 » »
4. Двухвинтовые с двумя моторами ЧТЗ мощностью . . . . . 2×30 » »
5. Колесные с двумя моторами ХТЗ мощностью . . . . . 2×30 » »
6. Колесные с одним мотором ЧТЗ мощностью . . . . . 60 » »
7. Колесные с двумя моторами ЧТЗ мощностью . . . . . 2×60 » »

Винтовые газогенераторные мелкосидящие катера естественно придется строить с тоннельными винтами, для колесных же катеров необходимо вводить редукторы, понижающие число оборотов гребного колеса до 40—55 об/мин.

Винтовые газоходы мощн. 30 и 60 л. с. (см. рис. 1 и 2) построены и испытаны Московской верфью НКВода, колесный же газоход мощн. 120 л. с., проект которого разработан бригадой инженеров Проектного бюро, заканчивается постройкой на той же верфи и будет испытан в эксплуатационных условиях в конце текущей навигации.

Основные элементы этих газоходов следующие:

Рис. 1  
Газоход  
мощностью  
60 л. с.



Как видно из этих данных, указанные катера могут быть в полной мере использованы для эксплуатации на мелких реках.

В дополнение к этим типам буксирных газоходов следует разработать проекты следующих катеров-газоходов:

- 1) буксирного двухвинтового катера мощн. 2 × 30 л. с. (с двумя двигателями ХТЗ по 30 л. с. каждый);
- 2) то же колесного;
- 3) буксирного двухвинтового катера мощностью 2 × 60 л. с. (с двумя двигателями ЧТЗ по 60 л. с. каждый);
- 4) буксирного колесного катера мощн. 60 л. с. (с одним двигателем ЧТЗ мощн. 60 л. с.);

5) пассажирского одновинтового катера трамвайного типа мощн. 60 л. с. (с одним двигателем ЧТЗ мощн. 60 л. с.);

6) то же двухвинтового мощн. 120 л. с. (с двумя двигателями ЧТЗ по 60 л. с. каждый);

7) то же колесного мощн. 120 л. с.

Этим списком исчерпываются все комбинации мощностей тракторных двигателей и соответствующих движителей в применении к мелкосидящим судам;

Главные элементы	Винтовые		Колесный газоход, мощ- ностью 120 л. с.
	газоход мощностью 30 л. с.	газоход мощностью 60 л. с.	
Длина в м . . . . .	10	16	30
Ширина в м . . . . .	2,5	3,5	5,5
» наибольш. в м . . . . .	—	—	11,37
Высота борта в м . . . . .	1,20	1,20	2 32
Осадка в рабочем состоянии . . . . .	0,45—0,50	0,50—0,63	0,52
Тяговое усилие кг . . . . .	250	550	1 100
Тип двигателя . . . . .	Газогенератор НАТИ-3 и мотор ХТЗ	Газогенератор МСВ и мотор ЧТЗ	Газогенератор МСВ и 2 мотора ЧТЗ
Мощность двигателей на газе л. с. . . . .	25	50	2×50
Расход топлива чурок древесн. кг на 1 л. с. в час . . . . .	1,2	1,0	1,0



Рис. 2. Газоход мощностью 30 л. с.

Указанные суда могут строиться как деревянные, так и с металлическими корпусами, причем ряд преимуществ, свойственных металлическим судам заставляет обратить особое внимание на сооружение катеров с металлическими корпусами.

С. БУДАРИН

## VI. Морской транспорт

### Работа Балтийского морского пароходства

(за пять месяцев 1935 года)

Балтийское морское пароходство за последние 5—6 лет значительно выросло по количественному составу флота и по объему экспортно-импортных перевозок. Еще в 1929 г. Балтийское пароходство располагало 28 судами, а в 1935 г. флот его вырос до 74 ед.

Партия и правительство возложили на морской транспорт ответственнейшую задачу максимального освобождения от капиталистической зависимости в обслуживании нашего экспорта. Балтийское пароходство, призванное обслуживать экспортно-импортные перевозки в первую очередь, занимает в этом отношении исключительное место.

Добилось ли оно при таких задачах и росте своего флота заметного качественного улучшения в своей работе? Далеко нет.

План 1934 г. им не был выполнен. Пять истекших месяцев настоящего года также не обеспечили перелома, несмотря на внешние благоприятные показатели в I квартале.

План I квартала по перевозкам выполнен с превышением—на 103%, а по тонно-мильной продукции даже на 105,2%. Однако если более детально рассмотреть эти данные, то окажется, что благополучие только кажущееся. План квартала в размере 393 200 был рассчитан на 55 единиц действующего флота с полезной грузоподъемностью в 179 737 т, с общим количеством 16 026 800 тоннаже-суток эксплуатации. На самом же деле в эксплуатации находилось 65 единиц с полезной грузоподъемностью в 207 757 т, дающих 17 433 400 т/сут.

Корректив плана на дополнительный тоннаж на основе заданного по плану коэффициента интенсивности (тонно-мили, деленные на тоннаже-сутки) при среднем плановом пробеге груза в 2 177 мили приводит к заключению, что находившимся в эксплуатации тоннажем пароходство могло перевезти груза  $17\,433\,400 \times 53,5 : 2\,177 = 426\,489$  т и сделать  $17\,433\,400 \times 53,5 = 932\,686\,900$  т/миль.

# Работы ЦНИИВТ по газогенерации

ОКОНЧАНИЕ,  
см. № 8

## СТЕНДОВЫЕ И НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Для проверки работы газогенераторных установок и двигателей ЦНИИВТом была организована газогенераторная лаборатория—стенд, где были установлены газогенераторные установки в 30 и 60 сил и конвертированные двигатели ХТЗ—30 сил и ЧТЗ—60 сил, первый с нагрузкой тормозом Прони, второй с нагрузкой динамомашинной.

На стенде за период март—июнь были испытаны газогенераторы 30 сил—НАТИ, 1-й вариант ЦНИИВТ и ЦНИИЛ (Кузнецова), первые на чурке 100×40×40 мм разной степени влажности (от 20 до 40%), а последний на швырке 500×25×25 мм при влажности 20—28%.

Главнейшие результаты этих испытаний следующие.

### Двигатель ХТЗ с газогенератором ЦНИИВТ 1—30

I. Всего проработано на газогенераторе 200 час.

Топливо: древесные чурки разных пород 40 × 40 × 100.

Влажность—35%.

Состав газа средний: CO<sub>2</sub>—12,2%; O<sub>2</sub>—0,4%; CO—17,66%;

CH<sub>4</sub>—0,71%; H<sub>2</sub>—15,0%; N<sub>2</sub>—54,03%; Q<sub>н</sub>—984 кал/м<sup>3</sup>.

Мощность при степени сжатия двигателя E = 4,12: максимальная—20,7 л. с., минимальная—8,3 л. с., средняя—18,1 л. с.

II. Всего проработано 19 часов.

Топливо: сосновые чурки 45×45×70.

Влажность—28%.

Состав газа средний: CO<sub>2</sub>—12,8%; O<sub>2</sub>—0,6%; H<sub>2</sub>—16,87%;

CO—16,7%; CH<sub>4</sub>—0,65%; N<sub>2</sub>—52,47%; Q<sub>н</sub>—996 кал/м<sup>3</sup>.

Мощность при степени сжатия E = 5,65: максимальная—27 л. с., минимальная—19,7 л. с., средняя—24 л. с. (рис. 4).

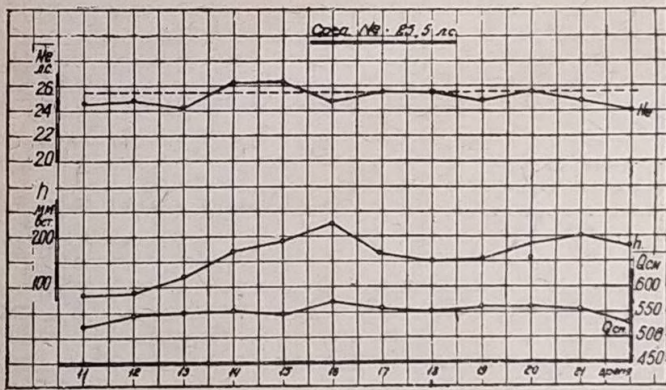


Рис. 4

### Двигатель ХТЗ с газогенератором ЦНИИЛ (СВК—4)

Всего проработано 68 часов.

Топливо: швырок 40×40×480.

Влажность—32%.

Состав газа средний: CO<sub>2</sub>—12,8%; O<sub>2</sub>—0,4%; CO—16,07%;

CH<sub>4</sub>—1,79%; H<sub>2</sub>—11,23%; N<sub>2</sub>—57,71%; Q<sub>н</sub>—933 кал/м<sup>3</sup>.

Мощность при степени сжатия двигателя E = 4,12: максимальная—23,9 л. с., минимальная—7,3 л. с., средняя—12 л. с.

### Двигатель ЧТЗ

За период 13 мая—8 июня был испытан газогенератор ЦНИИВТ 1—60 сил с двигателем ЧТЗ-60 при E = 3,96 и E = 5,8.

Главнейшие результаты этих испытаний следующие.

Всего проработано на газогенераторе 90 час.

Топливо: сосновые чурки 40×40×100 мм.

Влажность—20%.

Состав газа средний за 4 опыта (27 часов): CO<sub>2</sub>—11,93%; O<sub>2</sub>—0,48%; CO—19,05%; CH<sub>4</sub>—1,95%; H<sub>2</sub>—14,62%; N<sub>2</sub>—51,97%; Q<sub>н</sub>—1 124 кал/м<sup>3</sup>.

Мощность при степени сжатия двигателя E = 5,8: максимальная—56 л. с., минимальная—43 л. с., средняя за 10-часовой опыт—52,3 л. с.

Мощность при степени сжатия E=3,96 (без изменений): максимальная—44,5 л. с., минимальная 35 л. с., средняя—52,3 л. с. (рис. 5).

Для натуральных испытаний в распоряжении ЦНИИВТ находится катер МСВ длиной 10 м с двигателем ХТЗ. На катере установлена газогенераторная установка ЦНИИВТ П—30. Третья поездка на катере уже показала вполне удовлетворительную работу установки, непрерывно работавшей на газе в течение 5 1/2 час., причем число

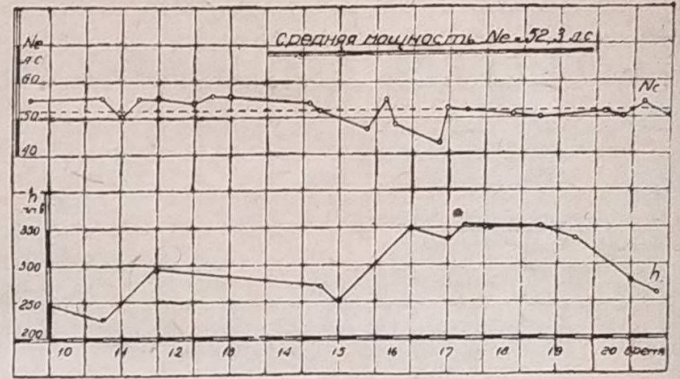


Рис. 5

оборотов двигателя держалось на одном уровне. Газ имел значительно лучший состав, что указывает на преимущество подогрева воздуха.

В ближайшие дни будут произведены детальные ходовые и тяговые испытания катера и состоится окончательный выбор очистительных устройств.

## ВОПРОСЫ ТОПЛИВА

Из испытаний и анализа имевших место неполадок ЦНИИВТ убедился в нецелесообразности применения топлива с влажностью выше 25% и потому поставил себе задачу проработать вопрос о заготовке и хранении кондиционного газогенераторного топлива в форме швырка 500×25×15 мм и чурки 100×25×25 мм. Такая работа была проделана при участии специалистов лесного ведомства и ее результаты находятся теперь на рассмотрении Вккурт.

Основные выводы из этой работы следующие. Стоимости разделки чурка и швырка относятся как  $\frac{1,37-1,14}{1,0}$ . Фактически сто-

имость 1 м<sup>3</sup> газа применительно к району Сзурп обходится (в зависимости от формы организации топливных баз) при употреблении швырка от 10 р. 56 к. до 21 р. 29 к. и чурки—от 14 р. 44 к. до 23 р. 59 к., включая все накладные расходы и стоимость навесов для хранения топлива.

Кондиционное топливо с влажностью 20—25% может быть заготовлено без особых затруднений в обычных условиях дрово-заготовок в течение октября—января, так как к апрелю влажность разделанного на швырок или чурку топлива снижается до 22—25%.

## ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

В результате всей проделанной, но еще не законченной работы можно констатировать:

1. Вопрос о получении доброкачественного газа и устойчивой работе газогенератора на кондиционных древесных чурках с влажностью до 25% можно считать разрешенным.

2. Охлаждение газа возможно до температуры воды + 2—3°.

3. Кондиционное газогенераторное топливо, применение которого является основным условием надежной работы газогенераторной установки, может быть без труда заготовлено каждым управлением речных пароходств.

4. Использование в качестве топлива торгового швырка не гарантирует надежной работы установки. Однако можно полагать, что путем изменений конструкции этот вопрос можно будет разрешить в положительном смысле, хотя для этого и потребуются дополнительные исследования.

5. В целях дальнейшего усовершенствования газогенераторных установок и удлинения сроков их эксплуатации необходимо проделать ряд работ, намеченных планом ЦНИИВТ.

Сюда относятся:

а) определение оптимальной температуры в активной зоне, при которой гарантируется надежный процесс, так как наблюдающееся в настоящее время увлечение чрезмерно высокими температурами хотя и оправдывается улучшением качества газа, но ведет, по нашему мнению, к недолговечности внутренних частей газогенератора;

б) определение, в целях создания технико-эксплуатационных инструкций для ВРП, предельно низкого числа оборотов двигателя, при котором работа газогенераторной установки еще вполне устойчива;

в) дальнейшее усовершенствование охладительно-очистительных устройств в сторону уменьшения габаритов, веса и потребляемой мощности, при одновременном достижении полной очистки газа от примесей.

Особой задачей является пуск двигателя на газе без предварительного пуска его на жидком топливе.

В целях наилучшего освоения газогенераторных установок необходимо создать опытную эксплуатационную базу, на которой было бы сосредоточено не менее 20 газогенераторных судов. Эта база должна быть образцовой во всех отношениях. При ней должны быть организованы заготовка и хранение кондиционного топлива, ремонтная мастерская и пр. Такая база могла бы в будущем послужить образцом для пароходств, приступающих к эксплуатации газогенераторных судов.

При удачном разрешении этих вопросов газогенераторные суда уже через одну-две навигации станут ведущим звеном в рядах речного катерного флота.

Н. БЫЧКОВ

Л е н и н г р а д

## Типы судов для мелких рек

Бурный рост народного хозяйства нашей страны, стремительное развитие промышленности и сельского хозяйства, расцвет колхозов и повышение в связи с этим запросов колхозников как в хозяйственном, так и в культурно-бытовом отношении предъявляют к водному транспорту огромные и вполне обоснованные требования.

Товарооборот между городом и деревней развивается такими темпами, что автогужевой транспорт не успевает с ним справиться, не говоря уже о том, что он обходится значительно дороже водного. Все это заставляет как можно скорее и наиболее эффективным образом реализовать историческое решение XVII партсъезда об освоении мелких рек.

Это освоение должно идти не только по линии расчистки и приведения неэксплуатируемых водных путей в судозное состояние, но и путем создания для них разнообразного мелкосидящего флота.

Мелкие реки по своей глубине разделяются Наркомводом на следующие категории: а) до 50 см, б) до 75 см и в) до 100 см. Исходя из этих глубин, следует определять те типы судов, которые должны находиться на указанных реках в эксплуатации.

Помимо своей ограниченной глубины мелкие реки отличаются небольшой шириной и небольшими радиусами закруглений (от 100 до 150 м), что в свою очередь лимитирует размеры судов в плане. Поэтому суда, предназначенные для мелких рек, должны не только отличаться минимальной осадкой, но и обладать небольшой длиной и шириной. Мертвый вес имеет таким образом большое значение для мелкосидящего судна.

Для того чтобы по возможности уменьшить вес, следует при проектировании и постройке этих судов обращать особое внимание на облегчение как корпуса судна, так и его механизмов.

Наиболее легкий корпус при всех прочих равных условиях можно получить, применяя *металлические конструкции*, так как *дерево* дает более тяжелый корпус. Однако необходимо считаться с тем, что примитивные условия постройки судов в отдаленных бассейнах и изобилие в этих районах дерева заставляет в большинстве случаев пользоваться деревом вместо металла.

В отношении главных механизмов предпочтение следует оказывать *паровой установке*, как наиболее надежной, простой в обслуживании и работающей на любом топливе.

В соответствии с различием в топливном режиме не исключена возможность применения в отдельных бассейнах в качестве главных механизмов *двигателей внутреннего сгорания* (дизелей), двигателей с запальным шаром и автотракторных двигателей).

Большой интерес представляют *газогенераторные установки*, работающие на твердом топливе (дрова, уголь, торф), с использованием в качестве двигателей автотракторных моторов, по своему весу, расходу топлива и к. п. д. занимающих среднее место между дизелями и паровыми установками.

Как исключение, на судах специального назначения—глиссерах—могут применяться *авиационные двигатели*. Но эти двигатели требуют высококачественного топлива—авиационного бензина, высококвалифицированного обслуживающего персонала, нуждаются в тщательном уходе и ремонт их обходится дорого.

В качестве движителей на мелкосидящих судах могут применяться *гребные винты, гребные колеса, воздушные винты и струйные движители*. Следует отметить, что применение гребных винтов на мелкосидящих судах может оказаться весьма ограниченным, с одной стороны, вследствие минимальной осадки, а с другой—вследствие особых условий состояния фарватера и воды на таких реках (каменистые гряды, трава, водоросли, лесс во взвешенном состоянии, например на рр. Аму-Дарье и Сыр-Дарье).

Наиболее распространенным типом транспортного несамоходного судна на мелких реках является в настоящее время *дощаник*. Дощаники обычно строятся деревянные, наиболее легкой конструкции. Другим типом несамоходного грузового судна является небольшая *баржа*, открытая или тентовая, грузоподъемностью до 100 т. Баржи могут строиться как с деревянным, так и с метал-

лическим корпусом. Мелкосидящие баржи, предназначенные для перевозки нефтепродуктов наливом в адрес колхозов, совхозов и МТС, должны строиться исключительно металлическими.

Типы судов несамоходного флота, которые можно рекомендовать для освоения мелких рек, сведены в следующую таблицу:

Типы судов	Главные размеры в метрах							
	Длина (в м)		Ширина (в м)		Высота борта в м	Осадка (в м)		Грузоподъемность (в т)
	наиб. по палубе	по днищу	по палубе	по днищу		в порожнем состоянии	в грузовой стоянии	
Лодка колхозная деревянная	8,6	7,5	3,0	1,3	0,70	0,20	0,40	3
Дощаник колхозный деревянный	—	15,8	4,0	3,0	0,73	0,28	0,50	7,5
Дощаник колхозный деревянный	21	20	5,0	4,0	0,80	0,14	0,50	32
Дощаник колхозный деревянный	—	25	5,0	4,0	0,90	0,37	0,59	19
Дощаник колхозный деревянный	31	30	6,0	5,0	1,30	0,17	0,80	100
Баржа открытая и тентовая деревянная	35	—	6,6	—	1,30	0,27	0,65	73
Баржа открытая железная	25	—	6,25	—	1,40	0,20	0,80	82
Баржа тентовая железная	37,25	36,20	6,20	—	1,10	0,19	0,70	100
Баржа наливная	28—30	—	5—6	—	0,7	—	0,70	50
Баржа наливная	36	—	7	—	1,0	0,20	0,70	100

Для перевозки небольших партий овощей, фруктов, хлеба, строительных материалов из колхозов и совхозов в промышленные центры и обратно в известных условиях оказываются наиболее рентабельными *винтовые самоходные баркасы*, с небольшим двигателем внутреннего сгорания.

В качестве таких баркасов могут быть предложены следующие типы:

Наименование элементов	Колесный деревянный каюк для перевозки разных грузов	Винтовой деревянный баркас для перевозки грузов	Винтовой деревянный баркас для перевозки стройматериалов
Длина в м	32	20	16
Ширина в м	5,0/3,5	4,5	3,5
Высота борта в м	1,20	1,35	1,20
Осадка порожнем в м	0,50	0,38	0,25
» в грузу в м	0,70	0,87	0,60
Грузоподъемность в т	30	40	16—18
Скорость км/час	10—11	10	10—11

Для перевозки пассажиров на сравнительно небольших участках мелких рек с успехом применяются *винтовые катера трамвайного типа* как металлические, так и деревянные, а также *самоходные суда каючного типа* (механизированные каюки). На более



# Испытания газогенераторной установки катера-газохода „МСВ—30“

Проблема газогенераторных судов для советского судоходства является весьма актуальной.

Создание флота для освоения мелких рек, для рек с небольшим грузооборотом в районах твердого топлива зависит в значительной степени от успеха работ по изысканию рациональной и надежной в эксплуатационных условиях установки и выпуска стандартных транспортных двигателей массового производства.

По заданию НКВода Московская судостроительная верфь приступила к постройке опытной газогенераторной установки для работы на дровах (чурках). Исходным типом явилась установка, спроектированная по заказу НКВода НАТИ, в дальнейшем конструктивно переработанная Московской судостроительной верфью в целях упрощения ее производства, улучшения качества судыбы отдельных элементов и большей безопасности эксплуатации.

Результатом этих работ явилась газогенераторная установка на катере с двигателем ЧТЗ-60. Длина этого катера—16 м, ширина корпуса—3,5 м, высота борта—1,4 м и осадка с трехсуточным запасом топлива—0,63 м.

Двигатель на катере тракторный ЧТЗ-60, развивающий при 650 об/мин на лигроиине 65—72 л. с. с увеличенной степенью сжатия до 5,8. Двигатель—гребной, четырехлопастный; винт его диаметром 650 мм, шагвое отношение 1,1.

Основной интерес представляет газогенераторная установка, состоящая из следующих основных частей:

1. Газогенератор, работающий на дровяных чурках, размером 50×100×150 мм по опрокинутому процессу. Диаметр генератора 0,750 м, высота 3 м. Запас топлива—максимально на 3—4 часа работы двигателя.

2. Холодильник—водяной газоочиститель эжекторного типа для охлаждения и очистки газа.

3. Сухой фильтр для улавливания в основном капелек воды из охлажденного и промытого газа.

Из сухого фильтра газ поступает в двигатель.

Площадь, занимаемая установкой, 1,7 м<sup>2</sup>.

Установка прошла на Московской верфи предварительные стендовые испытания в течение 120 час., после чего состоялись краткие эксплуатационные испытания на катере.



Газоход «МСВ—30»

Следует отметить, что как стендовые, так и судовые испытания носили *предварительный* эксплуатационный характер и ряд изменений, характеризующих качество получившегося газа (его анализ) и температурные характеристики процесса, измерены не были. Поэтому приводимые ниже данные о конечных показателях работы установки дают *возможность судить только об эксплуатационной практической ценности установки в целом.*

По данным стендовых испытаний, проведенных на судостроительной верфи в феврале с. г., при нормальных числах оборотов 650 в минуту мощность была равна 55—56 э. л. с. При работе на лигроиине при 760 об/мин двигателя ЧТЗ мощность колеблется от 65 до 72 э. л. с.

Таким образом при переходе на газ мощность снижается всего на 15—23%, что является весьма удовлетворительным результатом для такого типа установок.

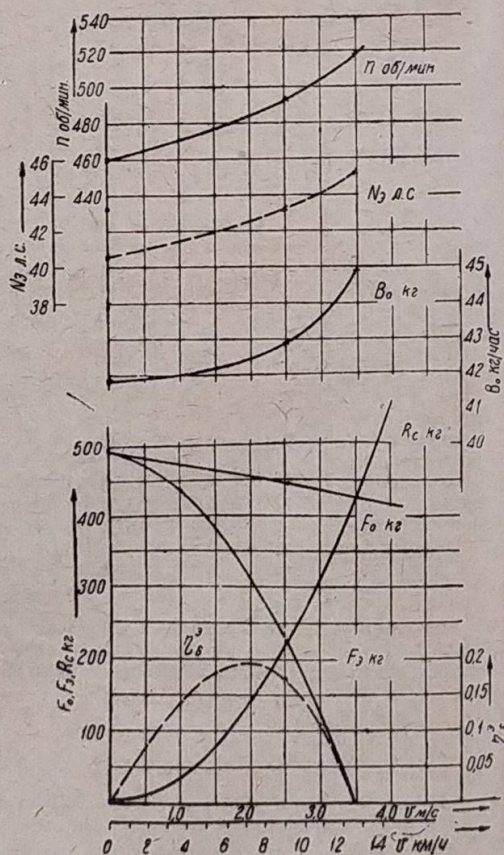
Мощность двигателя при работе на катере составляла при скорости буксировки 7 км/час около 42 э. л. с. при 480 об/мин. Неполное развитие оборотов, как это выяснилось, было вызвано установкой несоответствующего двигателю гребного винта, который не мог обеспечить получение полной мощности.

По данным испытаний катера МСВ-30 расход дров (чурок) на 1 э. л. с. составляет в среднем 1 кг в час, что соответствует (при влажности данного топлива до 20 %) око-

ло 0,53 кг условного топлива. Такой расход топлива является показателем *весьма высокой экономичности.*

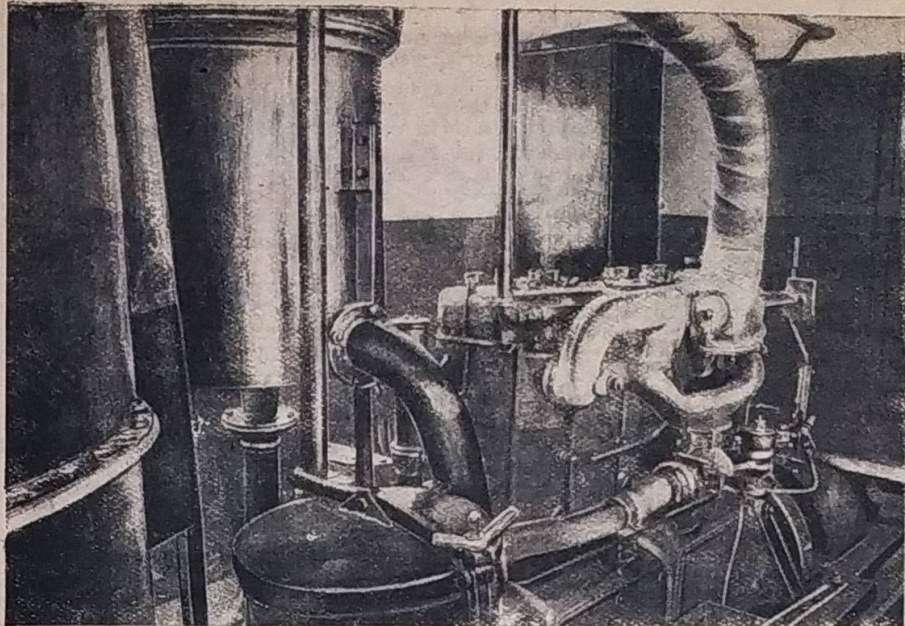
Не приводя подробных сведений по отдельным испытаниям, ниже мы даем *результативные обобщенные показатели* работы катера и его установки.

Низкие буксировочные качества катера вызываются недостаточно удачными образцовыми кормы и несоответствующим двигателю гребным винтом, вследствие чего обороты последнего на 25% ниже нормальных. Поэтому имеется *возможность* дальнейшего улучшения тяговых качеств катера.



Паспортная характеристика катера «МСВ—30»

Показатели	Скорость хода в км/час					
	0	4	6	7	9	12,5
Число оборотов в мин. . . . .	460	472	480	484	493	518
Мощность в э. л. с. (приближенно) . . . . .	40,6	41,6	42,2	42,5	43,3	45,3
Сила тяги при буксировке в кг . . . . .	495	425	355	318	220	0
Полезная мощность, используемая на буксировку, в л. с. . . . .	0	6,28	7,9	8,3	7,3	0
Использование мощности мотора на буксировку (буксировочный к. п. д.) в % . . . . .	0	15,1	18,7	19,5	16,4	0
Использование мощности мотора на буксировку (буксировочный к. п. д.) в % . . . . .	0	15,1	18,7	19,5	16,4	0
Расход топлива (дров) на судно в кг . . . . .	41,8	42,0	42,3	42,45	42,9	44,9
Расход топлива (дров) на 1 э. л. с. час. в кг . . . . .	1,03	1,01	1,00	1,00	0,99	0,993
Расход дров на 1 л. с. полезной мощности буксировки . . . . .	—	6,7	5,35	5,13	5,86	—



Общий вид газогенераторной установки на катере

Основным элементом, определяющим ценность катера, является газогенераторная установка, работа и экономичность которой не зависят от качества и совершенства корпуса судна и движителей (гребных винтов или гребных колес). По данным экспериментального цеха Московской судовой газогенераторной установки до ее постановки на катер проработала на стенде без разборки и внутреннего осмотра всего 120 час., причем в течение 70 час. производилась проба непрерывной работы под нагрузкой. После разборки на судовой газогенераторной, газогенератора, газо-водяного очистителя и фильтра на нагарообразования, ни сажи в цилиндрах не оказалось.

На самом катере установка проработала 59 час., после чего двигатель 25 мин. проработал на горячем неочищенном газе, так как газо-водяной очиститель перестал

работать вследствие засорения илом и мусором решетки водораспределительной камеры очистителя.

После очистки от ила решетки очистителя двигатель проработал еще 13 час., а затем был разобран для осмотра, причем на крышках цилиндров и в газопроводе было обнаружено значительное количество сажи.

Но так как газогенератор 25 мин. работал на неочищенном газе, это явление нельзя считать показателем каких-либо конструктивных недостатков собственно газогенераторной установки. Наоборот, последовавшие после загрязнения многократные беспрепятственные пуски и работа двигателя указывают на отсутствие в цилиндрах двигателя налета смолы, на чистоту седел клапанов и свеч и следовательно на бессмольную газификацию топлива.

Дальнейшая работа двигателя в течение 19 час. и повторный осмотр при совершенно неудовлетворительной работе помпы газо-водяного очистителя дали небольшой налет смолы на головке поршней и цилиндрах (значительно меньший, чем в первом случае) при совершенно чистых стенках камеры сжатия.

Необходимо подчеркнуть, что давление воды в водяном газоочистителе вместо нормальных 1,5—2 ат составляло лишь 0,3—0,5 ат, что не обеспечивало интенсивной газоочистки. Кроме этого существующий сухой фильтр не является достаточно совершенным.

После смены водяной помпы, произведенной после работы установки около 60 час., на крышках цилиндров был обнаружен весьма незначительный налет сажи.

Следует отметить, что мотор работал при всех режимах во время испытания безукоризненно, допуская широкое регулирование чисел оборотов (до 230—250 об/мин) при исключительно чистом выхлопе и четкой работе двигателя.

Укажем на основные моменты обслуживания установки в период эксплуатации. Заброска топлива—один раз в 2 часа, шуровка топлива в газогенераторе—не чаще одного раза в 1 час.

Наблюдение за работой установки практически ограничивается контролем за давлением воды в водораспределительной камере водоочистителя и температурой газа перед двигателем (на ощупь). В остальном обслуживание двигателя обычное.

Переход двигателя на газ производится от момента пуска за 5—10 мин. при холодной установке после длительных стоянок и в 1—2 мин. после кратковременных стоянок.

Приведенные показатели работы газогенераторной установки позволяют утверждать, что данная модель имеет несомненную эксплуатационную ценность. Окончательные выводы могут быть сделаны после длительной опытной эксплуатации установки.

Инж. ШИМКО  
Инж. ЛАВРЕНТЬЕВ

## IV. Морской транспорт

### ПЕРЕСТРОИТЬ ПЛАНИРОВАНИЕ И РАБОТУ ПОРТОВ

Основное в работе судна—это время, которое оно затрачивает на переброску грузов из одного пункта в другой, и чем больший процент времени оно будет находиться с грузом в ходу, тем больше совершит полезной работы, тем производительней будет труд моряков данного судна.

Ходовое время судна зависит от очень многих причин. Эти причины находятся в зависимости от судна как единицы (вместе с экипажем) и от судна как механизма, например скорость, сокращающая ходовое время за счет ускорения передвижения судна в пространстве. Но не о положительных причинах, зависящих от судна в целом, сейчас идет речь: есть основная отрицательная причина, которая сильно сокращает ходовое время судна в данный отрезок времени и тем самым работу судна по переброске грузов во времени и пространстве,— это стоянки судов в портах под погрузкой и выгрузкой.

В среднем по судам Цуморфлота за отчетные годы по сухогрузам флот затрачивал на стоянках до 60—65% эксплуатационного времени. По существу в этих 65% суда теряли основное свое качество транспортного средства для передвижения груза и превращались в склады. Тем самым громадные капиталовложения в суда фактически омертвляли на 65%.

Вместо того чтобы резко сокращать стоянки судов, некоторые порты превращались в какую-то ловушку для флота. Например, моряки Тихого океана в 1932—1933 гг. буквально боялись заходить во Владивостокский порт, ибо стоянки здесь под грузовыми операциями съедали всю их работу, тогда как на периферии при выгрузке и погрузке даже у открытого берега они стояли почти в два раза меньше.

Совершенно ясно, что при таком положении все усилия работников порта должны быть направлены на максимальное сокращение стоянок. Их нельзя свести к нулю, но тенденция к нулю необходима.

Стоянки судов под погрузкой и выгрузкой целиком и безоговорочно зависят от портов, от организации работ и механической оснащённости портов.

Порт—это крупная и сложная хозяйственная единица, созданная специально для обслуживания судов, для сокращения стоянок. И не случайно в заграничных портах существуют нормы стоянок судов под погрузкой и выгрузкой, при которых порт может сказать, сколько он судов может обработать в сутки.

Перевод крупнейшего портового хозяйства на плановую работу в условиях СССР должен был привести к его колоссальному росту. Та к оно и есть — хозяйство портов за последние годы сильно возросло. Но мало сократились стоянки судов, и обслуживание судов в портах поставлено откровенно. Это ярко подчеркнуто в речи т. Жданова на совещании при ЦК ВКП(б) и в приказе Наркома водного транспорта т. Пахомова о борьбе с простоями судов.

Работа портов требует коренной перестройки. Большая неувязка в существующей практике планирования работы портов и флота, заключающаяся в разрыве плановых норм грузовых работ, должна быть решительно устранена.

Для определения времени стоянки судна в порту необходимо знать норму грузовых работ данного порта. При оперативном планировании, если известны количество и номенклатура перевозимых грузов, известен тип судна, известно количество и размеры люков,

# ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

## повышенной мощности

### на речных судах

В настоящее время Наркомводом ведется большая работа по внедрению газогенераторных установок на водном транспорте. В первую очередь газогенераторные установки применяются на катерах. Как известно, уже построены и испытаны газогенераторные винтовые катера мощностью 30 и 60 л. с. и заканчивается постройкой колесный катер мощностью 120 л. с. Все эти суда будут оборудованы тракторными двигателями Сталинградского и Челябинского заводов, приспособленными для работы на генераторном газе.

В целях уменьшения потери мощности при переводе на газ принимаются меры для повышения степени сжатия в этих двигателях, что, однако, встречает некоторые затруднения из-за того, что пуск двигателей в ход в большинстве установок осуществляется на бензине.

Надо полагать, что с развитием применения газогенераторных установок заводы, строящие двигатели, начнут выпускать специальные типы для работы на газе, и тогда отпадет необходимость в их приспособлении кустарным способом.

Газогенераторы, применяемые на строящихся катерах, работают обычно на дровах (чурках) с влажностью не выше 30%. Необходимо иметь установку малого веса (а таковая только и приемлема для катера) вынуждает стремиться к возможному упрощению генератора и очистительной установки, иногда даже в ущерб совершению очистки газа.

Несмотря на то внимание, которое уделяется сейчас введению судовых газогенераторных установок, совершенно не поднимается пока вопрос о применении газогенераторных установок на более крупных судах мощностью порядка 200—400 л. с. при двигателях тяжелого типа. Между тем, нет никаких существенных затруднений для введения их и на таких судах, как речные буксиры указанной мощности, тем более, что удачные опыты применения газогенераторных установок мощностью в несколько сот сил на судах даже морского типа были уже проделаны за границей.

Имеются таким образом все данные для того, чтобы теперь же приступить к осуществлению речного судна с газогенераторной установкой и двигателем тяжелого типа. Помимо общих выгод применения газогенераторных установок, уже достаточно освещенных на страницах журнала «Водный транспорт», установки более крупной мощности имеют свои особые преимущества. Газогенераторы повышенной мощности (200—400 л. с.) отличаются более надежной конструкцией, и их очистительные устройства дают более совершенную очистку газа от примесей, чем установки легкого типа. Еще более важно то обстоятельство, что более крупные установки могут работать на дровах не в виде чурок, а в виде швырка и притом с значительной влажностью.

Испытания по сжиганию дров под газогенератором сист. Отто-Дейц, производившиеся при участии автора в лаборатории Лесотехнической академии, показали возможность надежного получения газа

из дров с влажностью, доходящей до 50%, в то время как генераторы легкого типа работают при влажности дров не свыше 30%. При указанной влажности до 50% был получен газ примерно следующего состава:  $\text{CO} = 19,7\%$ ;  $\text{H} = 7\%$ ;  $\text{CH}_4 = 3,9\%$ ;  $\text{C}_2\text{H}_4 = 0,1\%$ ;  $\text{CO}_2 = 10,1\%$ ;  $\text{N} = 59,2\%$ . Теплотворная способность газа 116 кал/м<sup>3</sup>.

Очистка газа от смолы может производиться с помощью центробежных механических смолоотделителей, дающих полное удаление смолы из газа, что позволяет применять в генераторе прямой процесс, при котором качество газа значительно выше, чем в легких генераторах, работающих опрокинутым процессом.

Так как машинные отделения теплоходов по сравнению с катерами обладают относительно большими размерами, то установка центробежного смолоотделителя, вообще весьма компактного, не может встретить никаких затруднений. В случае применения специальных смолоотделителей работа двигателя без очистки цилиндров от смолы и загрязнений возможна в течение не менее 2 000 часов.

Вес подобной газогенераторной установки с трубопроводами, по даннымграничных заводов (Отто-Дейц) и результатам проектировок, составляет от 15 до 20 кг на 1 л. с., т. е. много меньше веса котельной установки с цилиндрическими котлами. К. п. д. газогенераторной установки лежит в пределах 0,70—0,73.

Газовые двигатели тяжелого типа, как показывает многолетний опыт эксплуатации их в стационарных установках, представляет собою вполне конструктивно разработанную, надежную машину, и весь вопрос заключается лишь в создании газового двигателя судового типа с непосредственным реверсом. Организация производства таких двигателей не встретит затруднений, так как для работы на газе легко можно приспособить любой из строящихся типов судовых четырехтактных дизелей.

Опыт переделки на газ двигателя типа MAN был уже проделан заводом «Двигатель Революции» по проекту Дизельного института, производящего сейчас исследование этого двигателя. Двигатель этот нереверсивный, но осуществление реверса его чрезвычайно легко. Нужно лишь при применении отрывного зажигания иметь два кулачка для привода подвижного контакта воспламенителя. Таким образом весь распределительный аппарат двигателя будет таким же, как у дизеля, так как вместо кулачков форсунки будут стоять кулачки запального приспособления. Конструктивно удобно разместить воспламенитель как раз на месте форсунки. Другие детали двигателя останутся без изменения, за исключением нефтяных насосов, которые оказываются излишними. Зато потребуются смесительный клапан для получения рабочей смеси.

Важно отметить, что при переконструировании двигателя даже не потребуются существенно изменять степень сжатия, так как опыты показали полную возможность работы на газе со степенью сжатия

до 12 ат (двигатель Отто-Дейц при опытах в Лесотехнической академии работал со степенью сжатия до 13,1 ат).

Таким образом, благодаря высокой температуре самовоспламенения генераторного газа, достигается и повышенный экономический к. п. д. двигателя, который, как показали те же опыты, достигает 28%. При таких показателях можно рассчитывать, что в условиях эксплуатации общий к. п. д. всей установки (двигателя и генератора) будет порядка 18—20%, что, конечно, много ниже к. п. д. дизеля, но существенно превышает к. п. д. паровой установки.

Пуск газогенераторного двигателя в ход, точно так же как у дизеля, совершается при помощи сжатого воздуха. Для розжига генератора необходим вентилятор с электромотором или с маленькой паровой турбинкой, получающей пар от вспомогательного котла. Конечно, вспомогательный котел должен быть утилизационным, но с добавочной дровяной топкой.

Двигатели для привода динамо могут быть либо газовые, либо паровые, использующие пар утилизационного котла, что, пожалуй, лучше в смысле обслуживания судна электроэнергией в периоды чистки генератора.

При газовых двигателях для динамо газогенераторная установка должна состоять из двух агрегатов.

Среднее эффективное давление при работе на газе, как показали уже упомянутые опыты, может быть доведено до 4 кг/см<sup>2</sup>. При этих условиях мощность газового двигателя будет равняться примерно 75% мощности дизеля с теми же размерами цилиндров. Например, если переделать на газ применяемый сейчас на речных судах двигатель марки 50-ГР-6 мощностью 400 л. с. при 240 об/мин., то он будет развивать мощность около 300 л. с.

Важным достоинством газогенераторных установок является возможность работать подобно паровым на любом виде твердого топлива. Весьма выгодным может оказаться применение газогенераторных установок разбираемого типа в тех районах, где речные суда работают на угле, так как расход его в газогенераторных установках при той же мощности будет по крайней мере на 30% ниже, чем в паровых, что с точки зрения народного хозяйства имеет существенное значение.

Таким образом, продолжая вводить газогенераторные установки на катерах, нужно обратить серьезное внимание на возможность использования таких установок для более крупных речных судов, что не встретит, по всей вероятности, существенных затруднений. С этой целью необходимо в ближайшее же время разработать проект установки для речного буксирного теплохода мощностью около 300 л. с., одновременно поставив перед нашими дизелестроительными заводами вопрос о выпуске реверсивных газовых двигателей для судов речного флота.

Инж.-мех. П. П. АКИМОВ

Ленинград

## Газогенератор ЦНИИВТ-3

Рост автомобильного и тракторного парков значительно увеличил потребление дорожного жидкого горючего — бензина и керосина. Поэтому замена жидкого топлива газообразным, полученным путем газификации дешевого топлива (дров, каменного и древесного угля), является крайне актуальной проблемой. Транспортные газогенераторные установки, работающие на местном дешевом топливе, призваны эту проблему разрешить. Кроме того применение во флоте тракторных двигателей, работающих на газе, будет успешно способствовать освоению мелких рек и верхних плесов.

До сих пор ЦНИИВТ проводил работу по газификации только древесины. Но достигнутые в этой области успехи позволяют уже теперь приступить к широкому внедрению газогенераторов в работу водного транспорта.

В журнале «Водный транспорт» (№ 8 и 9 за 1935 г.) уже были помещены фотографии и краткое описание конструкций первых двух вариантов газогенераторных установок для катеров, разработанных ЦНИИВТ и испытанных на стане института для 30- и 60-сильной установок.

Осенью 1935 г. газогенераторы с более интенсивным подогревом воздуха (второй вариант) участвовали в пробеге газоходов по маршруту Москва — Ленинград. Весь путь (около 2700 км) был пройден ими за 280 ходовых часов без единой поломки и аварии, причем пробег проходил в весьма тяжелых осенних условиях. Но даже и круглосуточность движения по новому, неосвоенному еще плесу, и недостаточная подготовленность команд, и несоответствие топлива (как по породе его, так и по размеру, влажности и пр.), которым снабжались катера на участке пробега Горький — Ленинград, — все это не понизило ценности результатов пробега. В общем, неблагоприятные условия пробега были довольно близки к тем, в которых будет проходить эксплуатация газоходов в трудный первый период.

При общей вполне удовлетворительной работе газогенераторов в пробеге были выявлены два конструктивных дефекта: во-первых, при остановке двигателя некоторое время продолжался процесс газообразования и газ через фурмы и воздушные отверстия внизу выходил в машинное отделение; во-вторых, засорение газогенератора наступало уже через 15—18 часов работы, причем чистка его требовала от 30 до 40 м. я.

В варианте газогенератора, разработанном после пробега, отмеченные дефекты устранены и внесен ряд упрощений и улучшений. Так, высота бункера доведена до 1400 мм, что увеличивает запас топлива и позволяет производить загрузку через каждые 1,5—2,5 часа. Диаметр бункера (820 мм) и угол наклона нижнего конуса (около 60°) — остались прежними.

Наибольшим изменениям подверглась самая главная часть газогенератора — шахта; диаметр шахты уменьшен до 370 мм, расстояние от оси фурм до горизонтальной решетки оставлено прежним 670 мм, как и высота вертикальной решетки — 170 мм, но количество фурм доведено до 12 при диаметре их в 10 мм. Чтобы избежать засоса воздуха в шахту под защитным

конусом к верхней части наружного кожуха приварено слегка наклонно кольцо, что обеспечивает более плотную набивку этого пространства асбестом.

В предыдущем (втором) варианте газогенератора большое количество сварных швов смывалось воздухом с одной стороны и горячим генераторным газом с другой. Недостаточная плотность швов могла быстро вывести из строя газогенератор. Это слабое место конструкции почти целиком устранено: средний кожух изготовлен из одного листа. Горизонтальное кольцо, соединяющее внутренний и средний кожухи, ранее находившееся на границе воздуха и газа, теперь введено внутрь и защищено футеровкой.

В предыдущей конструкции средний кожух приваривался к опорной плите, в которой расклепывались вертикальные колосники, а в верхней части вся решетка приваривалась к внутреннему кожуху. Это создавало жесткость соединения нескольких частей, работающих в различных температурных условиях, и являлось причиной коробления вертикальных колосников. Замена вертикальной решетки фактически была невозможна. Теперь к среднему кожуху внизу приварен фланец, при помощи которого кожух удобно прикрепляется к плите. Внутренний кожух к вертикальной решетке не приваривается, и этим предусмотрены температурные удлинения и возможность замены решетки, которая запроектирована литая из чугуна.

Увеличение зольника до диаметра наружного кожуха позволило крепить его болтами, вместо ранее применявшихся шпильек. Прежде зола, уносимая газовым потоком, накапливалась вокруг решетки, и удаление ее оттуда было затруднено; теперь вырезы в плите полностью устраняют засорение в этом месте решетки, зола легко проваливается в зольник, объем которого обеспечивает длительную работу установки без чистки.

Живое сечение чугунной горизонтальной решетки увеличено, и расстояние между колосниками доведено до 18 мм, причем толщина колосников уменьшена книзу, что значительно уменьшит засорение. Решетка крепится к плите на шарнирах и в рабочем положении стопорится двумя болтами.

Опоры предусмотрены по углам плиты. Показанные на рис. 1 ноги из швеллеров не обязательны, поскольку на катерах газогенераторы будут крепиться по месту.

Отсос газа идет попержнему с двух сторон, так как это обеспечивает более равномерную работу газогенератора по сечению. Но патрубки направлены не по радиусу, а по касательной, и приварены к среднему кожуху, причем оба они плавно сходятся в одну трубу.

В наружном кожухе (снизу и до патрубков) устроены особые вырезы, прикрывающиеся щитками и позволяющие снимать кожух сверху, не нарушая газовой магистрали. Наружный воздух сверху по двум трубам подводится к низу генератора, что устраняет попадание газа в машинное отделение.

Для разжигания газогенератора по обратному процессу предусмотрен лючок на уровне фурм.

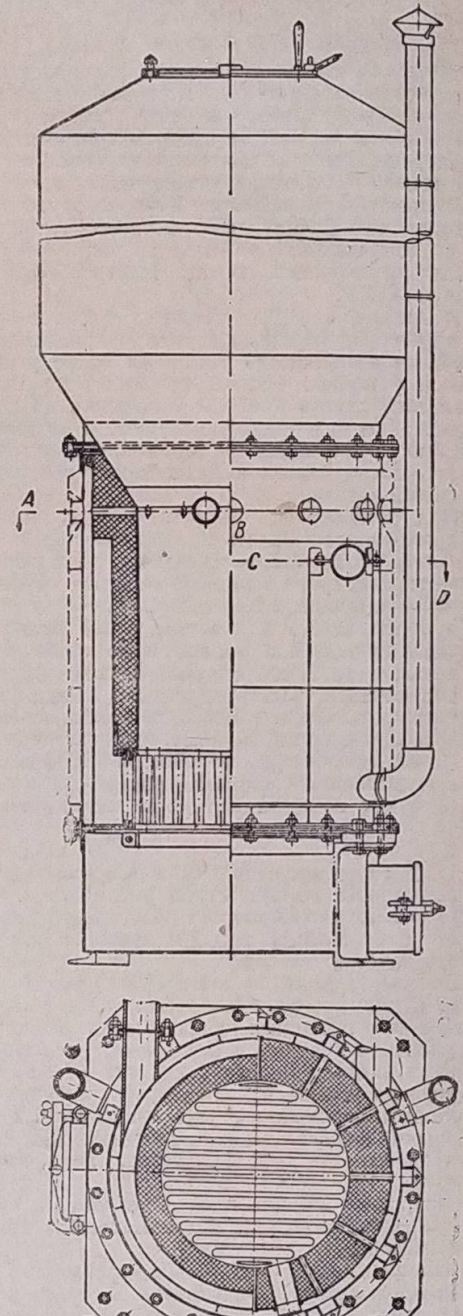


Рис. 1. Разрез по ABCD

Шахта изолируется слоем асбестита толщиной в 30 мм.

Общая высота газогенератора в третьем варианте 2500 мм.

Конструкция газогенераторной установки для катеров ЦНИИВТ-3 после внесения всех описанных улучшений и исправлений, была испытана, признана для 1936 г. типовой и передана в производство. Теперь опыт эксплуатации дает материалы для суждения о ее конструктивных и экономических достоинствах и дальнейшего ее совершенствования.

Ленинград

Инж. А. Б. Генин

лены с такими же кривыми, записанными в натуре на самом канале. Сопоставления дали очень хороший результат, несмотря на то, что кривая расхода не отличается очень большой точностью. Необходимо обратить внимание на то, что суммированные кривые свободной поверхности, после нескольких ходов волны туда и обратно, дают опускание и подъем всей массы воды по обоим концам канала и узел в середине канала. Иначе говоря, распространение и отражение воды в результате интерференции приводят к колебанию всей массы воды<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Это явление до некоторой степени аналогично образованию толчен (clapotis) при полном отражении регулярной гравитационной морской волны.

Из всего изложенного вытекает уверенность в полной возможности хорошего совпадения данных опыта и расчетов волновых явлений, вызываемых шлюзованием (если пренебрегать моментами трения), и притом, в каналах и бьефах рек протяжением в 20—25 км. Изложенное подтверждает также, что волновое явление должно быть разложено на его составляющие, вызывающие положительную и отрицательную волны. Положительные и отрицательные волны должны строиться самостоятельно, с учетом отражений, и затем суммироваться для получения результирующей свободной поверхности.

Ленинград

Проф. д-р И. В. Егизаров

# Иностранный опыт

## Х.

### Мощное газогенераторное судно

Газогенераторные катерные установки пользуются у нас в настоящее время заслуженным вниманием. При сравнительно небольшом весе они имеют значительно более высокий коэффициент полезного действия, чем паровые установки; при этом они работают на дровах — наиболее широко распространенном у нас виде топлива.

Естественно, что и для транспортных судов газогенераторная установка должна сохранить некоторые из своих преимуществ, в частности малый расход топлива. Конкурс, проведенный в 1934 г. РЭТУ Наркомвода, показал, что в отдельных случаях мощные газогенераторные установки безусловно представляют интерес для речного транспорта.

Однако, опыт мировой судостроительной техники в этой области чрезвычайно незначителен. Опубликованные материалы относятся лишь к самому началу теплостроения (1908—1912 гг.), когда было построено несколько довольно мощных газоходов — до 500 л. с., работавших на угле. Позже в американской технической литературе была отмечена вполне удовлетворительная работа самоходных баржей с газогенераторными установками, мощностью около 150 л. с. Если не считать еще одной заметки в журнале «Zeitschrift für Binnenschiffahrt» за 1933 г. об экономичности этого вида установок, то этим исчерпывается вся известная нам литература по данному вопросу. Перечисленные выше типы мощных газогенераторных судов старой постройки уже были нами описаны<sup>1</sup>.

В 1935 г. наряду со значительными успехами в строительстве газогенераторных катеров, особенно в СССР, можно отметить также и некоторый сдвиг в области мощных судовых газовых установок. В Германии, после 25-летнего примерно перерыва, построен опытный газоход мощностью в 750 л. с., описание которого мы и приводим ниже<sup>2</sup>.

«Харпен I», двухвинтовой буксирный речной газоход, предназначенный для плавания по Рейну, был построен в 1935 г. и уже находится в эксплуатации. Общий вид буксира и расположение в нем газогенераторной установки показаны на рис. 1. Установка в основном рассчитана на отопление коксовой мелочью, размеры

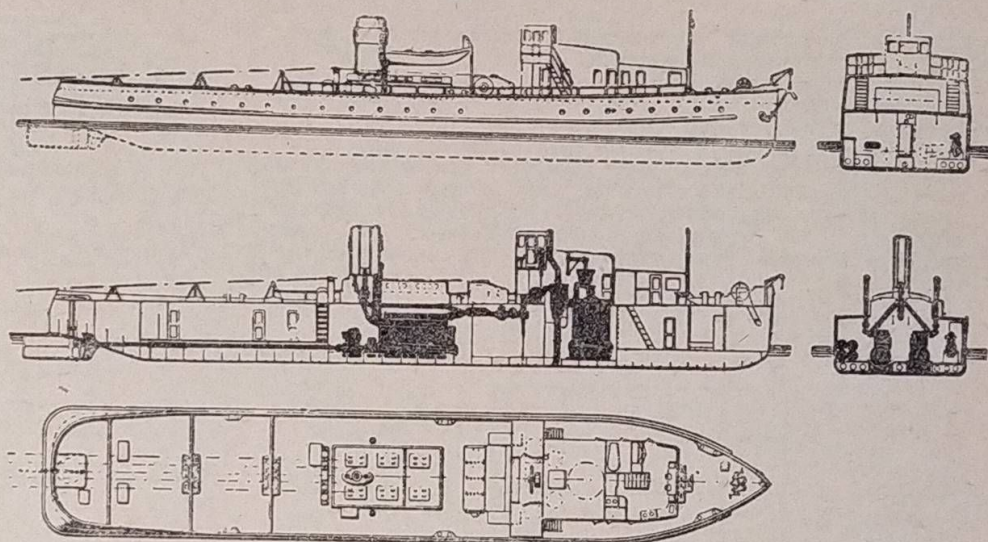


Рис. 1. Буксирный газоход „Harpfen I“

кусков которой равны 10—20 или 33—40 мм. Выбор этого вида топлива объясняется тем, что в настоящее время в Германии значительно количество угля идет в переработку на газ и на жидкое топливо, в результате чего остается значительное количество кокса. Кроме кокса топливом могут служить и тощие угли, непригодные для сухой перегонки.

Газогенератор применен типа «Deitz», прямого процесса, с вращающимися колосниками. Общий вид его и расположение в судне показаны на рис. 2 и 3.

Из газогенератора газ поступает в пылеотделитель, откуда, разделяясь на два потока, направляется в два влажных очистителя, снабженных кольцеобразными сосудами, и проходит через ряд водяных завес, изменяющих направление его движения.

Вода после промывки свободно стекает за корму. Пар для работы газогенератора получается в рубашке последнего. Загрузка газогенератора производится через загрузочное отверстие, расположенное на палубе, при помощи контейнера, емкость которого рассчитана на полную работу установки в течение 40 мин. Контейнер заполняется

вручную в угольной яме, а затем с помощью лебедки и крана устанавливается над воронкой газогенератора. Устройство предусматривает подачу топлива из угольных ям, расположенных по обоим бортам судна.

Силовая установка состоит из двух четырехтактных восьмицилиндровых двигателей Дейтца простого действия, с числом оборотов 160—400 в минуту. Характерным является указание на то, что эти двигатели имеют большой вес и размеры и что даже предположено заменить их дизелями, конечно, соответственно переделав последние. Зажигание производится от тока высокого напряжения. Двигатель запускается с помощью сжатого воздуха, причем в это же время засасывается горячая смесь; благодаря этому расход пускового воздуха понижается. Двигатели могут работать как газомасляющие, однако газ поступает в двигатель под давлением, близким к атмосферному — около  $\pm 0$  вод. столба, при разрежении у генератора 150—350 мм вод. столба. Газ подается ротационным насосом-автоматом.

Регулирование подачи газа производится для всех цилиндров сразу, но образование самой смеси производится для каждого цилиндра отдельно, причем под-

<sup>1</sup> См. «Водный транспорт», 1934, № 7.

<sup>2</sup> См. «Werft Reederei Hafen», 1935, № 22.

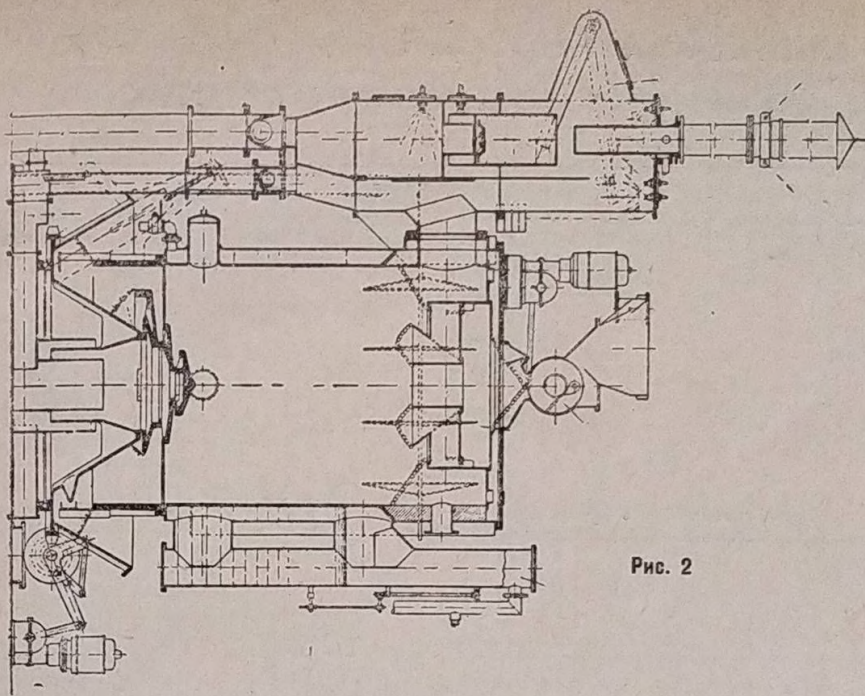


Рис. 2

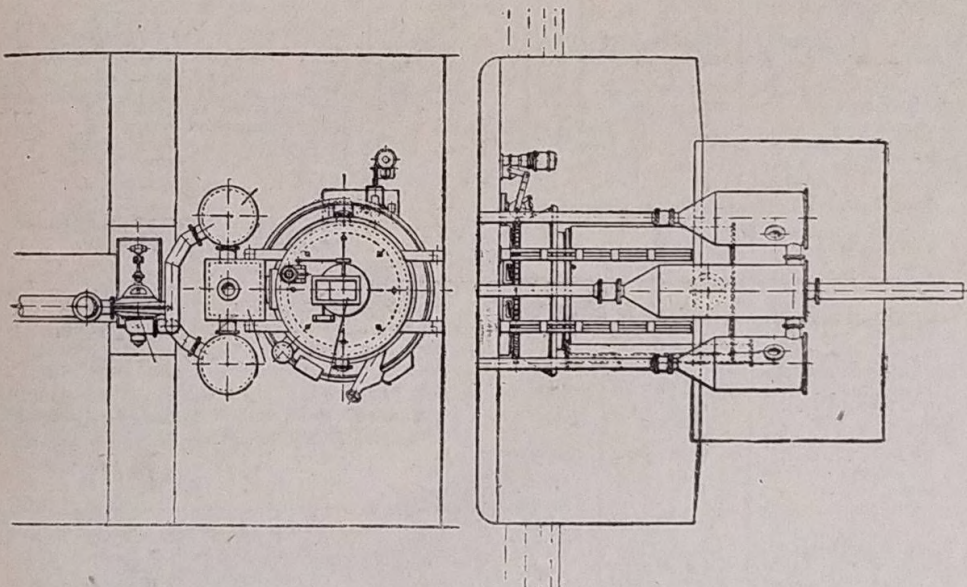


Рис. 3. Установка газогенератора в судне

вод воздуха, во избежание попадания газов в машинное отделение, производится из-за борта.

Характерной является в данном случае установка между двигателями и движителями редукторов, понижающих число обо-

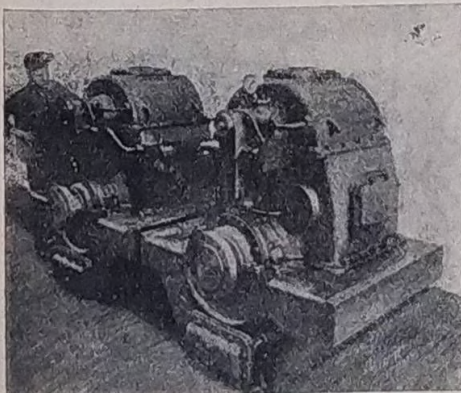


Рис. 4. Редукторы

ротов. Они изготовлены заводом Ренк и рассчитаны на передачу мощности в 415 л. с. при 400 об/мин.; коэффициент полезного

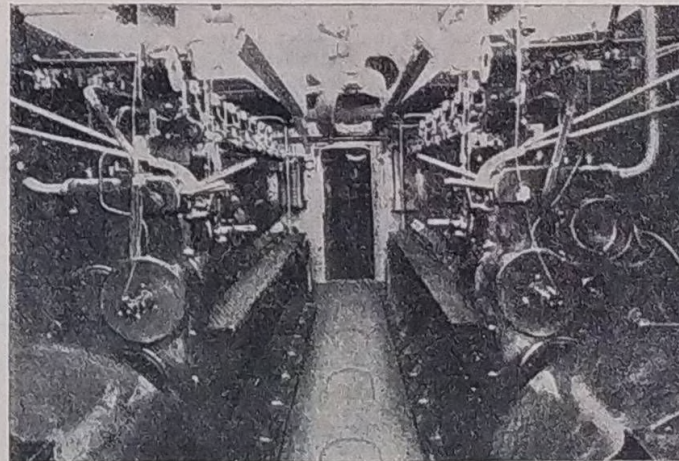


Рис. 5. Внутренний вид машинного отделения

действия редукторов при полной нагрузке около 98%; вес каждого редуктора — 3900 кг.

Вспомогательные механизмы газогенератора, загрузочных устройств, швартового и буксирного устройств электрифицированы, для чего применен ток напряжением в 120 вольт. Освещение судна производится от динамо и аккумуляторной батареи напряжением в 24 вольт. На стоянках и в момент пуска электроэнергия получается от быстроходного дизеля мощностью 40 л. с. В ходу динамо сцепляется с одним из главных двигателей.

Управление моторами с мостика, на котором имеются на каждый двигатель по два рычага — для установки числа оборотов двигателя и привода к гидравлическим реверсивным муфтам. Механик следит лишь за состоянием отдельных частей силовой установки.

В связи с недостатком жидкого топлива, в Германии газогенераторным установкам придано большое значение. К тому же они гораздо экономичнее в денежном отношении по сравнению с дизельными, как видно из следующего сопоставления.

Расход тепла на 1 э. л. с. газогенераторного двигателя составляет 2560—2850 кал., а дизеля — около 1700 кал., но стоимость топлива для дизельной установки равна 1,18—2,04 пфен. на сило-час, в то время как для газогенераторной; при работе на коксе — 0,73—0,84 пфен., антраците — 0,64—0,76 пфен., брикетах бурого угольных — 0,78—0,9 пфен. Интересно, что в Германии работа газогенераторной установки на дровах оказывается более дорогой, чем дизельной установки, а именно: около 2,43 пфен. на 1 л. с./час.

Примерный расход топлива мощными газогенераторными установками показан в следующей табличке.

Вид топлива	Низшая теплотв. способность кал/кг	Расход топлива в г на 1 э. л. с. при полн. мощности	Низшая теплотв. способ. газа в кал/м <sup>3</sup>
Кокс . . . . .	6 300—6 600	440	1 000
Антрацит . .	7 700—7 800	345—340	1 275—1 300
Брикеты бурого угольные .	4 700—4 800	555—560	1 400
Дрова . . . . .	3 300	900	1 250

В наших условиях мощные газогенераторные установки, работающие на дровах, должны иметь значение для внутреннего водного транспорта. При постройке такой установки не должно возникнуть особых затруднений ни в части изготовления отдельных деталей, ни расположения их в судне.

Из германских неосуществленных проектов газогенераторных установок можно указать на проект двухвинтового газохода Гавальдсверке с двумя моторами Дейтц по 200 л. с. каждый и газогенератором для дров с двумя зонами горения. В этом проекте вся газогенераторная установка достаточно хорошо вписывалась в габариты машинного отделения судна.

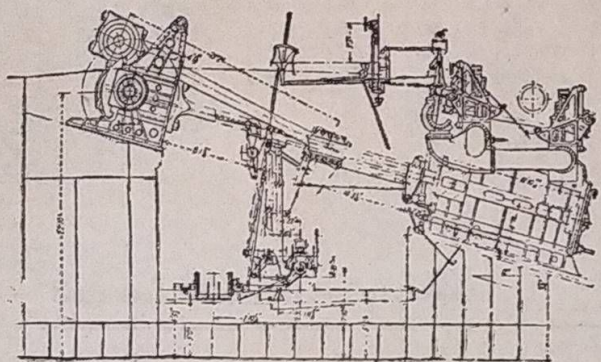
С. П. Фролов  
(Монитовт)

Отношение длины шатуна к радиусу кривошипа обычно составляет 8—10. Кулиса, как правило, системы Джоя. Общий вид машины показан на рис. 1. О парораспределении во время форсировки дает представление табл. 3.

Таблица 3.

Полости цилиндров	Ближней к валу	Удаленной от вала
Наполнение . . . . .	31% (1)	84% (1a)
Предварение впуска . . . . .	0,15% (2)	0,18% (2a)
Предварение выпуска . . . . .	5% (3)	5% (3a)
Сжатие . . . . .	9% (4)	7% (4a)

Золотники машины — цилиндрические. Наряду с золотниковыми машинами тандем-компаунд встречаются также и клапанные машины этого типа (заводы Нордберг, Скиннер и др.).



и один — высокого. Краткая характеристика машин приведена на следующей таблице:

Название суда	City of Detroit III	Greater Detroit
Диаметр ц. в. д. в мм . . . . .	1 572	1 675
» ц. н. д. в мм . . . . .	2 340	2 440
Ход поршня в мм . . . . .	2 340	2 770
Число оборотов в мин. . . . .	28	31
Мощность в инд. силах . . . . .	7 500	до 12 000

Поскольку эти машины однотипны приведем краткое описание машины одного из этих судов (Greater Detroit).

Машина этого судна (рис. 2 и 2а) двойного расширения, наклонная, установлена с цилиндрическими котлами (шотландскими), дающими пар давления 11,88 атм. с подсушкой (перегрев 26° Ц). Проектная мощность указана в приведенной выше таблице, нормальная мощность машины около 10 500—10 700 и. л. с. при числе оборотов 29—30.

Конструкция этой машины в основных деталях не отличается от применяемых машин в нашем речном флоте. Она расположена на наклонном фундаменте, средняя часть которого вырезана,

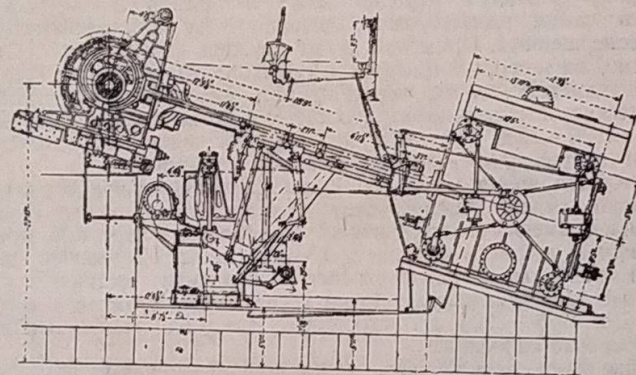


Рис. 2 и 2а. Машина двойного расширения для озерного парохода мощностью 12 л. с.

Горизонтальные машины тандем-компаунд применяются не только для толкачей, но также и для пассажирских судов и самоходных земснарядов, причем нередко в последних случаях применяются и бортовые колеса.

Представляют также интерес машины двойного расширения для судов с бортовыми колесами. Пароходы с такими машинами получили распространение на Великих озерах и реке Гудзон. Применяемые на этих судах котлы почти исключительно шотландские, поэтому давление пара не превосходит 12 атм. Мощность машин достигает очень большой величины при умеренном числе оборотов. Из таких судов отметим следующие.

Таблица 4.

Наименование судна	Мощность в л. с.	Давление пара в атм.	Число об/мин.
Greater Detroit . . . . .	10 700	12	31
Greater Buffalo . . . . .	10 700	12	31
City of Detroit III . . . . .	7 500	12	28

Машины всех указанных судов однотипны — двойного расширения с тремя цилиндрами, два из которых низкого давления

и в выемке расположены конденсационное и реверсивное устройства. Парораспределение цилиндра высокого давления — клапанное, а цилиндра низкого давления — крановое по системе Корлисса.

Холодильники машины смешивающего типа, с воздушными насосами, приводными от главной машины, отдельно для каждого цилиндра низкого давления. Размеры воздушного насоса: диаметр 1575 мм и ход поршня — 1060 мм. Кроме главных холодильников, имеется вспомогательный, также смешивающего типа, приводной от отдельного парового цилиндра, диаметром 382 мм. Размер воздушного цилиндра: диаметр 714 мм, ход поршня 450 мм.

Валоповоротная машина имеет диаметр цилиндра 254 мм и такой же ход поршня. Машина реверса — паровая с диаметром цилиндра 508 мм и ходом поршня 762 мм. Питательные насосы — приводные от главной машины (два), диаметры их цилиндров 204 мм, и ход поршня 1060 мм. Трюмные насосы — приводные от главной машины, имеют такие же размеры, как и питательные насосы. О размерах этих крупнейших машин колесных судов дают представление приводимые нами чертежи.

(Окончание следует)

С. П. Фролов

## Комбинированные

## нефте-газовые двигатели

ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ 1936 05

Во всех отраслях транспорта производятся работы по внедрению газогенераторных установок; на водном транспорте эти работы проводятся уже несколько лет. Особенно удачны опыты Московской судостроительной, построившей 150-сильное буксирное колесное судно, совершившее удачный пробег Москва—Горький—Москва. В связи с этим заслуживают внимания выпущенные в Германии двигатели внутреннего сгорания, которые могут работать на газообразном и жидком топливе. Эти

двигатели могут работать на нефти как дизель и как газовые двигатели — на любом газе: светильном, натуральном или на газе, получаемом из дров, угля, кокса и антрацита.

Из производства эти двигатели выпускаются как дизели. Все детали полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к деталям дизеля. Давление сжатия около 35 атм. При работе на газе двигатели работают по циклу Отто, с применением электрического зажигания.

Для переустройства этого дизеля на газовый двигатель требуется:

- 1) снизить давление сжатия до 9—14 атм, в зависимости от вида газа и величины двигателя; для этого укорачивается шатун путем изъятия прокладок, или заменяется крышка цилиндра;
- 2) снять привод топливного насоса и вместо него установить электрическое зажигание;
- 3) заменить форсунку в крышке цилиндра запальной свечей;

4) установить устройство для регулирования и смешивания газа и воздуха. Имеются различные возможности выполнения этого устройства (рис. 1):

а) У всасывающего клапана установлено общее смесительное устройство с управляемым от регулятора смесительным клапаном.

б) В смесительном устройстве имеется управляемый от регулятора дроссель. Воздух и газ смешиваются при помощи самодействующего смесительного клапана. Это устройство может быть приспособлено для каждого цилиндра в отдельности.

в) Всасывающие клапаны выполнены как двухседельные смесительные клапаны. Подводимые ими газ и воздух, в зависимости от положения регулятора, вводятся при помощи дросселей в главный трубопровод.

г) Перед каждым всасывающе-смесительным клапаном имеются управляемые регулятором дроссели для газа и воздуха.

е) Для подема всасывающе-подъемного клапана имеются управляемые регулятором дроссели для газа и воздуха.

При работе на газе нужно считаться с падением мощности от 5 до 20% (в сравнении с работой на нефти). Это происходит потому, что:

1) наполнение цилиндра при работе на газе меньше, чем у дизеля;

2) при применении генераторного газа вследствие низкой теплотворной способности последнего может быть получена теплотворная способность смеси 400—500 кал/м<sup>3</sup>;

3) при использовании светильного газа, который содержит много водорода, из-за большого избытка воздуха снижается теплотворная способность смеси;

4) низкая степень сжатия дает худший термический к.п.д., большие потери тепла с выхлопными газами и охлаждающей водой.

В зависимости от состава смеси получается среднее индикаторное давление от 4,8 до 6,6 атм.

При правильном положении запальной свечи и хорошем смешивании обеспечено

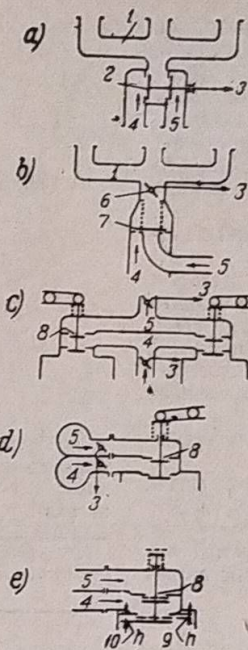


Рис. 1. Способ выполнения устройств для регулирования и смешивания газа и воздуха.

1 — трубопровод смеси; 2 — управляемый смесительный клапан; 3 — к регулятору; 4 — воздух, 5 — газ, 6 — смесительный дроссель; 7 — самодействующий смесительный клапан; 8 — всасывающий смесительный клапан; 9 — холостой ход; 10 — полная нагрузка.

полное сгорание смеси в обычной камере сгорания.

Расход тепла у этих комбинированных двигателей составляет при работе на газе, при полной нагрузке, 2 100—2 300 кал/час.

Комбинированные двигатели строятся мощностью до 900 л.с. в одном агрегате.

Имеется следующий ряд мощностей:

Мощность в цилиндре л. с.	Об/мин.
10—25	250—1500
20—50	375—750
80—110	250—300

Имеются все данные для применения таких двигателей на больших речных судах. При этом могут быть использованы преимущества газогенераторов большой мощности, отличающейся надежной конструкцией, дающие, благодаря более совершенной очистке, газ лучшего качества, чем у малых газогенераторов с опрокинутым процессом.

Важным преимуществом этих комбинированных установок является возможность использования для их работы всех видов топлива. При нехватке жидкого топлива эти двигатели могут быть быстро переведены на работу на газообразном топливе. Это последнее обстоятельство весьма важно для отдаленных районов Союза, где в случае задержки в снабжении горючим могут быть использованы местные виды топлива.

А. Б.

По материалам V. D. I. № 9 за 1936 г.

## Определение изменения нагрузки на пловучих доках<sup>1</sup>

Пловучие доки, имеющие большое отношение общей длины всех понтонов к ширине, весьма чувствительны к перемещениям грузов к своим оконечностям, требуют осмотрительного обращения при такого рода изменениях нагрузки.

Из практических соображений (будь то для выполнения работ по рулю, гребному винту, при замене ахтерштевня, когда для монтажа требуется использование пловучего крана) часто оказывается необходимым ставить докуемое судно на один конец дока, а появляющийся дифференцирующий момент уравновешивать соответствующим затоплением или опорожнением понтонов дока.

Определение необходимого положения корабля в доке, как правило, предоставляется докмейстерам, людям большого опыта, которые в большинстве случаев на протяжении многих лет и даже десятилетия практики основательно изучили свой док и взамен недостающих им теоретических знаний приобрели богатый практический опыт.

Если вес корабля значительно меньше грузоподъемности дока, то имеется еще достаточный запас пловучести. Тогда при нормальных соотношениях, т. е. при нормально построенном судне и доке, приспособленном для судов обычных размеров, постановка такого корабля в док и откачка понтонов при подеме не могут вызвать никаких затруднений.

Осложнения возникают в тех случаях, когда в доковании нуждается корабль, вес которого может быть поднят доком только при соблюдении определенной надводной высоты борта понтонов. Тогда обязательно необходимо для избежания изменения дифферента, чтобы центр тяжести корабля был точно над центром величины порожнего дока (т. е. на одной вертикали с ним).

Точное положение центра величины порожнего дока определяется по проектным чертежам или его можно легко вычислить, так как отдельные понтоны дока обыкновенно имеют форму параллелепипеда. Трубопроводы и выгородки, а также воздушные танки должны быть соответственно учтены.

Точное же положение центра тяжести корабля весьма трудно установить, и оно не всегда известно администрации корабля. Поэтому положение центра тяжести корабля весьма часто приходится определять приближенно.

Если положение центра тяжести корабля, остатка грузов и наполненных танков известно, то правильная постановка судна в док не встречает затруднений. И, наоборот, когда судно имеет груз в одном или больше концевых трюмах, который во время стоянки судна в доке будет выгружаться или перекладываться, или балластную воду в пиках, двойном дне, или масло и нефть в бортовых цистернах и т. д., которые по каким-либо причинам будут выкачаны в доке или приняты, тогда докмейстеру в редких случаях удается путем проб (что иногда опасно и отнимает много времени) определить, как его док должен быть затоплен и откачан, чтобы противодействовать этому передвижению грузов.

Чем больше вес корабля и чем больше грузоподъемность дока, тем важнее своевременно знать положение центра тяжести докуемого судна.

Для того чтобы легко и скоро сделать вычисления моментов, можно воспользоваться весьма простым в изготовлении весовым прибором, пригодным для любого дока.

Исходя из положения, что в поднятом состоянии центр тяжести судна должен находиться на одной вертикали с центром величины дока для того, чтобы моменты неравных нагрузок, вызванных судном по одну и другую сторону центра величины дока, были равны между собой, чем обеспечивается прямое положение дока в продольном направлении, поступают следующим образом.

Берут деревянную рейку, подвешивают ее легкоподвижно в середине и тщательно балансируют (середина рейки должна представлять положение центра величины дока). От середины рейки вправо и влево наносят верхнюю шкалу расстояний в мас-

<sup>1</sup> По статье инж. Ф. Винклер в журн. Schiffbau в № 17 за 1935 г.



имеются специальные окна размером  $7 \times 19$  см (большая ванна имеет по три таких окна на каждой стороне и малые — по 2 окна), к которым непосредственно примыкают боковые откосы железной вентиляционной трубы (рис. 1 и 2), идущие далее на соединенные с общей вытяжной трубой; последняя уложена в особый траншею в полу. Бортовые каналы и вентиляционные трубы уложены с уклоном для естественного стока конденсата хромового раствора, захватываемого из ванны вместе с вытяжным воздухом.

Вытяжка воздуха производится центробежным вентилятором типа «Кейт»; вентилятор получает вращение от мотора через ременную передачу. В мастерской имеется также вентиляционно-отопительный агрегат «Альфа» мощностью 0,75 л.с. при 930 обор./мин.

\* \* \*

По данным журнала «Паровозное хозяйство» № 4 за 1934 г. хромированные на Пролетарском заводе кулисы, кулисные валики и пальцы сцепных осей, поставленные на паровозы, показали, что срок службы их, по сравнению с нехромированными, увели-

чился в 3—4 раза (стойкость на износ). Кроме того хромирование указанных деталей ускорило процесс их ремонта; так если ранее на цементацию кулисы завод затрачивал до 12—14 часов, а валиков до 5—6 час., то с введением хромирования продолжительность последнего процесса занимает всего 2—3 часа.

Таким образом выгоды хромирования практически вполне доказаны и в настоящее время этот процесс получил весьма широкое распространение почти во всех отраслях промышленности. Хромированию подвергаются множество различных деталей станков, машин, оборудования, инструмент и т. д.

Все затраты, связанные с оборудованием мастерской, и труд, затраченный на постановку и освоение дела хромирования, быстро и с лихвой окупаются<sup>1</sup>.

Опыт Пролетарского паровозо-ремонтного завода следует распространить и на наши судоремонтные заводы и мастерские.

И. С. Тютин

<sup>1</sup> Б. А. Кузнецов — Электролитическое хромирование металлов, стр. 5. ОНТИ, 1932 г.

### III. тепло техника

## О живом сечении

### колосниковой решетки

## ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ 1936 06

Конструктивное выполнение колосниковых решеток в ряде судовых котлов, находящихся в эксплуатации, свидетельствует о недостаточно тщательном подходе к выбору рациональных значений живого сечения.

Обычно живое сечение решеток судовых котлов чрезмерно велико. Можно было бы привести много примеров выполнения живого сечения при работе с нижним дутьем, значительно превышающего живое сечение у котлов, работающих на естественной тяге.

Как известно, значительные потери тепла в провале являются следствием неправильного выбора живого сечения решеток.

Требования, которые мы предъявляем к колосниковой решетке, можно представить в следующем виде:

1. Прочная опорная поверхность для горящего топлива.
2. Равномерный подвод воздуха ко всем частям решетки.
3. Большая поверхность, охлаждения (воздухом) по отношению к поверхности соприкосновения с горящим топливом.
4. Недопущение значительного провала топлива через прозоры между колосниками.

Первым трем требованиям удовлетворяют все распространенные типы колосниковых решеток.

Четвертому требованию удовлетворяют лишь решетки с небольшим живым сечением (под живым сечением решетки мы понимаем отношение площади прозоров для прохода воздуха ко всей площади решетки).

Можно утверждать, что форма колосников и величина живого сечения решетки не оказывают влияния на интенсивность горения топлива.

Считаем необходимым уточнить сказанное лишь в отношении живого сечения.

Как уже было отмечено, горение топлива всегда происходит по всей площади решетки. Поэтому подвод воздуха к

слою топлива всегда равномерен. В зависимости от величины живого сечения решетки через единицу его площади проходит соответственное количество воздуха. При вступлении в топливный слой воздух проходит не только вертикально вверх (над прозорами), но и заполняет пространство между параллельными струями воздуха (над колосниками). Чем меньше будут прозоры между колосниками, тем, очевидно, позднее произойдет равномерное распределение воздуха по слою (при постоянной ширине колосников). Иными словами, с уменьшением живого сечения плоскость слоя, в которой завершается равномерное распределение воздуха, отдалается от решетки. Одновременно будет отдалаться от решетки и начало зоны интенсивного горения топлива.

Причина здесь в том, что при узких прозорах между колосниками воздух поступает в слой в значительной концентрации, и в местах ввода воздуха (над прозорами) топливо быстро выгорает. Вследствие большого избытка воздуха горение происходит при низких температурах, от чего в смежной части (над колосниками) горения не происходит.

Горение топлива по всей площади начинается на определенной высоте от решетки, — в зоне равномерного распределения воздуха.

При увеличении живого сечения, наоборот, начало зоны интенсивного горения приближается к решетке. Таким образом, мы видим, что в зависимости от величины живого сечения устанавливается определенное минимальное расстояние от решетки до плоскости интенсивного горения.

Необходимо отметить, что интенсивность горения топлива на решетке зависит лишь от количества подводимого воздуха. Последнее обеспечивается соответствующими тяговыми условиями.

Совершенно очевидно, что колосниковая решетка должна оказывать мини-

мальное сопротивление проходу воздуха (особенно при работе на естественной тяге). Поэтому минимум величины живого сечения должен быть установлен соответственно с сопротивлением решетки.

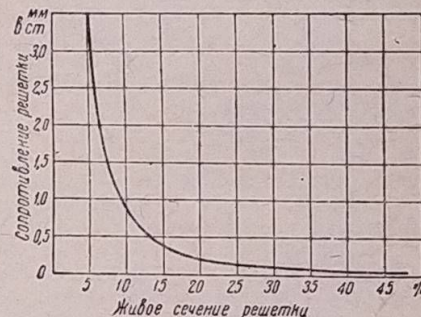


Рис. 1

На рис. 1 приведены значения сопротивлений решетки в зависимости от величины живого сечения. Рисунок построен для случая сжигания на  $1 \text{ м}^2$  решетки 100 кг угля марки «ПЖ» в течение часа при коэффициенте избытка воздуха 1,8. Значения сопротивлений определены с известным запасом, с учетом того, что на создание скоростного напора при прохождении через решетку расходуется полностью живая сила воздуха в минимальном сечении.

Из рисунка следует, что сопротивление решетки при величине живого сечения свыше 8—10% весьма незначительно. Поэтому живое сечение решетки при работе с нижним дутьем следует принимать равным 10—12%, а при естественной тяге — 15—17% и не свыше 20%. Живое сечение решетки при работе на дровах следует принимать равным 25%.

Попутно обратим внимание на то обстоятельство, что при оборудовании судовых котельных установок, работающих на дровах, воздухоподогревателями некоторые работники считают тем-

пературу подогрева воздуха 120° Ц максимальной, опасаясь, что при более высокой температуре воздуха будет происходить чрезмерно высокий нагрев колосниковой решетки.

Из вышесказанного следует, что если при работе на дровах живое сечение решетки уменьшить до 10—12%<sup>1</sup>, то тем самым зона интенсивного горения отдалится от решетки и можно будет работать с температурой подогрева значительно выше 120° Ц (примерно 150—160°, понижая при этом температуру отходящих газов до 180°); как известно температура плавления золы дров высока, а потому опасаться возможности ее плавления не приходится.

Очевидно, что при работе на углях уменьшение живого сечения также позволит повысить температуру подогрева воздуха.

Для того, чтобы судить о величинах потерь тепла в провале, приведем (см. рис. 2) средние значения суммарной потери в шлаке и провале, полученные нами в результате многочисленных испытаний судовых котельных установок.

<sup>1</sup> При этом конструкцию фартучной топки придется заменить низко опущенной колосниковой решеткой.



Рис. 2

Как видно из рисунка, средние значения суммарной потери  $q_{4,шл}$  составляют 3—6% баланса тепла.

Потеря со шлаками для твердого минерального топлива может быть определена в зависимости от содержания золы на сухую массу по формуле:

$$q_{4,шл} = 0,18 \cdot A_c - 0,45\%$$

(формула пригодна для топлив с содержанием золы на сухую массу до 20%).

При зольности топлива порядка 10% потеря со шлаками не должна превышать 2,5%. Потеря в провале при нор-

мальной величине живого сечения составляет около 1%. Поэтому суммарная потеря со шлаками и провалом, при рациональной конструкции решетки, не должна превышать 3,5%.

Таким образом, при уменьшении величины живого сечения до нормальных размеров окажется возможным уменьшить потерю тепла от механической неполноты горения, минимум на 2%.

Принимая во внимание, что уменьшение живого сечения является мероприятием, легко выполнимым и не требующим значительных затрат времени и средств, его необходимо реализовать как можно скорее.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проф. К. В. Кирш, Антрацит как топливо котельных, Москва, 1925 г.
2. Проф. В. Н. Шретер, Процессы горения и работа топочных устройств паровых котлов, Ленинград, 1927.
3. С. В. Татищев, Потери от механической неполноты горения при сжигании топлив в слое, Известия ВТИ, № 5—6, 1932.

Ленинград

В. Керман

## Метод

### быстрого определения в эксплуатационных условиях влажности дров

На водном транспорте дрова, как энергетическое топливо, применяются на речных паровых судах северных пароходств и, в последнее время, на судах, оборудованных газогенераторными установками.

В эксплуатационных условиях и при теплотехнических испытаниях существенное значение приобретает быстрый и достаточно точный метод определения влаги в дровах.

Сделаем краткий обзор известных нам способов.

Стандартные методы определения влаги в ряде стран — «Международные правила испытания материалов», французские и английские технические условия и т. п. сводятся в основном к высушиванию образцов при температуре от 95 до 105°. Различие между правилами и техническими условиями заключается в форме и размерах древесины, небольшой разнице в температурах, при которых ведется высушивание, и в степени точности взвешивания<sup>1</sup>.

В СССР лабораторное определение влаги в дровах производят по общесоюзному стандарту (ОСТ 1461), состоящему из двух основных операций:

1) определение внешней влаги высушиванием при комнатной температуре (во избежание окисления топлива);

2) определение внутренней (гигроскопической) влаги:

а) при помощи сушильного шкафа при температуре 100—105°;

б) по способу Дина-Старка (дистилляция с бензином).

Оба указанных способа, в основном, идентичны. Недостатком их являются

продолжительность анализа, требующего от 8 до 20 дней (в зависимости от влажности), и сложность оборудования (сушильный шкаф — рис. 1, и аналитические весы — рис. 2).

В последние годы за границей и в СССР получили распространение на предприятиях лесопромышленной промышленности разнообразные приборы для определения влажности.

Наибольшее распространение получили приборы, работающие по принципу сопоставления влажности с электриче-

ским сопротивлением древесины, или по принципу диэлектрической постоянной<sup>1</sup>.

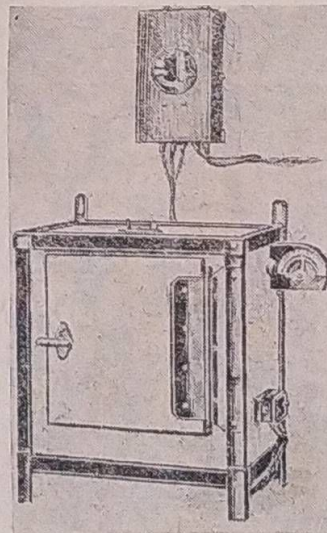


Рис. 1

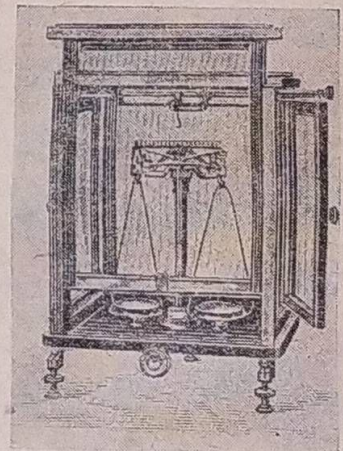


Рис. 2

Измерение электрического сопротивления осуществляется в наилучших приборах игольчатыми электродами. Подобные пробы, кратко именуемые «влагомер», изготавливаются и в СССР в большом производственном масштабе.

Приборы эти пригодны для некоторых предприятий лесопромышленности, где точное определение влаги не играет существенной роли.

<sup>1</sup> Журн. «Лесопиление и деревообработка», Чулицкий, № 6, 1932 г.; газета «Техника» № 95 от 15 апреля 1935 г.; газета «Лесная промышленность» от 9/X 1935 г.

<sup>1</sup> И. Савков, Методы физико-механических испытаний древесины, Сборник ЦАГИ, 1931 г.

Основным преимуществом этих приборов является быстрота определения влаги. К недостаткам таких влагомеров, помимо невысокой точности определения, следует отнести:

1. Ограниченную область применения:
  - а) пригодность для дров с влажностью от 7 до 24% (точка насыщения волокон);
  - б) необходимость производства определения исключительно в сухую погоду (увлажненная поверхность древесины приводит к недопустимо высокой погрешности).

2. Необходимость градуировки для каждого сорта дров.

3. Высокую стоимость прибора для широкого применения (1 000—1 250 руб.).

Наконец, укажем на быстрое определение по криогидратному способу, устанавливающему влажность по изменению температуры расслоения смеси спирта с керосином в течение 20 минут. Применение этого метода можно рекомендовать только для лабораторий. Для судовых же условий методика определения и необходимые материалы не всегда доступны. Из этого обзора следует, что описанные выше способы не отвечают требованиям эксплуатации водного транспорта.

Поэтому перед физико-химической лабораторией ЦНИИВТ была поставлена задача — разработать достаточно точный метод определения влаги, который отвечал бы следующим условиям:

- 1) быстрота определения,
- 2) простота прибора и определения,
- 3) компактность прибора и
- 4) невысокая стоимость прибора.

В основу работы пишем эти строки было положено определение влаги методом дистилляции (способ Дина-Старка), которым с успехом пользуются для углей<sup>1</sup>.

Методика определения была разработана по Дину-Старку.

Лаборатория располагала опытными образцами дров — чурками; от каждой чурки откалывалось ножом несколько лучинок (с каждой стороны чурки), которые тотчас же складывались в весовой стаканчик с хорошо шлифованной крышкой.

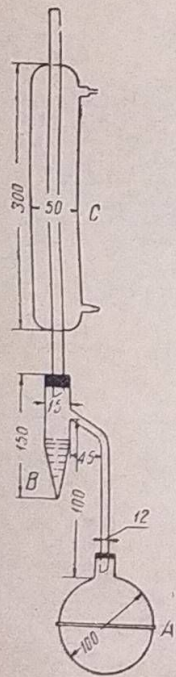


Рис. 3. Прибор Дина и Старка (для определения воды)

После взвешивания проба переносилась в колбу Дина-Старка (рис. 3), в которую предварительно наливалось 100 см<sup>3</sup> бензина (от которого были отогнаны все фракции, кипящие при температуре ниже 100°).

Затем собрав установку, т. е. соединив круглодонную медную или стеклянную колбу с приемником-ловушкой, градуированным на куб. сантиметры, и присоединив к приемнику холодильник, включали подогрев.

Перегонка прекращалась, когда объем воды в приемнике-ловушке переставал увеличиваться.

По этому методу в период январь — март 1936 г. было произведено 13 определений. Продолжительность определения составляла 1,5—2 часа.

В таблице приведены результаты определений по данному способу и стандартному. Последним пользовались для получения сравнительных данных и оценки степени точности разработанного метода.

Сорт дров	Влажность в %		Разница в %
	стандартным	по методу Дина-Старка	
Сосновые	25,02	22,6	2,42
	32,37	30,87	1,50
	27,52	26,68	0,84
	23,54	20,48	3,06
	22,53	19,23	3,30
	27,97	24,75	3,22
	31,42	28,3	3,12
	27,5	25,4	2,1
	36,03	33,49	2,54
	29,85	27,54	2,31
	29,30	27,13	2,17
	23,53	22,53	1,0
	29,97	29,93	0,4

Из приведенных результатов экспериментальной работы видно, что расхождение достигает в среднем 2,15% и направлено в сторону уменьшения.

Благодаря последнему обстоятельству возникает возможность повысить точность результатов путем увеличения значения влажности, определенной по Дину-Старку, на постоянную величину 2% (при влажности дров не ниже 20%).

Некоторое уменьшенное содержание влаги можно объяснить испарением влаги при раздроблении чурок на лучинки.

На основе проделанной работы мы пришли к заключению, что метод Дина-Старка для определения общей (рабочей) влажности дров в эксплуатационных условиях водного транспорта (склады, пароходы, работающие на дровах, суда, оборудованные газогенераторными установками) является практически вполне пригодным и технически наиболее целесообразным на данной стадии изучения этого вопроса.

В заключение опишем порядок работ по определению общей рабочей влажности дров.

### 1. Приготовление пробы

Отобранную, согласно существующим инструкциям, пробу дров раскалывают на лучинки, размерами примерно 30 × 4 × 2 мм в помещении, защищенном от атмосферных влияний (дождя, снега, солнца, ветра) и от излучающих тепло поверхностей (котлов, машин и пр.).

Все операции, связанные с приготовлением пробы на влагу, должны производиться без перерывов в работе.

## 2. Описание аппаратуры

- а) Колбы металлические или стеклянные емкостью 500 см<sup>3</sup> (для устранения пожарной опасности предпочтительней пользоваться металлическими колбами);
- б) холодильники Либиха 45—50 см<sup>3</sup>;
- в) пробки корковые (каучуковые в виду растворимости их в бензине непригодны);
- г) приемники стеклянные мерные, градуированные на 0,1 см<sup>3</sup>;
- д) нагревательные приборы — спиртовые горелки, электроплитки (для регулировки, последние следует снабжать реостатами);
- е) техно-химические весы с точностью от 0,1 до 0,01;

ж) весовые стаканчики (бюксы), банки для хранения проб с стеклянными или каучуковыми пробками, штативы с зажимами для холодильника, лупа, медная или стеклянная палочка с резиновой трубкой на конце.

## 3. Подготовительные работы

а) Бензин (I или II сорта) разгоняют обычным путем<sup>1</sup>, отбирая только фракцию 105—130°;

б) колбу и приемник тщательно высушивают, а внутреннюю трубку холодильника протирают ватой с помощью длинной палочки.

## 4. Производство определения

Навеску дров из весового стаканчика переносят в колбу, затем ополаскивают стаканчики дистилляционным бензином; ополоски вливают в колбу и добавляют бензином до количества 100 см<sup>3</sup>. С помощью хорошо пригнанных пробок присоединяют приемник к колбе и холодильник.

Холодильник укрепляют на штативе и весь аппарат ставят строго вертикально. Установив аппарат, пробки заливают коллодием или столярным клеем (для предотвращения потери влаги), пускают ток воды и включают подогрев.

Нагревание ведут медленно, регулируя ток реостатом или винтом горелки, чтобы с конца холодильника падало не более 2—4 капель в секунду.

Перегонку ведут до прекращения увеличения уровня воды в приемнике (уровень проверяют еще через 10—15 минут).

Продолжительность перегонки — 1,5—2 часа.

Капли воды, оставшиеся во внутренней трубке холодильника, сталкиваются в приемник тонкой палочкой с каучуком на конце. Затем приемник отсоединяют, дают ему остыть и производят отсчет количества воды нижнего слоя. Во избежание ошибки рекомендуется отсчитывать лупой.

Количество куб. сантиметров воды, отсчитанное в приемнике и отнесенное к навеске дров, выражает содержание влаги в испытуемой пробе. К полученному результату прибавляют 2% при влажности дров не ниже 20%.

Для большей уверенности в правильности полученных результатов лучше производить по два определения каждой пробы дров. Окончательной цифрой считается среднее арифметическое из двух определений.

Ленинград

Инж. П. Б. Нутович

<sup>1</sup> Конспективный сборник ВТИ, 1935 г.

<sup>1</sup> Тредвелл, Курс аналитической химии, 1935 г., ч. II.

# Судовая газогенераторная установка на 120 л. с.

## конструкции ЦНИИВТ

В 1934—1935 гг. ЦНИИВТ спроектировал и построил ряд газогенераторных установок для речных буксирных катеров, оборудованных тракторными двигателями ХТЗ и СТЗ на 30 л. с. и ЧТЗ — на 60 л. с. Результаты испытаний газогенераторных установок конструкции ЦНИИВТ в лабораторных условиях и на судах (пробег Москва—Горький—Ленинград) показали полную пригодность их для эксплуатации.

На газоходах мощностью 120 л. с. в настоящее время устанавливаются два двигателя ЧТЗ, которые обслуживаются двумя отдельными газогенераторными установками. В 1936 г. ЦНИИВТ спроектировал, изготовил и испытал на стенде газогенераторную установку на 120 л. с. с двумя одновременно работающими двигателями ЧТЗ. Результаты стендовых испытаний полностью подтвердили целесообразность замены двух установок, монтированных на газоходах 120 л. с., одной установкой конструкции ЦНИИВТ.

### Описание газогенераторной установки

Газогенераторная установка конструкции ЦНИИВТ 120 л. с. состоит из: 1) газогенератора, 2) скруббера, 3) очистителя и 4) ресивера.

Газогенератор (рис. 1). Газогенератор работает по обращенному процессу на древесине различной породы и состоит из трех отдельных цилиндров, изготовленных из листового железа толщиной 3 мм, соединяемых между собой  $\frac{1}{2}$ -дм (12,7-мм) болтами. Нижний цилиндр, являющийся цоколем газогенератора, содержит в себе зольник *a*, горизонтальную *b* и вертикальную *в* решетки. Горизонтальная колосниковая решетка состоит из чугуна кольца, с наружным и внутренним диаметром 560/460 мм и толщиной 48 мм, в специальные гнезда которого уложены колосники из стали-2 прямоугольного поперечного сечения, с размерами 40×12 мм и просветами между колосниками в 12 мм.

Решетка сделана подвижной для встряхивания при засорении; с этой целью она опирается на салазки, состоящие из двух брусков прямоугольного сечения из стали-2, приваренных к стенкам цоколя. На салазках горизонтальная решетка передвигается с помощью рычага *г*, который может качаться около оси *д* и передавать движение решетки через тягу *е*. Вертикальная решетка изготовлена из чугуна и состоит из двух колец различных диаметров (верхнее кольцо больше нижнего), соединенных между собой вертикальными прутьями круглого сечения, отлитыми за одно целое с кольцами и расположенными наклонно. Диаметр колосников — 18 мм, просвет между ними — 20 мм.

Для удаления остатков из шахты газогенератора в вертикальной решетке и цоколе имеются двери, которые могут быть открыты в случае образования шлаков на горизонтальной решетке. Очистка зольника от угольной мелочи и золы производится через люк *ж*, размерами 150×250 мм, имеющийся в стенке цоколя. Для предохранения

от нагревания стенки цоколя сделаны двойными с воздушной прослойкой в 44 мм.

Во время работы газогенератора газ отсасывается через вертикальную и горизонтальную решетки и патрубков *з*, приваренный к стенкам цоколя.

Средняя часть газогенератора образует шахту; последняя имеет двойные стенки с воздушной прослойкой в 20 мм, через которую поступает воздух, необходимый для газификации. Внутри шахта имеет футеровку *и* из огнеупорного кирпича толщиной 65 мм. Футеровка выкладывается несколько на конус, что дает уменьшение внутреннего диаметра шахты с 560 мм наверху до 480 мм внизу. Шахта газогенератора имеет 3 ряда фурм и шуровочное отверстие *к*; в нижнем ряду 10 фурм, в среднем — 16 и в верхнем — 15 фурм и шуровочное отверстие.

Диаметр каждой фурмы — 14 мм. Фурмы снабжены специальными пробками, с помощью которых можно включать или выключать отдельные фурмы и целые ряды их. Такое устройство фурм дает возможность регулировать процесс в газогенераторе, приспосабливаясь к нагрузке и качеству топлива.

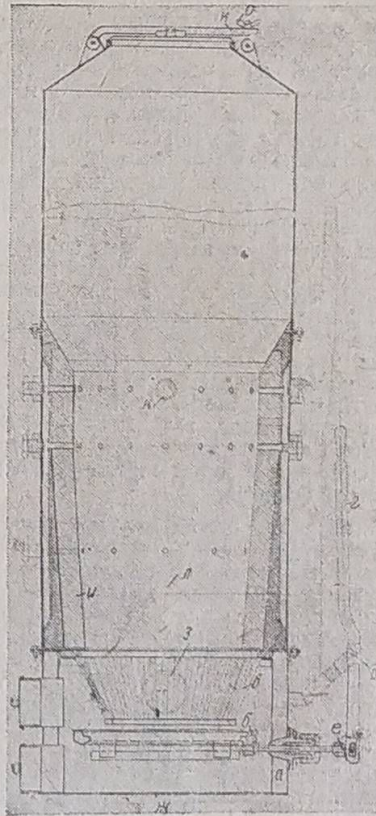


Рис. 1. Продольный разрез газогенератора.

В нижней части шахты генератора, к его наружной стенке приварены патрубки *л*, через которые при работе газогенератора засасывается воздух. К этим патрубкам привернуты трубы для засасывания воздуха с палубы судна. Верхний цилиндр образует бункер газогенератора, заканчивающийся конусом и снабженный откидным люком для загрузки топлива. В це-

лях герметического соединения люка его крышка уплотняется специальной набивкой *н* из асбеста и прижимается откидным рычагом *и* и барашком *о*. Газогенератор вмещает 150—170 кг чурок, количество, достаточное на полтора часа работы обоих двигателей при полной нагрузке. В целях бесперебойной работы двигателя ежедневно добавляется 110—120 кг чурок.

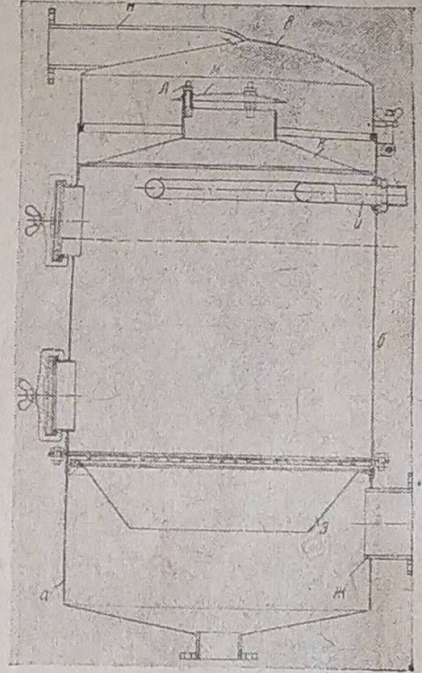


Рис. 2. Продольный разрез скруббера.

Габаритные размеры газогенератора: наружный диаметр 754 мм, общая высота 3165 мм.

Скруббер (рис. 2). Газ, выходящий из генератора, имеет температуру 400—550° С и загрязнен золой и угольной мелочью. Перед поступлением в двигатель газ охлаждается и очищается. Охлаждение производится водой в скруббере. В нем же производится с помощью коксовой насадки и первичная очистка газа от крупных частиц.

Скруббер представляет собой герметически закрытый цилиндр, изготовленный из листового 3-мм железа. Для удобства монтажа и обслуживания он снабжен тремя отдельными цилиндрическими частями: а) нижним кожухом, б) верхним кожухом и в) крышкой.

Нижний и верхний кожухи соединяются между собой болтами; соединение их уплотнено клингеритовой прокладкой. Крышка скруббера для быстрой разборки и сборки при чистке крепится откидными болтами *г* с барашком *д* и уплотняется специальным кольцом. Нижний кожух скруббера заканчивается коническим дном, в центре которого приварен патрубок *е* для стока воды.

На боковой стенке нижнего кожуха приварен патрубок *ж*, через который подводится газ из генератора. В верхней части нижнего кожуха, на специальном угольнике, приваренном на боковой стенке,

<sup>1</sup> Газогенераторная установка разработана и испытана газогенераторной группой МСС ЦНИИВТ (бригада в составе инж. Кутева, инж. Генина и техника Штейнбок).

укреплен конус *з*, который служит для лучшего смешивания газа с водой, что улучшает охлаждение и промывку газа. На фланце конуса расположена колосниковая решетка, над которой загружается кокс (в виде кусков, размером  $30 \times 30$  мм) слоем высотой 425 мм.

В боковой стенке верхнего кожуха имеется 2 люка размерами  $130 \times 150$  мм, которые служат для загрузки кокса и прочистки оросительного кольца. Над слоем кокса в скруббере пропущена труба *и* для подвода воды; труба заканчивается оросительным кольцом, снабженным в нижней части 140 отверстиями диаметром 2 мм. В верхней части кожуха, на угольнике, приваренном к боковой стенке, крепится конус отбойника *к*, заканчивающийся патрубком для прохода газа.

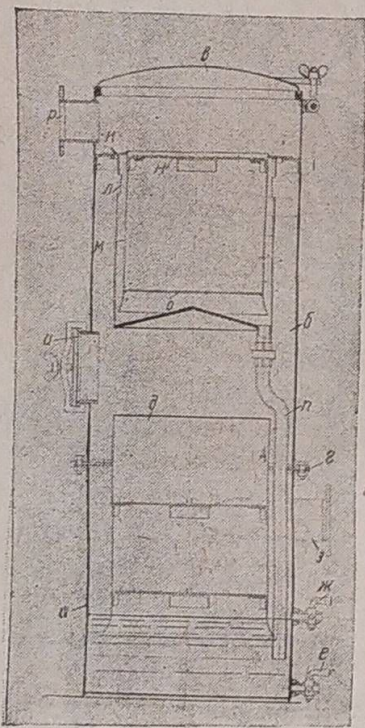


Рис. 3. Сухой очиститель.

Для отделения воды от газа патрубок *п* прикрывается сферическим отбойником *л*, который крепится болтами *м*. Щель между патрубком и отбойником для прохода газа может регулироваться изменением количества шайб, надеваемых на болты. Крышка скруббера заканчивается сферическим дном, к которому приварен патрубок *н* для отсоса газа.

Работа скруббера происходит следующим образом. Вода из оросительного кольца разбрызгивается навстречу идущему снизу газу и стекает по кускам кокса, смывая с них золу и угольную мелочь, оставленную газом. Далее вода стекает по коническому дну в патрубок и за борт катера. Газ, поступающий через патрубок в смесительный конус, встречается с водой, охлаждается и промывается. Далее он проходит через слой кокса, где оставляет крупные частицы воды и угольной мелочи. Пройдя кокс, газ встречается с мелкими частицами воды, выходящими из оросительного кольца, где и охлаждается окончательно. При дальнейшем движении газ увлекает за собой мелкие капельки воды; отбойник, изменяя направление газа, дает возможность удалить воду, которая впо-

следствии стекает по конусу отбойника обратно вниз.

Габаритные размеры скруббера: диаметр 600 мм, общая высота 1250 мм.

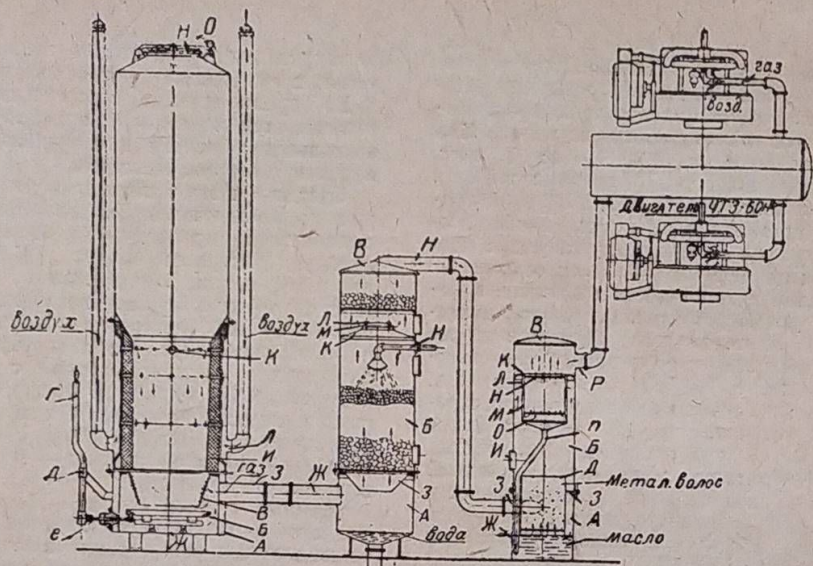


Рис. 4. Схема газогенераторной установки.

Очиститель (рис. 3). Для окончательной очистки газа от химических примесей (зола, угольная мелочь) он пропускается через сухой очиститель, который представляет собой герметически закрытый цилиндр, изготовленный из листового 3-мм железа. Очиститель состоит из нижнего *а* и верхнего *б* кожухов и крышки *в*, соединенных между собой так же, как и скруббер. В месте соединения верхней и нижней частей кожуха очистителя, между их фланцами укреплен диск *г*; к нему приварен цилиндрический кожух нижнего фильтра *д* с двумя решетками, на которые загружается металлический волос, смоченный маслом. В нижней части боковой стенки очистителя установлены два краника: нижний *е* — для спуска масла и верхний *ж* — для установления уровня масла, наливаемого в нижнюю часть очистителя. К боковой стенке нижней части очистителя приварен патрубок *з* для подвода газа. В боковой стенке верхнего кожуха имеется люк *и* размером  $130 \times 180$  мм, который служит для очистки нижнего фильтра.

В верхнем кожухе на угольнике, приваренном к боковым стенкам, укреплен диск *к* верхнего фильтра, состоящего из наружного цилиндра *л*, снабженного конусным дном и в верхнем конце 8 окнами размерами  $40 \times 50$  мм для прохода газа, и внутреннего цилиндра *м*, снабженного двумя решетками *н*. Нижняя решетка *о* также загружается металлическим волосом, смоченным маслом. Трубка *п* приварена к дну наружного цилиндра и служит для стока отделившейся воды и масла. Вверху очистителя приварен патрубок *р*, который служит для отвода газа к ресиверу, установленному перед двигателем.

При работе газогенераторной установки очистка газа в очистителе происходит следующим образом: под влиянием всасывающего хода поршней в цилиндрах двигателя газ поступает из газогенератора в скруббер и из скруббера в очиститель, где смывает наружную поверхность цилиндра нижнего фильтра и, проходя через слой масла, оставляет механические примеси. Выйдя из слоя масла, газ проходит через решетку нижнего фильтра и слой

металлического волоса. Поднимаясь кверху, газ проходит через окна наружного цилиндра верхнего фильтра и здесь, благодаря изменению направления движения, удаля-

ются остатки воды и масла, которые стекают по трубке *п* в нижнюю часть очистителя. Проходя решетку и слой металлического волоса верхнего цилиндра, газ окончательно очищается, подсушивается и через патрубок *р* поступает в ресивер.

Габаритные размеры очистителя: диаметр 400 мм, общая высота 1240 мм.

Ресивер. Ресивер служит для выравнивания давления газа. Он имеет цилиндрическую форму и изготовлен из листового 3-мм железа. Из ресивера газ поступает в смеситель, где смешивается с необходимым количеством воздуха и далее входит в двигатель.

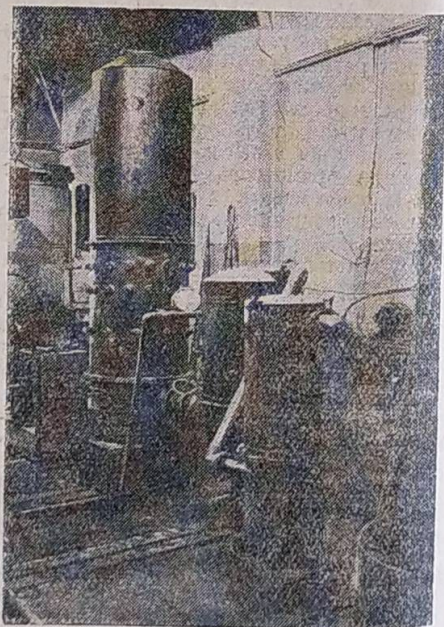


Рис. 5. Общий вид газогенераторной установки.

На рис. 4 и 5 представлены схема и общий вид газогенераторной установки.

Газогенераторная установка испытывалась в лаборатории института несколько раз, причем продолжительность испытаний была 3, 6, 18 и 45 час. Ввиду идентичности результатов, полученных при испытании установки, рассмотрим результаты испытания, длившегося 45 часов.

Топливо. Газогенератор испытывался на древесине (сосна, ель), влажностью  $W_p = 18,6\%$  (размер газифицируемого топлива  $100 \times 50 \times 50$  и  $165 \times 65 \times 65$  мм), причем установлено, что стандартная чурка, принятая для газогенераторов мощностью 60 л. с. размером  $100 \times 50 \times 50$ , может быть увеличена до  $165 \times 65 \times 65$  мм без заметного понижения мощности двигателей. Средняя проба газифицируемой древесины составлялась путем отбора от каждого загружаемого в газогенератор ковша топлива нескольких кусков его. Расход топлива определялся взвешиванием на весах всего топлива, загружавшегося в газогенератор.

Время наблюдения в часах	Разрежение в мм водяного столба				
	После генератора	После скруббера	После очистителя	Перед смесителем	Перед клапанами
От 13 до 21 . . . . .	75	135	320	825	885
23 . . . . .	75	135	325	825	885
1 . . . . .	115	180	365	855	915
3 . . . . .	125	190	375	870	930
От 5 до 13 . . . . .	135	200	385	880	940
15 . . . . .	175	240	425	930	990
19 . . . . .	200	265	450	955	1 015
От 21 до 3 . . . . .	225	290	475	980	1 040
» 5 до 9 . . . . .	260	325	510	1 015	1 075
10 . . . . .	300	—	—	2 010	2 010
Среднее за 45 час . . . . .	160	210	390	950	1 010

Разрежение в отдельных частях установки. Разрежение в различных частях установки определялось водяным манометром при малых разрежениях и ртутным — при больших. В табл. 1 приводим средние значения разрежений в миллиметрах водяного столба после генератора, скруббера, очистителя, перед смесителем и клапанами двигателя.

Из табл. 1 видно, что разрежение после генератора за период испытания возросло с 75 мм до 300 мм водяного столба после генератора, с 135 мм до 325 мм после скруббера и с 320 мм до 510 мм после очистителя. При возрастании разрежения после генератора с 75 мм до 300 мм произошел засос воды из водяного затвора в генератор, после чего двигатели остановились. Открыв зольниковую дверку генератора, установили большое скопление угольной мелочи и золы в зольнике. Вычистив зольник, двигатели запустили с полной нагрузкой и разрежение после генератора упало с 300 мм до 75 мм, т. е. восстановилось первоначальное состояние. Поэтому, в целях надежной работы двигателей и установки в целом, чистку зольника генератора, кольца скруббера и очистителя следует проводить после 40—45 часов безостановочной работы двигателей. Продолжительность чистки зольника — 10—20 минут, кольца скруббера — 5 минут, сухого очистителя — 20 минут.

Температура. Температура генераторного газа измерялась в выходном патрубке генератора термопарой (хромель-алюмель), а после скруббера, очистителя и перед смесителем, — ртутным термометром до  $100^\circ \text{C}$ .

Из табл. 2, в которой приведены данные о температуре, мы видим, что температура газа после генератора колебалась очень незначительно, что характеризует устойчивый режим генератора за весь период испытания.

Температура газа после скруббера за период испытания колебалась в пределах  $2^\circ \text{C}$ , что характеризует вполне удовлетворительную работу скруббера, несмотря на его незначительные габариты.

Охлаждение газа в скруббере с  $680^\circ$  до  $18^\circ \text{C}$  происходит при расходе воды на охлаждение 25—30 л на 1 л. с. час.

В целях определения потери тепла генератора в окружающую среду, а также для выяснения степени нагреваемости отдельных поверхностей генератора, измерялась температура на его поверхности в 12 точках.

Время наблюдения в часах	Температура газа				Температура воды		
	После генератора	После скруббера	После очистителя	Перед смесителем	Входящей в скруббер и двигатель	После скруббера	Выходящей из двигателя
13 . . . . .	670	15	14	21	4,5	32	63
19 . . . . .	670	20	18	23	4,5	31	63
23 . . . . .	700	16	15	22	4,5	31	64
1 . . . . .	690	16	15	22	4,5	30	66
3 . . . . .	680	18	17	23	4,5	31	65
5 . . . . .	695	18	17	23	4,5	31	63
9 . . . . .	650	20	19	24	4,5	32	62
11 . . . . .	680	19	18	23	4,5	31	64
13 . . . . .	690	18	17	23	4,5	31	63
19 . . . . .	690	21	20	24	4,5	32	70
23 . . . . .	700	19	18	23	4,5	30	61
5 . . . . .	715	18	17	23	4,5	31	56
10 . . . . .	680	18	17	23	4,5	32	57
Среднее за 45 час . . . . .	685	18	17	23	4,5	31	63

Из табл. 3 (стр. 24), в которой приведены данные о температуре в различных точках по высоте генератора, видим, что максимальная температура ( $237^\circ \text{C}$ ) была на высоте 450 мм от днища генератора. Максимальные температуры на поверхности генератора лежат в тех же пределах, что и в других конструкциях газогенераторов.

Газ. Состав генераторного газа определялся анализом его на усовершенствованном газоанализаторе «Норзе». Проба газа бралась из выходного патрубка генератора. Теплотворная способность газа определялась расчетным путем по составу газа, как сумма теплотворной способности отдельных компонентов по следующей формуле:

$$K = 3060 \times \text{CO} + 2560\text{H}_2 + 8570 \times \text{CH}_4 + 14216 \times \text{C}_n\text{H}_m \text{ кал/м}^3.$$

В табл. 4 (стр. 24) приведены данные среднего состава газа, полученные за период испытания. Из таблицы мы видим,

что средний состав газа колеблется очень незначительно; это указывает на устойчивый режим генератора.

Эффективная мощность двигателей. При определении эффективной мощности двигателей ЧТЗ они нагружались динамомашинami постоянного тока. Напряжение и сила тока измерялись контрольным вольтметром и амперметром. Мощность каждого двигателя определялась по формуле:

$$N_e = \frac{I \cdot V}{736 \eta_D} \text{ л. с.},$$

где  $I$  — сила тока динамомашини,  
 $V$  — напряжение динамомашини,  
 $\eta_D$  — коэффициент полезного действия динамомашини.

Число оборотов коленчатого вала двигателя определялось ручным тахометром. Мощность двух двигателей ЧТЗ за период испытания была довольно стабильна и в среднем составила 110—116 л. с.

Таблица 3

Расстояние от днища генератора в мм	Зольник				Шахта				Бункер			
	100	200	300	450	750	1 000	1 250	1 450	1 850	2 200	2 450	2 550
Средний $mV$ .	6,8	8,2	10,0	11,0	4,9	5,1	5,0	5,1	3,2	2,9	2,2	2,0
$t^{\circ}C$ . . . . .	160	182	220	237	119	121	120	121	78	73	53	51

Таблица 4

Время забора газа	Средний состав сухого газа в % по объему							Q, кал/м <sup>3</sup>
	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>		
12 <sup>30</sup> . . . . .	13,2	0,2	18,6	17,9	1,4	48,7	1 145	
16 <sup>30</sup> . . . . .	12,8	0,2	18,4	16,4	1,1	51,1	1 077	
20 <sup>00</sup> . . . . .	12,3	0,3	19,6	16,9	1,45	49,5	1 150	
24 <sup>30</sup> . . . . .	12,0	0,2	19,0	17,8	1,19	49,8	1 140	
2 <sup>30</sup> . . . . .	12,8	0,6	19,2	17,4	1,45	48,6	1 149	
Средн. . . . .	12,8	0,3	18,8	17,0	1,37	49,7	1 130	

В табл. 5 приведены данные о напряжении и силе тока динамомашинки, а также подсчитана эффективная мощность двигателя (степень сжатия  $E=6,1$ ). Колебание мощности двигателя за период испытания в среднем составляло 2—8%.

Длительность и устойчивость работы газогенераторного агрегата

Испытания газогенераторной установки показали, что работа двигателей является

исключительно устойчивой в течение нескольких часов, не требующей регулировки ни газа, ни воздуха; наблюдение велось лишь за уровнем масла в картере. Загрузка топлива в генератор не влияет на устойчивость работы двигателей, т. е. двигатели работают при открытом топливном люке генератора, не уменьшая мощности.

## Выводы

По газогенератору. Неоднократные испытания показали вполне удовлетворительные результаты как в отношении эксплуатации (устойчивый режим генератора и двигателей), так и простоты и дешевизны изготовления и обслуживания. Поэтому он может быть рекомендован как типовой силовой генератор для двигателей мощностью 90—120 л. с., при данном внутреннем диаметре шахты 560 мм, и для двигателей мощностью 50—60 л. с., при внутреннем диаметре шахты на уровне подвода воздуха 400 мм и диаметре 340 мм на уровне нижней части шахты.

По скрубберу. Описанный нами скруббер может быть рекомендован как типовой для двигателей с мощностями 60—90 и 120 л. с. При изготовлении скруббера следует особое внимание обратить на кольцо-разбрызгиватель, т. е. его следует с внутренней стороны обработать в целях длительной его работы без прочистки или заменить его обычной лейкой.

По очистителю. Испытания очистителя дали удовлетворительные результаты по продолжительности работы, а также и по качеству очистки газа.

Инж. И. К. Кутев

Ленинград

## Теплоход „Валерий Межлаук“

Т/х «Валерий Межлаук» — один из трех лесозавозов, построенных в Амстердаме для Балтийского государственного морского пароходства.

Ниже мы даем описание машинной установки этого теплохода<sup>1</sup>. Главный двигатель судна — системы Гессельман-Шторк двухтактный, простого действия, бескомпрессорный, бескрейцкопфный. Основные данные его:

число цилиндров — 6,  
диаметр цилиндра — 540 мм,  
ход поршня — 900 мм,  
нормальная эффективная мощность — 1500 НР,  
число об/мин — 135,  
нормальное среднее эффективное давление — 4,5 кг/см<sup>2</sup>,  
нормальное давление сжатия — 32—34 кг/см<sup>2</sup>,  
нормальное давление горения — 42—44 кг/см<sup>2</sup>,  
нормальный расход топлива — 168 г на 1 НР/час  
порядок вспышек на передний ход — 1—6—2—4—3—5

Система продувки. Продувка рабочего цилиндра осуществляется в принципе по системе «Зульцер».

Продувочных окон — два ряда. Верхние окна снабжены пластичными автоматическими клапанами. В отличие от других систем пластинки этих продувочных автоматических клапанов пред-

ставляют собою прямоугольники. Через автоматические клапаны и верхние окна продувочный воздух поступает в цилиндр после уравнивания давлений продувки и выхлопа.

Через нижние окна воздух поступает в цилиндр обычным путем, т. е. начиная с момента их открытия поршнем.

Против продувочных окон помещаются выхлопные окна, открытие и закрытие которых управляется только поршнем. Следует отметить, что наличие некоторого «наддува» и сама конструкция двигателя могли бы обеспечить более высокое значение  $P_e$ , чем то, которое пока принимается равным 4,1—4,5 кг/см<sup>2</sup>.

Продувочный воздух нагнетается к двигателю от специального ротативного насоса, весьма оригинального по своей идее и по конструктивному оформлению (рис. 1).

Насос представляет собою два ротора — один ведущий, другой ведомый, — заключенных в специальном корпусе.

Каждый ротор состоит из 3 крылаток, изготовленных из специального алюминиевого сплава. Крылатки расположены одна по отношению к другой под углом 120°.

Все 6 крылаток обоих роторов находятся постоянно в парном зацеплении, вернее зазор между ними никогда не ставится больше 0,1 мм. Для исключения возможности аварии насоса от случайно уменьшившегося зазора на внешних обводах крылаток сделаны пазы; поэтому силы трения, которые могут получиться, будут ничтожны благодаря очень малой поверхности трения.

Продувочный насос работает по принципу действия обычного зубчатого масляного насоса, причем автоматически обеспечивается реверсивность его, т. е. независимо от направления вращения главного двигателя воздух нагнетается в ресивер.

<sup>1</sup> Описание корпусной части лесозавозов «Валерий Межлаук», «А. Андреев», «Косарев» даны в № 1 и 2 журнала «Водный транспорт» 1936 г.

разрывались 2-м тяговые тросы, вырвались мертвяки, к которым строились ворота, и были несчастные случаи с людьми. Все работы были приостановлены и суда готовились к зимовке на месте аварии.

Судя по материалам комиссии, работавшей на месте аварии, было признано невозможным стащить эти суда с мели, однако надо было принять какие-либо меры к их спасению, так как во время весеннего ледохода они бы безвозвратно погибли. Приглашенный специалист по судоподъемно-такелажным работам, прибыв на место в феврале 1935 г., вагами поднял «Фарватер» и вместо саней из двух полозьев подвел под него сани из четырех полозьев, а вместо сплошных а под все полозья покатов поставил разрезные ас под каждый борт судна, диаметром в 24 см, вместо (14 см (рис. 1)). При этих условиях удельное давление и сила трения на единицу поверхности полозьев значительно уменьшились и судно при помощи двух воротов ежедневно передвигалось на расстояние в 100 м.

Таким образом «Фарватер» был стащен с середины, перетащен через обмелевшую протоку и спущен в естественную майну. Весь путь передвижки «Фарватера» — 630 м.

Так как частично разгруженный «Лихтер № 2» весил всего около 150 т и имел плоское днище и шесть днищевых стрингеров, то он был с места посадки на мель перетащен в майну на одних покатах, без саней.

Во время ледохода (в мае 1935 г.) оба судна были на плаву и «Фарватер» под парами. После небольшого ремонта они приняли участие в гидрографической экспедиции 1935 г.

2. Баржа «Карская № 6», нагруженная 3000 м<sup>3</sup> пиломатериалов, при буксировке

через Шиманский перекал р. Енисей получила повреждение днища и затонула до середины бархоута.

В полузатопленном состоянии баржа была отведена к Придивинской верфи, где она откачивалась парходами и 8 собственными насосами, но безрезультатно: насколько за день баржа откачивалась, настолько за ночь она погружалась.

Приглашенный мастер предложил откачать баржу ее собственными 8 ручными насосами, предварительно отремонтировав их, и при понижении уровня воды на 20—30 см откачку воды сопроводить подсыпкой деревянных опилок под днище.

Перед откачкой все пиломатериалы с палубы были сгружены на берег и, когда при откачке баржевыми насосами уровень воды в барже понизился на 20 см, с носу по течению воды под днище погружались мешки с деревянными опилками, где они и высыпались.

Ударяясь в днище и скользя по нему под влиянием течения, опилки, попадавшие в район поврежденного днища, засасывались водою, забивали отверстия и по мере накопления закупоривали все щели и останавливали течь. (При больших отверстиях опилки не всегда помогают; в этом случае необходимо применять брезентовый пластырь.)

Непрерывно откачивая воду насосами и подпуская под днище опилки, баржу осушили в течение 10 часов. После выгрузки всех пиломатериалов из трюмов оказалось, что в 3 днищевых досках было 264 надлома и надломлено 57 днищевых копаней.

В районе надломанных днищевых досок были забиты рейки, образовавшие род ящиков, которые были затрамбованы глиной и сверху заколочены втугою досками. В местах надломов копаней были подкреплены брусками. После этого баржа

была отправлена в капитальный ремонт.

3. Баржа № 26, нагруженная овощами для Игарки, в ожидании отправки с караваном стояла на якоре на р. Енисее у г. Красноярска. Когда буксирный п/х «Амур» брал ее на буксир, команда баржи не успела выбрать якорь адмиралтейского типа, баржа напоролась на него, проломала себе днище и начала гонуть.

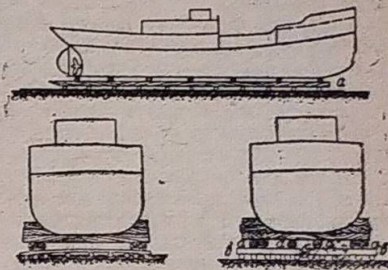


Рис. 1.

Попытка очистить место пролома от овощей, обнести отверстие ящиком 2 × 2 × 2 и набить его землей не увенчалась успехом. Земля проваливалась сквозь пролом, размывалась водою, течь продолжалась и баржа погрузилась в воду на уровень палубы.

Приглашенный для спасения баржи мастер положил на место пролома двухрядный брезентовый пластырь, обтянув его концами за корпус. После начала откачки пластырь присосало водою и баржа начала всплывать. По окончании откачки баржу освободили от овощей, пролом со стороны трюма заделали, сняли пластырь и баржа пошла в эксплуатацию.

И. Г. Титов

Енисейск

## ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ 1937 03

## СУДОСПРОЕЕНИЕ

### Топки для антрацита

Перевод в кратчайший срок на антрацит значительного числа судов, работающих на жидком топливе, необходимо стремиться осуществить путем сравнительно простого и недорогого переоборудования. Этой задаче на первое время отвечает применение пародутьевой топки.

В основу проекта пародутьевой топки должны быть положены следующие соображения.

При работе судовых котлов на жидком топливе тепло, излучаемое факелом, распределяется равномерно по окружности жаровой трубы. При работе на твердом топливе нижняя часть жаровой трубы не участвует в теплообмене и тепловая нагрузка сосредоточена в верхней части жаровой трубы — над решеткой.

При сжигании антрацита прямая отдача топки достигает особо значительной величины. В топках судовых котлов тепловая нагрузка поверхности нагрева получается весьма высокой. Поэтому в отношении котлов, переводимых с жидкого топлива на антрацит, следует принять меры по обеспечению безопасности их работы.

Необходимость таких мер показывает пример с п/х «Войков»<sup>1</sup>.

Наиболее радикальным мероприятием для увеличения безопасности работы котла на антраците является низкое расположение колосниковой решетки. При этом величина поверхности нагрева, обращенной в топку, получается максимальной, а удельная тепловая нагрузка — минимальной. Кроме того, высокое топочное пространство создает возможность более длительной работы котла без чистки топки.

Следующий весьма важный элемент — это длина колосниковой решетки. Для уменьшения тепловой нагрузки поверхности нагрева, обращенной в топку, и уменьшения уноса топлива необходимо стремиться к осуществлению минимальных нагрузок решетки, т. е. выполнять решетку максимальной длины (при отоплении антрацитом — до 2 м), обращая особое внимание при этом на расстояние от фронта топки до переборки, так как недостаточное расстояние в ряде случаев может лимитировать удлинение решетки.

Руководствуясь этими соображениями, весовую нагрузку ре-

<sup>1</sup> «Причины неудачи перевода п/х «Войков» на антрацит». Журнал «Водный транспорт» № 12, 1934 г.



сетки при проектировании топки для антрацита желательно принимать не свыше 150—175 кг/м<sup>2</sup>/час.

Для облегчения обслуживания топки длину загрузочной плиты следует устанавливать минимальной, придавая плите некоторый уклон, порядка 100 мм. Заклепочный шов следует защитить (в месте крепления жаровой трубы к днищу котла) огнеупорным кирпичом.

Точный порог желательно сделать металлическим с облицовкой из огнеупорного кирпича (толщина облицовки — 1/2 кирпича).

Высота топочной дверцы, исходя из условий удобной загрузки топлива и выгребла шлаков, должна быть не ниже 350 мм, а ширина — 450 мм. Меньший размер допустим лишь при небольших диаметрах жаровых труб (менее 800 мм).

Колосниковую решетку рационально изготовить из плит с щелевидными отверстиями (по типу «Оргэнерго»).

Размеры ребер, толщина колосниковой плиты и ширина щелей для прохода воздуха приняты стандартными. Длина плиты определяется длиной решетки и на практике не превышает 700 мм. При стандартизации плит длину щелей следует принимать постоянной (50 мм), за исключением одного из крайних рядов, в котором длина щели устанавливается в зависимости от требуемой длины колосниковой плиты; при изготовлении модели крайнюю часть плиты с уменьшенной длиной щели следует выполнять с емной; длина с емной части определяется требуемой длиной плиты. Стандарт «Оргэнерго» для колосниковых плит шириной 200—245 мм приведен на рис. 1. Для волнистых жаровых труб боковое уплотнение колосниковой решетки осуществляется укладкой огнеупорного кирпича на продольных угольниках, расположенных с обеих сторон решетки.

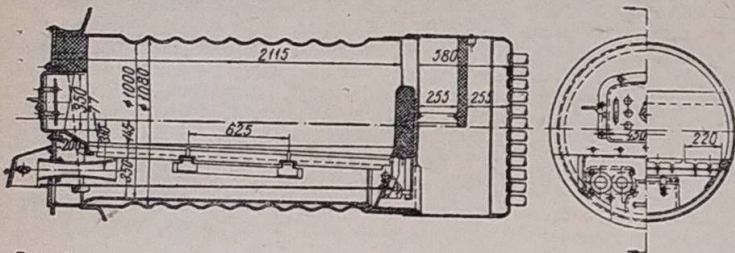


Рис. 1.

Колосниковые плиты укладываются на поперечные балки, которые крепятся к кожуху зольника. Для удобного выгребла уноса из огневой камеры высоту отверстий в зольнике и в топочном пороге следует осуществлять достаточной величины, располагая их посредине, а пародутьевые приборы — по бокам топки.

При переводе на антрацит пролетных котлов рекомендуем устанавливать огнеупорную перегородку в огневой камере (подробно о перегородках см. в статье «Повышение эффективности судовых котлов, работающих на твердом топливе»).

Приведенные выше основные положения были осуществлены при проектировании топки к пролетному котлу (рис. 2). Значительная часть деталей запроектирована из железа.

Сказанное выше относится и к переводу на антрацит котлов оборотного типа с жаровыми трубами значительного диаметра, за исключением устройства огнеупорной перегородки в огневой камере, которое, по нашему мнению, хотя представляет интерес и для данного типа котлов, но ввиду полного отсутствия экспериментального материала (по принципиальной проверке действия перегородки и установлению ее наиболее благоприятной конфигурации) не может быть пока рекомендовано.

При переводе на антрацит оборотных котлов с трубами малого диаметра (менее 800 мм) обычное расположение колосниковой решетки нежелательно, так как вследствие незначительной высоты топочного пространства тепловая нагрузка поверхности нагрева котла, обращенной в топку, получается чрезмерно высокой<sup>2</sup>.

Для данного случая автором предложена конструкция топки с выносным пародутьевым аппаратом. Расположение пародутьевого аппарата вне топки допускает осуществление низкоопущенной решетки. Пародутьевой аппарат соединяется с зольником воздухопроводом, в котором скорости воздуха, во избежание значительных потерь напора, должны быть не больше 8—10 м/сек.

Устройство выносного пародутьевого аппарата, помимо возможности осуществления низкоопущенной решетки, значительно улучшает равномерность ее работы (при внутреннем расположении пародутьевого аппарата передняя часть решетки работает менее интенсивно вследствие эжектирующего действия воздуха, выходящего из диффузора).

Единственный кажущийся на первый взгляд недостаток выносного пародутьевого аппарата заключается в более высоком рас-

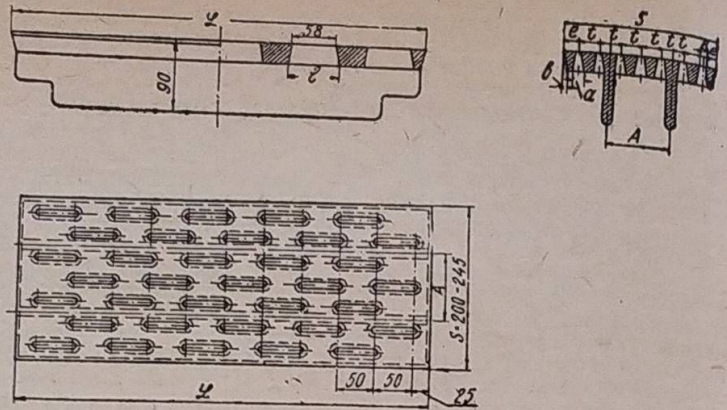


Рис. 2.

Таблица размеров стандартных плиточных колосников шириной 200—245 мм

S — ширина колосника	200	210	220	225	230	240	245
l	65	66	67	67	68	69	70
t	28	28	29	29	30	31	32
e	16	21	23	25 5	25	27	26,5
a	15	16	17	17	18	19	20
v	5 1/2	7	8,5	11	10	11,5	10,5
A	84	84	87	87	90	93	96

ходе пара на дутье в связи с необходимостью преодоления дополнительных сопротивлений в воздухопроводе между диффузором и зольником. Однако, как показали произведенные нами расчеты, увеличение сопротивления с избытком компенсируется улучшением работы пародутьевого аппарата, который в этом случае выполняется более рациональной конструкции.

Конструкция топки с выносным пародутьевым аппаратом представлена на рис. 3. Подтвердим сказанное небольшим сравнительным расчетом.

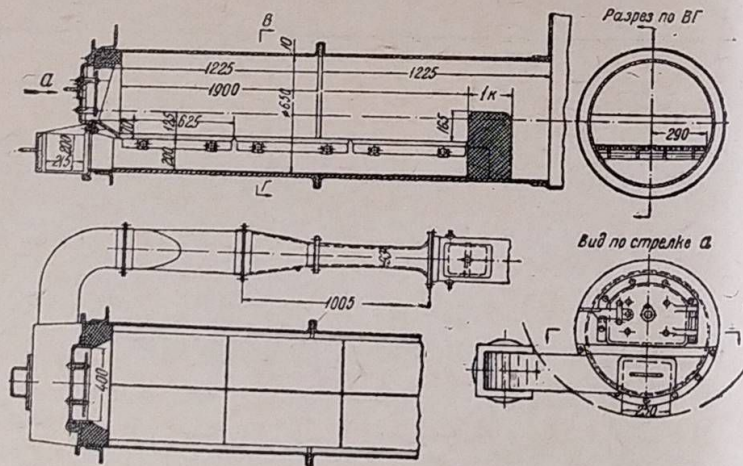


Рис. 3.

Принимаем: давление воздуха в зольнике  $\Delta p = 50$  мм вод. столба, давление пара 6 ата, удельный вес воздуха  $\gamma_a$  равен 1,2 кг/м<sup>3</sup>, а удельный вес смеси  $\gamma_c$  равен 1,15 кг/м<sup>3</sup>.

Величину отношения скорости воздуха, подводимого в направлении оси диффузора, к скорости смеси в узком сечении диффузора ( $\alpha$ ) примем равной 0,75.

Величину отношения площади выходного сечения диффузора к площади в узком сечении диффузора ( $\frac{F_a}{F_y}$ ) при внутреннем рас-

положении аппарата примем равной 2,5, а при выносном — 6,25. Скорость воздуха в воздухопроводе между дутьевым аппаратом (выносным) и зольником примем равной 10 м/сек. Сопротивление воздухопровода определим по формуле:

<sup>2</sup> Подробно об этом см. в статье «Выбор судов для перевода на антрацит». Журнал «Водный транспорт» № 11, 1934 г.

$$\Delta p' = \xi \frac{w^2}{2g} \gamma_c \quad (\text{мм вод. столба}).$$

$$\Delta p = 50 + 2 \frac{10^2}{2 \times 9,81} 1,15 \cong 62 \text{ мм вод. столба.}$$

Величину  $\xi$  оцениваем равной 2. Тогда расчетное давление воздуха в зольнике при выносном пародутьевом аппарате будет равно:

Остальные расчеты приведены в таблице.

Таблица

Формула для расчетов	Пародутьевая топка обычной конструкции	Топка с выносным пародутьевым аппаратом
<p>Наивыгоднейшая скорость смеси в узком сечении диффузора:</p> $W_y = \sqrt{\frac{\frac{g \cdot \Delta p}{\gamma_c}}{1 + \left(\frac{F_0}{F_y}\right)^2 + \frac{\gamma_0}{\gamma_c} \cdot \frac{1+K}{2} \alpha^2 - \alpha}}$ <p>где <math>K</math> — коэффициент, равный 0,25.</p>	$W_y = \sqrt{\frac{\frac{9,81 \cdot 50}{1,15}}{1 + \left(\frac{1}{2,5}\right)^2 + \frac{1,2}{2} + \frac{1+0,25}{1,15} \cdot \frac{1+0,25}{2} 0,75^2 - 0,75}} = 46,6 \text{ м/сек.}$	$W_y = \sqrt{\frac{\frac{9,81 \cdot 62}{1,15}}{1 + \left(\frac{1}{6,25}\right)^2 + \frac{1,2}{2} + \frac{1+0,25}{1,15} \cdot \frac{1+0,25}{2} 0,75^2 - 0,75}} = 64 \text{ м/сек.}$
<p>Скорость истечения пара из сопла (Лавала)</p> $W_0 = 87 \sqrt{i_1 - i_2} \text{ м/сек.}$	<p>Давление пара <math>p = 6</math> ата, влажность пара 4% по диаграмме Мольте, <math>i_1 - i_2 = 70</math> Кал/кг</p> $W_0 = 87 \sqrt{70} = 728 \text{ м/сек.}$	
<p>Расход пара на 1 кг воздуха</p> $G_n = \frac{1}{\frac{W_c + \alpha}{W_y} - 1 + a \cdot W_y + \frac{g \cdot \Delta p}{W_y \cdot \gamma_c}}$ <p>где <math>a = \frac{1 + \left(\frac{F_0}{F_y}\right)^2}{2} + \frac{\gamma_0}{\gamma_c} \cdot \frac{1+K}{2} \alpha^2 - \alpha</math></p>	$a = \frac{1 + \left(\frac{1}{2,5}\right)^2}{2} + \frac{1,2}{1,15} \cdot \frac{1+0,25}{2} 0,75^2 - 0,75 = 0,196$ $G_n = \frac{1}{\frac{728 + 0,75 \cdot 46,6}{0,196 \cdot 46,6 + \frac{9,81 \cdot 50}{46,6 \cdot 1,15}} - 1} = 0,0245 \text{ кг/кг.}$	$a = \frac{1 + \left(\frac{1}{6,25}\right)^2}{2} + \frac{1,2}{1,15} \cdot \frac{1+0,25}{2} 0,75^2 - 0,75 = 0,129$ $G_n = \frac{1}{\frac{728 + 0,75 \cdot 64}{0,129 \cdot 64 + \frac{9,81 \cdot 62}{64 \cdot 1,15}} - 1} = 0,0218 \text{ кг/кг}$

Из таблицы следует, что при выносном пародутьевом аппарате расход пара на дутье получается ниже на

$$\frac{0,0245 - 0,0218}{0,0245} 100 = 11\%.$$

При возможности довести скорости воздуха в воздухопроводе до 8 м/сек расход пара на дутье можно уменьшить на 18% (по сравнению с расходом при расположении пародутьевого прибора под решеткой).

Перевод топки, оборудованной выносным пародутьевым аппара-

том, на вентиляторное дутье исключительно прост, так как воздухопровод от вентилятора непосредственно присоединяется к пародутьевому аппарату. Поэтому, в связи с предстоящим переходом на вентиляторное дутье целесообразно оборудовать топку выносным пародутьевым аппаратом (даже при диаметре жаровых труб свыше 800 мм). Паровое дутье при этом будет резервным; для работы на паровом дутье следует осуществить дверцу на воздухопроводе вблизи парового сопла.

Ленинград

В. Я. Керман

## Газогенераторы на водном транспорте

Вопросы получения и использования генераторного газа для питания двигателей внутреннего сгорания взамен жидкого топлива давно привлекают внимание работников водного транспорта. Целесообразность замены жидкого горючего вряд ли требует доказательств. Ограниченность нефтяных ресурсов по сравнению с другими видами топлива, относительно высокая стоимость самого нефтетоплива и его перевозок к местам потребления, связанная с необходимостью располагать крупными резервами тары и емкостей, и наконец наличие у современной техники более выгодных видов использования нефтепродук-

тов, чем сжигание их в топках и двигателях, говорят сами за себя.

То обстоятельство, что, за исключением некоторых южных районов, СССР располагает крупными лесными массивами естественно вытекающей отсюда дешевой древесного топлива и что месторождения более дешевого минерального твердого топлива (каменные угли) более многочисленны, чем нефтяные, и географически в отношении потребителя расположены более благоприятно — все это делает задачу получения и использования генераторного газа еще более привлекательной.

Московская судостроительная верфь

Наркомвода, строящая мелкие пассажирские и буксирные речные суда, поставила перед собой еще в 1933 г. задачу создания судового газогенератора. Работа небольшого инженерно-технического коллектива верфи позволила к концу 1934 г. подойти уже к практическому разрешению поставленной задачи. Конец 1934 г. и начало 1935 г. были посвящены стендовым испытаниям и усовершенствованию полученной газогенераторной установки для газификации древесных чурок в генераторе типа МСВ-28, предназначенной для питания генераторным газом нормального двигателя Челябинского тракторного завода

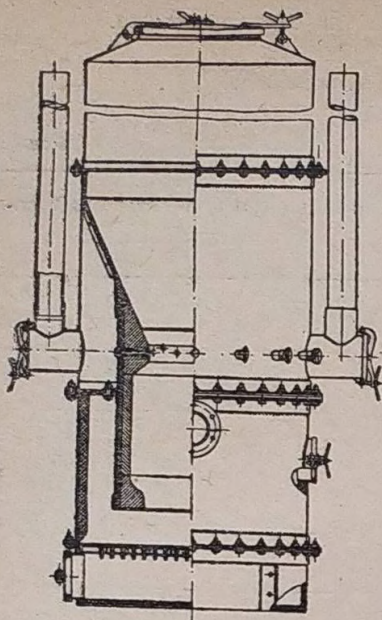


Рис. 1.

«Сталинец-60», конвертированного путем подрезки головок цилиндров для работы на генераторном газе при повышенной степени сжатия.

Работа была сведена к тому, чтобы: 1) получить генератор, дающий потребное для питания двигателя ЧТЗ количество газа удовлетворительных химического состава и теплотворной способности; 2) получить очистительную систему, дающую достаточно тонкую очистку газа и несущую одновременно функции охладителя газа; 3) получить смеситель газа с воздухом для образования рабочей газовой смеси; 4) выбрать наиболее выгодную степень сжатия и способ достижения ее при условии внесения в конструкцию двигателя изменений, минимальных по трудоемкости и максимальных по простоте.

В результате этой работы было получено несколько типов газогенераторных установок, участвовавших в пробеге га-

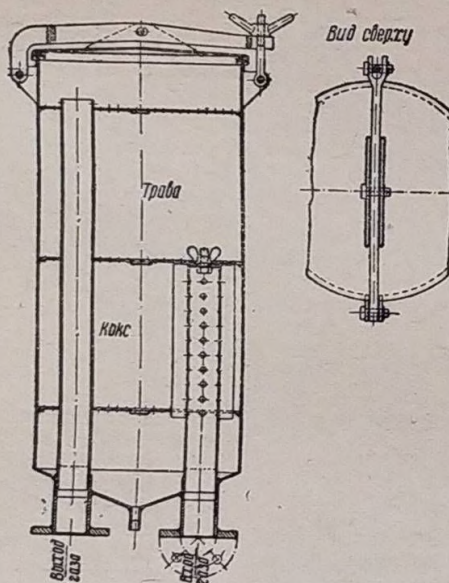


Рис. 3.

тора достаточно для безостановочной работы двигателя в течение 5½ часов. Очиститель (холодильник) газа — инжекторного типа. Количество воды, потребляемое очистителем газа, колеблется в пределах 4—5 т/час. Вода подается помпой при давлении 1,5—1,8 ата. Двигатель ЧТЗ «Сталинец-60», питаемый газом от описываемой установки, развивает мощность до 56 л. с.

Длительные стендовые эксплуатационные испытания установки МСВ-84 дали вполне положительные результаты, после чего установка была принята Наркомводом в качестве серийной. Кроме Наркомвода, газогенераторные установки типа МСВ-84 по проектам Московской верфи строили и эксплуатировали Главсевморпуть — на Лене и Главзолото — на Енисее. Отзывы, поступающие с мест, говорят о хорошей работе генераторных установок МСВ-84 и простоте их обслуживания.

Осенью 1936 г. разрабатывались: генератор, работающий на дровах нормальной длины (0,5 м), генератор для газификации антрацита и облегченный генератор для газификации нормальных дров.

Из общего числа строящихся Наркомводом газохранилищ — 460 строились по типу МСВ-84. В силу этого Московская верфь

зоходов (так верфью были названы суда, оборудованные газогенераторными силовыми установками) в 1935 г. Эти установки требовали шуровки топлива в генераторе во избежание образования в нем сводов топлива и его обвалов, нарушающих нормальную работу. Кроме того, периодические загрузки топлива, сопряженные с открытием загрузочного люка генератора, вызывали остановку или перерыв процесса газификации, а иногда и остановку двигателя.

Эти недостатки конструкции установок были устранены зимой 1935 г. путем внесения в нее ряда изменений. В результате была получена газогенераторная установка МСВ-84, состоящая из генератора газа (рис. 1), очистителя (холодильника) газа (рис. 2) и сухого фильтра газа (рис. 3).

Вес газогенератора МСВ-84—650 кг, высота—2800 мм, наибольший диаметр—750 мм, расход топлива на 1 л. с. в час—от 1 до 1,05 кг. Род топлива—чурки различных древесных пород, размером 100×50×50 мм, при влажности до 25%. Периодичность загрузки топлива—через 2 часа. Полной загрузки бункера генера-

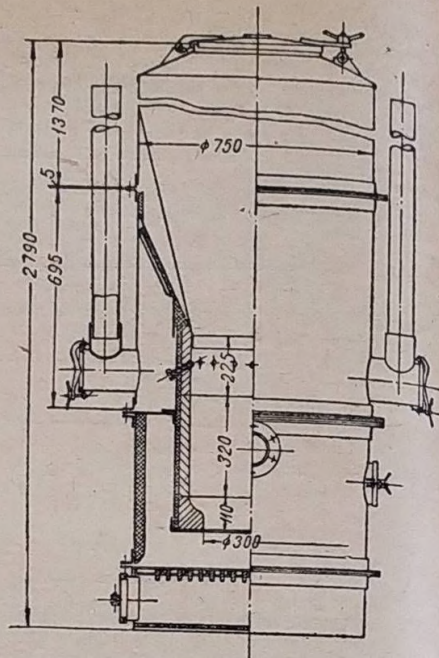


Рис. 4. Газогенератор «МСВ-84», переделанный для работы на швырке.

при разработке генераторов под дрова считала необходимым обеспечить возможность переделки уже построенных генераторов для работы на дровах обычных размеров. Эта работа увенчалась полным успехом. Внесенные в конфигурацию камеры горения некоторые изменения: установка воздушных фурм под углом 25° и удлинение конуса загрузочного бункера (рис. 4), обеспечивающего правильное и равномерное опускание дров в вертикальном положении в зону горения, — позволили в переделанном генераторе газифицировать уже не чурки, а дрова нормальной длины (0,5 м). Стендовые испытания этого генератора в декабре 1936 г. показали, что эксплуатационные характеристики новой установки, по сравнению с данными опи-

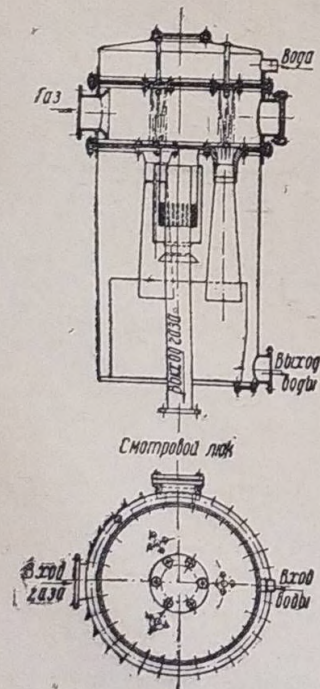


Рис. 2.

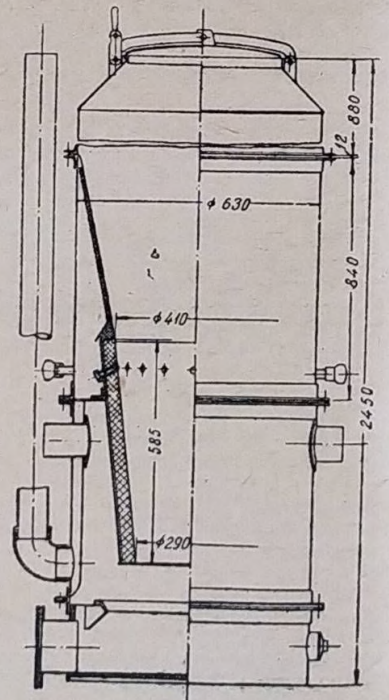


Рис. 5. Газогенератор МСВ-86.

санной ранее установки МСВ-84, не изменились. Очистительная система типа МСВ-84 сохранена и для генератора, переделанного под дрова. Стоимость всех переделок каждого генератора в производственных условиях Московской верфи определяется 80—100 руб., но может и должна быть понижена.

Невысокая стоимость переделок создает реальную возможность в 1937 г. еще до начала навигации перевести уже построенные газоходы с работы на дорогостоящих чурках — на работу с дровами нормальных размеров.

Одновременно с этой работой разрабатывалась облегченная модель генератора под дрова (рис. 5). Результаты стендовых испытаний этой модели совершенно тождественны с данными испытаний серийной установки типа МСВ-84. Облегченная модель получила наименование МСВ-86.

Тип	Вес в кг	Размеры	
		высота мм	диаметр мм
МСВ-84 . .	650	2 800	630
МСВ-86 . .	350	2 200	750

Сличение приводимых в таблице данных показывает, что генератор МСВ-86 почти вдвое легче генератора МСВ-84. Это имеет некоторое значение для решения вопроса о постройке мелкосидящих газоходов.

Для эксплуатации в речных бассейнах, богатых каменным углем, была спроекти-

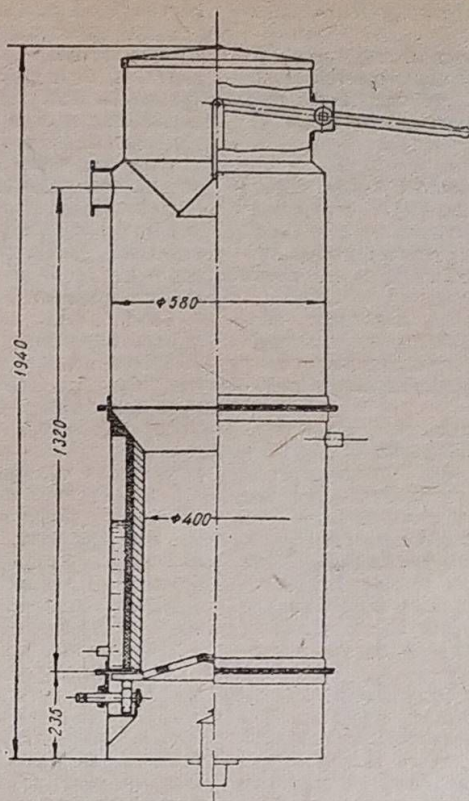


Рис. 6. Газогенератор «МСВ-87», работает на антраците марки «АК».

рована и построена газогенераторная установка МСВ-87 (рис. 6), предназначенная для газификации антрацита при работе с двигателем ЧТЗ. Эта установка существенно разнится от всех описанных выше установок. Газогенератор прямого процесса горения снабжен вращающейся колосниковой решеткой и паровоздушным дутьем. Генератором пара служит паровая рубашка корпуса газогенератора. Высота генератора — 1950 мм, наибольший диаметр — 650 мм, вес генератора — 350 кг.

Ввиду совершенства очистки газа, достигаемой очистительной системой типа МСВ-84, она сохранена и для проекта газогенератора для газификации антрацита. При предварительных стендовых испытаниях этой установки двигатель ЧТЗ, конвертированный под газ со степенью сжатия  $\epsilon$  равной 6, в течение 10-часовой безостановочной работы развивал мощность до 59 л. с.

Во всей работе Московская судоверфь ставила своей основной задачей использовать двигатели отечественного производства, дешевые и наиболее распространенные. Таким двигателем, с точки зрения авторов этой статьи, бесспорно является двигатель ЧТЗ «Сталинец-60». Конвертация двигателей, имеющая целью повышение степени сжатия, несложна, недорого и может быть произведена на любом предприятии Наркомвода.

Работа по совершенствованию судовых газогенераторов еще не закончена. Она должна развиваться по пути уменьшения габаритов и веса установок, общего их улучшения и снижения стоимости изготовления.

Лаврентьев и Кутасов

## Какие надо строить пассажирские суда

(В порядке обсуждения)

Всякому, кому случается ездить по нашим речным артериям, бросается в глаза явное несоответствие характера пассажирского потока, требований и нужд пассажиров тем удобствам, которые им предоставляет речной транспорт.

Если говорить о пассажирских судах, то прежде всего приходится с удивлением отметить, что по своему устройству большинство из них ничем почти не отличается от дореволюционных судов, построенных в конце прошлого и начале нынешнего столетия. К сожалению, проектирующие организации очень часто в основу проектов новых судов и судов капитально восстанавливаемых кладут дореволюционные прототипы. Организации же, коим вверены выдача заказов и утверждение разработанных проектов, следуют за проектировщиками почти вслепую. Нам кажется, что от подобной коировки пора уже отказаться; надо как можно скорее направить мысль конструкторов на иной путь, который диктуется требованиями советского пассажира.

Классный и палубный пассажиры до революции находились на крайних полюсах современного им общества и это нашло прямое отражение в условиях их перевозок. Теперь на железнодорожном транспорте коренным образом изменены условия перевозок пассажиров жестких мест. Молодое поколение не знает значения слова «максим». А мы, водники, вольно или невольно, еще держим пассажира в старых рамках, и слово «палубный пассажир» еще крепко сидит в лексиконе водников.

На железной дороге пассажир даже бесплакартного вагона имеет свое определенное место (для лежания или сидения), не говоря уже о дополнительных удобствах, вводимых в последнее время. У нас же палубный пассажир подвергается всем невзгодам бездомного существа. Его гоняют с люков и партий груза,

с проходов во время погрузок и выгрузок, с кормы и носа во время швартовки, днем и ночью одинаково.

Подсчеты размеров площади, которая приходится на одного классного и палубного пассажира, приводят к разительным результатам. Проекты судов, разрабатываемые в Балакове (а они, как сказано, повторяют старые образцы), предусматривают в среднем на одного пассажира I и II классов 3 м<sup>2</sup> площади, в то время как на пассажира III класса приходится в среднем 0,75 м<sup>2</sup>. Соотношение площадей, как видно, составляет 4:1, а для пассажиров IV класса — 5:1. Если же взять всю площадь, занимаемую пассажирами мягких мест, включая рестораны, салоны, коридоры, ванны, души и прочие места общего пользования, то на одного пассажира мягких мест придется 10 м<sup>2</sup>, пассажира III класса — 0,9 м<sup>2</sup>, пассажира IV класса — 0,7 м<sup>2</sup>. Соотношение между мягкими и жесткими местами в отношении площади мест общего пользования (палубы, ресторан и т. д.) составит 50:1!

Напомним, что речь идет не только о судах старой постройки, но и о строящихся и капитально (заново) восстанавливаемых.

Для сравнения обратимся к другим видам транспорта. Оказывается, что на морском транспорте на одного пассажира I класса приходится до 3 м<sup>2</sup> каютной площади, II класса — до 1,7 м<sup>2</sup>, III класса — 1,5 м<sup>2</sup>. На железнодорожном транспорте соответственные цифры будут 1 м<sup>2</sup>, 0,85 м<sup>2</sup> (в плакартном вагоне) и 0,5 м<sup>2</sup> в бесплакартном вагоне.

На реке получается для I и II классов от 3 до 5 м<sup>2</sup> (при односторонних каютах), для III класса 0,75 м<sup>2</sup> и для IV (которого нет на других видах транспорта) до 0,6 м<sup>2</sup>.

Сравнение получается явно не в пользу реки, которая сохра-

оканчивающийся отверстием с нарезкой; в это отверстие ввинчивается штуцер (на рис. не показан), соединяющий домкрат при помощи медной трубки с ручным насосом, на котором установлен контрольный манометр.

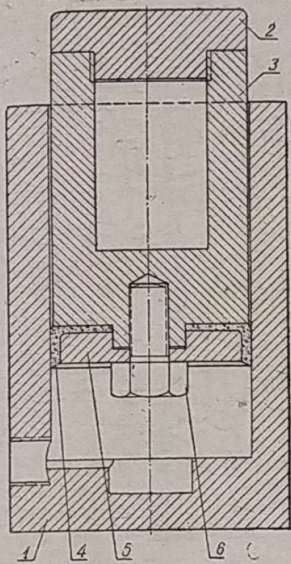


Рис. 1.

Рабочим агентом служит вода. Под действием насоса вода, попадая в канал и нажимая на поршень, заставляет его подниматься вверх и производить работу.

Домкраты типа «Джек» изготавливаются различной грузоподъемности: 15, 25, 50, 75, 100, 150, 200 т. Габаритные размеры: диаметр от 70 до 255 мм, высота от 100 до 300 мм.

До начала стахановского движения дом-

краты «Джек» применяли, главным образом, при корпусных и котельных работах, к которым следует отнести:

- 1) выравнивание листов обшивки корпуса (как на плаву, так и при постановке судна в док), штевей небольших судов, палубных бимсов, опустившихся частей палубы;
- 2) сообщение толчка при спуске судов; при этом для устранения перекоса два домкрата можно соединить трубкой и приводить в действие от одного насоса;
- 3) выравнивание просевших топок котлов;
- 4) подъем котлов и т. д.

С развитием стахановского движения домкраты «Джек» получили весьма широкое распространение, особенно в трудоемких процессах судоремонта.

Благодаря инициативе стахановцев механического цеха завода им. Марти при ремонте т/х «Армения» втулки из цилиндров главных двигателей были выпрессованы с помощью «Джексов», что видно из рис. 2.

Под втулку 1, запрессованную в цилиндре 2, подводится фланец 3, поддерживаемый гайками 4, навинченными на нижних концах 4 болтов 5. «Джеки» 6, установленные на гайки 10, навинченные на специальные чугунные подставки 7, свободно сидящие на шпильках 8, передают усилия на «камертон» 9, упирающийся на гайки 10, навинченные на верхние концы болтов и затем на фланец.

Перпендикулярно 1-му «камертону» под ним был установлен 2-й «камертон» 11 с клиньями 12 для сообщения толчка втулке.

В водяное пространство был пущен пар от вспомогательного котла.

Чтобы домкраты работали синхронно, необходимо все время следить за показаниями манометров.

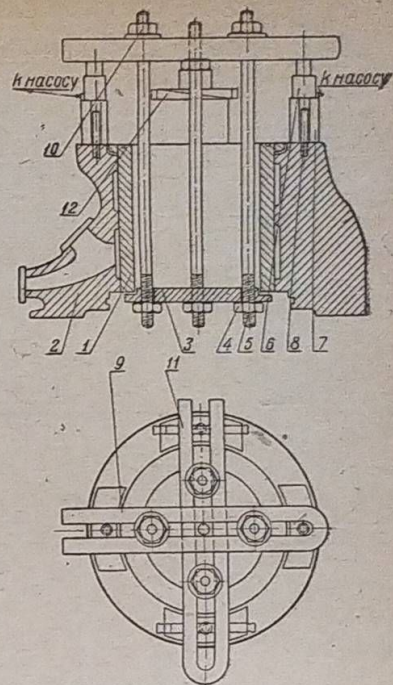


Рис. 2.

Область применения этих домкратов можно значительно расширить; в частности, их следует применять при съёмке шкивов, поршней со штока, маховиков, шестерен и т. д.

Инж. Я. Красовский  
и Я. Белаковский

Одесса

## Антрацитовый газогенератор МСВ-87

Гигантский рост автотракторного и авиационного парков СССР, моторизация целых отраслей народного хозяйства страны, высокая ценность нефти как химического сырья и предмета советского экспорта заставили коренным образом изменить точку зрения, рассматривавшую нефть и ее продукты лишь как удобное и высококалорийное топливо общего и даже бытового потребления. В результате новейших достижений современной техники ценность нефти значительно повысилась. Соответственно этому партией и правительством был намечен и теперь осуществляется план перехода многих отраслей промышленности на местное и привозное твердое минеральное топливо. Нефтепродукты как светлые, так и темные могут быть оставлены в топливном балансе лишь наиболее важных и неизбежных потребителей (авиация, тракторы, автомобили, некоторые категории судов и паровозов, высокотемпературные промышленные печи и т. д.).

К числу мероприятий, направленных к разгрузке топливного баланса водного транспорта от нефтепродуктов, может быть по праву отнесено и газодостроение.

Разработанные Моссудоверфью по прямому приказу наркомата тов. Пахомова дровяные газогенераторные установки МСВ-84 и МСВ-86, обладающие высокими эксплуатационными характеристиками и весьма эффективные экономически, начинают прочно входить в жизнь речного транспорта.

На основе углубленной работы коллектива инженерно-технических работников Моссудоверфи по вопросам газификации твер-

дых топлив в небольших газогенераторных установках транспортного типа, широкого ознакомления с заграничным опытом, при поддержке всех начинаний в области газогенераторостроения со стороны наркомата тов. Пахомова Моссудоверфью был спроектирован и построен газогенератор для газификации антрацита — МСВ-87.

Генераторная установка была смонтирована на стенде и подвергнута всем видам заводских испытаний.

Генератор МСВ-87 для газификации антрацита проектировался для ведения газификации процессом прямого горения, с паро-воздушным центральным дутьем, в отличие от генераторов МСВ-84, 86 и 88, где применен процесс газификации с обратным или опрокинутым горением топлива с воздушным дутьем. Конструкция газогенератора ясна из рис. 1.

Генератор состоит из четырех основных частей: загрузочного аппарата, бункера, шахты и зольника. Корпус генератора в части бункера и шахты — двойной, выполнен из листового железа. Междустенное пространство корпуса шахты, футерованной шамотом, служит парогенератором, с излишком покрывающим потребность газогенератора в дутьевом паре. Питание парогенератора водой осуществляется автоматом конструкции инж. Лаврентьева. Междустенное пространство корпуса бункера газогенератора осуществляет перегрев паровоздушной дутьевой смеси.

Загрузочный аппарат генератора, предназначенный для пополнения топлива в бункере, расположен над последним, и в целях

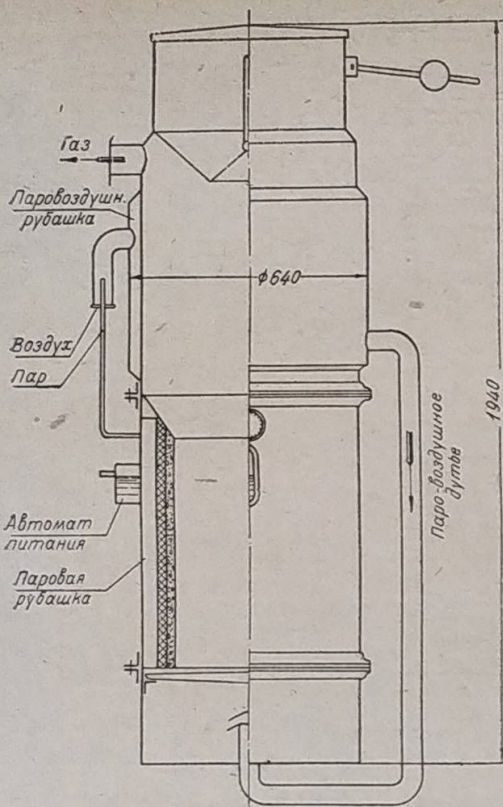


Рис. 1. Газогенератор МСВ-37.

Образующийся в генераторе силовой горячий газ, проходя последовательно очиститель-холодильник (рис. 2) и сухой фильтр, в охлажденном состоянии и свободный от механических примесей поступает в смеситель газа, расположенный на двигателе. Механическая смесь генераторного газа с воздухом направляется из смесителя в качестве готовой горючей смеси в двигатель для совершения полезной работы.

Принципиальная схема газогенераторной установки МСВ-87 показана на рис. 3.

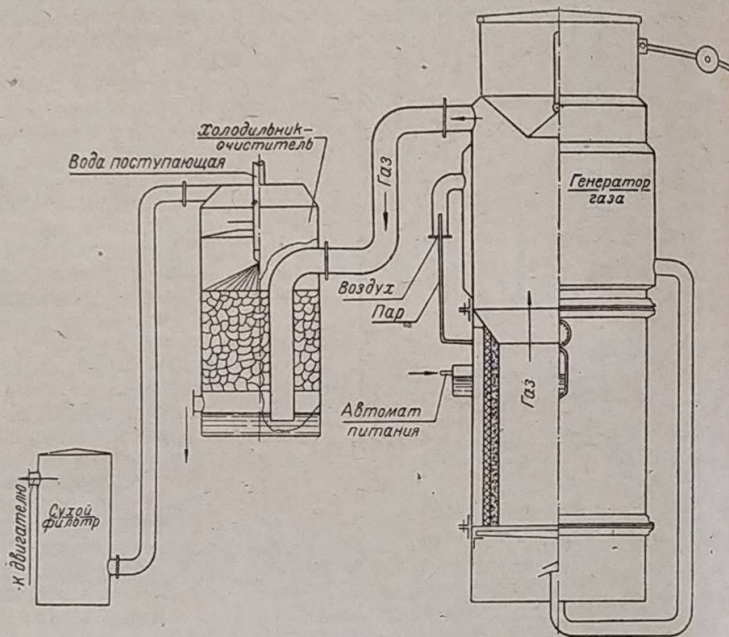


Рис. 3. Схема судовой газогенераторной установки для антрацита на 60 НР.

1 — генератор газа, 2 — холодильник-очиститель, 3 — сухой фильтр.

достижения герметики оборудован колоколообразным затвором, приводимым в действие системой рычагов, и верхней хорошо уплотненной крышкой.

Зольник газогенератора расположен в нижней части генератора и несет функции: 1) собирателя остатков горения, падающих в зольник из шахты через золотниковую решетку, и 2) дутьевой камеры. Колосниковая решетка состоит из чугунных колосников балочного типа с сечением между каждой парой 8—10 мм. Колосники, в целях предохранения их от прогорания, рекомендуются металлизировать алюминием методом распыления.

Шахта представляет собой внутреннюю центральную часть газогенератора, футерованную шамотом. В ней происходят процессы активного горения и собственно газификация топлива.

Бункер является верхней частью шахты и не футеруется.

Сравнительные габаритные весовые данные генераторов представлены на рис. 4.

Газогенераторным цехом Моссудоверфи проводились неоднократные испытания антрацитовой установки с целью установления наиболее выгодного режима работы генератора. В результате этих испытаний был выработан режим и проведены окончательные испытания: одно в течение 11-часовой и второе — в течение 33-часовой безостановочной работы газогенераторной установки, смонтированной на стенде с двигателем ЧТЗ «Сталинец-60», конвертированного заводом для работы на генераторном газе.

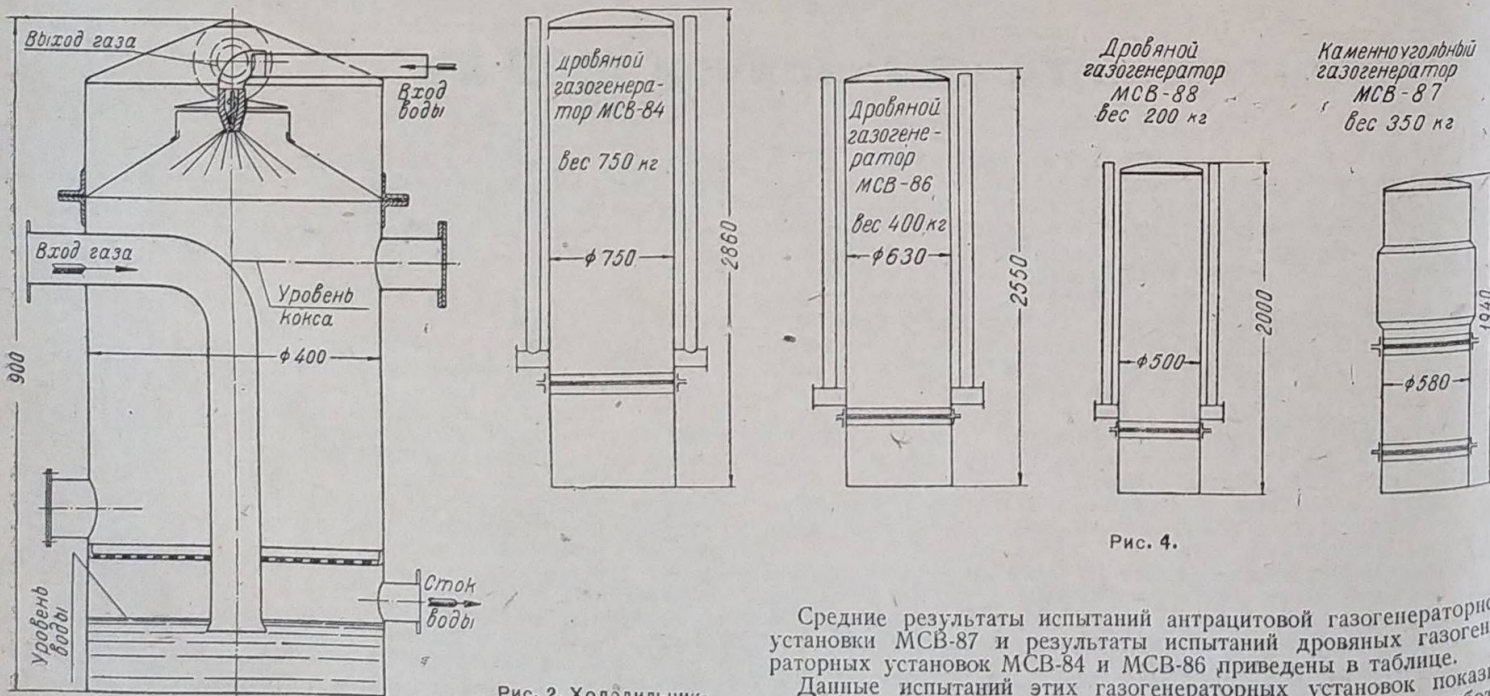


Рис. 2. Холодильник-очиститель.

Рис. 4.

Средние результаты испытаний антрацитовой газогенераторной установки МСВ-87 и результаты испытаний дробяных газогенераторных установок МСВ-84 и МСВ-86 приведены в таблице. Данные испытаний этих газогенераторных установок показывают очень незначительные колебания в части, касающейся работы

Таблица 1

Наименование двигателя и генератора	Число оборотов	Мощность в л. с.	Сопротивление генератора в мм вод. столба	Сопротивление всей системы в мм вод. столба	Температура газа перед двигателем	Температура воды, поступающей в очиститель	Температура воды, отходящей из очистителя	Расход топлива установкой в час в кг	Расход топлива на силу в час в кг	Сроки периодических загрузок топлива	Количество периодически загружаемого топлива кг
Двигатель «Сталинец-50», газогенератор антрацитов. МСВ-87	636,8	56,2	90,6	516,8	5°	1,2°	9,1°	27,9	0,489	1 час	36
Двигатель тот же, газогенератор антрацитов МСВ-84	607,0	53,6	70,8	274	36,7°	2°	11,7°	59,8	1,1	2 часа	112
Двигатель тот же, газогенератор дровяной. МСВ-86	588	51,5	182	511,4	19,5°	1,2°	8,2°	52,9	1,03	45 м.	35

двигателя, и особого интереса не представляют. Данные же о количестве расходуемого топлива заслуживают самого серьезного внимания.

Из таблицы видно, что на одну лошадиную силу в час двигателя ЧТЗ «Сталинец-60» расходуется дровяным газогенератором МСВ-84 — 1,1 кг древесины, влажностью до 25%, дровяным газогенератором МСВ-86 — 1,03 кг той же древесины и антрацитовым газогенератором МСВ-87 — 0,489 кг антрацита марки АК.

Ценностных значений приведенных здесь цифр мы не приводим ввиду отсутствия у нас данных о ценах на топливо в различных районах. Этот пробел могут легко восполнить на местах заинтересованные организации. Но цифры эти весьма внушительны, особенно если учесть, что предприятия Наркомвода строят 500 газоходов общей мощностью 25 тыс. л. с. Эти газоходы вступят в эксплуатацию в 1937 г.

К числу других достоинств антрацитовой газогенераторной установки относится возможность для судна нести на себе весьма значительный запас топлива, обуславливающий длительную непрерывную работу двигателя с одновременной экономией полезной площади судна, занимаемой обычно топлиохранилищем.

Установление водоохранной зоны придает антрацитовым газогенераторным установкам еще больший интерес. Мы не сомневаемся, что газификация антрацита в судовых установках для питания генераторным газом мощных двигателей (300—400 л. с. и выше) в ближайшее же время примет на водном транспорте широкие размеры. К этому есть все предпосылки и условия.

Л. Кутасов

## Насадки для улучшения действия

## судовых гребных колес

Соображения, объясняющие сущность действия насадок для улучшения работы судовых гребных колес и доказывающие полезность их применения, неоднократно излагались мною в печати и в устных докладах. И лишь в последнее время насадки для колес стали, наконец, привлекать к себе внимание. Повторяю вкратце логический ход мыслей, разъясняющий полезность этих новых устройств.

Из числа особенностей действия гребного колеса, отличающих его от других движителей, наиболее резко бросается в глаза интенсивное волнообразование. Можно удивляться, что до самого последнего времени это явление вовсе не учитывалось ни при изучении действия, ни при проектировании судовых гребных колес и даже не упоминалось в литературе о гребных колесах.

Первый шаг к учету этого явления был сделан мной в переданной в 1932 г. ЦНИИВТ работе «Исследование по вопросу о повышении полезного действия гребного колеса речного буксира».

Этой работой было обнаружено, что в результате волнообразования значительно снижается упор гребного колеса и падает его к. п. д.

Тогда эти обстоятельства были установлены теоретически; позднейшие лабораторные опыты это полностью подтвердили.

Естественно возникает вопрос: неизбежно ли волнообразование, нельзя ли это вредное явление устранить?

Относительное увеличение тяги, если бы нам удалось полностью с этой задачей справиться, выражается приближенной формулой:

$$\Delta = \frac{1 - \cos \theta}{1 - \lambda}$$

где:  $\theta$  — наибольший угол наклона волны,

$\lambda = \frac{v}{u}$  — относительная поступь изолированного колеса,

$v$  — скорость поступательного движения колеса относительно невозмущенной воды,

$u$  — окружная скорость по центрам цапф.

В той же работе, в разделе о направляющих устройствах, были указаны и способы конструктивного решения поставленной задачи.

Таблица значений  $\Delta$ 

$\lambda \backslash \theta$	15°	0°
0,5	0,73	0,14
0,67	0,11	0,22

Решение это может быть дано в двух вариантах:

1) путем установки за колесом так называемой гидродинамической решетки (рис. 1 слева);

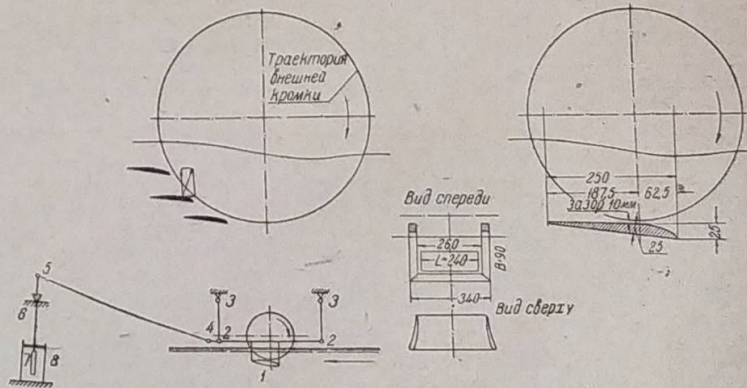


Рис. 1.

2) установкой над колесами и по бокам неподвижных лопастей — это будет насадкой в прямом смысле (справа на рисунке). В первом из этих вариантов мы устанавливаем за колесом ряд неподвижных лопастей, которые называем крыльями. В действии

# Снова проседание топок<sup>1</sup>

20/III 1937 г. при очередном осмотре паровых котлов парохода «Воронеж» (Северное морское пароходство) специальной комиссией с участием инспектора Регистра были обнаружены повреждения (выпучины и проседания) огневых камер и топок котлов. При внутреннем осмотре на топках был обнаружен слой накипи и осадков толщиной до 50 мм (в уровень с волнами).

На пароходе «Воронеж» установлены 2 двухтопочных котла шотландского типа с поверхностью нагрева 138 м<sup>2</sup>, давлением 14,5 атм., перегревом пара 325° С; тяга — искусственная, топливо — уголь.

По заявлению старшего механика, котлы в последний раз перед постановкой на зимний отстой (28/XI 1936 г.) чистились после 1872 часов работы; при этом котлы выщелачивались 2 раза и каждый раз в них давали по 180 кг антидепона. Пазы при смене воды не вскрывались, накипь и осадки из котлов не убирались. Кроме того, котлы, вследствие неисправности питательных помп, в последнем рейсе питались забортной (соленой) водой.

Тщательное расследование показало, что инструкций и неоднократных устных распоряжений механикосудовой службы пароходства об обязательном ежедневном применении антидепона и химическом анализе котловой воды старший механик фактически не выполнял. Так, из 7 обследований только в 2 случаях была обнаружена щелочность котловой воды (28/VIII и 4/IX 1936 г.); в остальных же случаях контрольный анализ котловых вод показывал явно недостаточную подачу антидепона в котлы.

Проверка записей машинного журнала показала, что антидепон подавался в котлы в недостаточном количестве (от 3 до 10 кг в оба котла, и не ежедневно). Так, например, за последние 4 месяца 1936 г. антидепон вводился в котлы в

<sup>1</sup> См. статью «Уроки одной аварии», журнал «Водный транспорт» № 5, 1937 г.

августе 15 раз, в сентябре — 16, в октябре — 12, а в ноябре — всего 7 раз.

В последнем рейсе (24/X—28/XI) котлы из-за неисправности основных питательных средств питались соленой водой. При этом соленость воды в котлах с 11/XI по 28/XI старшим механиком не проверялась и продувка котлов в рейсе не производилась.

По прибытии в Архангельск механикосудовая служба пароходства обязала старшего механика проверить соленость воды в котлах. Соленость оказалась чрезмерно большой и неизмеримой шкалой обычного соленометра; между тем, соленость свыше  $\frac{3}{32}$  недопустима.

Со времени последней чистки до постановки судна на зимний отстой правый котел проработал 62 дня, или 1488 час., левый котел — 69 дней, или 1536 час.

При постановке судна на отстой воду в котлах сменили и котлы были подвергнуты выщелачиванию под наблюдением теплотехников пароходства. После первой зарядки антидепона в количестве 190 кг воду из котлов пришлось снова выдуть, ибо, как показал контрольный анализ 2/XII 1936 г., в котловой воде совершенно не было щелочи при наличии остаточной солености в размере  $\frac{1}{32}$ .

После повторной смены воды в котлах и новой подачи антидепона щелочность воды в котлах была доведена до нормы.

Результаты выщелачивания зафиксированы актами от 25/XII 1936 г. Пробы накипи сдали затем для анализа, а старшему механику было предложено очистить котлы от грязи и накипи и подготовить их к зимней консервации.

О результатах осмотра поверхностей металла котлов после очистки накипи и грязи старший механик в машинном журнале ничего не зафиксировал; об обнаруженных повреждениях котлов и необходимом ремонте он не сообщил механикосудовой службе пароходства и не отразил их в дефектных ведомостях.

Как показали таблицы ежегодного обмера, за все время эксплуатации котлов, деформация топок имела допустимую Регистром величину (3%) и точки выпучин не имели.

## Выводы

Причиной аварии следует считать чрезмерное накопление накипи (соли) в котлах со стороны воды, особенно на топках, вследствие плохой чистки их и питания во время работы соленой водой. Большие отложения соли изолировали передачу тепла от топок и камер к воде, металл перегрелся и в результате точки просели, а огневые камеры получили выпучины. Все это явилось следствием преступно-халатного отношения обслуживающего персонала к своим обязанностям и нарушения элементарных правил технической эксплуатации и ухода за котлами, что видно из следующего:

- 1) подача антидепона в котлы, несмотря на имеющуюся инструкцию о его применении, производилась нерегулярно,
  - 2) не производился анализ котловой воды,
  - 3) не измерялась соленость воды в котлах,
  - 4) не было ежедневной смены фильтров питательной воды,
  - 5) не производилась продувка котлов при питании их забортной (соленой) водой,
  - 6) плохо чистились котлы во время промывочных стоянок,
  - 7) не производился обмер топок котлов до момента очередного осмотра их,
  - 8) не было надлежащего оперативного руководства машинной командой и контроля за работой всей машино-котельной установки судна со стороны механикосудовой службы пароходства.
- Все это еще раз подтверждает необходимость неуклонного и точного выполнения всех правил и инструкций по уходу за механизмами.

И. С. Тютин

## Газогенератор для работы на швырке

ЦНИИВТ разработал газогенераторную установку в 60 сил (рис. 1) для работы на швырке, размером 330×65×65 мм. В отличие от чурочных газогенераторов горячее здесь нужно не насыпать, а укладывать плотной кладкой.

Бункер газогенератора имеет прямоугольную форму. Его площадь 700×350 мм, высота — 1410 мм. Бункер изготовлен из листового железа толщиной 2 мм.

Сверху бункер закрывается крышкой, в которой сделано отверстие, чтобы можно было поддерживать процесс при остановке двигателя и шуровке топлива. Во время работы двигателя отверстие закрывают пробкой.

Шахта прямоугольная, суживающаяся книзу. На уровне верхнего ряда фурм размер шахты 420×350 мм, внизу — 350×350 мм. Шахта выложена стандартным шамотным кирпичом толщиной 65 мм.

Воздух к фурмам подводится через патрубки и камеру, изолированную снаружи асбеститом. Воздух при этом подогревается.

Фурмы расположены в два ряда, по 20 штук в каждом. Расстояние между рядами фурм — 100 мм. Выше верхнего ряда фурм имеется смотрово-шуровочный люк.

Низе шахты расположен зольник, к которому приварен газоотводный патрубок. Кроме того, два газоотводных па-

трубка находятся в кожухе шахты на расстоянии 45 мм от нижнего ряда фурм. Такое распределение патрубков дает возможность производить отбор газа с подогревом поступающего воздуха и без него.

Золу выгребают через зольниковый люк после 24—36 часов непрерывной работы установки.

Чугунная колосниковая решетка имеет живое сечение в 50%; она крепится на шарнирах, так что при чистке шахты ее можно опустить на дно зольника.

Газ поступает из газогенератора в скруббер при температуре 600—700°.

В нижней части скруббера газ проходит через слой кокса, смачиваемого водой из



разбрызгивателя. Это охлаждает и очищает газ от механических примесей.

Отделение механической влаги из газа производится в отбойнике, который газ проходит со скоростью 15 м/сек. С этой

Повышение мощности при третьем испытании (рис. 2) в сравнении с первыми двумя объясняется уменьшением сопротивления газопровода после его замены новым. При этом влажность топлива (смесь

### Качество газа

Анализ генераторного газа производился прибором Норзе с дожиганием газа над платиновым катализатором.

Теплотворная способность подсчитывалась по формуле:

$$Q = 3060 \cdot 00 + 2560 H_2 + 8570 CH_4$$

Средний состав сухого газа в процентах по объему  $\frac{\text{кал.}}{\text{м}^3}$  (в результате анализа оказался следующий:

Испытания	CO	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	$\frac{\text{кал}}{\text{м}^3}$
1	12,2	0,4	18,5	15,3	0,9	52,7	1 034
2	13,0	0,2	17,0	13,7	1,1	55,0	965

### Выводы

Испытания показали довольно устойчивый и надежный режим работы. Температура выходящего из генератора газа составляет 700—730°, среднее разрежение после газогенератора — 190—210 мм водяного столба. Нормальной мощностью

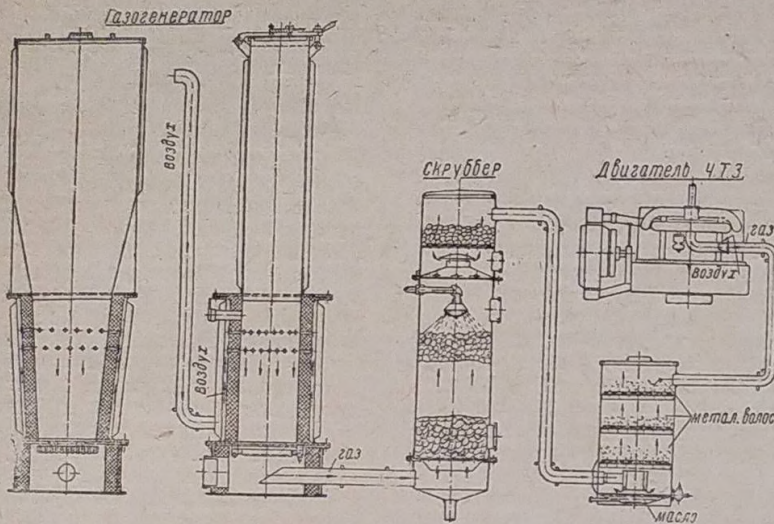


Рис. 1. Схема штырьковой газогенераторной установки на 60 л. с. для двигателя ЧТЗ.

же целью газ пропускают через слой кокса в верхней части скруббера.

Из скруббера по патрубку газ поступает к концентрическому патрубку сухого очистителя и, выходя из него, ударяется о поверхность масла (отработанное масло двигателя), где отдает угольную мелочь и золу, не осевшие в скруббере.

Поднимаясь вверх, газ встречает на своем пути расположенный на трех сетчатых дисках и смоченный маслом металлический волос (железная проволока 1—1,5 мм). Это приспособление окончательно очищает газ от механических примесей золы и угольной мелочи.

Из очистителя по патрубку газ попадает в смеситель, где происходит его смешение с необходимым количеством воздуха. Образовавшаяся горючая смесь поступает в цилиндр двигателя и здесь происходит ее сгорание.

Установка была испытана на стенде в газогенераторной лаборатории ЦНИИВТ (рис. 2). Во время состоявшихся трех испытаний генератор проработал в общей сложности 60 часов. За это время выяснились устойчивость режима работы генератора и двигателя, качество газа и предел развиваемой мощности.

### Мощность двигателя

Для определения мощности двигатель нагружали динамомашинной постоянного тока. Коэффициент полезного действия динамомашинны определялся по данным ее гарировки. Нагрузка динамомашинны осуществлялась через реостат с водяным охлаждением.

Испытания	Продолжительность испытания в часах	Число оборотов в минуту	Средняя мощность в л. с.	Изменения мощности в л. с.
1	26	650	51,7	48,0—55,2
2	12	650	50,6	49,3—51,7
3	4	650	56,2	52,6—59,0

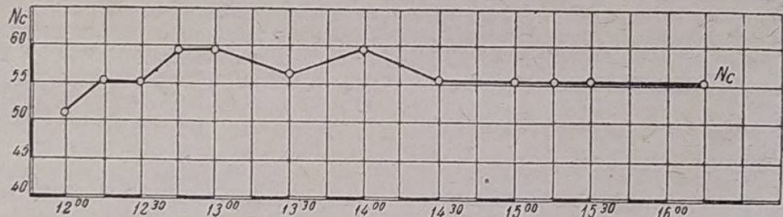


Рис. 2. Кривая мощности двигателя при испытании № 3.

сосны и ели) во время испытаний была одинаковой и составляла 26%. Размеры топлива 330×65×65 мм.

### Разрежения

Испытания	Среднее разрежение в мм водяного столба			
	После генератора	После скруббера	После очистителя	Перед двигателем
1	168	418	568	1 380
2	193	256	517	1 519
3	163	322	569	1 003

установки (в зависимости от влажности газифицируемой древесины) следует считать 52—56 л. с.

Опускание топлива из бункера в шахту газогенератора, как правило, происходит без шуровки. Однако во время эксплуатации в целях надежности желательно каждые 20—30 мин. смотреть, как происходит опускание топлива.

Тип газогенератора, о котором мы здесь говорим, по его надежности не уступает чурковым при более низкой стоимости заготовки топлива. Можно поэтому рассчитывать, что штырьковые газогенераторы вытеснят существующие 60-сильные газогенераторы, отапливаемые чурками. Именно по этим соображениям ЦНИИВТ рекомендовал Наркомводу взять этот тип газогенератора и передать его в производство на судах с расчетом внедрить его в эту же навигацию.

Испытания	Температуры						Температура помещения
	Температура в °С						
	В о д а			Г а з			
	Начальная	После скруббера	После двигателя	После газогенератора	После скруббера	После очистителя	
1	5	23	58	720	9,6	13,6	

Ленинград

И. Г. Кутев

Время оборота одного железного бака, употребляемого при выморозке, равно:

$$S_0 = S_1 + S_2 = 1,9 + 0,7 = 2,6 \text{ суток.}$$

При вымораживании водоемов железными баками возможность аварий почти исключена, так как совершенно отпадает необходимость в соскабливании мерзлой корки льда котлована, где успех постепенного углубления зависит исключительно от осторожности и навыка рабочего, производящего выморозку.

Для выморозки 16 барж в течение трех зимних месяцев (декабрь, январь и февраль) необходимо следующее количество железных баков, работающих одновременно:

$$n = \frac{L S_0}{\tau l} = \frac{810 \times 2,6}{3 \times 30 \times 3,50} = 7 \text{ бакам,}$$

где:  $L$  — общая периметровая длина выморозки всех ремонтируемых барж,

$S_0$  — время оборота одного железного бака в сутках,

$\tau$  — принятое число суток зимнего периода для выморозки ремонтируемого речного флота,

$l$  — длина железного бака с ледяной перемычкой.

Железных гильз (длиною 20 см, диаметр 10—25 см), из расчета по 2 штуки на 1 м<sup>2</sup> стенки котлована, примораживаемой к борту баржи, потребуется для 7 баков:

$$g = 2 n H l = 2 \times 7 \times 2,00 \times 3,00 = 84 \text{ шт.}$$

Для изготовления железных гильз могут быть использованы различного рода куски труб диаметром от 10 до 25 см.

Отогревание металлических баков при удалении их из замороженных котлованов следует производить паром, для чего необходимо иметь паропроводные трубы и шланги. Источником пара могут служить стационарные или передвижные паровые котлы.

Описанный нами способ выморозки значительно ускорит темпы судоремонта и даст при этом большую экономию.

Ленинград.

Инж. С. И. Гапеев

## Цилиндровые масла в виде эмульсии

Опыт НКПС, а также данные отечественной и иностранной литературы о применении цилиндрических масел в эмульсионном состоянии заставляют и нас, водников, проверить возможность использования такой эмульсии в судовых установках.

Применение масел в виде эмульсий осуществляется пока исключительно в установках, работающих на перегретом паре.

На Октябрьской ж. д. в течение трех лет применяется эмульсионная смазка, которая дает до 50% остродефицитных масел (Вапор М и Т).

Эмульсионные масла, применяемые на этой дороге, имеют следующий состав: воды (конденсат) — 50%, масла Вапор Т — 25%, масла цилиндрического 6—25% и извести — 0,02%.

Известь, наряду с положительным влиянием на образование стойкой эмульсии, имеет свойство увеличивать зольность смазки. Работами ЦНИИМа НКПС установлено, что оптимальное количество извести в эмульсиях цилиндрических масел должно быть

равным 0,02%, а по данным иностранных источников не было обнаружено заметного влияния на износ механизмов даже при применении 0,06% извести.

Недостатком этого вида смазочного материала является безусловная необходимость хранения его при температурах выше 0° Ц. Преимуществами его являются: лучшая смазывающая способность, уменьшение нагаров на поршнях и золотниках, не говоря уже об экономии 50% масла.

Благодаря интенсивному испарению содержащейся в эмульсионных смазках воды достигается большое распыление масел и распределение смазки тонким слоем по поверхности цилиндров. Уменьшение вдвое количества масла (при том же расходе смазки) естественно ведет к уменьшению нагара.

В навигацию 1937 г. на одной судовой установке Ленинградского порта намечено провести испытания этого вида смазки.

Ленинград

Инж. П. Нутович

## ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ 1937 09

# ИНОСТРАННЫЙ ОПЫТ

## Моторные суда на древесном газе

Для определения пригодности древесного газа в качестве моторного топлива на судах Управление гидротехническими сооружениями Курмарк оборудовало одно судно генератором на древесном газе для питания четырехцилиндрового двигателя Отто мощностью в 24 л. с. при 800 об/мин.

Эта газогенераторная установка работает безукоризненно с февраля 1936 г. Время, потребное для раздувки генератора на ручном приводе вспомогательного вентилятора, составляет 12—14 минут, при электрическом приводе будет снижено примерно до 6 или 8 минут.

Ввиду отсутствия на судах сотрясений, с которыми сопряжена работа стационарных генераторных установок, необходима шуровка через каждые два-три часа во избежание перебоев в работе генератора. После четырехчасовой работы генератор пополняется высушенными на воздухе дро-

вами, после 50 часов генератор должен быть снова загружен, а по истечении 100 часов работы скруббер должен подвергаться очистке. Если при маневровой работе судна остановить двигатель и сейчас же пустить его в ход, то он легко приходит в движение; если, однако, двигатель бездействует, хотя бы и короткое время, то в целях поддержания работы генератора необходима некоторая раздувка посредством вентилятора.

При бездействии же установки в течение 2 часов необходима для пуска ее в действие растопка генератора.

Мощность двигателя на древесном газе, по сравнению с его мощностью при работе на бензине, понизилась до 60%.

Расход дров составляет, приблизительно, 1 кг на 1 л. с. в час. Стоимость эксплуатации на древесном газе составляет

приблизительно от 1/3 до 1/4 стоимости при работе на бензине.

Газогенераторная установка для одного из судов при потребной мощности в 40 л. с. оборудована двигателем Отто в 60 л. с., учитывая, что при переключении с бензина на древесный газ мощность двигателя будет уменьшаться, примерно, на одну треть.

Привод для вспомогательного вентилятора — электрический. При маневровой работе судна установка будет переключена на бензин.

Газогенераторная установка на судне, которое будет служить для привода насосного агрегата для наполнения и спуска воды с шлюзов, будет работать исключительно на древесном газе.

Журнал «VDY» 1937, № 24.

Так как при  $s=0$   $q=q_0(t)$  (где  $q_0(t)$  — расход на водосливе), то мы должны положить  $C=q_0(t)$  и окончательно будем иметь

$$q(t) = q_0(t) e^{-\frac{s}{u_0 t}}$$

По формуле (7) мы для обратной волны должны положить

$$q(t) = h(t) (u_0 - \sqrt{gh_0})$$

и тогда величина

$$h(t) = \frac{q_0(t)}{u_0 - \sqrt{gh_0}} e^{-\frac{s}{u_0 t}} \quad (9)$$

и должна вычитаться из первоначальной отметки 62,5 м. Полученные кривые свободных поверхностей в верхнем бьефе для различных моментов представлены на том же ис. 1. Мы видим, что при  $t=4,7$  м кривая спада успеет распространиться в верхнем бьефе на 200 м, указывая для ожидающего судна границы приближения к верхним воротам.

Порядок построения этих кривых очень прост: задаваясь определенным моментом  $t=t_i$ , находим по формуле расхода (8)  $q_0(t_i)$ , и, умножая на длину кромки, получаем

$Q_0(t_i)$  — расход, проходящий по подводящему каналу сечением  $\omega$ , после чего определяется средняя скорость

$$u_0 = \frac{Q_0(t_i)}{\omega}$$

а далее уже по формуле (9) строим кривую свободной поверхности для данного момента.

В случае отвода этого канала вычисления аналогичны, разница будет заключаться только в том, что в знаменателе формулы (9) вместо величины  $u_0 - \sqrt{gh_0}$  будет стоять величина  $u_0 + \sqrt{gh_0}$ , и, так как мы имеем здесь движение волны положительной, то полученные величины  $h(t)$  необходимо уже прибавлять к отметке первоначального уровня, кривые мгновенных свободных поверхностей своей выпуклостью будут направлены уже не вверх, а вниз.

На примере сказанного выше мы можем видеть, насколько грандиозное строительство в нашем Союзе требует от советских специалистов все более и более высокой степени развития не только технических, но и теоретических знаний. Усовершенствование конструкции сооружения в приводимом нами случае Волго-Донского головного шлюза заставило искать новые пути и методы расчета, основанные на более глубоких теоретических вычислениях.

Доц. Г. Дмитриев

## Испытание судовой газогенераторной установки „Моссудоверфь“

Громадные ресурсы торфа и их равномерное залегание являются предпосылками для освоения этого вида топлива и для транспортного газогенераторостроения.

В апреле 1937 г. на судостроительном заводе им. Сталина в Киеве Украинским институтом торфа проведены предварительные испытания газификации торфа на древесном газогенераторе конструкции „Моссудоверфь“, работающем на двигателе ЧТЗ<sup>1</sup>.

В задачу испытания входило: выяснить возможность газификации торфа в транспортном газогенераторе, работающем по обратному процессу, в данном случае в конструкции „Моссудоверфь“; выявить специфические особенности газификации торфа в подобных газогенераторах для возможности в дальнейшем спроектировать и изготовить опытную модель торфяного транспортного газогенератора и, наконец, изучить работу тракторного двигателя на торфяном газе.

Испытуемая установка состояла (рис. 1) из газогенератора конструкции „Моссудоверфь“ с обратным процессом газификации и неподвижной колосниковой решеткой, мокрого очистителя эжекционно-диффузорного типа, сухого

очистителя с коксом и стружками, и тракторного двигателя ЧТЗ мощностью в 60 л. с. (на бензине), конвертированного на газ путем среза головки и увеличения таким образом степени сжатия до 7.

Произведены три основных испытания: в стационарных условиях на стенде, при работе на основных чурках;

то же при работе на торфе; на катере, при работе на том же торфе.

Методика испытаний применялась следующая. Топливо замерялось по объему корзинкой, предварительно взвешенной с топливом на десятичных весах.

Температура газов замерялась (рис. 1) после генератора электрическим пирометром, а перед двигателем — стеклянным термометром.

Сопротивление газопроводов определялось U-образным тягомером: после газогенератора, после скруббера и перед двигателем.

Температура наружных стенок газогенератора измерялась (вследствие отсутствия термометра сопротивления) стеклянным термометром, прижатым к стенке при помощи асбестового картона.

Анализ газа по выходе из газогенератора производился прибором Норзе с дожиганием. Теплотворная способность вычислялась по составу газа.

Число оборотов двигателя определялось тахометром, а мощность на стенде — тормозом Прони и динамометром с коэффициентом 0,0063.

Давление охлаждающей воды на скруббер измерялось жужжинным манометром.

Основные наблюдаемые и подсчитанные данные трех испытаний приведены ниже как в таблицах, так и на рис. 2—5.

Работа газогенератора в 1-м испытании проводилась на основных чурках нормальной влажности, во 2-м и 3-м испытаниях — на кусковом торфе естественной воздушно-сухой сушки.

Торф был доставлен с Кодрянской торфоразработки. Торф низинный, гипново-осоковый средней степени разложения.

Перед загрузкой в газогенератор он измельчался в куски величиной в 5—6 см. Газогенератор во всех трех испы-

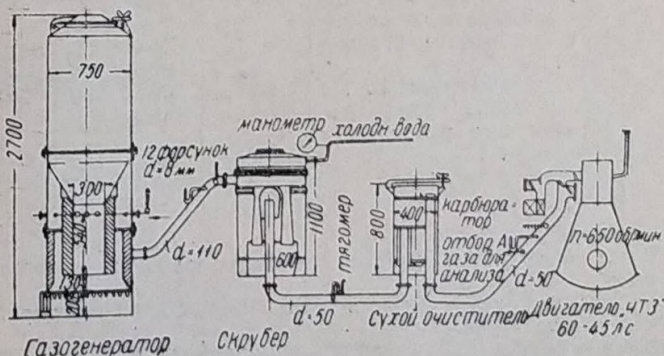


Рис. 1. Схема газогенераторной установки.

<sup>1</sup> В испытаниях установки, помимо авторов, принимали участие инж. Я. С. Шмидберг и Е. М. Вигальева.

танях разжигался древесным углем через зольниковые дверки.

Розжиг проводился естественной тягой, что потребовало значительного времени (около 2 час.) для розжига.

Топливо забрасывалось сверху корзинами.

Ход загрузки топлива показан на рис. 3 и 4.

Шуровка газогенератора производилась периодически, в среднем через 1 час; при торфе шуровки были чаще, особенно в конце испытания.

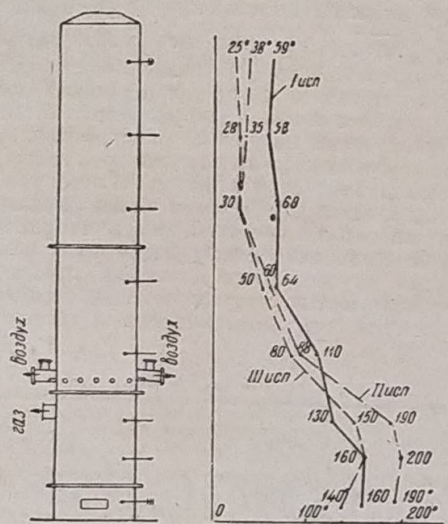


Рис. 2. Кривые температур наружных стенок газогенератора.

Потребность в частых шуровках объясняется особенностями конструкции газогенератора, вследствие чего имело место зависание топлива при переходе его из бункера в топливник.

Основные данные, характеризующие приведенные испытания, показаны в табл. 1.

Как видно из таблицы, общие показатели работы газогенераторной установки нельзя считать удовлетворительными — газ отличался высоким содержанием углекислоты и малым содержанием окиси углерода и имел низкую теплотворную способность (порядка 900 кал/м<sup>3</sup> против 1200 кал/м<sup>3</sup> нормальных).

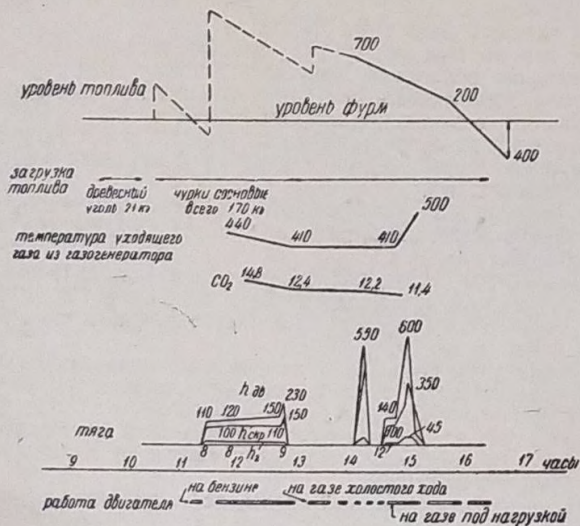


Рис. 3. Кривые режима работы газогенераторной установки при первом испытании.

Низким нужно считать и напряжение зеркала горения, что объясняется работой установки в основном на холодной ход.

Режим газогенераторной установки характеризуется табл. 2.

Температуры газа после газогенератора высокие, порядка 400—500° при работе под нагрузкой и, следовательно, при

Таблица 1

№ п/п	Показатели	Единица измерения	1-е испытание	2-е испытание	3-е испытание
			древ. чурки	торф	торф
1	Продолжительность испытания . . . . .	час., мин.	6 ч. 55 м.	11 ч. 45 м.	10 ч. 10 м.
	в том числе:				
	под тормозом . . . . .	то же	55 мин.	1 ч. 17 м.	—
	под эксплуатационной нагрузкой . . . . .	»	—	—	5 ч. 30 м.
2	Топливо:				
	Зольность А <sup>с</sup> . . . . .	%	1,1	8,6	8,6
	Влажност в ВР . . . . .	%	10,7	17,7	17,7
	Теплотворная способность $Q_b^D$ . . . . .	кал/кг	3 946	3 627	3 627
3	Расход топлива за время испытания . . . . .	кг	190	320	—
4	Напряжение зеркала горения в гореловне газогенератора . . . . .	кг/м <sup>2</sup> /час	605	(5)	—
5	Состав полученного газа:				
	углекислоты CO <sub>2</sub> . . . . .	%	11,0—14,8	11,4—13,4	13,0
	окиси углерода CO . . . . .	%	11,9—15,4	10,3—17,1	—
	водорода H <sub>2</sub> . . . . .	%	6,2—13,3	8,6—12,1	—
6	Теплотворная способность газа (средняя) . . . . .	кал/м <sup>3</sup>	885	938	—
7	к. п. д. газификации . . . . .	—	0,62	0,65	—

Таблица 2

№ п/п	Показатели	Единица измерения	1-е испытание	2-е испытание	3-е испытание
			древесн. чурки	торф	торф
1	Температура газа после газогенератора при работе двигателя без нагрузки T <sub>2</sub>	градус	410	450	—
2	То же при работе с нагрузкой t <sub>2</sub> . . . . .	»	500	550	650
3	Температура газа перед двигателем . . . . .	»	38	35	25
4	Температура воздуха . . . . .	»	20	20	15
5	Температура воды для охлаждения t . . . . .	»	16	16	—
6	Температура наружных стенок:				
	бункера . . . . .	»	58	35	28
	топливника . . . . .	»	160	200	160
7	Разрежение у газогенератора при работе без нагрузки . . . . .	мм вод. ст.	8	6	—
	То же с нагрузкой . . . . .	»	10	20	—
8	Разрежение после скруббера при работе без нагрузки . . . . .	»	100	100	—
	То же с нагрузкой . . . . .	»	350	350	200
	Разрежение перед двигателем при работе без нагрузки . . . . .	»	140	140	—
	То же с нагрузкой . . . . .	»	600	700	—

более интенсивной работе газогенератора они несколько выше.

Торфяной газ отличался более высокой температурой, чем газ из чурок.

Температура газа перед двигателем была в норме, особенно в 3-м испытании.

Температуры наружных стенок газогенератора показывают, что при газификации на торфе температуры верхних

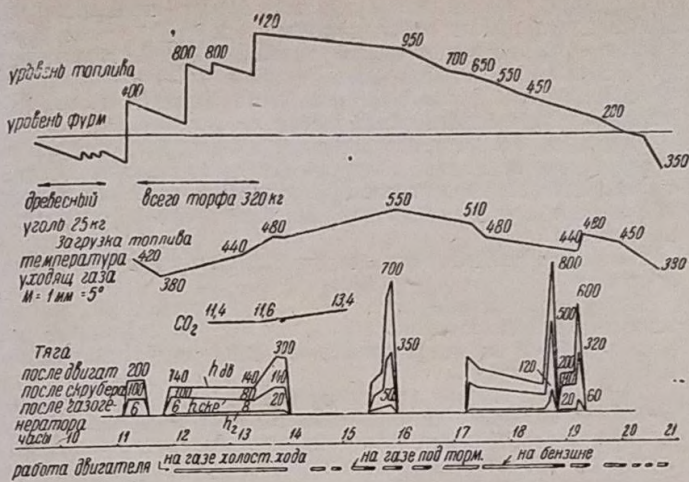


Рис. 4. Кривые режима работы газогенераторной установки при втором испытании.

стенки газогенератора (у бункера) более низкие, а нижних стенок (у топливника) более высокие по сравнению с работой на древесных чурках, т. е. зоны высоких температур топливника особенно резко выражены при работе на торфе.

Это видно более отчетливо из рис. 2. На рис. 5 видно, как постепенно нарастает температура газа после газогенератора, особенно при 3-м испытании, когда она поднялась до 650°. Это наряду с ростом сопротивления указывает на происходящий процесс зашлакования в газогенераторе и необходимость изыскания мер борьбы с последним.

Данные таблицы по разрежениям в отдельных точках газогенераторной установки и кривая сопротивлений показывают, что сопротивление самого газогенератора незначительно (8—12 мм), в то время как сопротивление скруббера весьма значительно (100—350 мм); велико также сопротивление сухого очистителя, заполненного коксом и стружками.

Чрезмерные сопротивления скруббера объясняются особенностью подобного типа эжекционно-диффузорного очистителя, что подтверждается практикой эксплуатации этой установки на катерах.

Сопротивления при работе на торфе выше, чем при чурках, в основном за счет газогенератора, вследствие накопления золы и зашлакования низа топливника.

При 2-м испытании, после разборки газогенератора в топливнике, обнаружены были «козлик» шлака (200 × 40 × 50 мм) и следы шлака на внутренних нижних стенках топливника. Тепловой баланс газификации имеет структуру, указанную в табл. 3.

Таблица 3

№ п/п	Показатели	1-е испытание		2-е испытание	
		древесные чурки в %	торф в %	древесные чурки в %	торф в %
1	Теплотворная способность газа . . . . .	62,0	65,0		
2	Физическое тепло газа . . . . .	10,5	11,0		
3	Теплосодержание водяных паров . . . . .	7,5	8,0		
4	Потери с шлаком и золой . . . . .	4,0	5,0		
5	Потеря на излучение . . . . .	16,0	11,0		
	Итого . . . . .	100,0	100,0		

Данные, характеризующие работу двигателя, приведены в табл. 4 и на рис. 3, 4 и 5.

Двигатель запускался на бензине, после чего переводился на газ.

Во время испытаний имели место остановки двигателя: во время 1-го испытания — 9 остановок, из которых 7 про-

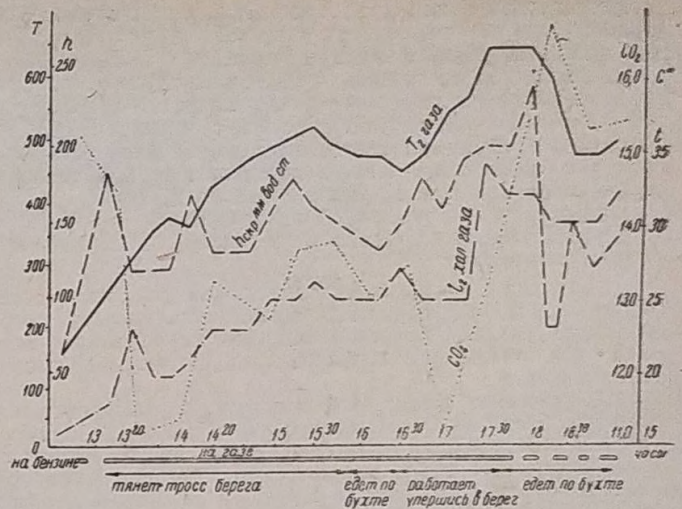


Рис. 5. Кривые режима работы газогенераторной установки при третьем испытании.

изошли от перегрузки тормозом; во время 2-го испытания — 20 остановок, из которых 10 произошли от перегрузки тормозом и 7 — при переводе с бензина на газ.

При 3-м испытании установка работала бесперебойно под полной нагрузкой в течение 4½ час. и лишь под конец испытания произошли 4 остановки двигателя вследствие плохого газа, хотя в бункере еще оставался торф слоем в 650 мм выше фурменного пояса. Следует отметить, что вследствие засыпки торфа в газогенератор с палубы катера не было уделено достаточного внимания на проведение регулярной шуровки и потому она была произведена всего лишь два-три за период испытаний, что было явно недостаточным и привело к остановке двигателя.

Таблица 4

№ п/п	Показатели	Единица измерения	1-е испытание		2-е испытание	
			древесные чурки	торф	древесные чурки	торф
1	Расход топлива за время работы двигателя . . . . .	кг/час	42,2	45,7		
2	Расход рабочего газа в час работы двигателя . . . . .	м³/час	117	112		
3	Полученная устойчивая мощность двигателя на тормозе . . . . .	л. с.	30	30		
4	Расход топлива на силовую . . . . .	кг	1,41	1,53		
5	Полученная неустойчивая (по вине тормоза) мощность . . . . .	л. с.	40,50	40,50		
6	Потеря мощности двигателя . . . . .	%	25	25		

Это подтверждается тем обстоятельством, что после разборки газогенератора шлака в топливнике в больших кусках обнаружено не было; найдены были лишь небольшие куски шлака и догорающий кокс.

Проведенные сравнительные испытания показали, что возможность газификации в подобной конструкции транспортного газогенератора торфа естественной сушки.

Несмотря на непригодность конструкции газогенератора для торфа, все же представилось возможным проводить, хотя и с перебоями, газификацию торфа в течение 8—10 час. при холостом ходе двигателя и 4½ час. в эксплуатационных условиях.

Газ был получен даже несколько лучшего состава и калорийности, чем при древесных чурках.

Засмоляемость наблюдалась меньшая, чем при сосновых чурках.

Несмотря на большую влажность испытуемого торфа по сравнению с чурками, работа двигателя не ухудшилась, а наоборот, он работал мягче и четче.

II. Специфическими особенностями торфа как топлива для подобного типа газогенераторов являются (по сравнению с чурками):

а) резкое увеличение количества золы, б) склонность золы торфа к образованию шлаков вследствие низкой температуры плавления ее и в) наличие мелочи в торфе.

Особенности эти вызывают необходимость в принятии следующих мер конструктивного и режимного порядка при работе на торфе.

1. Устройство подвижной колосниковой решетки (взамен неподвижной), обеспечивающей возможность удаления золы и шлаков на ходу газогенератора, причем не должен подвергаться измельчению торфяной кокс, находящийся в зоне восстановления.

2. Применение специальной конструкции топливника, отвечающего особенностям минеральной массы торфа, а также подбор правильной высоты активной зоны газогенератора.

3. Применение торфа с влажностью 20—25% взамен древесных чурок с влажностью 10—12%. Большая влажность торфа понизит температуры в зоне горения топливника ниже

температуры плавления золы и устранил необходимость в присадке водяных паров к воздуху.

Доведение воздушно-сухого торфа (30—33% влажности) до требуемой влажности (20—25%) может быть достигнуто путем подогрева торфа в верхней части бункера за счет регенерации физического тепла газов.

Попадаемый в газогенератор торф должен быть тщательно отсортирован от мелочи, а шуровка его в бункере не должна сопровождаться образованием мелочи. Это особенно важно при низинном торфе, склонном, как известно, к образованию мелочи.

Положительными особенностями торфа являются

Конкурентоспособность торфа — он недефицитен, значительно дешевле древесных чурок, так как подготовка его до кусков в 5—6 см много проще, чем сложная разделка древесины на чурки.

Торф менее битуминозен по сравнению с основными чурками, что облегчает крекирование смолы в зоне горения.

Торф способен длительно сохранять огонь в топливнике (сутки-двое) после прекращения работы газогенератора, что очень важно для транспортного газогенератора.

Доц. М. В. Канторов и доц. В. П. Днуваго

## ИЗОБРЕШАТЕЛЬСТВО И РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ

### Знатный стахановец водного транспорта Абрам Федорович Блидман

Знатный стахановец-механизатор водного транспорта тов. Блидман А. Ф., применив ряд рационализаторских мероприятий и новые методы организации труда на ленточных транспортерах типа «Макензен», еще в 1936 г. добился невиданных результатов, перекрыв во много раз так называемую контрактную производительность этих транспортеров.

Каковы же были эти рационализаторские мероприятия и новые методы организации труда?

Всем нам памятно, какие огромные простои угольных судов наблюдались на Днепре в навигацию 1935 г., несмотря на то, что их погрузка производилась транспортерами.

Происходили эти простои потому, что загрузка самих транспортеров на Днепре производилась или вручную с подноской угля мешками и корзинами на большое расстояние, или же с помощью тачек, подкатываемых к при-

емным бункерам транспортеров по одной узкой сходне. Последнее создавало для грузчиков также большое неудобство, так как им приходилось простаивать в очереди для опорожнения своих тачек. Все это резко снижало производительность механизмов, болезненно отражалось на работе судов и снижало заработки грузчиков и механизаторов.

Моторист Блидман, которого парходство перебросило на угольную площадку Киевского порта, ознакомившись с производством работ, предложил совершенно отказаться от ручной подноски угля и перейти к загрузке транспортеров исключительно тачками. Для того же, чтобы ускорить опорожнение тачек, он предложил расширить козлок и сходни, установленные около приемного бункера транспортера, и проложить по козелку вторую сходню, что давало возможность грузчикам свободно возвращаться с порожней тачкой. Это создало непрерывность в работе грузчиков.

Казалось бы, простое мероприятие, но до т. Блидмана местные работники ни разу не подумали о том, как ускорить производственный процесс и облегчить труд грузчиков.

Предельщики-руководители погрузо-разгрузочных работ и механизаторы крепко отстаивали вредную теорию о том, что транспортеры «Макензен» и тяжелы и малоподвижны, нерентабельны, и что использование их в условиях водного транспорта нецелесообразно.

Рационализаторские мероприятия т. Блидмана опрокинули вредную недооценку транспортера и уже первое простое, по существу, мероприятие дало возможность повысить производительность транспортера до 38 т в час при норме в 32 т.

Пылкий ум т. Блидмана на этом не останавливается.

По его предложению, изготавливаются специальные переносные мостки. Эти мостки он устанавливает у транспортера таким образом, что приемный бункер охватывается ими с трех сторон.

К этим мосткам т. Блидман прокладывает катальные доски с таким расчетом, чтобы грузчики имели возможность подходить с тачками к приемному бункеру транспортера одновременно с трех сторон.

Много дефектов обнаруживает т. Блидман и в этом производственном процессе.

Он видит, что при быстрой высыпке угля из тачек в бункер транспортера значительная часть угля рассы-

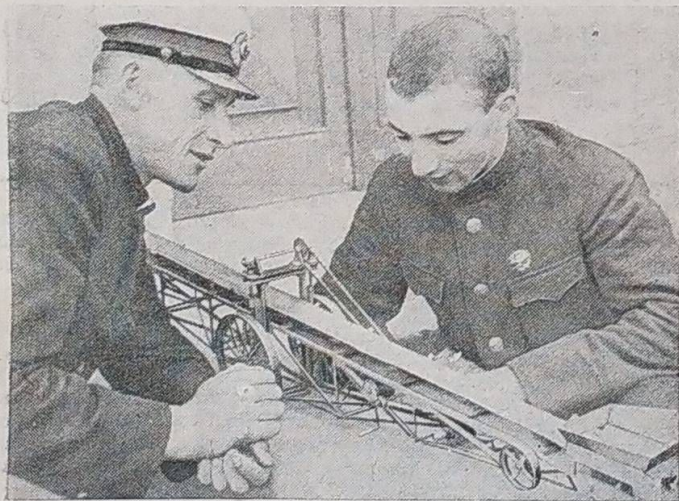


Рис. 1. Инструкторы стахановских методов работы гг. А. Ф. Блидман и М. И. Бауда обучают новый технологический процесс переработки грузов на транспортере системы «Макензен».

## Применение швырка в судовых газогенераторах

Разрешение проблемы транспортных газогенераторов до сих пор было направлено почти исключительно по линии конструктивной разработки, в большинстве своем не связанной с глубоким изучением самого процесса газификации.

Это пренебрежение теорией было проявлением вредительства, тормозило дальнейшее развитие технологии производства генераторного газа и овладение ею. Теоретическая отсталость сказалась в преувеличенном представлении о трудностях и в неверии вообще в возможность нормальной газификации швырка в газогенераторах транспортного типа с обратным процессом.

В 1935 г. Наркомводом были разработаны и разосланы иностранным фирмам технические условия на поставку газогенераторных установок для двигателей в 60 и 120 л. с. В условиях указывалось, что топливом для 120-сильного газогенератора должны быть дрова-швырок длиной 500 мм. Некоторые фирмы в своих ответах советовали переключиться на газификацию древесного угля и вовсе отказались от применения древесины в естественном виде.

Акц. о-во «Газогенератор» (Стокгольм) в своем ответе пишет: «Причина, на основании которой мы перестали применять дрова, та, что газогенератор, приспособленный для дров, требует очень сложной и совершенной системы чистки во избежание проникновения в цилиндры мотора нечистот, которые загрязняют всю систему и причиняют много излишних хлопот».

Противопоставление древесного угля дровам само по себе неправильно, ибо одно должно дополнять другое. Бесспорно, более совершенное использование древесины будет иметь место при разделении процесса сухой перегонки с утилизацией всех ценных химических продуктов — уксусной кислоты, смолы и спирта — от газификации остатка — древесного угля. Содержание паров смолы в силовом генераторном газе недопустимо, так как оно приводит к засмолению клапанов и длительным остановкам двигателя. В свете этого газификация древесного угля, не содержащего смолы, не представляет затруднений в транспортных условиях.

Однако специальный выжиг угля без улавливания летучих погоней недопустим, так как при этом потери горючих достигают 40—50%.

Дешевый древесный уголь — побочный продукт лесохимической промышленности — найдет широкое применение как топливо для газогенераторов.

Применение дров в транспортных газогенераторах до сих пор имело место лишь в виде чурок небольших размеров. Одна иностранная фирма в своем ответе на запрос Наркомвода пишет, что «рекомендуется поперечное сечение 50 см<sup>2</sup>, но длина не должна превышать 6—8 см».

О газификации швырка длиной 500 мм не могло быть и речи; та же фирма утверждала, что «на свете не существует переносного газогенератора, который мог бы сжигать куски топлива такой длины».

Замена древесных чурок нормальным швырком имеет большое значение, так как облегчает заготовку топлива и дает на ней значительную экономию средств. На основе предварительных подсчетов можно принять, что разделка кубометра дров на швырок обойдется в среднем на 5—6 рублей дешевле, чем на чурки.

По приказу наркома Н. И. Пахомова (№ 55 от 31/III 1936 г.),

пароходства должны были произвести разделку на чурки 350 000 м<sup>3</sup> дров. Таким образом замена древесных чурок швырком только в 1936 г. сэкономила бы 1,5—2 млн. руб.

Однако дело не только в экономии средств. Решающими моментами являются: устойчивость режима газификации при длительной, непрерывной работе, величина развиваемой двигателем мощности и удобство обслуживания установки в эксплуатации.

Если газификацию древесных чурок можно считать в основном разрешенной, то в отношении швырка сделаны лишь первые шаги. В Центральном научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства был спроектирован и построен газогенератор системы Ветчинкина для длинных дров: прямоугольного типа, из специальной стали — без футеровки с подогревом подводимого в шахту воздуха генераторным газом. В бункере предусматривалась подсушка дров выхлопными газами из двигателя.

При предварительных испытаниях выяснилось, что газообразование продолжается до тех пор, пока не израсходован древесный уголь, загруженный при розжиге, после чего генератор гложет. Работа в этом направлении впоследствии была прекращена.

В Центральном научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства разработаны газогенераторы для двигателей ХТЗ и ЧТЗ на дровах длиной 330 и 500 мм, системы Кузнецова. Эти газогенераторы прямоугольного типа, с горизонтальной укладкой топлива. Последние образцы газогенераторов свидетельствуют о несомненных достижениях в этом новом и трудном деле.

ЦНИИВТ, наряду с созданием судовых газогенераторов на древесной чурке, работал над освоением швырка. Созданы прямоугольного типа газогенераторы с подогревом воздуха генераторным газом на дровах длиной 330 мм для одного двигателя ЧТЗ 60 л. с.<sup>1</sup> и швырке 500 мм для двух двигателей ЧТЗ 120 л. с. Лабораторные испытания этих газогенераторов показали, в общем, удовлетворительные результаты. Но при испытаниях были выявлены конструктивные дефекты, над устранением которых необходимо работать.

В первом полугодии 1937 г. в газогенераторной лаборатории ЦНИИВТ проведены испытания по газификации длинных дров в газогенераторах цилиндрической формы, спроектированных для древесных чурок. Топливо в этом случае загружалось в газогенератор вертикально.

Перевод с древесных чурок на швырок осуществлен в двух газогенераторах ЦНИИВТ-4 на 120 л. с.<sup>2</sup> и ЦНИИВТ-3 на 60 л. с.<sup>3</sup>, работа которых на чурке уже освещалась.

В обоих случаях первой трудностью было застревание дров в бункере. Загрузка вначале производилась следующим образом: дрова связывали шпагатом в пучки и через верхние люки, диаметром 300—350 мм, забрасывали в бункеры диаметром 700—800 мм. Шпагат после загрузки прогорал, дрова разваливались и застревали в бункере. Это приводило к перемещению очага горения вверх, в бункер. Шуровки при этом не достигают цели, кроме того, сильно измельчают древесный уголь, находящийся в шахте.

Увеличение размеров загрузочных люков до диаметров шахт на уровне фурм и приварка в бункерах направляющих конусов с незначительным увеличением диаметра книзу позволяли беспрепятственно спускать топливо в шахту.

На рис. 1 изображен газогенератор ЦНИИВТ-3, приспособленный для газификации длинных дров. Направляющий конус 1 приварен сверху у загрузочного люка и внизу к бункеру посредством кольца 2.

Приварка кольца 2 предотвращает попадание газа в пространство между конусом и бункером и уменьшает тем самым нагрев стенок.

Направляющий конус уменьшил запас топлива в бункере, что вызвало более частые загрузки, хотя вес складочного кубометра колотого сухого соснового швырка составляет 480 кг в то время, как насыпной вес древесных чурок той же породы и влажности будет около 250 кг/м<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> И. Г. Кутев — Газогенератор для работы на швырке, журнал «Водный транспорт» № 7 1937 г.

<sup>2</sup> И. Г. Кутев — Судовая газогенераторная установка на 120 л. с. конструкции ЦНИИВТ, журнал «Водный транспорт» № 2 1937 г.

<sup>3</sup> А. Генин — Судовая газогенераторная установка, журнал «Отечественная техника» № 7 1937 г.

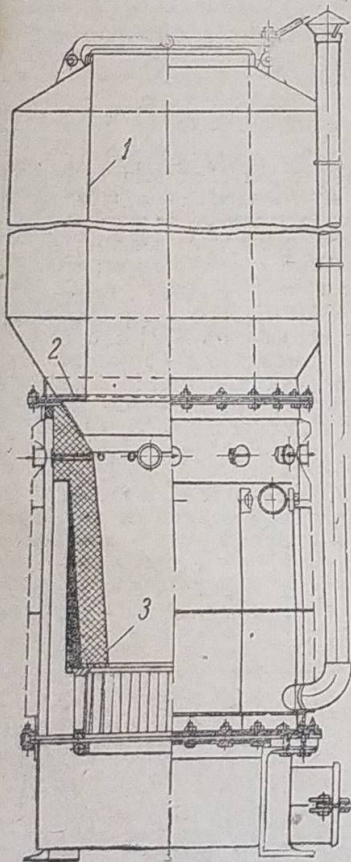


Рис. 1. Газогенератор ЦНИИВТ-3, приспособленный для газификации швырка.

Способ загрузки был также изменен. Дрова набивались плотно в железное кольцо по диаметру несколько меньшему, чем диаметр загрузочного люка (рис. 2). Вязанка дров вместе с кольцом при загрузке висит на ручках, пока не будет вынута одно-два полена, после чего дрова опускаются вниз (рис. 3).

Если уровень слоя топлива в направляющем кожухе был опущен больше, чем на 500 мм, то при очередной загрузке дрова, падая, ударяются и сильно измельчают древесный уголь в шахте. Механические свойства древесного угля, образовавшегося в газогенераторе при газификации тонкорасколотого швырка, и короткой, но толстой чурки, сильно разнятся между собой, что объясняется структурой и свойствами самой древесины. При одной и той же форме и величине кусков прочность древесного угля зависит от породы дров и скорости переугливания.

В табл. 1 приведены данные ряда испытаний, произведенных В. А. Коробкиным. В первой колонке помещены угли «большой прочности», во второй — угли «крепкие» и в третьей — угли «посредственной прочности». Из этих данных видно, что сопротивление раздавливанию параллельно волокнам древесины в 6—10 раз больше, чем перпендикулярно волокнам.

Таблица 1

Породы древесного угля	Сопротивление раздавливанию в кг/см <sup>2</sup>					
	1		2		3	
	Перпендикулярно волокнам	Параллельно волокнам	Перпендикулярно волокнам	Параллельно волокнам	Перпендикулярно волокнам	Параллельно волокнам
Еловый . . . . .	16,5	131,0	12,5	105,0	9,0	59,0
Сосновый . . . . .	26,0	169,0	19,8	115,0	12,2	103,0
Осиновый . . . . .	21,7	171,0	17,5	143,0	12,0	113,0
Березовый . . . . .	43,5	334,0	37,5	284,0	20,9	195,0

Относительная прочность древесных углей, полученных при одинаковых условиях для разных пород, может быть выражена следующими данными исследований В. А. Коробкина, приняв прочность березового угля за 1,0.

Береза . . . . .	1,00
Сосна . . . . .	0,58
Осина . . . . .	0,46
Ель . . . . .	0,43
Пихта . . . . .	0,39

Одной из трудностей при газификации швырка хвойных пород является сильное измельчение угля, которое приводит к нарушению процесса, засорению шахты, зольника и к частой их очистке.

Примешивание к хвое березы или дров твердых лиственных пород (дуб, бук) значительно улучшает процесс газообразования. Однако это не сможет считаться нормальным для эксплуатации, учитывая, что лесные запасы СССР состоят, примерно, на 74,2% из хвойных пород.

Усовершенствование газогенераторов должно пойти с учетом особенностей швырка мягких пород. Для лучшего заполнения шахты древесным углем в газогенераторе ЦНИИВТ-3 (рис. 1) цилиндрическая форма шахты была заменена конической, причем на уровне фурм диаметр остался тот же (370 мм), а внизу, у вертикальной решетки диаметр уменьшен до 300 мм. В связи с последним потребовалось положить под футеровку круглую плиту 3. Футеровка, как и прежде, была выложена из шамотного кирпича.

Таблица 2

Время наблюдения после начала испытания в часах	Разрежение в установке в мм вод. ст.				Число оборотов двигателя в мин.	Мощность (эффективная) в л. с.
	После			перед напарами		
	газогенератора	скруббера	очистителя			
5 . . . . .	130	255	395	750	650	57,6
10 . . . . .	120	255	425	900	650	56,5
15 . . . . .	135	230	445	1 290	650	57,2
20 . . . . .	135	305	430	835	650	59,7
25 . . . . .	120	350	450	1 090	650	56,5
30 . . . . .	130	385	470	965	650	55,4
Среднее за время испытания . . . . .	134	305	421	1 088	650	56,0



Рис. 2. Приспособление для загрузки швырка в газогенератор.

Необходимость тех или иных конструктивных изменений выявлялась, а затем проверялась лабораторными испытаниями. Все испытания проводились с двигателем ЧТЗ со степенью сжатия  $\epsilon = 6$ , конвертированным на газ самим заводом. Двигатель соединен с динамомашинной постоянной тока, работавшей на воздушный реостат. Топливом при испытаниях, за исключением контрольного, была смесь ели и сосны влажностью порядка 15—20%.

Охлаждительно-очистительные устройства не подвергались никаким изменениям в связи с заменой древесной чурки швырком.

Контрольное испытание происходило 10—11 июня 1937 г. в течение 30 час. Замеры производились через каждые 15 мин.

Для характеристики устойчивости режима работы установки в процессе всего испытания приводим в табл. 2 и 3 показатели шести точек, взятых через каждые 5 часов и средние значения, подсчитанные за все время испытания.

На рис. 4 показано изменение мощности двигателя на протяжении всего испытания.



Рис. 3. Загрузка швырка в газогенератор.



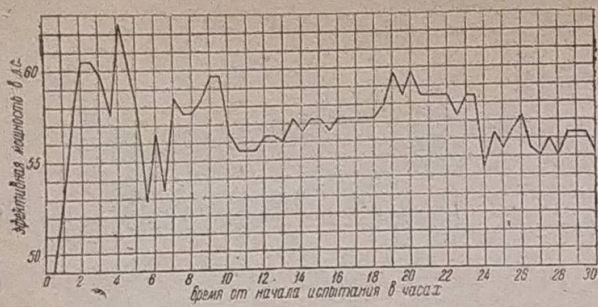


Рис. 4. Изменение мощности двигателя при работе газогенератора на швырке.

Таблица 3

Время наблюдения после начала испытания в часах	Температура				
	газа по выходе из		сточной воды после		воздуха в лаборатории
	скруббера	очистителя	скруббера	двигателя	
5	18	24	26	50	34
10	19	23	27	48	31
15	19	23	27	46	33
20	19	23	26	60	33
25	19	24	28	66	35
30	22	27	30	55	37
Среднее за время испытания	19	24	27	52	33

Температура водопроводной воды была 12°.

Повышение температуры газа по выходе из скруббера объясняется близким расположением очистителя к газогенератору.

Розжиг газогенератора произведен вентилятором по обратному процессу после предварительной очистки всей установки и загрузки в шахту древесного угля до уровня фурм.

Отсутствие дров хвойных пород повышенной влажности порядка 30% вызвало необходимость работы на смеси сосны и березы.

Топливо, которое применялось при испытании, состояло на 50% из березы влажностью 42% и на 50% из сосны влажностью порядка 22%. Более влажные березовые поленья укладывались по окружности загрузочного кольца, что несколько подсушивало дрова и позволяло им более равномерно гореть в шахте. Загрузка производилась через 15—20 мин. Средний вес одной загрузки составлял около 20 кг, что, в среднем, дает 1,25—1,3 кг на 1 л.с. в час. Размеры поленьев — 500 × 65 × 65 мм. При открытии крышки колебания мощности двигателя не наблюдалось. За время испытания ни разу не было шуровок, топливо плавно опускалось в шахту.

Из табл. 2 и 3 видно, что через 30 часов работы сопротивление газогенератора не изменилось, а сопротивление скруббера и очистителя выросло незначительно.

Мощность двигателя ЧТЗ на генераторном газе в 55,4 л.с. подтверждает, что 30-часовая непрерывная работа не предел для данной установки.

Результаты анализа газа, подсчета теплотворной способности газа и рабочей смеси при теоретическом количестве воздуха для различных точек приведены в табл. 4.

Таблица 4

Время забора пробы после начала испытания в часах	Топливо	Влажность в %	Объемный состав сухого генераторного газа в %						Низшая теплотворная способность в кал/м³	
			СО	СО₂	Н₂	СН₄	О₂*	N₂	газа	раб. смеси при α=1
7,0 ч.	Швырок-смесь: береза 50% сосна 50%	42	18,6	10,4	16,8	1,8	1,4	51,0	1 152	573
7,5 »			19,0	13,1	20,5	2,0	1,0	44,4	1 278	600
8,0 »			17,5	13,1	19,2	1,5	1,5	47,2	1 156	575
8,5 »			16,7	13,3	19,8	2,6	1,9	45,7	1 240	587
9,0 »			16,2	12,9	17,6	2,3	2,2	48,8	1 143	565
26,0 »			16,3	11,1	16,8	2,5	2,0	51,3	1 142	563
26,5 »	14,9	13,2	17,2	1,7	2,3	50,7	1 042	512		

\* Повышенное содержание кислорода может быть объяснено частичным подсосом воздуха при заборе пробы газа.

Таким образом проведенной в ЦНИИВТ работой и лабораторными испытаниями доказана полная возможность газификации швырка влажностью 25—30% в судовых газогенераторах с обратным процессом. Дополнительные трудности, вызванные заменой древесных чурок длинными дровами, вполне преодолели.

Прочность древесного угля — один из основных вопросов, с которым связаны трудности газификации швырка. Примешивание березы, а тем более твердых пород к хвойным в случае швырка должно дать значительный эффект.

Средняя эффективная мощность двигателя ЧТЗ на генераторном газе в 55 л.с. при газификации швырка длиной 500 мм и средней влажностью 32% не меньше мощности, полученной на древесной чурке при тех же условиях (порода и влажность).

Газогенераторы ЦНИИВТ-3 для двигателя ЧТЗ на 60 л.с. при внесении небольших изменений могут быть переведены на дрова длиной 500 мм. Опыт эксплуатации должен быть использован для совершенствования газогенераторных установок.

Полученные результаты, однако, не дают основания считать проблему газификации швырка полностью разрешенной. Необходимо работать над созданием специальных газогенераторов с учетом всех особенностей газификации длинных дров мягких пород.

Инж. А. Генин

Ленинград)

## Экономичные водоопреснительные установки для морских судов

Все морские суда вынуждены, выходя в рейс, брать довольно значительный запас пресной воды для нужд команды и пассажиров, а также для питания паровых котлов.

В большинстве случаев запасы пресной воды на судах исчисляются десятками тонн, возрастая особенно сильно на пассажирских судах. Запас пресной воды заметно снижает полезную грузоподъемность судна, а кроме того, при заграничных рейсах приходится расходовать валюту на приобретение пресной воды. Водоопреснительные установки в торговом флоте мало применяются. Объясняется это сравнительно большим расходом свежего пара (а, следовательно, и топлива), необходимого для водоопреснителей. Кроме того, последние занимают довольно много места в машинно-котельном отделении. Именно, этим вызывается применение на судах почти исключительно мало экономичных одноступенчатых водоопреснительных аппаратов, расходующих около 1,2 кг свежего пара на 1 кг приготавливаемой пресной воды.

Более экономичные многоступенчатые аппараты неудобны потому, что занимают слишком много места. Правда, на паровых

судах расход топлива на приготовление пресной воды может быть сильно снижен за счет использования вторичного пара, получаемого в аппаратах на подогреве питательной воды, идущей в котлы. На теплоходах же эта возможность сильно ограничена малой производительностью вспомогательных котлов.

Пресная вода может быть дешево приготовлена в особых водоопреснительных аппаратах (испарителях), снабженных так называемым тепловым насосом (иначе называемым термокомпрессором). Испарители с термокомпрессором уже получили заметное распространение в некоторых отраслях промышленности и зарекомендовали себя как очень экономичные, занимающие к тому же мало места. Применение испарителей с термокомпрессором в судовых установках поможет дешево получать пресную воду, заметно увеличить полезную грузоподъемность судов и прекратить расход валюты на приобретение пресной воды в заграничных портах.

Сущность устройства испарителя с термокомпрессором заключается в том, что вторичный пар, получающийся в испарителе,

двигающихся в одном пролете, установки их на тележки, электрокары, автокары, рольганги и т. д., перевозки в следующий пролет и т. д.;

4) необходимость наличия ряда вспомогательных транспортных устройств в цехах и складах (вагонетки на узкоколейках, тележки, автокары, электрокары и т. д.);

5) ухудшение качества выпускаемой продукции в литейных цехах из-за остывания металла при перегрузке его из пролета в пролет и плохого вследствие этого заполнения форм;

6) невозможность компактного расположения оборудования в цехах, так как мертвые зоны и места для проезда вспомогательного транспорта мешают рациональному расположению оборудования;

7) необходимость увеличения высот, а следовательно, и кубатуры замыкающих пролетов, примерно, на 30—40% для пропуска крана замыкающего пролета над кранами основных пролетов, двигающимися по подкрановым консольным путям в замыкающий пролет;

8) увеличение опасности для здоровья и жизни рабочих вследствие дополнительных перегрузочных операций при перевозке из пролета в пролет расплавленного металла.

В судостроительных, судоремонтных заводах и в портовых складах, кроме всех указанных недостатков, требуется при обычных кранах ряд перегрузочных операций для передачи из пролета здания наружу, т. е. на автогужевой, железнодорожный и водный транспорт.

Построенные и пущенные в эксплуатацию краны на Архангельском заводе «Красная кузница», также строящиеся в настоящее время краны для Керченского завода и разработанные конструкции для различных эксплуатационных случаев полностью устраняют указанные недостатки стандартных кранов. Новые краны создают базу для усовершенствования работающих крановых конструкций, облегчают труд рабочих, уменьшают транспортные внутрицеховые и внутрискладские устройства, уменьшают цеховые площади и высоты замыкающих пролетов, повышают производительность, ускоряют и удешевляют технологический процесс.

В судокотельном цехе завода «Красная кузница» установлены между пролетами по два переходных мостика в двух местах цеха.

Эта планировка конструкций дает возможность не только перехода груза с крана первого пролета на кран второго пролета, но дает возможность одновременно перейти грузу с крана второго пролета на кран первого пролета, т. е. кран не ждет, пока ушедшая от него тележка (тельфер) с грузом, произведя операцию в следующем пролете, вернется обратно.

Достигается это следующим образом: против двух рядом расположенных мостиков становятся краны, тележки (тельфера) с грузами переходят на эти мостики, далее краны меняют мостики, забирают груз, обмениваются тельферами и

продолжают свою работу, имея на мостовой ферме тележку (тельфер) с грузом, взятым в соседнем пролете.

Одним из сложнейших вопросов конструирования были предохранительные, запорные и остановочные устройства.

В связи с полным изменением конструкции кранов и передвижением грузов по нижнему поясу необходимо было найти надежное решение, обеспечивающее, с одной стороны, безопасность работы кранов, т. е. невозможность падения тельфера (тележки) с грузом при движении крана, а с другой стороны, обеспечивающее безотказную передачу этого груза из пролета в пролет.

Решение этих двух задач казалось неосуществимым, так как они несли в себе ряд противоречий.

Также казались технически неосуществимыми быстрота и миллиметровая точность остановки 20-метровых мостовых кранов, обладающих значительной инерционной силой, друг против друга и против переходных мостиков. Огромный мост, длиной 20 м, с грузом 5 т,двигающийся со скоростью 60 м в минуту, должен был остановиться точно миллиметр в миллиметр против переходного мостика для передачи груза в следующий пролет.

Задача была очень сложна, но напряженная работа дала результат исключительно хороший.

Построенные по решению Наркома краны работают «безотказно, стыкование происходит точно и быстро в течение 10—12 секунд», так гласит акт испытаний.

Строящиеся в данное время для Керченского завода краны предусматривают бесперегрузочную передачу из пролета в пролет при разных высотах пролетов и разных высотах подкрановых путей. Инициатива Наркомвода подхвачена и внедряется рядом других наркоматов.

Народный комиссар машиностроения СССР, тов. Брускин А. Д., специальным распоряжением за № 1101 принял ряд конкретных мероприятий по внедрению кранов, предложенных мною систем в промышленность. Государственный институт по проектированию машиностроительных и металлургических заводов разрабатывает новые методы проектирования заводов в связи с бесперегрузочными крановыми конструкциями.

Московский метрополитен сообщил о необходимости применения на строящемся депо кранов этой системы.

Система бесперегрузочных крановых конструкций дает также возможность из любого места цеха судоремонтного, судостроительного завода передавать груз непосредственно на автогужевой или железнодорожный и другой транспорт. Практически подтвержденные усовершенствованные конструкции бесспорно найдут себе широкое применение на предприятиях водного транспорта и тем самым значительно облегчат труд рабочих, ускорят и удешевят весь технологический процесс и уменьшат капиталоотложения при строительстве зданий.

(Продолжение в следующих номерах).

## ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ 1938 03

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА

### Тяговые качества колесных газоходов

Инж. К. Н. ШИМКО

Внедрение газогенераторных установок в речном транспорте открывает новую страницу в развитии речного флота, причем газоходы также являются основным типом флота для освоения малых рек.

В 1936—1937 гг. построено значительное количество газоходов разнообразных конструктивных типов и размерений, мощностью в 60 и 120 сил, с тракторными двигателями ЧТЗ «Сталинец-60».

В навигацию 1937 г. уже эксплуатировалось большое количество судов этого типа как винтовых в 60 л. с., так и колесных в 120 л. с. и несколько единиц колесных в 60 л. с.

Не охватывая всех вопросов, связанных с газоходами, мы остановимся лишь на тяговых качествах построенных колесных газоходов.

В настоящее время мы имеем 13 типов газоходов, характеризующихся следующими основными данными (см. табл.).

В минувшем году не все типы судов были испытаны, в частности не имеется данных испытаний по газоходам постройки сибирских пароходств, а также совершенно неудовлетворительно испытаны газоходы 120 л. с. по проекту Техконбюро в Днепровском пароходстве. Однако и имеющиеся данные являются достаточными для оценки качества отдельных типов.

На графиках (рис. 1, 2, 3 и 4) представлены тяговые характеристики газоходов различных типов, полученных по испытаниям.

Особенный интерес представляют испытания газохода-толкача конструкции т. Шерлаимова (МСВ-37). Это судно испы-

Таблица основных данных по колесным газоходам<sup>1</sup>

Типы судов	Мощн. в л. с.	Материал корпуса	Род движ.	Размеры корпуса в м			Осадка	
				длина	ширина	высота сорта	средняя	габаритная
МСВ-33 Моссудоверфь . . . . .	120	Дер.	Борт. колеса То же	30	55 (11,75)	2,4	0,62	0,65
МСВ-34 . . . . .	120	»	То же	30	7 (13,15)	1,65	0,5	0,51
МСВ-37 констр. Ш.Шерлаимова . . . . .	120	Компов.	Задне-кол.	24,2	7 (7,32)	1,1	0,42	0,42—0,47
Техконбюро ТПКБ-120 Днепр. п-ва . . . . .	120	Дер.	Борт. колеса То же	32,5	65 (13,5)	2,2	—	0,5—0,52
ТПКБ-60 Сев. п-ва . . . . .	60	»	То же	24	4,7 (9,6)	1,25	0,4—0,42	0,45
Троицкого . . . . .	60	»	Задне-кол.	23	5	1,3	0,47	0,52
В.-Вол. ВНИТОВТ . . . . .	120	»	Борт. кол.	35	6,5	1,6/2,4	0,52	0,58

<sup>1</sup> Данные приведены лишь по газоходам, по которым имеются испытания.

тывалось при двух погружениях гребных колес, при буксировке и толкании одних и тех же понтонов.

Данные тяговых показателей приведены на графике (рис. 2). Выигрыш по скорости получен от 3 до 10%, последнее — при толкании двух понтонов. Характерным при толкании является отсутствие рыскливости воза, обеспечивающее дополнительный выигрыш в скорости.

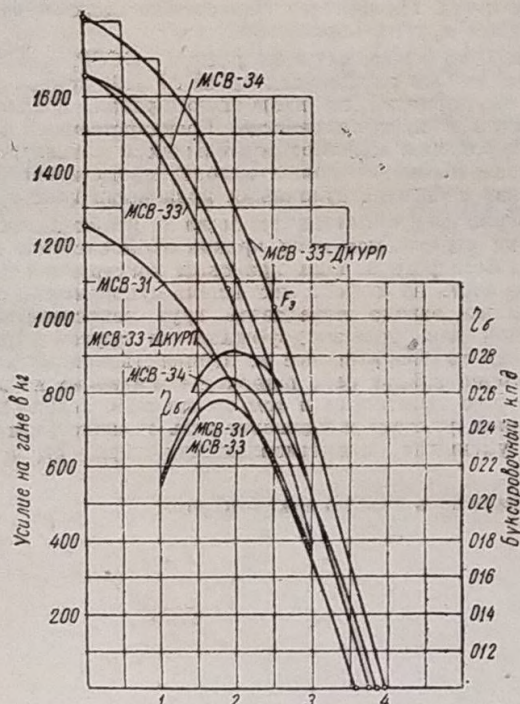


Рис. 1. Тяговые характеристики газоходов 120 л. с. типа МСВ-31, МСВ-33 и МСВ-34.

Незначительные габаритные размеры судна-толкача (оно же может работать при буксировке), весьма малая осадка при достаточном удовлетворительных тяговых качествах определяют существенные преимущества перед остальными типами газоходов 120 л. с., рассчитанных для работы на малых реках. При наличии задних гребных колес толкач обладает вполне удовлетворительными маневровыми качествами, усиленными вдобавок независимостью работы двух двигателей, каждый на свое гребное колесо.

Это является вообще весьма благоприятной особенностью газоходов 120 л. с., причем использование этой блестящей особенности находится в зависимости от качества реверсивных муфт.

Из других колесных газоходов в деревянном корпусе особенно заслуживает быть отмеченным газоход МСВ-33 с осадкой 0,65 м.

Этот тип судна обладает хорошими маневровыми качествами, неплохими тяговыми показателями и, учитывая размеры корпуса и конструкцию, несомненно, является наиболее удачным типом колесного газохода в деревянном корпусе.

Следует обратить внимание на значительное улучшение тяговых качеств судов типа МСВ-33 в сравнении с прототипным колесным газоходом, участвовавшим в пробеге газоходов 1935 г., в результате изменения конструкции и элементов гребных колес. Эффект увеличения тяги на гаке составляет при скорости 7 км/час 28%.

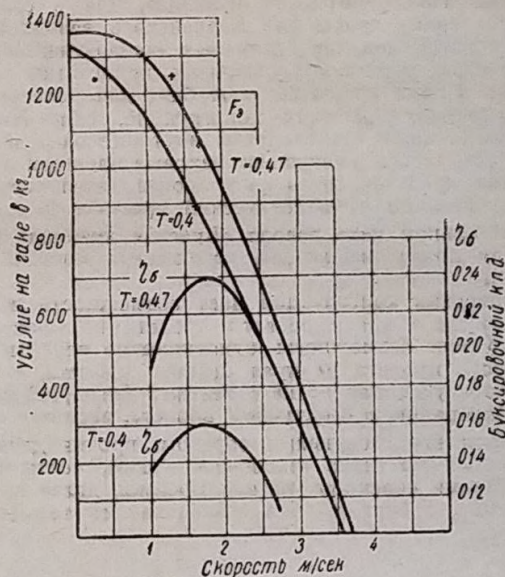


Рис. 2. Тяговые характеристики буксирного заднеколесного газохода 120 л. с. конструкции т. Шерлаимова МСВ-37 при двух погружениях гребных колес.

Колесные газоходы 120 л. с., рассчитанные на осадку 0,5 м, для работы на малых реках, как показал опыт минувшей навигации, не соответствуют условиям наиболее эффективной эксплуатации на малых реках по двум основным причинам.

Во-первых, из-за необходимости буксировки повышенных сравнительно возов, не обеспечиваемых при работе на малых реках (при малых осадках).

Во-вторых, из-за больших габаритных размеров, неудобных при работе на стесненном фарватере.

Поэтому можно считать, исходя из опыта, неоправданными слишком малые осадки колесных газоходов 120 л. с., причем эти малые осадки куплены ценой весьма больших размеров корпуса, не обеспечивающих при деревянном корпусе достаточной его продольной прочности.

В отдельных случаях, в судах мощностью 120 л. с. для малых рек (при осадке 0,45—0,5 м) целесообразно применение железных корпусов для колесных газоходов.

Из колесных газоходов наибольший практический интерес имеет газоход с бортовыми колесами 60 л. с. по проекту Техконбюро, построенный в Северном пароходстве.

Отличные тяговые качества (график на рис. 4), малая осадка (0,4 м), достаточные удобные помещения для команды, несмотря на мелкие дефекты, устраняемые при дальнейшей постройке, делают его ведущим типом газохода для освоения малых рек.

Его исключительные преимущества по тяге по сравнению с винтовыми газоходами по существу делают его внеконкурентным для условий ограниченных глубин.

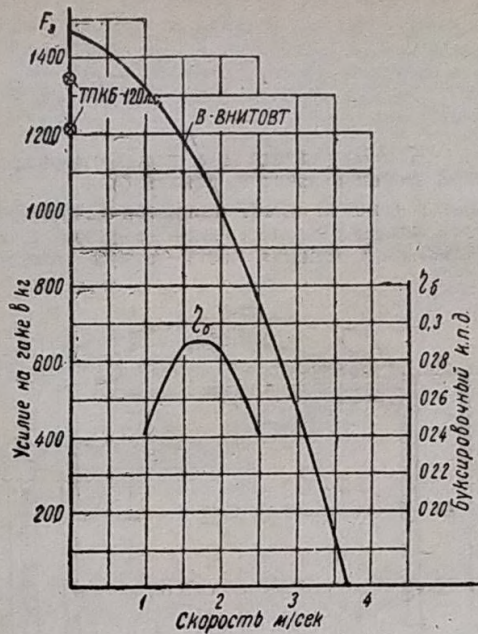


Рис. 3. Тяговая характеристика газохода 120 л. с. по проекту Верхневолжского ВНИТОВТ.

Полученные опытные данные по заднеколесному газоходу конструкции г. Троицкого (график на рис. 4) являются неудовлетворительными в связи с неудачной конструкцией дви-

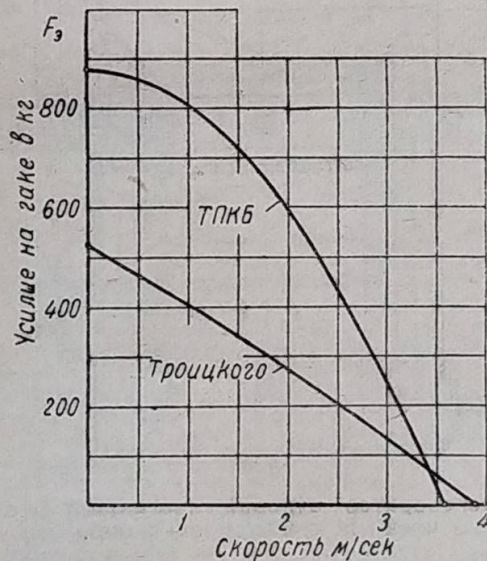


Рис. 4. Тяговая характеристика колесных газоходов 60 л. с. по проекту ТПКБ постройки Северного пароходства и по проекту г. Троицкого, постройки Ногатинского завода.

жителя. Однако газоходы этого типа по проекту Техконбюро с значительно улучшенной движительной частью могут найти успешное применение после проверки опытных газоходов этого типа в эксплуатации.

С сожалением следует отметить отсутствие каких-либо данных испытаний колесных газоходов в металлическом корпусе постройки Восточного Цурта, представляющих несомненный интерес в ряду указанных выше газоходов.

Испытания большинства отмеченных газоходов проводились в весьма тяжелых условиях поздней осени. Частично эти испытания должны быть повторены после устранения некоторых дефектов.

Следует обратить внимание на особо характерное для колесных газоходов условие получения действительных для данного типа газоходов показателей — это достаточную эксплуатационную приработку движущихся элементов установки (редуктора, гребных колес, двигателя).

Мы имеем следующие разительные данные влияния этой приработки на показатели: газоход МСВ-31 в 1935 г. после выпуска давал порожнем 32—34 об/мин. После 200-часовой работы число оборотов увеличилось при тех же режимах работы двигателя до 42—43 об/мин.; один из серийных газоходов типа МСВ-34, совершенно необкатанный после монтажа, дал на швартовых максимум 1150 кг, однотипный газоход, обкатанный в течение 15—20 час., дал при том же режиме 1650 кг.

Эти примеры указывают на необходимость учета фактора приработки при оценке данных испытаний колесных судов, причем для выявления действительных характеристик колесных газоходов следует проводить испытания после 100—200 час. эксплуатационной работы судна.

Полученные тяговые показатели для наиболее удачных типов газоходов являются вполне удовлетворительными, если принять во внимание эффективную мощность двигателя на газу в 53—55 э. л. с. и наличие редукторов.

При дальнейшей постройке, несомненно, возможно некоторое увеличение тяги за счет усовершенствования гребных колес, снижения механических потерь и повышения мощности двигателей на газу.

Опыт эксплуатации колесных газоходов показал, что наиболее слабым местом силовых установок являются реверсивные муфты, не обеспечивающие безотказной работы, вызывающие частые поломки и пр.

Это зависит не только от конструкции, но также и от качества изготовления сборки и регулировки муфт.

По существу муфты являются наиболее сложным агрегатом газоходов, хотя они и не нашли достаточного к себе внимания при эксплуатации.

При обеспечении тщательного ремонта, монтажа, регулировки и обслуживания можно считать безусловно возможным обеспечить бесперебойную эксплуатацию колесных газоходов в навигацию 1938 г.

Вместе с тем должен быть испытан ряд новых конструкций реверсивных муфт, из которых наибольшего внимания заслуживают гидравлические муфты, как наиболее соответствующие режиму работы колесных судов.

Успешное решение задачи создания и постройки реверсивных муфт, соответствующих условиям работы колесных газоходов, даст возможность судам этого типа полностью использовать в эксплуатации исключительное маневровое качество — независимость установки (независимость направления работы обоих гребных колес).

Появление на реках СССР сравнительно мощных 120-сильных газоходов, освоение их эксплуатации ставит задачу постройки транспортных газоходов еще большей мощности.

# Испытание газоходов ЛС-2 и СВК-9 Наркомлеса

Инж. П. В. АНДРЕЕВ

В октябре 1937 г. на судомеханическом заводе Лесосудомашстрой в г. Костроме были произведены испытания двух газогенераторных катеров (газоходов): первый системы Лесосудомашстрой ЛС-2, разработанный инж. Семеновым-Жуковым и второй системы Центрального научно-исследовательского института лесосплава СВК-9, разработанный инж. Кузнецовым.

Испытания производились комиссией Наркомлеса на Волге в производственных условиях.

Газогенераторные установки были поставлены в совершенно одинаковые условия, т. е. были установлены в одинаковые катера, имеющие следующую характеристику: катера металлические, изготовленные Костромским судостроительным заводом Лесосудомашстрой. Длина катера 15,3 м, ширина 3,1 м. Осадка с полным запасом топлива 0,75—0,80 м. Длина машинного отделения 4,5 м, ширина надстройки 2,2 м. В носовой части — каюта, рассчитанная на 4 места.

Между машинным отделением и рубкой по глубине корпуса расположен отсек объемом около 5 м<sup>3</sup> для хранения запасного твердого топлива.

В кормовой части расположены симметрично по бортам два ящика для хранения топлива. В кормовой же части поставлена варповальная лебедка.

## Конструкция газогенераторной установки ЛС-2

Газогенераторная установка ЛС-2 (рис. 1) работает по принципу обратного процесса и предназначена для выработки силового газа из древесного топлива — чурок размером 80 × 70 × 60 мм.

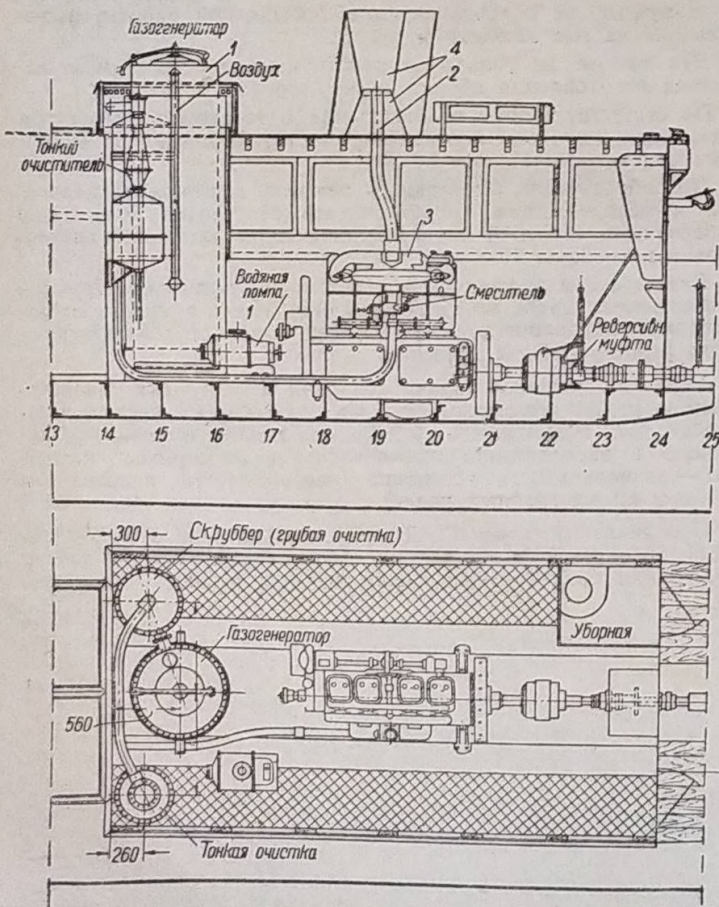


Рис. 1. Общее расположение газогенераторной установки и других систем и устройств на катере ЛС-2.

Двигатель — ЧТЗ-60 (на бензине, конвертированный на газ с увеличенной степенью сжатия, равной 6).

Газогенератор (рис. 2) имеет цилиндрическую форму и состоит из трех частей: верхняя часть — бункер 1, внутренняя часть — топливник 2, нижняя часть — кожух газогенератора 3.

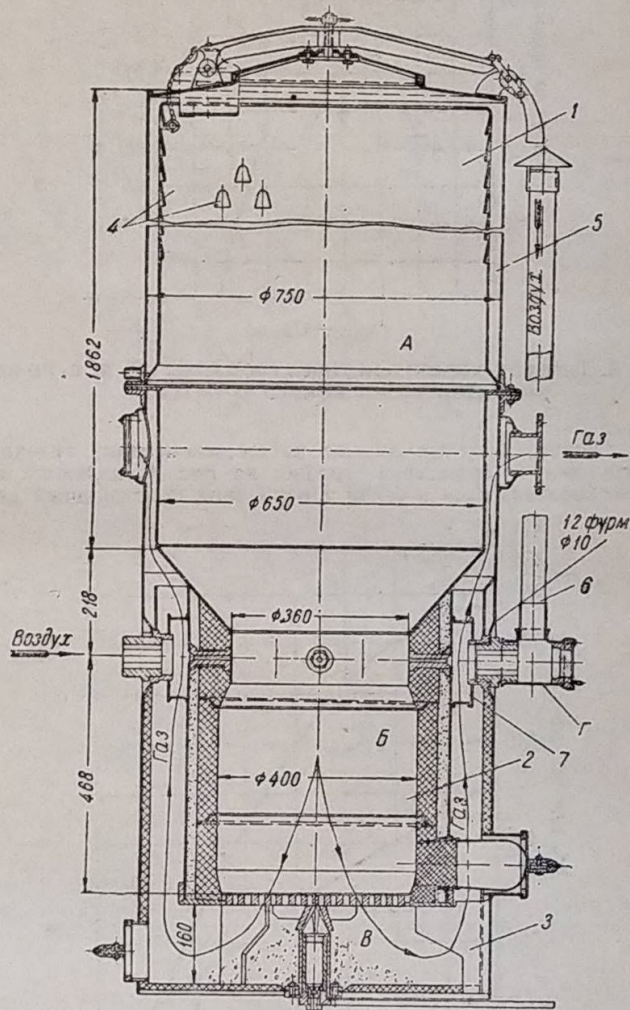


Рис. 2. Газогенератор судовой газогенераторной установки ЛС-2-60 (дрова-чурки).

Эти части соединены между собой одним фланцевым соединением.

Бункер состоит из двух стенок, отстоящих друг от друга на 25 мм. В верхней части внутреннего цилиндра бункера есть пять рядов отверстий 4, через которые, а равно и через верхний кольцевой зазор 5 удаляется из генератора по трубке, опущенной в гидравлический затвор, часть водяных паров, образующихся при подсушке топлива.

Агрегат топливника является продолжением бункера с переходным конусом и нижней частью топливника. Воздух в топливник подается из атмосферы посредством двух труб 6 сначала в воздушное кольцо топливника 7, откуда через 12 фурм (отверстий)  $d = 10$  мм — в зону горения. Кожух топливника выложен огнеупорным кирпичом. В нижней части кожуха генератора есть зольниковый люк, над которым смонтирована колосниковая решетка, имеющая колебательное движение около оси с амплитудой колебания 40 мм, предназначенное для интенсивного встряхивания угля.

В верхней части кожуха приварено полукольцо, назначение которого — двусторонний отсос газа из генератора. Верх-

ний отбор газа обеспечивает подогрев дров в зоне сухой перегонки теплом отходящего газа.

Очиститель и охладитель газа — скруббер (предварительная очистка газа) (рис. 3) состоит из двух частей, соединенных между собой фланцами. В нижней части скруббера на решетке 1 помещен слой кокса высотой 520—600 мм. Диаметр скруббера 480 мм. В нижней части находится патрубок 2 приема газа  $d = 3''$ .

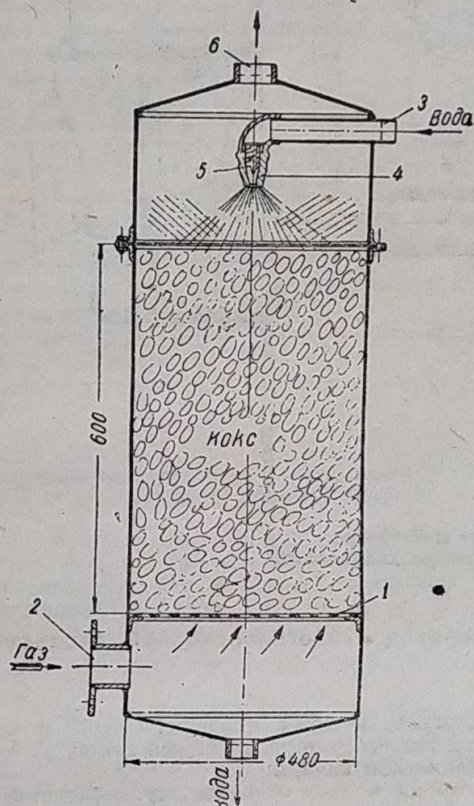


Рис. 3. Очиститель-охладитель судовой газогенераторной установки ЛС-2.

В верхней части скруббера помещена труба  $3d = 1,5'$ , подводящая воду к распылителю. Форсунка 4 типа Кертинга состоит из двух частей: корпуса и двухходового червяка 5. Посадка частей плотная. Вода, поступающая в форсунку под напором в 2—2,5 ат, получает в ней вращательное движение и в виде водяного конуса вылетает из форсунки со скоростью 8—10 м/сек. Навстречу водяному конусу поставлен дырчатый усеченный конус из кровельного железа (не показан на чертеже). Ударяясь об конус, вода превращается в мельчайшие капельки, которые равномерным слоем ложатся на поверхность кокса. В верхней же части скруббера находится и газоотводящий патрубок  $6d = 2,5'$ .

Газ, поступающий в нижнюю часть скруббера, насыщается парами воды и поднимается по межкоксовому пространству вверх, навстречу идущей сверху воде. Крупные частицы пыли выпадают сразу же при входе газа в скруббер. По мере поднятия газа вверх температура его падает, а мелкая угольная пыль уносится обратно струйками воды, стекающими за борт. Тонкий очиститель газа (рис. 4) основан на принципе тесного соприкосновения мельчайших частиц воды с частицами газа или на принципе получения эмульсии газа с водой. Конструктивно он представляет собой форсунку 1 с внутренним распыливанием типа Кертинга. В камеру распыливания (смешения), перпендикулярно к потоку воды, со скоростью 20—25 м/сек входит газ, образуя эмульсию. Смоченные частицы пыли вместе с водой выбрасываются за борт, а газ проходит через осушительное устройство.

Конструктивно осушительное устройство состоит из патрубка 4, покрытого сферическим колпачком 2. Между сферой и патрубком имеется кольцевая щель 3, через которую и проходит газ, увлажненный возвышенными частицами воды.

Газ по выходе из щели изменяет свою скорость и поднимается вверх. Частицы воды по инерции продолжают двигаться с той же скоростью по касательной к сферической поверхности и, ударившись о внутреннюю стенку кожуха очи-

стителя, теряют силу, падают и стекают через отверстие в конусной диафрагме в общий поток воды, идущей за борт.

Потребителями воды на катере являются двигатель, скруббер, тонкий очиститель. Вода подается трехступенчатой помпой 1 производительностью 10 м<sup>3</sup>/час. Помпа приводится в движение от вентиляторного валика двигателя посредством ременной передачи.

Расположение установки в машинном отделении видно из рис. 1.

Газогенератор имеет изоляционный кожух для уменьшения потерь в окружающую среду. Выхлопная труба 2 двигателя изолирована асбестом. Выхлопной коллектор 3 двигателя заключен в водяную рубашку. Машинное отделение вентилируется вытяжным эжектором 4.

Генератор, как правило, разжигается самотягой. В экстренных случаях может быть разожжен помощью факелов и двигателя. Продолжительность розжига самотягой — 30—25 мин., факелами — 5—6 мин., включая перевод на газ.

Чистка зольника производится через 12—14 час. Дрова в генератор загружаются мешками через 1 час 30 мин.—1 час 45 мин. В бункере генератора одновременно помещается от 80 до 100 кг дров. Ввиду чувствительности газогенератора к открыванию крышки загрузку приходится производить возможно быстрее, с обязательным перерывом между мешками.

Встряхивание колосниковой решетки производится периодически, в зависимости от засоренности газогенератора.

Положительные качества установки, выявленные в процессе испытаний:

1. Полная устойчивость работы газогенератора как на постоянном, так и на переменном режиме при различных нагрузках.
2. Быстрый и бесперебойный перевод двигателя с бензина на газ.

3. Простота обслуживания и ухода за установкой, не требующей чистки скруббера и тонкого очистителя за все время эксплуатации в течение навигации.

4. Относительно малая потеря мощности.

К числу отрицательных качеств установки следует отнести:

1. Чувствительность газогенератора к загрузке топливом. Так, во время загрузки генератора топливом, продолжающейся 1—2 мин., двигатель снижает на 80—100 об/мин., затем так же быстро их повышает. Это требует особого навыка от обслуживающего персонала и при промахах грозит остановкой двигателя.

2. Усложнена система водо- и газопроводов.

3. Генератор выступает высоко над тентом катера у рубки и мешает смотреть рулевому назад.

### Газогенераторная установка СВК-9

Схему установки см. рис. 5. Общее расположение оборудования на катере дано на рис. 6.

Второй испытываемой газогенераторной установкой была конструкция СВК-9 с таким же двигателем, как и предыдущая установка. Эта установка с обратным процессом газификации древесного топлива — дров швырка длиной 0,33 м, толщиной 80 × 75 мм, влажностью до 30% — и представляющей промышленный интерес как установка, разрешающая проблему газификации длинных дров. Газогенератор имеет прямоугольную форму и состоит из следующих основных час-

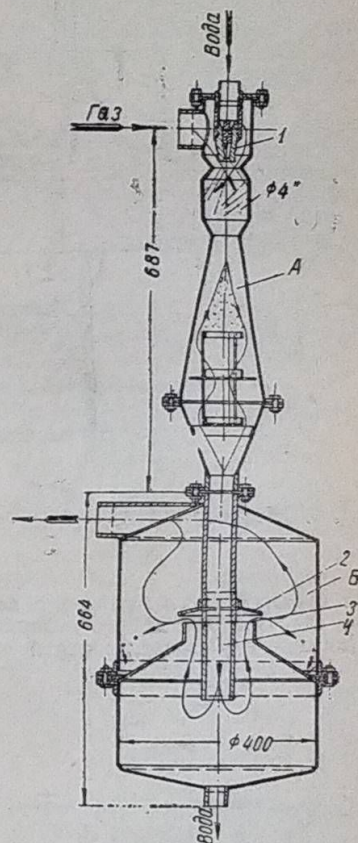


Рис. 4. Тонкий очиститель Б газа судовой газогенераторной установки ЛС-2-60.

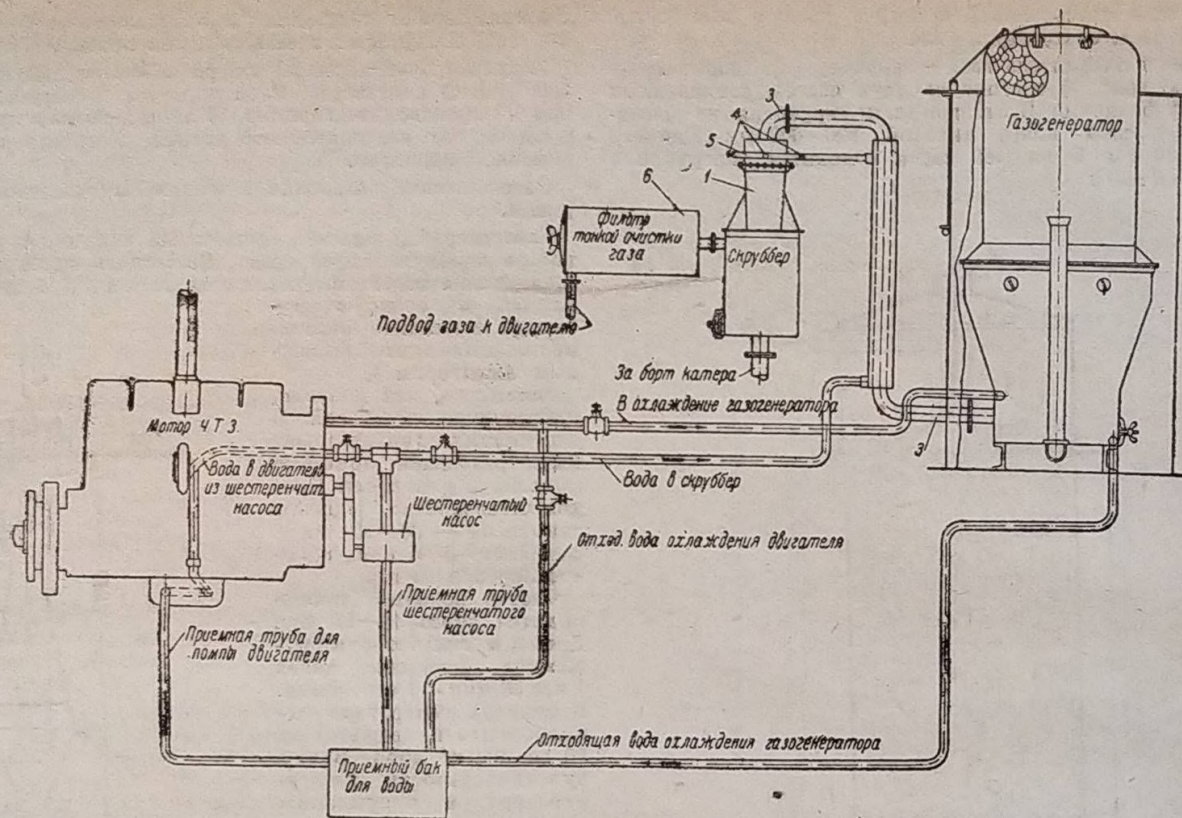


Рис. 5. Общее расположение газогенератора очистителей и газотрубопроводов газогенераторной установки СВК-9.

тей: верхней части бункера с загрузочным люком для топлива объемом 0,36 м<sup>3</sup>, что позволяет газогенератору работать в течение 1½—2 час.; нижней части бункера для теплоизо-

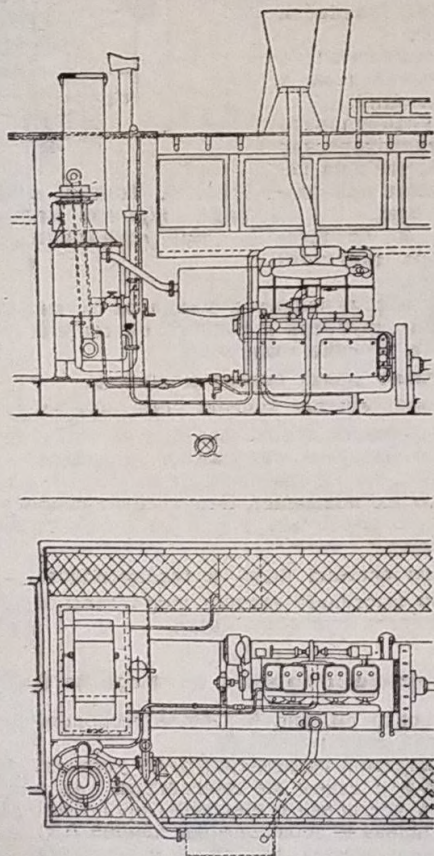


Рис. 6. Общее расположение газогенераторной установки и других систем и устройств на каюте СВК-9.

ляции и подогрева воздуха, входящего через всасывающую трубу; шахты газогенератора, имеющей форму усеченной пирамиды, зольниковой камеры.

Подача воздуха в зону горения осуществляется посредством дырочек, просверленных на ребре углового железа, приваренного к стенкам шахты по всему периметру генератора. Зольник расположен под шахтой, в самом низу газогенератора, ниже колосниковой решетки и состоит из газовых камер, отделенных от зольникового пространства с обеих сторон стенками, в которых просверлены отверстия для отсоса газа.

Для большей равномерности газ отсасывается с двух сторон к центру и отводится в очистительно-охлаждающую систему. Для встряхивания угольной мелочи сделана подвижная колосниковая решетка, производящая возвратно-последовательное движение. Для осмотра зольниковой камеры и выгребания золы служат люки, закрывающиеся плотно крышками.

Очистка и охлаждение газа в установке СВК-9 комбинированная, т. е. грубая очистка газа производится водой, тонкая — через сухой фильтр.

Грубая очистка газа осуществляется в скруббере (рис. 5), который состоит из отстойника размером 400×485 мм, резервуара 1 для фильтра размером 500×24×180 мм, из дисковой головки для разбрызгивания воды.

Газ из генератора по патрубку 3 поступает в распыляющую камеру. Вода через специальный патрубок подается под напором к трубчатому кольцу 5, к которому приварены четыре сопла 4, расположенные друг к другу под углом 90°. Таким образом струи, выходящие из 4 сопел, встречаются в одной точке (камера распыливания), ударяются, образуя водяную пыль, в которую входит газ, подвергающийся охлаждению и частичной очистке.

Из распылительной камеры газ поступает в резервуар фильтра, состоящего из 10 дисков, расположенных между собой на равных расстояниях и приваренных к стойкам. Диски имеют отверстия, расположенные в шахматном порядке. Пространство между дисками заполнено кусками кокса. Газ, проходя с водой из распылительной камеры через фильтр, охлаждается и освобождается от пыли и других механических примесей, затем поступает в фильтр на тонкую очистку.

Фильтр состоит из резервуара 6, сетчатых цилиндров, вложенных один в другой, образующих кольцевое сечение, заполненное кенафом (морской травой), и отстойника для кон-

денсатора воды. Поступающий в фильтр газ проходит слой кенафа и очищенный поступает в смеситель двигателя.

Изоляционное и вентиляционное устройства разработаны как и в установке ЛС-2. Вода для охлаждения двигателя и в скруббер подается шестеренчатым насосом.

Розжиг газогенератора можно производить самотягой, самотягой с помощью вентилятора, факелами с помощью двигателя.

Очиститель-фильтр очищается через 15—20 час. работы. Газогенераторная установка СВК-9 дала хорошие технико-экономические показатели.

Ее положительные качества:  
Простота конструкции и обслуживания.  
Относительная дешевизна изготовления самой установки и газофицируемого топлива — дров швырка. Заготовки швырка дешевле по сравнению с чурками в 2—3 раза.

Загрузка топлива не влияет на режим генератора.  
Отсутствие в газе смолистых веществ.  
Весьма удобное расположение газогенератора в катере.  
К недостаткам надо отнести:  
Недоработанность системы тонкого очистителя.  
Недостаточное охлаждение газа.  
Недостаточную устойчивость работы на малых оборотах двигателя.

Огромный недостаток всех катеров — отсутствие электроосвещения.

### Эксплуатационные узатели работы газоходов ЛС-2 и СВК-9

Во время эксплуатационных испытаний был произведен точный хронометраж работы газоходов. Газоходы испытывались в тяжелых условиях, в осеннее время, при сильных туманах и ночных заморозках.

Газоходы выполнили следующие рейсы:

1-й рейс — Кострома — Юрьевец, движение порожнем, пробег 184,7 км.

2-й рейс — Юрьевец — Бумажный комбинат (Балахна) — 102 км, с грузом плотов по 816 ф. м<sup>3</sup> на каждый катер.

3-й рейс — Бумажный комбинат — Юрьевец — 102 км, порожнем, против течения реки.

4-й рейс — Юрьевец — Кострома — 188 км, порожнем, против течения.

Каждый катер совершил пробег около 580 км, в том числе 102 км с грузом плотов. Все испытания, за исключением динамометрирования, производились на Волге. Динамометрирование проводилось на р. Костроме.

Каждый газоход проработал в общей сложности по 80 час. на газе, причем по 65 час. они проработали в эксплуатации, а остальное время затрачено на динамометрирование и на выяснение работоспособности газогенераторов на переменном режиме.

Во время пробега от Костромы до Юрьевца и далее до Бумажного комбината и обратно до Юрьевца газогенераторы работали на дровах из смеси березы 30%, сосны 40% и ели 30%, средней влажностью 20—23%. При движении газоходов от Юрьевца до Костромы работа газогенераторов производилась на дровах, состоящих из смеси сосны и ели, влажностью 17—20%. Газоход ЛС-2 работал на дровах-чурках размером 80 × 70 × 60 мм, а газоход СВК-9 на дровах размером 330 × 50 × 60 мм.

За время испытаний средний расход дров в час выразился для газохода ЛС-2 в 53 кг и для газохода СВК-9 — 48 кг, причем при движении порожнем расход дров в час на ЛС-2 составлял около 60 кг/час, а на СВК-9 около 55 кг/час. При грузовом движении часовой расход дров ЛС-2 равнялся 48,2 кг, а СВК-9 — 44,3 кг.

Меньший расход дров у газохода СВК-9 по сравнению с ЛС-2, видимо, объясняется тем, что двигатель развивал в среднем на 35—40 оборотов в мин. меньше, наличием более высокой температуры газа, поступающего в двигатель, и меньшим наполнением цилиндров вследствие большего сопротивления установки. Средние обороты двигателей газоходов получены для катера ЛС-2 — 617 об/мин. и для катера СВК-9 — 563 об/мин.

Во время движения порожнем среднее число оборотов двигателя на ЛС-2 было от 630 до 660 об/мин., а на СВК-9 от 570 до 605 об/мин., и соответственно при буксировке плотов у ЛС-2 — 536 об/мин., а у СВК-9 — 509 об/мин.

Технические скорости движения получены у газохода ЛС-2 на 3—5% выше, чем у газохода СВК-9; при движении порож-

нем по течению техническая скорость ЛС-2 — 18,2 км/час, а у СВК-9 — 17,1 км/час. Техническая скорость движения с грузом плотов у газохода ЛС-2 равна 3,68 км/час и у СВК-9 3,66 км/час.

Нагрузка при движении с грузом составляла для газохода ЛС-2 808 м<sup>3</sup>, а для СВК-9 — 816 м<sup>3</sup>, т. е. практически нагрузки в кубатуре на газоходы можно считать почти одинаковыми.

Средние тяговые усилия на гаке при движении с грузом плотов для ЛС-2 — 550 кг и для СВК-9 — 428 кг.

Расход бензина для пуска двигателей в среднем за время испытаний составил по газоходу ЛС-2 338 г в час, а СВК-9 — 684 г, что составляет на 1 км пробега при движении порожнем для ЛС-2 — 21 г и СВК-9 — 43 г.

Это объясняется главным образом тем, что газогенератор СВК-9 требовал больше времени для перевода двигателя на газ и большего количества остановок двигателя из-за газогенератора.

Расход бензина на 1 пуск двигателя составлял у газохода ЛС-2 — 0,707 кг, а у СВК-9 — 1,225 кг. Среднее время, потребное для перевода двигателя на газ при разогревом газогенератора самотягой равнялось для ЛС-2 — 1,5 мин., а у СВК-9 — 5,5 мин. Время готовности катера к работе при холодном состоянии (первоначальный пуск) для газохода ЛС-2 равнялось 74 мин., а для СВК-9 — 26 мин.

Время, затрачиваемое на розжиг газогенератора, пуск двигателя на бензине и перевод его на газ в установке СВК-9 меньше. Это можно объяснить применением ручного вентилятора для розжига газогенератора. Розжиг же газогенератора ЛС-2, как правило, производился самотягой.

При горячем состоянии газогенератора, после кратковременных остановок, двигатели переводились на газ: в установке ЛС-2 через 1,5 мин., а в СВК-9 — через 3,25 мин.

При эксплуатационных испытаниях газоходов было несколько случаев остановок двигателей у установки ЛС-2 во время загрузки топлива в газогенератор. У газогенераторной установки СВК-9 было несколько случаев попадания воды из очистителей в двигатель. Двигатели останавливались по вине газогенераторов за весь период эксплуатационных испытаний у ЛС-2 — 3 раза, а у СВК-9 — 11 раз. Заглуханий двигателя во время загрузки топлива у газогенератора СВК-9 не наблюдалось. Генератор СВК-9 устойчиво работает во время загрузки топлива, и двигатель не дает перебоев. Средняя продолжительность загрузки дров в генератор для ЛС-2 — 3,25 мин., а для СВК-9 — 4—9 мин.

Загрузка дров производилась одинаково для обоих газогенераторов через 1,5 часа.

Сопротивление газогенераторных установок проверялось путем измерения разрежений перед смесителем двигателя.

По мере засорения зольника сопротивление увеличивалось. Среднее разрежение для газогенератора ЛС-2 равнялось 386 мм и для СВК-9 — 473 мм водяного столба. Средняя температура газа, поступающего в двигатель перед смесителем, получена для ЛС-2 12,7°, а для СВК-9 24,4°, т. е. в два раза выше по сравнению с установкой ЛС-2. Температура воды в реке равнялась +3 ÷ +4°. Температура в машинном отделении у газоходов была почти одинаковая (+35—37° при температуре наружного воздуха +8 ÷ +10°).

Система очистителя газа у установки ЛС-2 не требовала просмотра и чистки за весь период испытаний. У установки СВК-9 очистка фильтра производилась через 12—20 час. работы газогенератора. На эту работу затрачивалось 0,5 чел.-час.

Газогенераторная установка СВК-9 почти по всем эксплуатационным показателям, за исключением расхода дров, уступает установке ЛС-2, примерно, на 10% (условно по шкале комиссии).

Чтобы выяснить надежность работы газогенераторных установок на переменном режиме, были проведены специальные испытания газогенераторов при работе двигателей на минимально возможных оборотах в течение часа без включения винта и с винтом. После этого двигателю давались большие обороты с полной нагрузкой путем включения винта.

В результате этих испытаний выявилось, что генератор ЛС-2 давал устойчивую работу при оборотах двигателя 240 об/мин в течение около часа. После этого двигателю давали полные обороты со включением винта. Перебоев в работе двигателя не было замечено.

То же было произведено с установкой СВК-9, причем во время работы на малых оборотах 270 об/мин, двигатель заглух после 8 мин. работы. После работы двигателя на больших оборотах и восстановления процессов газообразования мотору были опять даны малые обороты порядка 250—



300 об/мин. в течение около часа. Двигатель обороты держал неравномерно, требовал регулировки воздуха смесителя. После этого дали двигателю большие обороты до 250 об/мин. и полную нагрузку, причем перебоев не было замечено.

Эти испытания показали, что установка ЛС-2 менее чувствительна к переменной нагрузке.

### Динамометрирование

Динамометрирование газоходов производилось на швартовых на р. Костроме. Каждый газоход подвергался динамометрированию в течение двух часов. Двигателю давались максимальные обороты. Замер тяговых усилий на гаке и числа оборотов двигателя производился через каждые 10 минут.

Данные динамометрирования приведены в таблице.

Динамометрирование показывает, что сила тяги на гаке в большей степени зависит от влажности дров. На дровах влажности 23—25% газоходы давали тяговое усилие 300—350 кг, а на дровах сухих, влажностью 18—20%, тяговое усилие увеличилось до 500—550 кг. По тяговым свойствам газоходы почти равноценны. Несколько большую тягу развили, примерно на 50 кг, газоход ЛС-2.

На основании изучения и обработки материалов испытаний комиссия Наркомлеса постановила рекомендовать газогенераторную установку ЛС-2 (Лесосудомашстрой) для промышленного применения.

Установку СВК-9 предложено автору доработать, испытать зимой на стенде в лаборатории ЦНИИВТ, после чего она также может быть применена.

Газоход ЛС-2			Газоход СВК-9			Примечание
время	Тяговое усилие в кг	об/мин	время	Тяговое усилие в кг	об/мин	

13 час. 22 мин.	475	550	12 час. 00 мин.	450	510
13 » 22 »	495	550	12 » 10 »	350	550
13 » 32 »	495	520	12 » 20 »	300	500
13 » 42 »	425	508	12 » 30 »	250	500
13 » 52 »	460	525	12 » 40 »	325	480
14 » 02 »	455	515	12 » 50 »	300	490
14 » 12 »	435	520	13 » 00 »	375	510

#### Работа на сухих дровах

14 час. 22 мин.	435	535	16 час. 4 »	450	515
14 » 32 »	400	520	16 » 50 »	400	500
14 » 42 »	395	525	16 » 55 »	450	500
14 » 52 »	380	520	17 » 00 »	450	500

#### Работа на сухих дровах

17 час. 40 мин.	530	540	17 час. 05 мин.	425	505
17 » 50 »	510	530	17 » 10 »	430	500
18 » 00 »	500	530			
18 » 10 »	520	525			
18 » 20 »	535	530			
18 » 30 »	520	530			
18 » 40 »	525	530			

Газоход ЛС-2 с 13 час. 12 мин. до 14 час. 52 мин. работал на дровах из смеси березы 50% и 50% ели, влажностью до 25%. С 14 час. 52 мин. до 18 час. 40 мин. газоход работал на дровах 50% сосны и 50% ели, влажностью до 20%. Газоход СВК-9 с 12 час. 00 мин. до 13 час. 00 мин. работал на дровах из смеси березы 50% и 50% ели, влажностью 25%. С 16 час. 40 мин. до 17 час. 10 мин. СВК-9 работал на дровах более сухих, порядка 21—22% из сосны 50% и ели 50%.

## ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЯ ВОДНЫХ ПУТЕЙ

### О строительстве Большой Волги

Инж. А. А. ТВЕРДИСЛОВ

Нач. бюро «Большой Волги», нач. технической инспекции Наркомвода

Годом начала конкретных мероприятий по разрешению проблем Большой Волги надо считать 1932 г. В этом году 1 июня СНК СССР рассмотрел и утвердил Дмитровский (ныне осуществленный) вариант канала Москва — Волга, с плотиной на р. Волге у Иванькова, являющейся верхней ступенью лестницы плотин по Волге; 23 марта того же года постановлением правительства о постройке Ярославской, Балахнинской и Пермской ГЭС было положено начало энергетического использования Волги, а 22 мая постановлением о строительстве Камышинской плотины было начато также огромной важности дело — орошение Заволжья.

Дальнейшие проработки изменили и предполагавшуюся очередность постройки плотин и ГЭС на Волге в месте расположения некоторых из них. Так, вместо предполагавшейся плотины выше Ярославля с подпорной отметкой 92,0 м осуществляется плотина выше г. Рыбинска с отметкой верхнего бьефа 102,0 м, образующая громадное водохранилище, обеспечивающее годовое регулирование стока со сливной призмой порядка 15 км<sup>3</sup>; вместо Пермской ГЭС, в настоящее время законсервированной, ведутся исследования на расположенном выше Соликамска створе, где предполагается также создание значительного водохранилища и одновременно соединенные бассейны Камы и Печоры. Развертыванием работ по строительству Куйбышевского узла положен конец спорам о том, какой должна быть Волга в своем нижнем течении — свободной или шлюзован-

ной, и о том, какая из двух плотин — Куйбышевская или Камышинская — должна строиться первой.

Окончательная схема расположения сооружений и разбивки напоров Большой Волги разрабатывается сейчас проектными организациями НКВД и представляется (по предварительным еще наброскам) в таком виде:

№ п.п.	Место расположения	Км от устья	Отметка н. г. в м	Примечание
1	Камышин . . . . .	791	25,0	
2	Куйбышев . . . . .	1466	52,0—54,0	
3	Чебоксары . . . . .	2073	72,0	
4	Чкалово . . . . .	2437	85,0—87,0	б. Василево
5	Рыбинск . . . . .	2862	102,0	
6	Углич . . . . .	2988	113,0	
7	Иваньково . . . . .	3139	124,0	
На Каме				
1	Соколы горы . . . . .	197	80,0	

Осуществляемые уже сейчас узлы сооружений в Угличе и Рыбинске войдут в строй действующих предприятий уже в пределах текущей III пятилетки (к 1941 г.), Куйбышевское сооружение будет закончено к 1943 г.

Наличие только этих сооружений уже изменяет в корне существующие условия судоходства по Волге и теперь уже в 1938 г. требует принятия со сто-

## К ВОПРОСУ О ТЯГОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЯХ БУКСИРНЫХ КОЛЕСНЫХ ГАЗОХОДОВ ПО ПРОЕКТАМ ТЕХКОНБЮРО

(В порядке обсуждения)

Инж. В. П. АНДРИУТИН

В статье Г. В. Ефремова «Новый тип судовой силовой установки», опубликованной в № 5 журнала «Судостроение» за 1938 г., наряду с данными по габаритам и весам буксирных колесных газоходов, запроектированных Техконбюро, приведены и тяговые показатели.

Не ставя себе задачи исчерпывающего рассмотрения этого вопроса, ограничимся только рассмотрением тяговых показателей.

Конкретизируя, рассмотрим тяговые показатели газохода мощностью 240 э. л. с.

Для этого буксира при осадке в пределах 0,55—0,60 м, указывается тяга на гаке 2 670 кг при скорости хода 8 км в час. Рабочее число оборотов гребных колес принято 62,5 в минуту.

В эскизном проекте Техконбюро приняло следующие элементы гребных колес: диаметр по центрам лопастей—1,70 м, число лопастей—7 шт., ширина лопастей—0,40 м и длина их—2,50 м. Размер от днища до центра вала—1,088 м.

Таким образом основной фактор, который имеет решающее значение для эффективности гребного колеса—сечение реактивного потока, т. е. произведение из осадки на длину лопасти, принято равным  $1,37 \sim 1,50 \text{ м}^2$ .

Уже поверхностное ознакомление с этими данными вызывает сомнение в правильности расчетов Техконбюро.

В самом деле, по мощности этот буксир, грубо говоря, можно приравнять к 300-сильному паровому колесному буксиру, так как, приняв механический коэффициент полезного действия моторов, равный 0,80, имеем индикаторную мощность машинной установки, равную  $240 : 0,80 = 300$  и. л. с.

Практика постройки и эксплуатации 300-сильных буксиров показывает, что у этих буксиров хорошие тяговые показатели получаются при величине осадки не менее 0,80—0,85 м и длине лопасти, равной 3,50—3,80 м, т. е. при сечении реактивного потока, равной  $2,80 \text{ м}^2 \sim 3,20 \text{ м}^2$ .

В этих условиях хорошие 300-сильные колесные буксиры работают с буксировочным коэффициентом полезного действия не ниже 35% (отнесенным к индикаторной мощности).

Как на пример можно сослаться на буксир «Авиастрой» постройки Гороховцевкой судовой верфи в 1936 г.

Этот же коэффициент для рассматриваемого газохода получается около 26%.

Таким образом, если исходить из расчетов Техконбюро, то в конечном счете уменьшение габаритных размеров и строительной стоимости буксиров

получается ценой потери полезной мощности до 25%.

Это последнее обстоятельство, понятно, еще не решает вопроса. Может быть и стоит пойти на такую потерю буксиропособности ради выигрыша в строительной стоимости и тех выгод в эксплуатации, которые отмечены в статье Г. В. Ефремова. Во всяком случае этот вопрос должен быть решен на основе всестороннего исследования.

Однако при данных размерах гребных колес и данной осадке, как показывает контрольный расчет, тяговые показатели в действительности будут значительно ниже запроектированных Техконбюро.

Даже больше того—в запроектированных условиях газоход будет развивать мощность не более 180 э. л. с. вместо 240 сил—по проекту. Мы имеем в виду, что зафиксированное в проекте число оборотов моторов 1 000 в минуту не может быть повышено. При этом тяга на гаке соответственно уменьшится и будет не более 1 600—2 000 кг вместо 2 670 кг по проекту.

Объясняется это тем, что в расчете гребных колес не учтена поверхностная кавитация, которая в сильной степени будет проявляться при работе их в данных условиях.

В результате этого размеры колес получены настолько малыми, что они не способны полностью использовать мощность машинной установки.

Но даже, если бы путем удлинения лопасти до 3,50 м удалось загрузить машины на 100%, то и в этом случае при данной осадке тяговое усилие на гаке будет не более 2 200—2 400 кг вместо 2 670 кг—по проекту Техконбюро.

И далее, буксировочный к. п. д. будет не более 22—24%.

А это значит, что даже при удлиненной лопасти потеря полезной мощности по сравнению с нормальным 300-сильным буксиром будет равна 32—36%.

Мы имеем возможность проверить расчет колес только по газоходу 240 э. л. с., но надо полагать, что и по другим проектам, перечисленным в статье Г. В. Ефремова, картина получится аналогичная.

Из изложенного можно сделать вывод, что осадка 0,55—0,60 м для мощности 240 э. л. с. неприемлема.

Вообще говоря должно существовать какое-то определенное соотношение между мощностью буксира и его рабочей осадкой.

В данном случае это соотношение принято заведомо невыгодное, так как приводит к весьма низкому коэффициенту отдачи.

Это и неудивительно, ибо величина осадки 0,55—0,60 м мала даже для 200-сильных буксиров. Убедительным примером в этом отношении являются 200-сильные буксиры постройки завода имени М. Горького. До 1935 г. эти буксиры строились на осадку 0,60—0,64 м. Тяговая способность их характеризовалась буксировочным к. п. д. в 27—28%.

Впоследствии рабочая осадка их была доведена до 0,78—0,80 м и буксировочный к. п. д. увеличился до 34—35%.

С нашей точки зрения для колесного газохода мощностью 240 э. л. с. следует принять рабочую осадку не менее 0,75 м, а длину лопасти—3,60 м. При этом буксировочный к. п. д. может быть обеспечен около 31—32% вместо 26% по проекту Техконбюро, что дает увеличение полезной мощности на 20%.

Размеры судна должны быть пересмотрены в сторону некоторого увеличения, чтобы можно было сохранить надлежащее соотношение между длиной лопасти и шириной корпуса.

Если же по каким-либо соображениям увеличение

габаритов и осадки рассматриваемого буксира недопустимо, то встает вопрос о снижении его мощности, т. е. при заданной длине лопасти—2,50 м и осадке—0,55—0,60 м машинную установку нужно проектировать не более чем в 180 э. л. с. В результате мощность сверх этого не будет использована.

Совершенно необходимо предусмотреть возможность сохранения постоянной рабочей осадки путем применения замещающих балластных цистерн.

Нетрудно показать, что для газоходов постоянство рабочей осадки имеет огромное значение, так как изменение осадки в сторону уменьшения или увеличения против нормальной одинаково приведет к снижению мощности судна.

С другой стороны, балластирование даст возможность выгодно эксплуатировать судно на мелких реках. Поскольку предельно малая глубина встречается лишь местами, то при наличии балластных цистерн эти места могут быть пройдены при уменьшенной осадке, когда колеса будут работать с недогрузкой, но зато большую часть времени колеса могут работать на оптимальном погружении.

## О ВЛИЯНИИ КАВИТАЦИИ НА РАЗРУШЕНИЕ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ

Инж. А. А. АРУТЮНЯНЦ

На восстановление поврежденных судовых гребных винтов тратится по ориентировочному подсчету ежегодно до 6 млн. руб. Почти половина расходов падает на замену винтов, оказывающихся непригодными для дальнейшей работы вследствие разрушения самого металла винта после кратковременной работы на валу.

В настоящее время ведутся исследовательские работы в отношении выбора сплавов, более стойких против коррозий, чем обычные марки углеродистой стали и чугуна, из которых отливаются гребные винты.

За все истекшие годы борьба с разрушением винтов в системе Наркомвода не выходила из рамок борьбы с коррозией. Увлечение этой теорией отвлекло внимание всех инженерно-технических и научных работников водного транспорта от истинных причин разрушения винтов и направило всю исследовательскую мысль в этой области по ложному пути.

Коррозия, конечно, практически имеет место в процессе разрушения винтов, но она столь незначительна, что ею можно пренебречь. Истинной причиной разрушения винтов является так называемая эрозия, или механическое разрушение. Явление эрозии состоит в чисто механическом воздействии частиц воды на поверхность винта, при котором частицы металла винта вырываются и вымываются из всей массы металла. Подобное разрушение пронизывает всю толщу металла лопастей. Наибольший эффект механического воздействия воды получается в том случае, если винты кавитируют.

Кавитация заключается в образовании пустот у лопастей винтов, что обыкновенно получается при стесненном притоке струй воды к лопастям при

больших скоростях судов и больших величинах упорных давлений на единицу поверхности лопасти.

Если винты и очертания кормовой части таковы, что явление кавитации неустранимо, то никакой, даже самый твердый материал не выдержит и будет разрушаться.

Как показывают наблюдения, поверхности винтов, подвергшихся подобному разрушению, изъедены рябью, или язвинами, разбросанными по различным участкам лопастей. Иногда эти язвины пронизывают лопасти и ступицу насквозь. Известны случаи, когда винты выходили из строя за весьма короткое время.

В литературе имеются весьма поучительные описания этого явления. М. А. Алферьев в своем труде по гребным винтам сравнивает два гребных винта, установленные на однотипных пароходах, пересекающих Атлантический океан,—«Оройа» и «Оропеза». Эти пароходы имеют винты почти одинакового диаметра и по одинаковому числу лопастей (три). Разница заключается в том, что пароход «Оройа» имеет 14 узлов хода и 98,5 об/мин., а пароход «Оропеза»—12,28 узлов хода и 81 об/мин. Оба парохода двухвинтовые. Винты парохода «Оропеза» за один рейс из Европы в Америку и обратно были разрушены. Характер разрушения таков, который обычно работниками водного транспорта считается коррозией. Однако на винтах однотипного судна «Оройа» разрушения не замечалось. Это явление можно объяснить лишь тем, что винты второго судна работали в лучших условиях в отношении кавитации.

Таким образом, винты из одного и того же материала, но при различных условиях кавитации ведут себя различно. Если же считать, что разрушение

Решение правительства о перестройке заработной платы представляет собой огромную помощь речному транспорту.

Задача всех хозяйственных, партийных и профсоюзных организаций заключается в том, чтобы довести до каждого работника речного транспорта это постановление, разъяснить его значение, конкретно показать, что размер фактического заработка будет прямо и непосредственно зависеть от того, как каждое судно, каждый работник будет выполнять свои обязательства перед государством, выполнять план перевозок, задания по росту производительности труда.

На основе широкого разъяснения и неуклонного проведения в жизнь решения правительства необходимо мобилизовать усилия всех речников на

ликвидацию простоев, аварий, на улучшение диспетчерского командования флотом, на его рентабельную эксплуатацию, на уплотнение рабочего дня и на решительную борьбу с имевшими место извращениями в системе зарплаты, разбазариванием народных средств за счет самовольного повышения ставок, установлением всякого рода доплат, приписок, искусственного повышения зарплаты при помощи надуманных «систем» премирования за счет содержания в штатах фактически ненужных людей и плохого использования имеющейся рабочей силы.

Нет никакого сомнения, что на постановление правительства работники речного флота дадут ответ конкретным делом — ликвидируют отставание и перевыполнят план перевозок в навигацию 1939 года

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ТОПЛИВНЫХ БАЗ ДЛЯ ГАЗОХОДОВ**

**Инж. Я. П. ПЕТРОВ**

1939 г. должен быть переломным годом на пути полного перевода моторного флота на питание твердым древесным топливом.

Бесспорно, что для перевода мотоплота на твердое топливо и для его нормальной и экономной эксплуатации необходима правильная организация топливного хозяйства.

Эта организация требует разрешения трех основных вопросов:

- 1) обеспечения газоходов дровами с нормальным содержанием влаги;
- 2) заготовки древесных чурок и швырка определенного размера;
- 3) механизации процесса разделки древесных чурок и швырка.

До последнего времени на водном транспорте этим вопросам не уделялось достаточного внимания и только в неорганизованности топливного хозяйства следует искать одну из причин, мешающих поднять работу газоходов до максимальной их производительности.

Известно, что на работу газогенераторной установки влияют такие факторы, как порода древесины, степень ее влажности и размер чурок или швырка.

Процессу газификации в газогенераторе подвергается растительное топливо — древесина. Древесина, как твердое топливо, может быть получена из разных пород дерева (лиственных и хвойных), причем могут быть использованы мягкие и твердые сорта древесины.

Однако, практика газификации древесного топлива разных пород в современных транспортных газогенераторах показала, что наилучшим с эксплуатационной точки зрения будет топливо твердых лиственных пород (береза, дуб, бук). Топливо

из хвойных пород, особенно из ели, как наиболее мягкой породы, при сгорании в генераторе дает большое количество мелкого угля, что ведет к быстрому засорению газогенераторной установки.

Твердые породы древесины (дуб, бук, береза) широко применяются в сухопутных генераторных установках — газогенераторных автомобилях. Даже до сих пор некоторые специалисты продолжают утверждать, что в газогенераторных установках можно газифицировать древесину только твердых пород — бук, дуб и т. д.

Между тем абсолютное требование для газификации использования бука и дуба ведет к сознательному уничтожению ценных пород, редко встречающихся в лесных массивах Союза. Это требование отталкивает хозяйственников от применения газогенераторных установок и вызывает пренебрежение к местному топливу — сосне, ели, березе и их смесям. Практикой работ ряда институтов, в том числе ЦНИИЛесосплава и ЦНИИВТа, доказано, что в газогенераторных установках с равным успехом газифицируется древесина мягких пород — сосны, ели, а также их смесей. Однако этим самым не отрицается более удовлетворительная работа генератора на твердых породах — бук, дуб и т. д. Поэтому мы рекомендуем работать на древесине: сосна, ель, береза и их смесях, а там, где имеются большие отходы местных твердых пород — бук, дуб, — следует утилизировать и эти породы.

В газогенераторе должна газифицироваться сухая древесина с содержанием влаги не выше 20—25%. Повышенное влагосодержание в древесине снижает мощность газохода.

Не редки случаи, когда чурки и швырок заготавливаются за несколько дней до их употребления из сырых или сплавных дров. Так, например, при ис-

питании газоходов институтом ЦНИИЛесосплава в навигацию 1938 г. в Карелии мы вынуждены были употреблять для газификации древесину с влажностью 30—35%, в некоторых случаях доходящую до 40—45%, вместо нормальной в 20—25%. На газоходы грузилась случайная сплавная древесина — с открытых складов с сырым грунтом. Увеличенная влажность снижала тяговые качества газохода на 30%.

Использование для газификации древесины с такой высокой влажностью в огромнейшем лесном массиве, каким является Карелия, объясняется халатностью, неорганизованностью и несвоевременной подготовкой топлива.

Между тем получить топливо с нормальным содержанием влаги вполне возможно. Необходимо только использовать все имеющиеся средства для понижения влажности древесины, а эти средства находятся в руках эксплуатирующих организаций.

Борьбу за снижение влажности необходимо вести с момента организации и заготовки древесины. Сырье-долготье для чурок и швырка должно заготавливаться за несколько месяцев (12—18 мес.) с тем, чтобы оно могло подвергаться естественной сушке.

Ориентировочные сроки сушки древесины приведены в таблице 1.

Таблица 1

Порода дерева	Содержание влаги (в %/о/о)			
	6 месяцев после рубки	12 месяцев после рубки	18 месяцев после рубки	24 месяца после рубки
Дуб . . . . .	29,63	23,75	20,74	19,16
Бук . . . . .	23,24	19,14	17,40	17,74
Береза . . . . .	23,28	18,10	15,98	17,17
Ольха . . . . .	24,08	20,18	18,77	19,94
Ель . . . . .	29,31	18,54	15,81	17,76
Осина . . . . .	31,00	21,55	15,87	17,17
Сосна . . . . .	29,31	18,54	15,81	17,96

Из таблицы видно, что наиболее интенсивно происходит высыхание древесины в первые шесть месяцев.

Если свежесрубленное дерево имеет влагу от 35 до 60%, то к шести месяцам сушки влажность снижается до 23—31%. Наименьшее содержание влаги наступает через 18 месяцев сушки. Дальнейшее пребывание древесины на воздухе не уменьшает, а увеличивает влажность. Это явление может быть объяснено началом загнивания дерева.

Долготье следует размещать на специально отведенном складе. Склад должен быть удобен для причала газохода и находиться непосредственно в районе работы газоходов. Склад должен обеспечивать успешную сушку древесины.

Штабеля дров на складе выкладываются торцами в направлении господствующих ветров, так как большее количество влаги выделяется с торцевой поверхности.

Для создания нормальной циркуляции воздуха расстояние между штабелями должно быть не меньше 0,8 метра.

Перед тем как пускать дрова в эксплуатацию, необходимо определить в них процентное содержание

влаги, не допуская влаги выше 25%. Для определения влажности топлива существует несколько методов. В производственных условиях наиболее удачным и простым методом является метод взвешивания, легко выполнимый на любой базе, имеющей десятичные весы.

Если дрова — одной породы, например березовые, то отбирают пробу в количестве не менее 3 м<sup>3</sup> при плотной кладке, взвешивают их и определяют вес 1 м<sup>3</sup>. Положим, что вес 1 м<sup>3</sup> березовых дров окажется равным 550 кг, тогда, по кривой графика рис. 1, для березы находим подходящую для этого веса влажность. Она находится между 35 и 36% влаги; так, при 35% вес 1 м<sup>3</sup> березы — 545 кг, а при 36% — 553 кг. Отсюда влажность определяется так:

$$35 + \frac{36 - 35}{553 - 545} \cdot (550 - 545) = 35 + 0,6 = 35,6\%$$

При смешанных дровах, состоящих из березы, сосны, ели и осины, отбирают 3—5 м<sup>3</sup> смеси, каждую породу взвешивают отдельно и укладывают для определения объема.

Определив вес 1 м<sup>3</sup> каждой породы, по кривым графика рис. 1 находят вышеописанным способом влажность каждой породы. Искомая влажность смеси определится согласно процента участия по весу каждой породы в смеси, а именно:

$$W = W_b \frac{A_b}{100} + W_c \frac{A_c}{100} + W_e \frac{A_e}{100} + W_o \frac{A_o}{100} \%$$

где:  $W$  — искомая общая влажность смеси,  
 $W_b$  — влажность березы по графику,  
 $W_c$  — » » сосны »  
 $W_e$  — » » ели »  
 $W_o$  — » » осины »  
 $A_b$  — весовое содержание березы в смеси в %  
 $A_c$  — » » ели »  
 $A_e$  — » » сосны »  
 $A_o$  — » » осины »

Аккуратное выполнение всех операций при определении влажности дает точность, достаточную для практических целей.

Когда долготье просохло, приступают к разделке его на мелкие чурки или швырок требуемого размера (например 70 × 60 × 60 мм или 500 × 60 × 60 мм).

Заготовка чурок из сырой древесины, а затем последующая сушка являются не рациональными, так как обычно чурка хранится в кучах, где циркуляция воздуха затруднена, а поэтому и интенсивность сушки низкая. Чурки и швырок на складе хранятся под навесом, для чурок устраиваются специальные закрома с досчатым полом.

Для ускорения процесса сушки и получения меньшей влажности иногда прибегают к искусственной сушке. Для этого можно применять специальные сушильные устройства.

Наиболее распространенными являются сушилки Центрального научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства (ЦНИИМЭ). Сушка древесины осуществляется посредством циркуляции горячего воздуха, нагретого до температуры 70° С. В сушильные камеры помещают шесть вагонеток с металлическими решетками, на которых размещены древесные чурки. Сушильные камеры обогреваются калориферами.

Производительность сушилки 12 м<sup>3</sup> в течение 20—24 часов. Влажность чурки после сушки — 15%. Расход древесины на сушку, примерно, 0,35 м<sup>3</sup> на

1 м<sup>3</sup> высушенной древесины. Однако, после сушки необходимо применять меры предосторожности, чтобы чурки не впитывали влажность из воздуха.

Каждая газогенераторная установка на газоходе требует определенного размера дров. Так, например, швырковая установка ЦНИИЛесосплава Ш-5 и ЦНИИВТ требует швырок размером 500 × 60 × 60 мм, а чурочная МСВ и ЛС-2 — чурку размером 70 × 60 × 60 мм. Повышение размера против установленного приводит к ненормальной работе установки. Топливо застревает в бункере, и в топливнике генератора образуются своды; нарушается режим генератора. Это вызывает необходимость при заготовке чурки выдерживать заданный размер для каждого типа генератора.

В качестве примера заготовки немерного топлива можно привести заготовку дров к испытанию газоходов в Сунской сплавконторе (Карелия). Здесь были заготовлены дрова следующих размеров: для швыркового газогенератора по длине от 550 до 250 мм, а по сечению от 30 до 90 мм, для чурочного генератора по длине от 120 до 30 мм. В результате при испытании отмечено за 100 часов работы установок до 10 случаев зависания топлива в бункерах генераторов и до 8 случаев остановок двигателей.

Заготовка чурок должна быть в корне улучшена и механизирована, ибо она является одной из трудоемких работ. Обычно все процессы, связанные с заготовкой чурок (распиловка, колка), производятся кустарным ручным способом с огромной себестоимостью.

Если принять, что в пароходстве эксплуатируется 10 газоходов с двигателями «ЧТЗ Сталинец-60», то при среднем часовом расходе древесины в 60 кг будем иметь расход за навигацию в течение 2500 часов 1500000 кг, или около 4000 м<sup>3</sup>.

Ручная разделка долготья на чурки размером 70 × 60 × 60 мм обходится на периферии в среднем 15 рублей (в Ленинграде — 25—30 руб.), разделка механизированным способом — около 5 руб. за 1 м<sup>3</sup>. Следовательно, годовая экономия на разделке для данного хозяйства составит 40000 рублей. Если взять заготовку в целом по пароходствам, то экономия на разделке выразится сотнями тысяч рублей. Такая колоссальная экономия окупает в несколько раз затраты, произведенные на механизацию заготовки.

Возможности механизации заготовки чурок имеются, тем более, что это не вызывается отсутствием оборудования и сложностью установки. Циркульные балансирные пилы выпускаются заводом «Вятский металлист», колуны изготавливаются по конструкции ЦНИИМЭ на наших заводах. Даже при неполной механизации производительность этих установок достигает в отдельных случаях 15 м<sup>3</sup> за смену.

Потребное количество древесины для газоходов на навигационный период может быть подсчитано по следующей формуле:

$$Q = \frac{q N_e A n}{B} \text{ м}^3,$$

где:  $Q$  — количество потребной древесины,  
 $q$  — удельный расход топлива — 1,1 по 1,2 кг/л. с. час,  
 $N_e$  — мощность газового двигателя в л. с.,  
 в среднем для ЧТЗ —  $N_e = 55$  л. с.,  
 в среднем для СТЗ —  $N_e = 24$  л. с.,  
 в среднем для ЗИС —  $N_e = 48$  л. с.

$A$  — число рабочих часов в навигацию,  
 $n$  — число заходов,  
 $B$  — вес 1 м<sup>3</sup> древесины по графику рис. 1.

Погрузка топлива на газоходы в настоящее время сопряжена с большими затратами времени. Так, например, при загрузке швырка и чурок на два газохода, в количестве 8 м<sup>3</sup> шесть человек производили эту работу в течение 4 часов. Такая длительность погрузки объясняется отсутствием какой-либо механизации (не было даже тачки) и отдаленностью дровяной базы от причала газохода. Мелкие чурки накладывались в мешки руками и вручную же переносились на газоходы, швырок переносили охалками и вязанками. Длительность погрузки вызывалась также отсутствием предварительной подготовки дров до прибытия газоходов и разбросанностью дров на обширной территории дровяной базы.

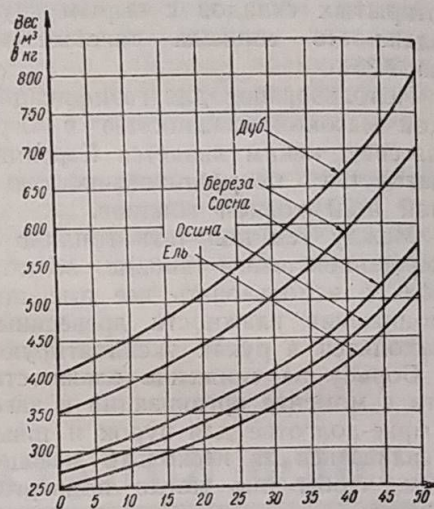


Рис. 1

Для ускорения погрузки необходимо механизировать дровяные базы, применять хорошие тачки и создать удобные пути для подвозки дров на газоход. Тачка для погрузки мелких чурок должна иметь специальный бункер (ящик). Насыпка чурок в этот ящик должна производиться лопатами (для этого следует чурки держать на досчатом полу) или через специальный лоток из кучи или закрома.

Расположение базы следует по возможности приблизить к месту причала газоходов; если это не представляется возможным сделать, то следует предварительно переносить дрова к месту причала газохода.

На основе вышесказанного можно сделать следующие выводы по вопросу организации топливных баз для газоходов.

Заготовка древесины для питания газоходов должна производиться за 1—1½ года, и храниться на складах под специальными навесами.

Выбор складов должен обеспечивать удобный подход газоходов под погрузку и без холостых пробегов и гарантировать успешность сушки.

Разделка чурок или швырка производится из древесины с нормальным содержанием влаги (не выше 25%) и соответствующего размера по типу генераторов.

Разделка древесины и ее погрузка на газоходы должны быть механизированы.

Скорейшая организация топливных баз для газоходов, тесно связанная с борьбой за экономию и рациональное использование древесного топлива, будет способствовать внедрению новой техники на водном транспорте.

## СУДОСТРОЕНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ФЛОТА

НОВЫЙ ТИП ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ  
НА ШВЫРКЕ

Инж. А. Б. ГЕНИН

При проектировании швырковых газогенераторов подача топлива с бункера в шахту может быть осуществлена горизонтальной укладкой швырка поленом к полену в случае прямоугольного сечения бункера и шахты или вертикальной загрузкой целой связки дров в случае цилиндрической формы газогенератора. Имеющийся опыт еще не достаточен, чтобы окончательно решить, какой из двух способов загрузки наиболее благоприятен для самого процесса газификации, хотя эксплуатационные особенности каждого из них более или менее выявлены.

В ЦНИИВТе были проведены работы как с прямоугольными, так и с цилиндрическими газогенераторами.

Судовая газогенераторная установка ЦНИИВТа-3 для газификации древесных чурок установлена в нескольких пароходствах на 60-сильных газоходах первой серии. Газогенератор цилиндрической формы в начале 1937 г. был приспособлен для газификации швырка длиной 500 мм. Изменения газогенератора оказались небольшими, а полученные результаты при лабораторных испытаниях вполне удовлетворительными, что позволило рекомендовать перевод ранее построенных газогенераторов с древесных чурок на швырок.

При этом газогенераторе топливо, предварительно плотно набитое в кольцо, загружалось целой связкой в направляющий кожух бункера, а оттуда опускалось в шахту.

При загрузке дров имели место толчки и удары загружаемого топлива о нижележащие слои. Это приводило к значительному измельчанию древесного угля, а коническое сечение способствовало сравнительно быстрому засорению газогенератора.

При общем удовлетворительном газообразовании и нормальной мощности двигателя на газе, все же произведенные переделки газогенераторов ЦНИИВТ-3 не настолько хороши, чтобы рекомендовать их и для вновь строящихся газоходов.

Добиться более равномерного опускания дров из бункера в шахту и предотвратить измельчение древесного угля — такова была одна из основных задач при проектировании газогенератора ЦНИИВТ-7. Выбор цилиндрической формы газогенератора объясняется не только наличием удачного опыта при переводе газогенератора ЦНИИВТ-3 с древесных чурок на швырок, но и рядом преимуществ перед газогенераторами прямоугольной формы. При цилиндрической форме в газогенераторе нет мертвых углов, проще и легче конструктивное оформление и изготовление, газогенератор занимает меньше площади в машинном помещении. При вертикальной загрузке топлива отклонение в длине кусков дров не имеет почти никакого значения, что и упрощает заготовку топлива.

Работа газогенераторной установки осуществляется по следующей схеме:

Топливо (дрова, в виде расколотого швырка), предварительно плотно уложенное в кольцо, загружается в верхнюю часть газогенератора, откуда оно опускается вниз по мере газификации нижележащих слоев.

Воздух засасывается в газогенератор под влиянием разрежения, создаваемого двигателем.

Из машинного помещения воздух поступает через два обратных клапана в пространство между наружным и внутренним кожухами, откуда через специальные отверстия в плите проходит в среднюю часть, а затем через фурмы во внутрь газогенератора.

Газообразные продукты отсасываются через патрубок. Часть угольной мелочи и золы проваливается сквозь колосниковую решетку и периодически удаляется из зольника, а остальная часть, увлекаемая газовым потоком, уносится в скруббер.

В скруббер газ подводится в нижней части по касательной.

Потеряв наиболее крупные механические примеси, газ, двигаясь кверху, проходит через решетку и лежащий на ней кокс.

Навстречу газу сверху вниз течет вода, разбрызгиваемая при помощи лейки, причем газ не только охлаждается, но и проходит предварительную очистку.

Отбойник в верхней части скруббера служит для предотвращения уноса капель воды с газом. Из верхнего пространства газ по отсеку, образуемому перегородкой, направляется вниз и по патрубку отводится в очиститель.

В масляный очиститель газ подводится примерно в середине по касательной в пространстве между наружным кожухом и вставным цилиндром с решетками. Проходя сквозь слой масла, газ теряет некоторую часть сажи и направляется внутрь очистителя. Имеющиеся решетки и расположенная в верхней половине очистителя металлическая стружка, или кенаф служат для окончательной очистки газа от сажи и увлеченных капель масла.

Очищенный охлажденный газ из верхнего пространства по центральной трубе направляется вниз и далее поступает в смеситель, который монтируется обычно около самого двигателя.

## УСТАНОВКА ЦНИИВТ-7

Рассмотрим конструкцию основных частей газогенераторной установки ЦНИИВТ-7.

**Газогенератор** (рис. 1). Конфигурация шахты газогенератора отлична от прошлых образцов и имеет более сложную форму.

Цилиндрическая форма в верхней части переходит

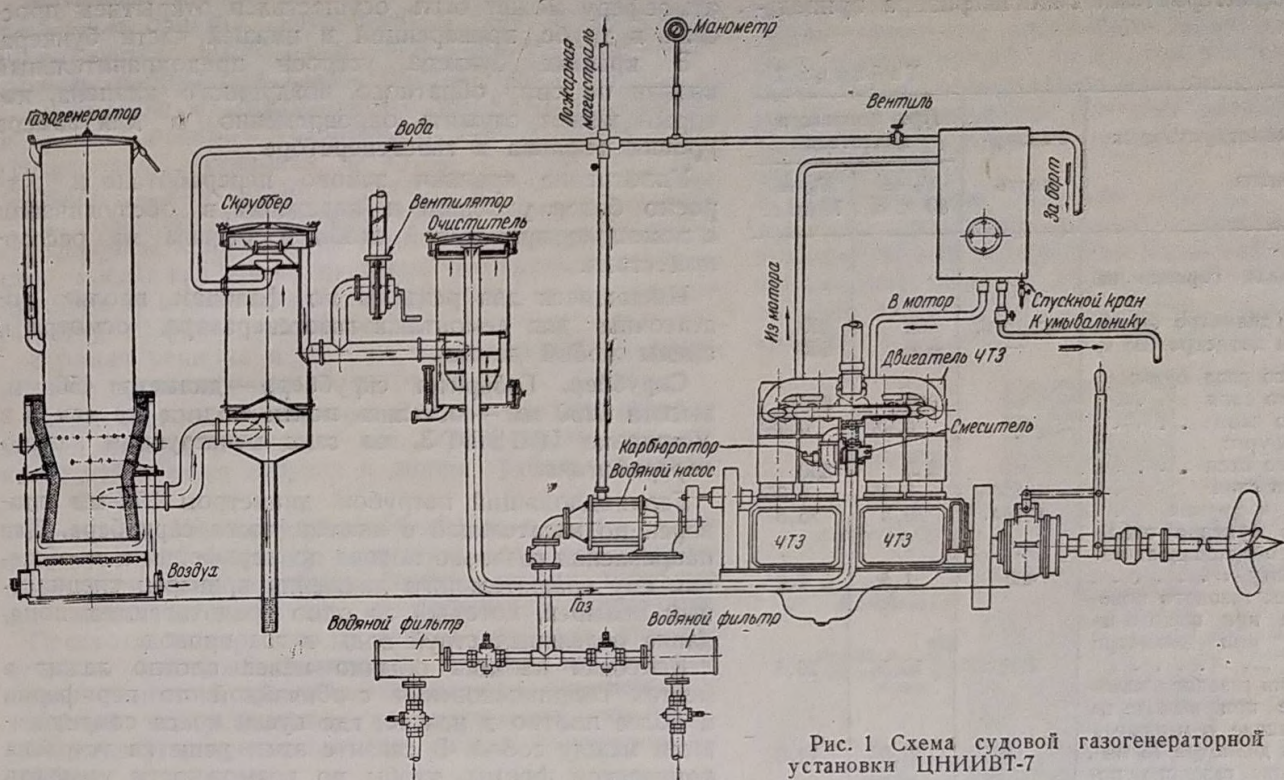


Рис. 1 Схема судовой газогенераторной установки ЦНИИВТ-7

в коническую с уменьшением диаметра книзу с 540 до 350 мм и с последующим увеличением диаметра до 385 мм в самом низу топливника.

Угол наклона верхнего конуса выбран с таким расчетом, чтобы загружаемые дрова несколько задерживались в верхней части, а обугленные и измельченные куски свободно опускались в нижнюю часть шахты.

Наличие 24 фурм диаметром 10 мм, расположенных в смещенном положении, обеспечивает более равномерное распределение воздуха по окружности шахты.

Расположение фурм под углом к горизонту при медленном вертикальном опускании дров, подсушенных, слегка уже обугленных с поверхности, а следовательно менее плотно сложенных, способствует бо-

лее равномерному горению топлива по всему сечению шахты. Разбивка же фурм в двух рядах на расстоянии 150 мм по высоте содействует более полному обугливаю и горению дров в зоне окисления, так как второй ряд (8 фурм) расположен в сравнительно узком месте и должен предотвращать опускание недостаточно обугленной древесины в зону восстановления.

Обратный конус внизу предусмотрен для того, чтобы неуплотнять хрупкий древесный уголь, а зола и часть угольной пыли, образовавшиеся в верхних слоях смогут быть увлечены газовым потоком в скруббер.

Сказанное выше целиком подтвердилось как при кратковременных предварительных испытаниях, так и при длительном испытании, средние результаты которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Средние данные стендовых испытаний судовой газогенераторной установки ЦНИИВТ-7 на швырке — 500 × 65 × 66 мм. Смесь разных мягких пород влажностью порядка 20—30%

Год, месяц и число испытания	Длительность испытан- ия в часах	Двигатель ЧТЗ на газе		Разрежение мм водя- ного столба				Температура газа °С			Температура воды °С			Примечание
		обороты в минуту	мощность л. с.	после			после			перед скруббе- ром	после			
				газогене- ратора	скруббера	очистителя	перед клапанами двигателя	газогене- ратора	скруббера		очистителя	скруббера	двигателя	
19/III 1938	4,0	650	56,2	120	154	251	705	675	20	23	2	26	48	С выключен- ным нижним рядом фурм
21/III 1938	6,0	665	55,3	198	243	330	825	489	20	21	2	24	—	
5/IV 1938	5,5	650	53,6	125	170	270	578	517	28	28	2,7	32	54	
9/IV 1938	5,0	650	50,6	144	188	309	—	518	27,5	28	—	—	—	
25/IV 1938	4,5	650	55,1	133	187	285	705	460	24	25	4	33	49	
7-8/V 1938	29,0	655	56,3	130	200	310	1037	475	12	17	7	25,5	49	



Важнейшие характеристики газогенератора приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика конструктивных элементов	Размерность	При мощности двигателя	
		$N_{э} = 60$ л. с.	$N_{э} = 75$ л. с.
Напряжение зеркала горения на уровне фурм	кг/м <sup>2</sup> час	360	450
верхнего ряда при диаметре 485 мм	—	520	650
нижнего ряда при диаметре 405 мм			
Считая от верхнего ряда фурм:			
высота активного слоя . . . . .	мм	680	680
объем активного слоя . . . . .	м <sup>3</sup>	0,08	0,08
от нижнего ряда фурм:			
высота активного слоя . . . . .	мм	530	530
объем активного слоя . . . . .	м <sup>3</sup>	0,05	0,05
Скорость воздуха в фурмах . . . . .	м/сек.	20,5	25,5
Запас топлива в бункере около 90—100 кг, что обеспечивает непрерывную работу . . . . .	час	1,5	1,2
Скорость движения газового потока в патрубке при выходе из газогенератора при диаметре 100 мм . . . . .	м/сек.	16,5	20,5
Скорость движения газового потока в патрубке при выходе из скруббера и входе в масляный очиститель при диаметре 75 мм . . . . .	»	10,0	12,0
Скорость движения газового потока после масляного очистителя при диаметре 65 мм . . . . .	»	13,0	16,0

Учитывая возможность установки газогенератора на газоходах с более мощными газовыми двигателями последних выпусков МГ-17, проверочные расчеты были произведены для мощностей в 60 и 75 л. с.

Бункер имеет цилиндрическую форму диаметром 520 мм, что позволило увеличить объем загружаемого топлива и время между загрузками, доведя его до 30—35 мин.

Применение обратных воздушных клапанов позволило отказаться от громоздких труб и засасывать в газогенератор теплый воздух машинного помещения.

Крепление топливника и шахты значительно упрощены и сделаны более надежными, чем в прежних конструкциях.

Устройство вырезов в плите шахты оказалось очень удобным. Нагретый воздух снизу, через отверстия, проходит в воздушную камеру, а оттуда через фурмы внутрь шахты. Подсос воздуха в газовое пространство за все время работы не имел места и хлопков не наблюдалось.

Два глазка, расположенных против фурм, вполне достаточны для наблюдения за состоянием топлива в шахте.

Устройство лючка над колосниками облегчает очистку шахты от топлива и смену отдельных колосников решетки, если в этом будет необходимость.

Небольшие стоянки газохода обычно используются для прожигания мелкого угля в шахте и подсушки дров в бункере, подводя воздух под решетку, а продукты горения выпускают в атмосферу.

Чтобы реже открывать зольниковый лючок и не нарушать асбестовое уплотнение для подвода воздуха, в крышке зольника вварена трубка диаметром 25 мм с заглушкой. Выпуск продуктов горения в

атмосферу может быть осуществлен открытием дресселя в трубе, приваренной в нижней части бункера.

В крышке бункера устроен предохранительный клапан по типу обратного воздушного клапана, который может служить одновременно и для замера уровня топлива в газогенераторе.

Уплотнение крышки заново переработано и устроено более удобным и надежным в обслуживании с помощью прижимной скобы и рычага из рессорной стали.

Имеющиеся два разъема по фланцам вполне достаточны для демонтажа газогенератора, осмотра и смены любой детали.

**Скруббер.** Габариты скруббера — диаметр 450 мм, высота 1250 мм — остались почти такими же как и в Установке ЦНИИВТ-3, но сама конструкция заново переработана.

Газоподводящий патрубок диаметром 100 мм приварен по касательной в нижней части скруббера. Для направления газового потока по периферии и сообщения ему вращательного движения приварен специальный козырек, который за одно предотвращает попадание отдельных струй воды в газопровод.

Коксовая насадка обычно менее плотно лежит в местах соприкосновения с обичайкой по периферии и более плотно в центре, где куски кокса соприкасаются между собой. В связи с этим решетка устроена конической формы, чтобы по возможности уравнивать сопротивление, и тем самым добиться более равномерного движения газа по всему сечению скруббера.

Коническая форма решетки имеет преимущество перед плоскими решетками, которые применялись раньше. Она более жесткая при сравнительно тонком материале и позволяет иметь большее живое сечение.

Несколько необычна лейка для разбрызгивания воды. Раньше применялись лейки небольших размеров со сферическими основаниями, в которых были насверлены отверстия. Это приводило к тому, что центр орошался водой значительно больше, чем периферия.

Для того, чтобы наружные струи воды достигали кожуха скруббера, лейка должна быть шарообразной формы, а при существовавших конструкциях требовалось бы понижать высоту коксового слоя, что нерационально.

Попавшие песчинки, перекатываясь по сфере, в конце концов попадали в отверстия и закупоривали их.

Подвод воды был затруднен и приводил к недоиспользованию объема скруббера. Отвинчивание лейки для чистки было также затруднено.

Отмеченные дефекты и неудобства в обслуживании устраняются настоящей конструкцией. Перевернутое положение лейки и сверление отверстий в конусной части при небольшом угле наклона образующей позволило более равномерно орошать все сечения скруббера, а также иметь более высокий слой кокса. Отверстия не забиваются песчинками, так как они могут скатываться по наклонной плоскости вниз.

Отмеченные положительные моменты подтвердились при лабораторных испытаниях и видны из таблиц по сопротивлению скруббера и температурам поступающей и сточной воды.

Устройство перегородки для отвода газа оказалось более рациональным, чем приварка патрубка сверху и позволило полней использовать объем скруббера.

**Масляный очиститель.** Применение масла для окончательной очистки генераторного газа неоднократно практикуется ЦНИИВТом при различном конструктивном оформлении самих очистителей.

Стремление к минимальному числу колен, изгибов и более короткому газопроводу при монтаже газогенераторной установки на судне в известной мере объединяет конструкцию очистителя со скруббером.

Газ подводится в средней части очистителя по касательной и направляется вниз. Пробулькивая сквозь слой масла, газ проходит через две решетки, находящиеся в полом цилиндре, а затем — через третью решетку и фильтрующий слой.

Верхняя решетка в крышке предохраняет от уноса кенафа в газоотводящий патрубок.

Для изменения уровня слоя масла служит обыкновенная мерная линейка, а для спуска масла или накопившейся воды вварена в днище трубка, заглушаемая пробкой.

Расположение газоотборной трубы в центре способствует равномерному движению газа по сечению и независимости монтажа очистителя на газоходе при минимуме колен для соединения со смесителем.

Простота конструкции и легкий демонтаж при отсутствии болтовых фланцевых соединений является также одним из преимуществ данного очистителя.

Общий вес установки — газогенератора, скруббера (без кокса) и очистителя (без масла и стружек) — 503,5 кг.

### СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ЦНИИВТ-7

Первоначально испытания проводились на швырке длиной 500 мм, влажностью порядка 17—20%.

После предварительных испытаний по 4—6 час., средние результаты которых приведены в табл. 1, было произведено длительное контрольное испытание.

Сначала испытание проводилось на древесном топливе (влажность 18—20%). Часов через 15 после начала испытания загрузка газогенератора производилась дровами (влажность в среднем 29,7%).

Показатели температуры газа, воды и мощности двигателя, иллюстрируемые графиком на рис. 2, свидетельствуют о сравнительно ровном ходе процесса

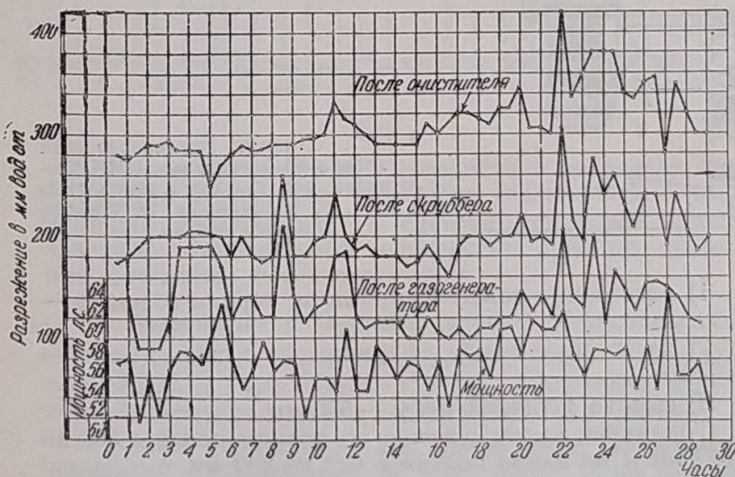


Рис. 2. График разрежений в газогенераторной установке ЦНИИВТ-7 и мощность двигателя ЧТЗ на генераторном газе

газификации и устойчивой работе двигателя. Незначительные отклонения в показаниях разрежения после генератора могут быть объяснены тем, что записи производились как до, так и после загрузки топлива. Повышение температуры газа после очистителя на 3—5° объясняется близким расположением и нагревом его от газогенератора, чего нужно избегать в эксплуатации.

Произведенные подсчеты показали следующие результаты испытания: средняя мощность за 29 час. составляет 56,3 л. с., средний удельный расход топлива влажностью порядка 25,0% за тот же промежуток времени составил 1,07 кг/л. с. час, расход воды составил 48,5 л/л. с. час.

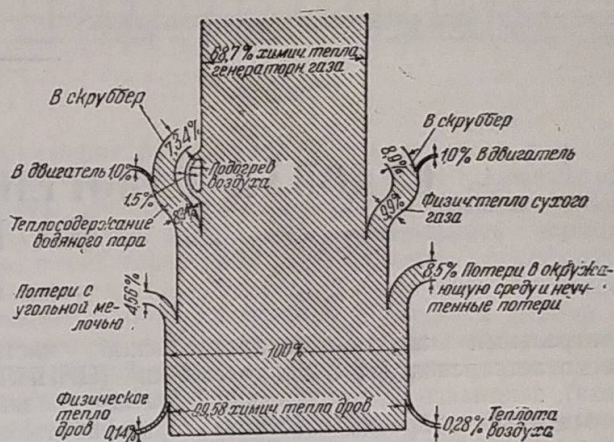


Рис. 3. Тепловой баланс газогенератора ЦНИИВТ-7

В табл. 3 и на рис. 3 приведен тепловой баланс газогенератора ЦНИИВТ-7. На основе проведенной работы и лабораторных испытаний могут быть сделаны следующие выводы.

Таблица 3

Тепловой баланс на 1 кг рабочего топлива по высшей теплотворной способности

Наименование статей	Количество тепла	
	кал.	%
<b>Приход</b>		
Химическое тепло топлива . . . . .	3 555	99,58
Физическое тепло топлива при 25°С . . . . .	5	0,14
Воздух при 25°С, содержит . . . . .	10	0,28
<b>Итого . . . . .</b>	<b>3 570</b>	<b>100,00</b>
<b>Расход</b>		
Химическое тепло газа . . . . .	2 450	68,70
Физическое тепло сухого газа . . . . .	353	9,90
Теплосодержание водяного пара . . . . .	300	8,34
Потери тепла с угольной мелочью . . . . .	164	4,56
Неучтенные потери по разности . . . . .	303	8,50
<b>Итого . . . . .</b>	<b>3 570</b>	<b>100,00</b>

Сравнительно небольшое устройство и устойчивое сопротивление газогенератора при длительной работе показывает, что древесный уголь в шахте незначитель-

но подвержен искрашиванию и истиранию, а образовавшаяся угольная пыль легко уносится с газовым потоком.

Ряд дополнений, введенных в конструкцию газогенератора (обратные воздушные клапаны, предохранительный клапан, лючок над колосниками и др.), облегчают эксплуатацию. Разборная конструкция шахты создает удобство демонтажа, позволяя без затруднений осмотреть или заменить любую часть.

Сравнительно небольшое сопротивление скруббера объясняется относительно равномерным движением газа и воды.

Простота конструкции, хорошие показатели по охлаждению газа, полученные при испытании, являются

бесспорными преимуществами данного типа скруббера. Степень очистки газа обеспечивает нормальную эксплуатацию двигателя ЧТЗ на генераторном газе.

Поскольку очиститель лимитирует время непрерывной безостановочной эксплуатации всей установки, конструкция разработана так, что время между чистками доведено до 50—60 часов, а сам процесс чистки незатруднен.

Мощность двигателя ЧТЗ, полученная при работе на генераторном газе, при газификации швырка в установке ЦНИИВТ-7 не меньше, а в отдельных случаях даже больше, чем на чурке в газогенераторной установке ЦНИИВТ-3.

## СУДОВАЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНАЯ УСТАНОВКА НА ШВЫРКЕ

Инж.-мех. Я. П. ПЕТРОВ

Центральный научно-исследовательский институт водного лесотранспорта и гидротехники (ЦНИИЛесосплава), занимаясь на протяжении пяти лет созданием промышленного образца газогенератора, работающего на швырке двух размеров — 330 мм и 500 мм, добился хороших результатов.

В настоящей статье мы освещаем последнюю конструкцию газогенераторной установки ЦНИИЛесосплава Ш-5, работающей на швырке длиной 500 мм (рис. 1).

Хотя этот объем бункера допускает периодичность его загрузки через 2 часа, однако практические следуют производить загрузку через 1 час работы генератора.

Шахта генератора 4 — прямоугольного сечения. Внутри ее выложен топливник 5 из огнеупорного стандартного кирпича.

Толщина стенок топливника 68 мм. Основные размеры топливника:

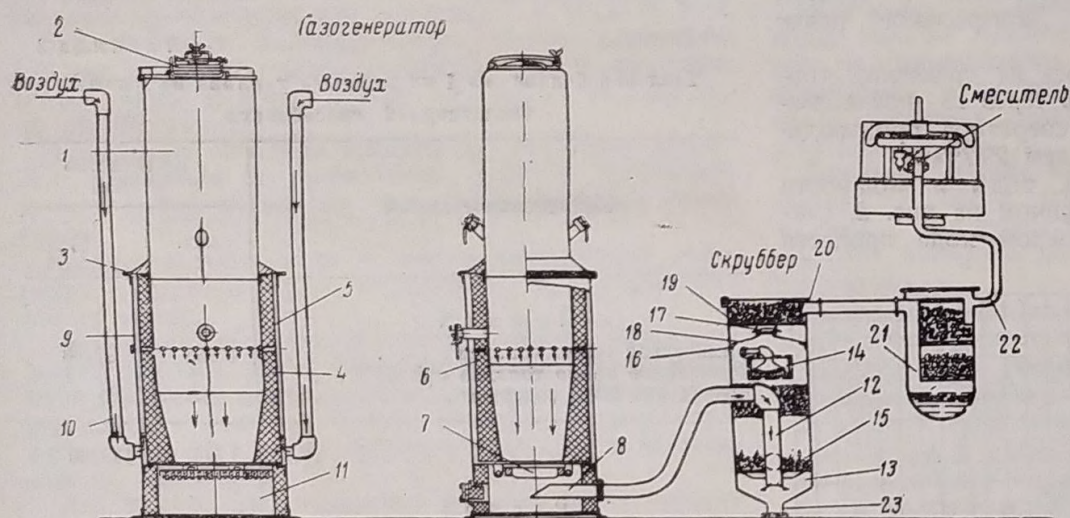


Рис. 1. Судовая газогенераторная установка Ш-5 системы ЦНИИЛесосплава для газоходов мощностью в 60 л. с., работающая на швырке длиной 500 мм

Установка Ш-5 рассчитана для питания газом следующих типов двигателей: ЧТЗ — «Сталинец-60», «Сталинец-65» и ЗИС.

Газогенератор четырехугольной формы с общими размерами: высота 2,5 м, длина по шахте — 0,41 м и ширина 0,58 м. Газогенератор можно разделить в основном на две главные части — бункер и шахта, в которую мы включаем и зольниковую часть. Размер бункера 1,3×0,4×0,53 м, общей емкостью 0,27 м<sup>3</sup>.

- 1) расстояние между фурмами по торцам поленьев — 530 мм;
- 2) расстояние между фурмами по длине полена — 400 мм;
- 3) высота активной зоны — 580 мм.

Топливник имеет сужение по торцам поленьев с 530 до 400 мм и по длине полена с 400 до 300 мм.

Напряженность горения на уровне фурм равна 262 кг/час/м<sup>2</sup>.

Для подвода воздуха в топливнике имеется 32 фурмы, расположенные с четырех сторон: 9 по длине полена и 7 с торцов полена. Диаметр фурм — 8 мм.

Скорость воздуха в фурмах составляет 18 м<sup>3</sup>/час.

Отбор газа производится из центра зольника через патрубок со скошенным концом. Благодаря центральному расположению патрубка в зольнике и высокой скорости газа по выходе из генератора происходит самоочистка зольника от золы и угольной мелочи, которая вместе с газом уносится в скруббер.

Скорость газа в газовом патрубке после генератора равна 32,6 м/сек.

Самоочищающийся зольник показал положительные результаты работы, так как за 52 часа испытаний в лаборатории зольник генератора не подвергался чистке.

Однако мы еще воздерживаемся вынести окончательное суждение о полной целесообразности самоочищающегося зольника, так как в данном случае сильно перегружается первичная очистка газа в скруббере, практические же потребности эксплуатации не требуют такой продолжительности работы генератора без чистки. Поэтому данная конструкция зольника требует дальнейшего экспериментирования.

Установка испытывалась в лаборатории с двигателем ЧТЗ «Сталинец-60».

Установка проработала на полной мощности 74 часа и на переменных нагрузках — 12 часов.

Средняя мощность двигателя за 74,37 часа испытания на максимальной мощности составила 58,65 л. с.

Анализируя график мощности двигателя (рис. 2), можно заметить колебание мощности в пределах от 63,8 до 53,2 л. с.

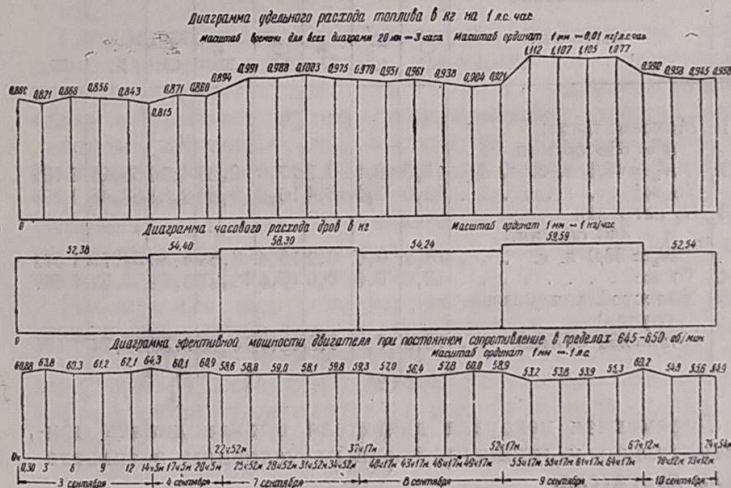


Рис. 2

Значительное снижение мощности в последние дни испытания может быть объяснено увеличением сопротивления прохождению газа в системе установки и увеличенной относительной влажностью дров по сравнению с первыми днями испытаний.

### Разрежение в газогенераторной установке

Разрежение в системе газогенераторной установки замерялось в пяти точках — после генератора, скруббера, очистителя и перед смесителем и клапанами.

В первых четырех точках разрежение замерялось водяными пьезометрами, в последней точке — ртутным. Величины разрежений за испытание представлены на рис. 3.

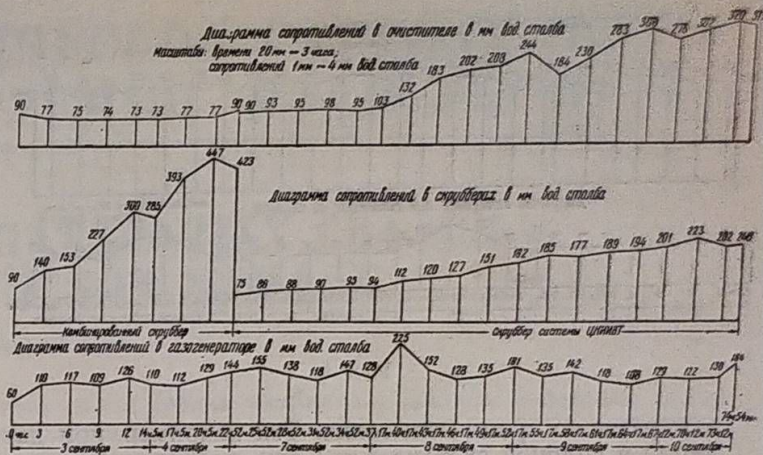


Рис. 3

Разрежение после генератора колебалось в пределах от 60 до 164 мм водяного столба, если исключить единственную случайную точку в 225 мм водяного столба.

В колебаниях разрежений наблюдалась периодичность: после нарастания сопротивления последнее падало почти до первоначальной величины. Это явление, по видимому, объясняется или скоплением мелочи под колосниковой решеткой или скоплением угольков в газотводящей трубе. Точно установить причины этого явления не удалось.

Среднее разрежение после генератора за указанное испытание составляло 132 мм водяного столба.

Разрежение после скруббера, как видно из графика (рис. 3), за первую половину имеет характер резкого нарастания от 90 до 447 мм водяного столба. Это объясняется особенностью конструкции испытанного комбинированного скруббера, который был впоследствии заменен другим, изображенным на рис. 1.

Как видно из графика (рис. 3), сопротивление с другим скруббером носит характер постепенного нарастания от 75 до 223 мм водяного столба. Средняя величина сопротивления за 52 часа составила 152 мм водяного столба. Поэтому после 52 часов работы скруббер не очищался и продолжал еще работать 12 час. 20 мин. до окончания испытания.

Сопротивление за 52 часа работы очистителя колебалось от 90 до 320 мм водяного столба. Среднее сопротивление составляло 208 мм водяного столба.

Среднее разрежение перед смесителем за 52 часа работы составило 52 мм водяного столба.

Среднее разрежение перед клапанами составило 671 мм водяного столба.

### Температура генераторного газа

Температура генераторного газа замерялась в четырех точках — после газогенератора, скруббера, очистителя и перед смесителем.

На рис. 4 приведены величины температуры генераторного газа после газогенератора и скруббера. Как видно из графика, температура генераторного газа по выходе из генератора находилась в пределах 568 до 776° С и характеризуется средней величиной — 692° С.

Температура газа после скруббера имеет большой интервал колебаний — от 21 до 45° С, средняя температура 29° С.

Резкое повышение температуры газа после скруббера объясняется уменьшением подачи воды на охлаждение газа в скруббер, что подтверждено специальными

Диаграмма температур газа выходящего из газогенератора

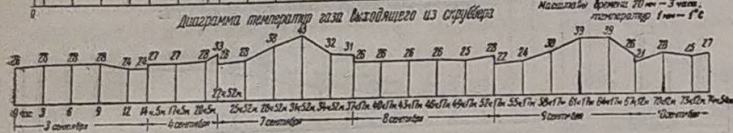
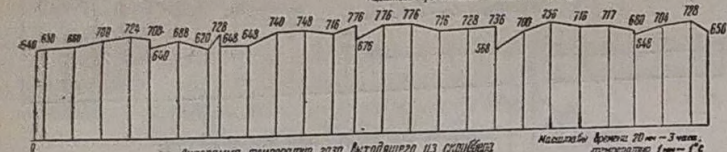


Рис. 4

замерами во время испытания. Так например, при давлении в водяной системе  $p = 1$  атм, расход воды через скруббер равнялся 48 литрам в минуту и температура газа равнялась  $26^{\circ}\text{C}$ , а при  $p = 0,2$  атм. расход воды равнялся 22 литрам в минуту, а температура газа —  $40^{\circ}\text{C}$ .

Средняя температура газа после очистителя равнялась  $29^{\circ}\text{C}$  и перед смесителем —  $29^{\circ}\text{C}$ .

Средняя температура воздуха в лаборатории равнялась  $32^{\circ}\text{C}$ .

### Температура воды

Для охлаждения генераторного газа в скруббере и в двигателе вода подводилась из водопроводной магистрали помощью центробежного насоса.

Температура входящей воды в скруббер и в двигатель в среднем равнялась  $16,5^{\circ}\text{C}$ .

Средняя температура выходящей воды из скруббера равнялась  $38,5^{\circ}\text{C}$ , а из двигателя —  $55^{\circ}\text{C}$ .

Средняя температура масла была  $59,5^{\circ}\text{C}$ .

### Топливо

Генератор работал на смеси дров сосны и ели. Размер дров: длина 500 мм, сечение 20—40 см<sup>2</sup>. Влажность дров за 2 и 7 сентября 1938 г. —  $17,3\%$  абс. Влажность дров за 8, 9, 10 и 11 сентября 1938 г. —  $30,6\%$  абс. Влажность дров определялась в центральной научно-исследовательской лаборатории Севзаплеса. Расход дров при испытании газогенератора на полной мощности определялся путем взвешивания. Общий расход дров на 74,37 часа фактической работы двигателя (остановки двигателя не входят в эту цифру) составлял 4107 кг.

Удельный расход дров на единицу мощности представлен на графике рис. 2 и составляет  $0,944$  кг/л. с. час.

Пуск двигателя производился на жидком топливе — бензине. Общий расход бензина на запуски составил 9,5 кг при 12 пусках, следовательно расход бензина на один пуск выразился 0,79 кг или — 790 г.

Расход бензина определялся с момента пуска двигателя до момента перехода его на газ.

Среднее время для перевода двигателя с бензина на газ выразилось в 15 секунд.

Сравнительно малое время для перевода на газ объясняется хорошим розжигом газогенератора, посредством электрического вентилятора, установленно в лаборатории вне газогенераторной установки.

Расход масла определялся взвешиванием доливаемого масла в картер до первоначального уровня его.

Общий расход масла за время работы на максимальной мощности составил 32,25 кг.

После 79 часов работы двигателя масло в картере было сменено полностью и залито свежее.

### Розжиг газогенератора

Розжиг газогенератора производился вентилятором с электромотором 2,2 квт. по обратному процессу.

Среднее потребное время розжига газогенератора составляло 22 минуты.

При розжиге разрежение, создаваемое вентилятором в газогенераторной системе после очистителя, составляло 60—70 мм водяного столба.

### Средний состав генераторного газа

Пробы генераторного газа забирались после генератора из газоотводящего патрубка в аспираторы «Коро» на переменном режиме работы газогенератора. Анализ газа производился в Научно-исследовательском лесохимическом институте.

Средний состав генераторного газа дан в таблице:

№ п/п	Наименование нагрузки	Средний состав							
		CO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N	H
1	Максимальная: $n = 636$ об/мин.								
2	$N_e = 47,1$ л. с. . . . .	11,0	0,0	0,2	17,0	9,25	4,30	58,24	1 132
3	То же . . . . .	12,0	0,2	0,4	16,0	9,83	3,81	57,46	1 093
3	$3/4$ нагрузки $n = 486$ об/мин.								
4	$N_e = 38,9$ л. с. . . . .	13,2	0,0	0,2	15,4	8,53	4,50	58,77	1 072
4	То же . . . . .	12,6	0,0	0,0	16,6	12,27	3,31	55,22	1 069
5	Холостой ход (без нагрузки) $n = 250$ об/мин. . . . .	15,6	0,4	0,2	12,4	10,78	2,38	58,24	1 005

Переменная нагрузка двигателя производилась применительно к производственным условиям эксплуатации двигателя.

При холостом ходе двигатель работал в течение 2 часов с числом оборотов 250—350 об/мин., при этом засмоление клапанов двигателя не отмечено.

Испытаниями установлено, что генератор обеспечивал устойчивый процесс газообразования и быстро приспособлялся в переменной нагрузке двигателя.

Лабораторные испытания установки показали полную пригодность ее для производственных условий.

В настоящее время эта установка смонтирована на газоходах в лесных районах и безусловно даст положительные технико-эксплуатационные показатели.

воспринимает на себя только 40% от полного давления и остальные 60% воспринимаются неподвижной частью, в то время как мы, рассчитывая руль по обычным формулам Жоссея и других, полагали бы, что на неподвижную часть давления не существует.

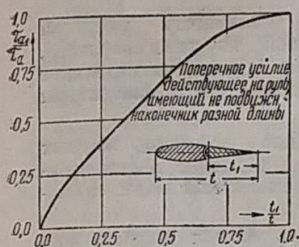


Рис. 5

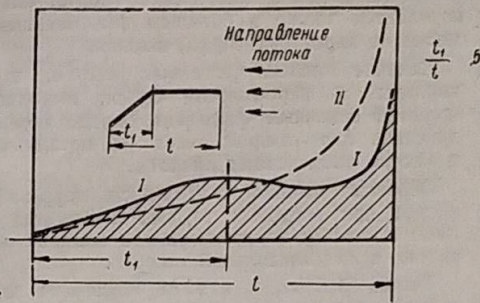


Рис. 6

На рис. 6 приведен из того же доклада график распределения разности давления по длине пластины при соотношении  $\frac{t_1}{t} \cong 0,5$ , причем пунктирная кривая дает распределение разности давления, которое наблюдалось бы, если бы  $t$  равнялось  $t_1$ , т. е. руль не имел неподвижной части.

Указанные выводы можно полностью распространить и на руль, расположенный непосредственно за корпусом, причем невращающейся его частью у такого руля является как бы сам корпус.

При этом, даже когда руль будет повернут на  $90^\circ$ , и плечо, вращающее судно, должно бы быть очень незначительным, вращающий момент будет существовать благодаря наличию усилия, действующего непосредственно на корпус судна, как показано на рис. 4.

Эти выводы полностью согласуются с опытами, проведенными ЦНИИВТом над моделями несамходных баржей в аэродинамической трубе.

Согласно опытам, момент, вращающий судно, имеющее руль непосредственно установленным за корпусом (при одном руле), как обычно выполняется у речных колесных и несамходных судов, примерно в полто-

ра-два раза больше соответствующего момента у судна, имеющего подвесной балансирный руль.

Это показывает, что поперечное усилие, действующее на систему руль—корпус, в первом случае в полтора раза больше усилия, действующего на руль (той же площади), работающий независимо от корпуса.

Опыты ЦНИИВТа также подтвердили, что момент, вращающий судно, возрастает с увеличением угла поворота руля до  $50-60^\circ$  (даже при отсутствии дрейфа). Следует отметить, что указанное определение вращающего судно момента производилось для модели с рулем, расположенным непосредственно за корпусом<sup>1</sup>.

Приведенные выше соображения показывают, что старые нормы и положения о максимальном угле перекладки руля должны быть пересмотрены и скорректированы на основе накопленного в настоящее время материала.

Со своей стороны считаем целесообразным увеличить максимальные углы перекладки для рулей, работающих обособленно от корпуса (подвесных, балансирных и др.)  $40-45^\circ$ , в зависимости от формы руля, с таким условием, чтобы при максимальном угле перекладки руля и наличии дрейфа  $5-10^\circ$  не происходили бы срывы потока, так как при некоторых формах руля срыв потока может наступить при углах атаки  $20-30^\circ$  и увеличение угла отклонения не даст должного эффекта.

Следует отметить, что при поворотах рулевой должен первоначально отводить руль только до  $35^\circ$ , а затем, когда судно начнет поворачиваться и появится дрейф, уменьшающий угол атаки руля, нужно увеличивать угол отклонения руля до  $40-45^\circ$ .

Для рулей, работающих за корпусом судна, целесообразно увеличить максимальный угол перекладки руля до  $50-55^\circ$ .

Последовательность отклонения руля от Д. П. должна быть та же, что и для рулей первой категории, так как при этом не потребуется относительного увеличения мощности рулевой машинки. Это мероприятие позволяет уменьшить диаметры циркуляций при той же мощности рулевой машинки и площади руля, что повысит маневровые качества судов.

## ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ 1939 08

### ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФА ДЛЯ ГАЗОХОДОВ

Канд. техн. наук М. В. КАНТОРОВ

Постановление СНК СССР от 1/III 1938 г. «О производстве газогенераторных автомобилей, тракторов и других видов транспортных машин» со всей остротой ставит вопрос о всемерном внедрении во всех отраслях народного хозяйства, в том числе и на водном транспорте, газогенераторных транспортных машин на разнообразных видах твердого топлива.

Наряду с древесными чурками, которые уже применяются для газоходов, тракторов, автомашин, выдвигаются другие виды топлива — торф, антрацит.

Ниже мы осветим вопросы, связанные с созданием газогенераторной установки транспортного типа на торфе в связи с возможностями применения этого последнего в судовых газогенераторных установках.

Как известно, в СССР торф является широко распространенным топливным ресурсом. Советский Союз располагает свыше 50% всех мировых запасов торфа.

В ряде областей и районов применение торфа в транспортных газогенераторных установках является и технически и экономически вполне целесообразным как для промышленности и сельского хозяйства, так и для водного транспорта.

Для транспортных газогенераторных установок могут быть применены три вида торфяного топлива — торфяной кокс, торфобрикеты и кусковой торф.

Первые два вида топлива представляют собой обогащенное топливо с повышенной теплотворной способностью с небольшой влажностью, а торфяной кокс к тому же продукт обесбитуминированный. Преимущество их перед кусковым торфом видно из сопоставления средних данных технического состава, теплотворной способности, объемного веса и теплотворности этих топлив в рабочем виде.

<sup>1</sup> ЦНИИВТ, Лаврентьев, «О рывковости и управляемости несамходных судов».

Название топлива	Состав рабочего топлива								Вес 1 м <sup>3</sup> в кг	Теплотность мета/кал./м <sup>3</sup>
	W <sup>P</sup>	A <sup>P</sup>	C <sup>P</sup>	H <sup>P</sup>	S <sup>P</sup>	N <sup>P</sup>	O <sup>P</sup>	Q <sub>H</sub> <sup>P</sup>		
Торфяной кокс . . .	5,0	10,0	78,5	1,6	0,2	1,4	3,3	7 350	400	2,94
Торфяные брикеты . .	15,0	10,0	43,7	4,3	0,2	2,0	24,8	3 850	850	3,27
Кусковой воздушно-сухой торф . . .	30,0	8,0	36,3	3,6	0,2	1,6	20,3	3 100	400	1,24

Опыты по применению торфяного кокса в транспортных установках проводились Инсторфом и ВНИДИ (Всесоюзный научно-исследовательский дизельный институт) и по их данным торфяной кокс вполне оправдал себя.

В 1936 г. аналогичные исследования проводил Научный авто-тракторный институт в Москве.

Последние опыты хотя и дали положительные результаты, но в полном объеме проведены не были и не могли поэтому дать исчерпывающих данных, необходимых для сооружения газогенераторной установки на торфяном коксе.

Между тем литературные данные свидетельствуют о наличии за границей нескольких конструкций транспортных газогенераторных установок на торфяном коксе.

Торфяной кокс в СССР имеет несомненные перспективы для применения в грузовом автотранспорте на автострадах, поскольку последние примыкают к районам расположения торфяных массивов.

В отношении торфяных брикетов были произведены испытания лабораторией двигателей внутреннего сгорания Института имени Н. Э. Баумана в Москве.

Предварительные испытания автомобильного мотора ЗИС-13 на газе из торфобрикетов, получаемом в газогенераторах ЗИС-14, показали, что никаких конструктивных изменений в установке не требуется, причем мощность двигателя несколько увеличивается по сравнению с древесными чурками.

Вследствие высокой теплоплотности применение торфококса и торфобрикетов в транспортных газогенераторных установках дает ряд преимуществ: конструкция установок упрощается (она может быть выполнена более легкой); при одном и том же размере бункера и весе поливной загрузки запасы топлива (в калорийном исчислении) для них будут значительно выше, чем у воздушно-сухого торфа, что облегчает условия топливоснабжения.

Однако в настоящее время производство торфяного кокса поставлено лишь на одном заводе в Редкино (Калининской области), вырабатывающем всего 16 тыс. т кокса в год. Поэтому возможности применения торфяного кокса сильно ограничены. Местное значение по тем же причинам может иметь и применение для этих целей торфяных брикетов.

В силу этого значительно больший интерес представляет возможность применения в силовых установках транспортного типа воздушно-сухого торфа.

В экономическом отношении воздушно-сухой торф безусловно доступнее, поскольку он значительно дешевле и торфобрикетов и торфяного кокса в особенности.

## Особенности торфа, как топлива для газоходов и других транспортных машин

Торф относится к растительным видам топлив и с этой стороны имеет много общего с древесиной.

При одинаковой влажности в воздушно-сухом состоянии (25—35%) и дрова и торф имеют, примерно, одну и ту же невысокую теплотворную способность в рабочем топливе (3000—3100 кал.), обладают большой склонностью к окислению (температура воспламенения порядка 250—300°) и положительным эффектом (экзотермичностью) процесса сухой перегонки.

В торфе, как и в дровах, почти вовсе отсутствуют вредные для двигателя сернистые соединения — содержание общей серы весьма невелико и не превышает, как правило, нескольких десятых долей процента, летучей же серы и того меньше.

Полученный при сухой перегонке торфа торфяной полукокс, подобно древесному углю, отличается высокой реакционной способностью, что весьма важно для интенсивного протекания генераторного процесса.

Торф при этом не дает спекания отдельных кусков, подобно спекающимся каменным углям, и не развивает в генераторе чрезмерно высоких температур, приводящих к быстрому разрушению установки, что имеет место при применении минерального топлива.

Отсутствие спекания отдельных кусков друг с другом позволяет торфу и коксу свободно опускаться по высоте газогенератора. По характеру органической массы торф занимает промежуточное место между деревом и бурными углями.

Наличие в торфах растительных остатков, неполностью гумифицированных, влечет за собой появление в жидких продуктах газификации веществ, получающихся при переработке дерева, — уксусной кислоты, метилового спирта, ацетона, но наряду с этим появляется также в большем или меньшем количестве (в зависимости от характера торфа) аммиак.

Наличие кислых составных частей, в особенности уксусной кислоты в паро-газовой смеси, выходящей из газогенератора, является основным фактором, определяющим сильное разъедающее действие паро-газовой смеси на металлические части аппаратуры в местах конденсации кислоты.

Особенно сильно сказывается коррозионное действие жирных кислот при верховых торфах, в которых содержание азота невелико и потому нейтрализующее влияние подсмольной воды сказывается в незначительной степени.

Таким образом, и в этом отношении торф близок к древесине, в которой наличие жирных карбоновых кислот в продуктах перегонки, вообще говоря, очень велико, в особенности же в тех породах древесного топлива (береза, бук и др.), которые наиболее пригодны для применения в транспортных газогенераторных установках.

Высокое содержание летучих в торфе, как и в дровах, в том числе смолистых погонов и жирных кислот, делает весьма целесообразным и необходимым применять для этих видов топлива опрокинутое горение, при котором достигается крекирование этих нежелательных компонентов газа в зонах высоких температур газогенератора с одновременным повышением калорийности газа. Смолистые соединения дают горючие составные части газа (главным образом углеводороды), которые частично сгорают; уксусная же кислота расщепляется и при этом, что особенно важно, подсмольная вода из кислой становится щелочной. Этим устраняется коррозирующее действие торфяного газа, полученного при опрокинутом горении, в очистительной аппаратуре.

Единственная часть газогенераторной установки, где может сказываться разъедающее действие кислот, это — бункер газогенератора, поскольку в него частично будут попадать кислоты, не подвергшиеся крекированию.

Наряду с отмеченными свойствами, объединяющими торф, как материал для газификации в транспортных газогенераторных установках, с древесиной, имеется и ряд существенных отличительных особенностей торфа, которые, вообще говоря, усложняют применение торфяного топлива и должны быть учтены при конструировании.

К этим моментам нужно отнести, в основном, особенности минеральной массы торфа и ряд физических факторов — теплопроводность и крошимость, которые в данном случае имеют весьма существенное значение.

Количественное содержание золы торфа определяется его происхождением. Если так называемый верховой торф обладает относительно невысокой зольностью (2—5%), то в низинном торфе этой золы значительно больше (7—12%), а для ряда районов (УССР, Центрально-Черноземный район) и того больше.

Такое содержание золы торфа по сравнению с наличием ее в древесине является фактором осложняющим. Но вопрос здесь не только в количестве, но и в ее качестве.

Торфяная зола в основном относится к разряду легкоплавких, реже среднеплавких зол, в то же время древесная зола, как правило, тугоплавка, рассыпчата.

Это объясняется, в основном, характером образования золы торфа, увеличенным содержанием в ней основных окислов железа и кальция, понижающих температуру плавления золы, особенно при среднем или низком содержании в ней кремнекислоты.

Опыты, проведенные нами в апреле 1937 г. по газификации низинного торфа в газогенераторной установке «Моссудоверфь», показали, что основные затруднения возникли вследствие:

- 1) скопления значительных количеств золы и шлаков под колосниковой решеткой, вызывавших сильное сопротивление для прохода газа и в конце остановку двигателя;
- 2) явлений образования шлаков в топливнике, в частности осаждения расплавленной массы золы на стенках керамического топливника.

Весьма существенной отличительной особенностью торфа является плохая теплопроводность его, особенно абсолютно сухого.

Это обстоятельство весьма затрудняет равномерное протекание подсушки торфа и сухой перегонки за счет одного только наруж-

М. В. Канторов и В. П. Джуваго. «Испытание судовой газогенераторной установки «Моссудоверфь», журн. «Водный транспорт» № 11 за 1937 г.

ного обогрева стенок. То, что вполне достаточно для дров, для торфа может оказаться недостаточным.

Явление это в настоящее время достаточно известно и учитывается на практике: как известно, торфококсовые печи с наружным обогревом (Циглера, Виланда и другие) делаются с очень небольшим сечением между обогревающими стенками, то же имеет место и при конструировании сушильных устройств для торфа.

Как было отмечено выше, торфяной кокс обладает высокой реакционной способностью. Способность к реакциям восстановления углекислоты и разложения водяного пара при высоких температурах у торфяного кокса выражена значительно более сильно, чем у каменного и даже древесного угля.

Это свойство связано с объемным весом торфяного кокса; последний оказывается почти вдвое выше, чем для древесного угля (350—400 кг/м<sup>3</sup> против 200 кг/м<sup>3</sup> древесного угля) и потому в единице объема, заполненной торфяным коксом, содержится больше углерода, чем при древесном угле.

Вследствие этого и будучи по структуре своей мелкозернистым и высокопористым, торфяной кокс дает при одном и том же объеме большее количество прореагировавшего в единицу времени углерода по сравнению с древесным углем.

Более высокой реакционной способностью торфококса нужно, очевидно, объяснить и такое характерное обстоятельство, которое было обнаружено при проведенных испытаниях в транспортной газогенераторной установке «Моссудоверфь», — зоны высоких температур в топливнике при торфе по сравнению с чурками выражены особенно резко.

Этим же свойством торфяного кокса и более высоким удельным объемом его нужно объяснить и другую особенность торфа, выявившуюся при тех же испытаниях, — способность его длительно (до двух суток) сохранять огонь в топливнике.

Последнее свойство очень важно для транспортного газогенератора.

Высокая реакционная способность торфяного кокса позволяет ускорить течение газогенераторного процесса; однако для этого требуется предварительная хорошая просушка торфа и, в первую очередь, достижение хорошей подсушки его, так как форсировка работы газогенератора возможна лишь до того периода, пока в зону восстановления не начинает доходить недококсованный или даже недосушенный материал.

Это обстоятельство вызывает необходимость уделять большое внимание при конструировании транспортного газогенератора на торфе вопросу обеспечения хорошей просушки торфа и мерам по устранению центрального непрококсованного ядра топлива.

Касаясь свойств торфа, как топлива для транспортных газогенераторных установок, нельзя не отметить и явления крошечности торфа и кокса, получаемого из него, в процессе газификации. Торф, особенно низинный, обладает склонностью под влиянием метеорологических, физических и термических факторов растрескиваться, давая при этом мелочь — торфяную крошку размером до 25 мм. Склонность торфа к крошечности связана с химическим составом и физической структурой торфа и наблюдается в тем большей мере, чем больше торф будет подвергаться механическим воздействиям извне.

В силу того, что наличие мелочи в торфяной загрузке ухудшает режим газификации, необходимо проводить тщательную предварительную отсортировку мелочи от торфа-куска перед его подачей в газогенератор.

Излишне указывать, что применение механических способов шуровки в бункере и над колосниковой решеткой совершенно недопустимо.

Для полноты следует отметить, что склонность торфа к растрескиванию, вообще говоря, свойство отрицательного порядка, но в разбираемом нами аспекте имеет одну положительную сторону — в части подготовки торфа.

Для применения в транспортном газогенераторе размеры торфа в куске не должны превышать 5—7 см, при больших размерах возможно застревание торфа в горловине топливника. Подготовка торфа до этого размера много проще, чем сложная и дорогая разделка древесины на чурку, так как куски в кулак, в 1/3—1/4 торфяного кирпича, в силу указанных выше причин встречаются в местах хранения торфа чаще, чем целые кирпичи; к тому же разделка кирпича до куска требуемого размера помощью кирки не представляет больших затруднений.

## Работы по созданию транспортной газогенераторной установки на торфу

Начало работ в этом направлении нужно отнести к 1931 г., когда впервые производились опыты по применению воздушно-сухого торфа в транспортных газогенераторных установках Всесо-

юзным институтом сельскохозяйственного машиностроения (ВИСХОМ).

В 1933 г. в марте — августе были проведены опыты газификации кускового торфа в газогенераторе НАТИ-3.

И те и другие опыты производились в установках для древесного топлива и выявили ряд отрицательных факторов, связанных с применением торфа в газогенераторных установках транспортного типа.

Недостаток этих работ заключается в том, что они производились не систематически, от случая к случаю и ограничивались испытанием в непригодных конструкциях газогенераторов.

В дальнейшем работы прервались вплоть до 1936—1937 гг., когда к этому делу было привлечено несколько научно-исследовательских организаций: два института Главторфа НКТП, Всесоюзный институт механизации торфяной промышленности (ВИМТ) в Ленинграде и Торфяной институт в Москве, Торфинститут Академии наук БССР в Минске и, наконец, Украинский научно-исследовательский институт местных видов топлива (УНИИМТ).

Ниже мы даем краткую характеристику состояния этих работ. Торфяной газогенератор Академии наук БССР, осуществленный для конного трактора ХТЗ—СТЗ-3 в 15—30 л. с., предназначен для использования в сельском хозяйстве.

Топливо — низинный торф с влажностью в 25—30% и зольностью в 6—9%.

Газогенератор (рис. 1) имеет квадратное сечение, габариты его: высота — 1680 мм, внутренний диаметр — 480 мм. Топливник имеет такие размеры: диаметр фурменного пояса — 265 мм, горловины — 215 мм, нижнего раструба — 370 мм. Высота активной зоны — 370 мм.

Двигатель имеет повышенную степень сжатия путем накладки на поршень. Бункер газогенератора имеет объем 0,14 м<sup>3</sup>, запас торфа в нем на 1 1/2 часа.

Помимо периферийного обогрева бункер обогревается в центре при помощи щелевидного отверстия.

Очистка состоит из грубого очистителя пластинчатого типа, циклона, первого фильтра с кольцами Рашига, охладителя и второго фильтра.

Проведенные испытания (в лаборатории — 100 час. и в поле 80 час.) дали следующие показатели:

- мощность двигателя (средняя устойчивая) — 25—26 л. с.;
- расход торфа — 28 кг/час;
- мощность на крюке — 7,5—10 л. с.

В настоящее время осуществляется несколько экспериментальных образцов для проверки их в различных условиях и на различных видах торфа.

Всесоюзный институт механизации торфяной промышленности (ВИМТ) разработал конструкцию торфяного газогенератора ТГ-1 к тому же трактору ХТЗ 15/30.

Газогенератор имеет следующие размеры: общая высота — 1560 мм, внутренний диаметр — 530 мм. Топливник цилиндрический, с переходным конусом диаметром 210 мм. Воздух подается через 12 периферийных фурм и центральное сопло. Воздух предварительно подогревается в рубашке и трубах.

Для отсоса паров из верхней части бункера применен эжектор в центральной подаче воздуха.

Очистка и охлаждение газа осуществляются двумя циклонами, тонким очистителем и холодильником радиаторного типа. Запуск двигателя осуществляется на бензине. Степень сжатия  $\epsilon = 4,2$ .

В результате испытаний выявились следующие данные: Мощность двигателя в пределах 18—22 л. с.

Состав полученного газа:

СО . . . . .	14,6—16,5%;	O <sub>2</sub> . . . . .	0,8—1,5%;
H <sub>2</sub> . . . . .	9,7—13,7%;	CO <sub>2</sub> . . . . .	8,5—11,4%;
CH <sub>4</sub> . . . . .	4,0—5,5%;	N <sub>2</sub> . . . . .	53,9—59,8%.

Максимальную мощность двигатель имеет при  $n = 1100—1150$  об/мин.

Применявшийся торф — верховой, с размером кусков  $8 \times 6 \times 6$  см.

Московский торфяной институт сконструировал газогенераторную установку для верховых малозольных торфов к гусеничному трактору ХТЗ болотного типа.

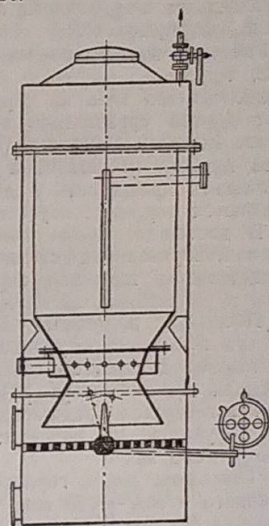
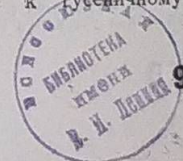


Рис. 1





Установка Инсторфа состоит из газогенератора, грубых очистителей Г-30 (2 циклона, включенные последовательно), охладителя газа и фильтра с кольцами Рашига.

Газогенератор (рис. 2) цилиндрический. Он имеет такие габариты: общая высота — 1800 мм, диаметр 650 мм. Объем бункера — 0,22 м<sup>3</sup>.

Камера горения коническая двойная, сужена по типу Берлиэ. Высота активной зоны — 360 мм. Подвод воздуха и периферийный и центральный.

Периферийная подача воздуха осуществляется через две противоположные футорки в воздушный пояс, откуда через 12 фурм подается в камеру горения.

Центральная подача воздуха осуществляется через трубу диаметром 30 мм.

Колосниковая решетка подвижная, с приспособлением для очистки от золы (сходна с конструкцией Г-19).

Установка испытывалась на торфе различной влажности, со следующими результатами: на торфе  $W^p = 14,0\%$  и  $A^c = 2,3\%$ ; при 1250 оборотах двигателя получена мощность  $N_e = 46$  л. с.; при влажности  $W^p = 30,0\%$  мощность падает на 9%.

Обслуживание газогенератора затрудняется эксцентричным расположением загрузочного люка (при загрузке торфа его необходимо разравнивать).

Работы Украинского научно-исследовательского института местных топлив по созданию и освоению газогенераторной установки транспортного типа на торфе отличаются от вышеприведенных работ других организаций тем, что установка предназначена для более мощного двигателя (ЧТЗ-60, МГ-17), она рассчитана для торфов худших качественных характеристик (большая зольность, повышенная крошечность и др.) и, наконец, объектом для ее работы являются торфяные агрегаты по добыче кускового торфа.

В настоящее время газогенераторная установка УИТ-1 после удовлетворительных стендовых испытаний установлена на производственном торфяном агрегате и проходит длительные испытания в нормальных эксплуатационных условиях.

Поскольку подробные материалы по описанию устройства УИТ-1 и его испытания опубликованы в специальной работе<sup>1</sup>, мы здесь остановимся лишь на описании второй, несколько видоизмененной, модели газогенератора УИТ-2 (рис. 3).

Газогенератор представляет собой сварную из листового железа конструкцию. Ее размеры: высота — 2320 мм, внутренний диаметр — 800 мм.

Топливник имеет горловину диаметром 250 мм, диаметр у фуременного пояса — 350 мм. Число фурм — 8. Высота топливника от уровня фурм — 375 мм.

Колосниковая решетка состоит из двух круглых решетчатых дисков, покоящихся на одном вертикальном валу.

При проворачивании верхнего диска происходит шурование слоя топлива, частично перемалываются шлачки, которые просыпаются через открывающиеся при этом окна.

Топливник и колосниковая решетка выполняются из жаростойкого чугуна.

Внутри бункера вварены две газовые щели, которые делят его на три отсека, стенки которых обогреваются горячим газом перед выходом последнего из газогенератора.

Газовые щели имеют двойное назначение — лучшую подсушку торфа в срединном слое и как меру борьбы с зависанием торфа.

Срединный подогрев торфа вызывается плохой его теплопроводностью (что было отмечено выше), невозможностью обеспечить при диаметре в 800 мм надлежащую подсушку торфа в среднем, наиболее удаленном от стенок, слое.

Для того чтобы подсушка торфа была более эффективной, предусмотрен двухсторонний отсос газа с принудительной усиленной циркуляцией его.

Один отсос газа служит для забора его через междукожуховый зазор, а другой для прососа газа через обогревательные щелевые каналы.

Конструктивно это достигается закрытием обоих каналов с одной стороны и оставлением выходных отверстий против отсасывающего патрубка и устройством закрытой камеры путем приварки к наружному кожуху листа по ширине междукожухового пространства.

Интенсивная просушка торфа по газовой рубашке и двум щелевым каналам способствует повышению к.п.д. газогенератора, так как при этом полезно используется физическое тепло горячих газов, которые в дальнейшем необходимо так или иначе охладить.

Поставленные щелевые перегородки являются также профилактическим мероприятием от зависания топлива, что имеет весьма важное значение для нормального протекания процесса газификации.

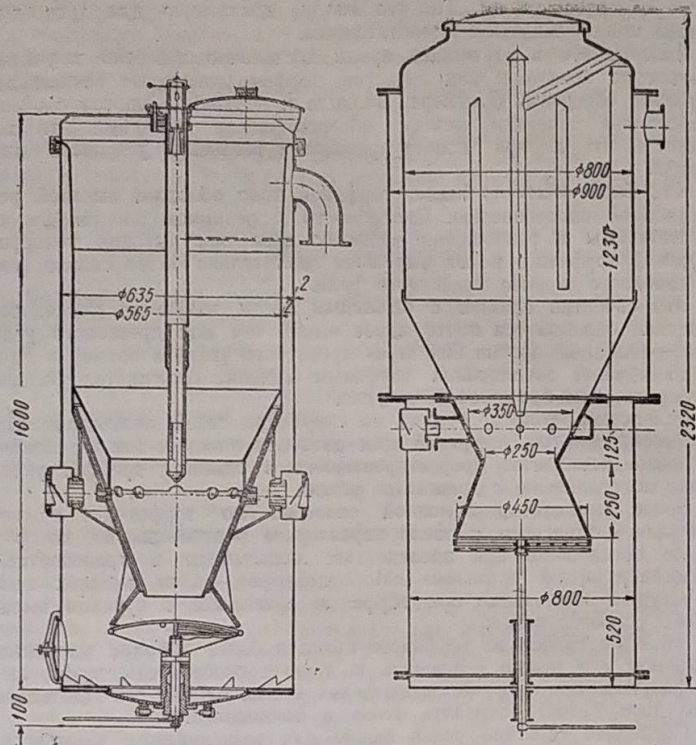


Рис. 2

Рис. 3.

В транспортных газогенераторах к особым мерам борьбы с зависанием топлива прибегать не приходится, так как газогенератор во время передвижения машины все время встряхивается. В полуперемещаемых установках и, очевидно, в катерах такого вибрирующего действия нет и потому здесь естественно будет происходить зависание торфа при переходе его из широкой цилиндрической части к суживающемуся конусу и горловине топливника, несмотря на то, что при подсушке и сухой перегонке его будет происходить естественная усадка (т. е. уменьшение объема) торфа. Газовые щели — перегородки уменьшают разность переходных сечений, что способствует более равномерному опусканию торфа.

Подвод воздуха в топливник комбинированный — 60% подается по периферийным 8 фурам, остальные 40% — по центральной воздушной трубе. Водяные пары эжектируются в зону горения воздухом, поступающим в центральную воздушную трубу; они (водяные пары) снижают этим температуру горения как за счет реакции разложения водяного пара, так и за счет перегрева их.

Поступление водяных паров в зону горения (в допустимой норме и не в виде воды сырых торфин) является основным профилактическим мероприятием к недопущению шлакования золы торфа, что имеет весьма существенное значение для возможности надежного протекания процесса.

Анализируя пути осуществления отдельных конструкций газогенераторных установок транспортного типа на торфу в сопоставлении с древесными газогенераторными установками, можно сделать следующие выводы.

1) Торфяной газогенератор, так же как и древесный, должен быть построен по принципу опрокинутого горения. Это позволяет избавиться в процессе газификации от смолистых погонов, расщепить идущую с потоком газа уксусную кислоту, устранив этим возможность разъедания аппаратуры установки, полезно использовать скрытую теплоту смолы, составляющую около 16% всего тепла, заключенного в исходном торфе, и производить загрузку газогенератора на ходу, не приостанавливая работы двигателя.

2) Габариты, торфяного газогенератора зависят от объекта, для которого он предназначается, и от условий работы, в частности от проектируемых запасов торфа в бункере.

Бункер должен быть с наружной обогревательной рубашкой, а при диаметре выше 600—700 мм иметь устройство для интенсивного нагрева срединного слоя. Форма газогенератора должна быть круглой, как наиболее дешевая, простая и надежная.

3) Топливник должен быть металлическим (стальной аллитированной или чугунной жаростойкой), нефутерованный, с высотой активной зоны не выше, чем для дров. Последнее обстоятельство вытекает из большого объемного веса торфяного кокса и высокой реакционной способности его.

<sup>1</sup> М. В. Канторов, В. П. Джувало и Е. М. Васильева. «Газогенераторная установка транспортного типа на воздушно-сухом торфе» К. 1938 г.

Напряженность горения в топливнике для получения безмольного газа должна быть — у фурменного пояса порядка 700—800 кг/м<sup>2</sup> час, у горловины — 1500 кг/м<sup>2</sup> час.

4) Подвод воздуха в торфяном газогенераторе должен сочетать достаточную напряженность горения при более равномерном протекании его по сечению фурменного пояса. Это условие обеспечивается комбинированием периферийного подвода воздуха с центральной подачей.

5) Чтобы не допустить, несмотря на высокую напряженность горения, шлакования золы, необходимо работать на воздушно-сухом торфе (с влажностью в 25—30%) и эжектировать водяные пары в зону горения. При высокой влажности следует удалять часть паров эжекцией на выхлоп.

6) При проектировании газогенераторов для торфа, особенно при установках полуперевозного типа, необходимо предусмотреть

меры против зависания торфа (правильный подбор переходных сечений от бункера к топливнику, угла наклона, диаметра топливника, перегородки в бункере и др.).

7) Неотъемлемой частью торфяного транспортного газогенератора должна быть подвижная колосниковая решетка, обеспечивающая периодическое встряхивание золы и спуск ее в зольник. Механические способы шуровки надколосникового пространства недопустимы, так как это приводит к измельчению торфяного кокса. Зольниковое пространство должно быть увеличенных размеров в соответствии с количественным содержанием золы в торфе.

8) Специальной очистительной и охлаждающей аппаратуры для торфяной транспортной установки проектировать не следует, она может быть заимствована из древесных газогенераторных установок в соответствии с особенностями той транспортной машины, для которой она предназначена.

## СУДОСТРОЕНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ

### ПЕРВЫЙ СОВЕТСКИЙ КОЛЕСНЫЙ ЭЛЕКТРОХОД<sup>1</sup>

Проф. В. Л. ЛЫЧОВСКИЙ

В октябре 1937 г. на судостроительном заводе им. Горького на Волге была закончена постройка первого советского колесного дизель-электрохода, предназначенного для освоения мелководных рек в качестве буксирно-товарно-пассажирского судна (рис. 1).

При проектировании указанного электрохода были приняты следующие исходные положения:

- 1) осадка 0,3—0,5 м;
- 2) минимальные размеры судна в плане, особенно по ширине;
- 3) максимальная маневренность судна.

В исполнение второго требования гребные колеса помещены сзади за кормой.

<sup>1</sup> В данной статье использованы материалы испытаний первого советского колесного дизель-электрохода, построенного на заводе им. Горького, перед сдачей его в эксплуатацию. В этих испытаниях принимал частичное участие автор настоящей статьи, совместно с инженером Горьковского судопроекта Е. А. Полтановым.

Максимальная маневренность судна полностью достигнута применением электромоторного привода гребных колес с отдельными электродвигателями для каждого колеса. Такое устройство дает возможность не только работать нормально обоими колесами вперед или назад с широкой регулировкой скорости хода судна, но и в случае необходимости отдельно каждым из колес, а также обоими колесами одновременно в разные стороны («в раздрай»).

Основные параметры судна:

Длина наибольшая . . . . .	43,5 м
Ширина корпуса . . . . .	8,65 »
Осадка при полном грузе . . . . .	0,52 »
Водоизмещение при осадке 0,52 м . . . . .	165,3 т
Скорость . . . . .	14 км/час.
Число оборотов гребных колес . . . . .	50 об/мин.

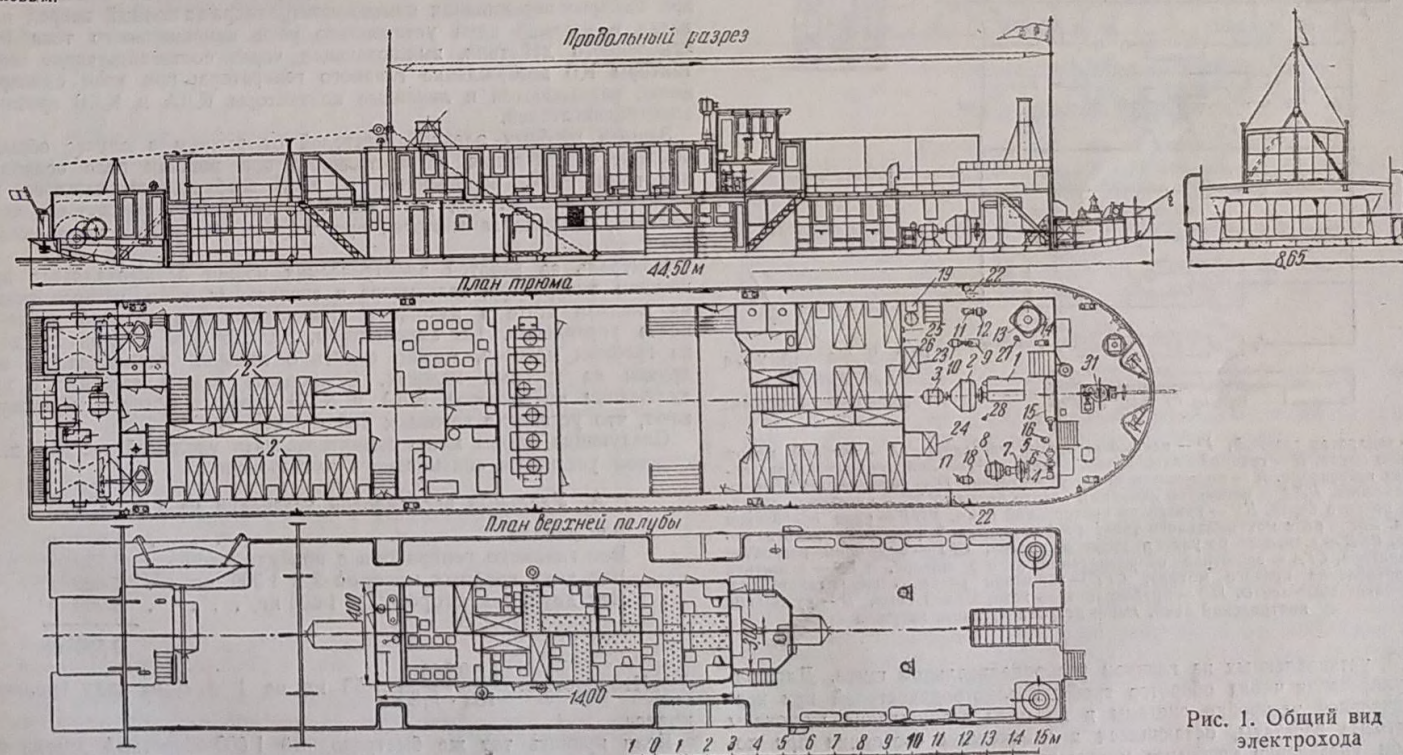


Рис. 1. Общий вид электрохода

При широком развитии пылеугольного отопления в каком-либо из речных бассейнов предварительное дробление угля имеется в виду проводить на береговых или пловучих угольных складах. Для этой цели должны быть сооружены эстакады по типу угле-раздаточных станций железнодорожных узлов.

Схема бункеровки судов представляется в следующем виде. На эстакаде размещаются одна или несколько угледробилок, в зависимости от потребности в дробленном топливе. Подача угля к дробилкам механизмуется и производится ленточными транспортерами или подъемниками. Под дробилками на достаточной высоте подвешиваются вершиной книзу расходные бункеры пирамидообразной формы. Бункеры заканчиваются бункерными затворами и телескопическими трубами.

При подходе парохода к эстакаде или пловучего склада к пароходу для бункеровки телескопические трубы вставляются в бункерный люк парохода, открыв-

ается бункерный затвор подвешеного бункера, и дробленый уголь под влиянием собственного веса устремляется по телескопической трубе вниз, заполняя бункер парохода. Таким образом, загрузка судна топливом производится быстро и без применения физического труда.

Если угольные склады пароходства не механизированы указанным способом, топливо на складе целесообразно сортировать путем просеивания на грохотах. Отсеянный мелкий уголь, мало пригодный для сжигания на колосниковой решетке, нужно использовать для бункеровки судов, работающих на пылеугольном отоплении, а обогащенный крупный уголь с большей эффективностью будет сжигаться на колосниковой решетке.

Угольные склады пароходств находятся в явно неудовлетворительном состоянии, поэтому необходимо срочно приступить к упорядочению работы этого весьма важного участка теплотехнического хозяйства пароходств.

## ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ 1940 04

# МОДЕРНИЗАЦИЯ СУДОВЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК ПЕРВОЙ СЕРИИ ГАЗОХОДОВ

Инж. А. Б. ГЕНИН

Газоходы первой серии (500 катеров), построенные в 1936—1937 гг., оборудованы примерно на 90% газогенераторами, работающими на древесном топливе; из них 40—50 газоходов снабжены газогенераторными установками типа ЦНИИВТ-3, а на остальных смонтирована установка МСВ-84.

Около 10% газоходов оборудовано газогенераторами конструкции завода «Красный Дон», работающими на антраците, с приспособленным мокрым очистителем и сухим фильтром МСВ-84.

Опыт эксплуатации указанных типов газогенераторов, охладителей и очистителей на протяжении двух—трех навигаций при общей удовлетворительной работе выявил несовершенство отдельных конструктивных узлов, препятствующих их лучшей эксплуатации.

Ряд пароходств вносит изменения в конструкции существующих газогенераторных установок с целью их усовершенствования, базируясь на своем опыте.

Продолжение модернизации газогенераторных установок только местными силами, без единого технического руководства, приведет к многообразию и недоиспользованию опыта других пароходств.

Для обобщения опыта большинства пароходств, а также использования последних достижений научно-исследовательских работ при усовершенствовании существующих газогенераторных установок разработка проектов модернизации была поручена ЦНИИРФу.

Для непосредственного ознакомления с работой газогенераторных установок и эксплуатацией газоходов в Доно-Кубанском, Днепровском и Днепро-Двинском пароходствах в эти пароходства был командирован научный работник ЦНИИРФа. В остальные пароходства были разосланы письма с просьбой сообщить выявленные при эксплуатации основные недостатки работы газогенераторов, охладителей и фильтров. Доста-

точно подробные ответы получены от Средне-Волжского, Нижне-Волжского, Камского и Уральского пароходств.

Предварительный анализ основных конструктивных дефектов каждого агрегата и газогенераторных установок в целом предшествовал разработке проектов модернизации.

Поскольку корпуса и ряд деталей существующих газогенераторов и охладительно-очистительных устройств еще пригодны для дальнейшей работы, была поставлена задача при модернизации максимально использовать имеющиеся детали и по возможности при минимальном количестве переделок добиться повышения надежности в работе, удобства обслуживания, демонтажа и ремонта.

Учитывая наибольшее распространение газогенераторной установки типа МСВ-84, ЦНИИРФ в первую очередь разработал проект ее модернизации<sup>1</sup>.

### Проект модернизации газогенераторной установки МСВ-84

Анализ основных конструктивных дефектов газогенераторной установки типа МСВ-84, выявленных в процессе эксплуатации, приводит к следующему:

#### По газогенератору

1. Проход воздуха из воздушного пространства внутрь газогенератора помимо фурм вследствие неплотностей и выкрашивания асбеста в местах соединения направляющего конуса с топливником и бункером, что приводит к перемещению зоны горения вверх и прогару железа направляющего конуса.

<sup>1</sup> Проект был подвергнут экспертизе, получил положительную оценку и также одобрен Экспертным Советом НКРФ.

2. Сужение диаметра топливника до 300 мм и расположение фурм в наиболее узком сечении приводит к образованию сводов в случае применения чурок несколько больших размеров, чем  $100 \times 50 \times 55$  мм.

Образовавшиеся своды разрушают обычно посредством шуровки штангой, что вызывает измельчение древесного угля в шахте, повышенный расход топлива и засорение очистительных устройств.

3. Предусмотренная в первоначальном проекте изоляция шахты газогенератора с внутренней стороны не оправдала себя. Тонкое листовое железо прогорает, и асбест отваливается, что приводит к сильному нагреву наружной стенки и большим теплотерям в окружающую среду, ухудшая тем самым условия работы обслуживающего персонала.

4. Отсутствие подогрева воздуха ограничивает возможность применения дров влажностью выше 20%.

По мокрому очистителю с диффузорами

1. Засорение верхнего газового пространства и трудность его очистки.

2. Значительное препятствие прохождению газа, сказывающееся на понижении мощности двигателя.

3. Повышенный расход воды вследствие недостаточного ее использования (прямоток).

4. Давление подаваемой воды составляет 1,5—2 атм., что увеличивает мощность, затрачиваемую на насосе.

5. Наличие двух разъемов по фланцам с 64 болтами затрудняет и увеличивает время, необходимое для разборки очистителя в случае его полной очистки.

6. Наблюдались случаи попадания воды в газогенератор и засасывания воды газовым потоком в сухой фильтр и в двигатель.

Вследствие сравнительно низкого отбора газа из генератора и ввода газа в очиститель в верхней части в установке имеется удлиненный горячий газопровод с двумя коленами, что ограничивает возможности сближения скруббера с газогенератором.

По сухому фильтру

1. Засорение отверстий в газоподводящем патрубке и затрудненность доступа к ним для очистки.

2. Расположение двух газовых труб внутри фильтра создает различную плотность фильтрующего слоя, что приводит к неравномерному движению газового потока по сечению.

3. Применение кокса в сухих фильтрах вообще не рекомендуется, так как возможно его «выветривание» и унос отдельных крупинки кокса с газовым потоком. Износ трущихся частей цилиндра двигателя значительно увеличится в случае попадания в него мелких частиц кокса.

4. Засорение газопровода между сухим фильтром и двигателем свидетельствует о недостаточной очистке генераторного газа в данном фильтре.

Изменения конструкции газогенератора составлены в двух вариантах для газификации древесных чурок и для газификации швырка длиной 500 мм.

В первом случае изменения конструкции сведены к минимуму и направлены лишь на устранение дефектов, отмеченных выше (рис. 1).

Бункер снаружи сохраняется таким же, изменяется лишь внутри способ соединения направляющего конуса.

Футеровка шахты из керамических колец сохраняется, в случае же отсутствия колец футеровка может быть выложена из шамотного кирпича.

Опорная плита и способ крепления топливника сохраняются, за исключением нижнего кольца, на которое опирается футеровка. Количество фурм, их диаметры и место расположения оставлены без изменения.

В ряде газогенераторов осуществлено подрезание выступов верхнего кольца футеровки до диаметра 400 мм с созданием цилиндрической формы топливника.

Изоляция шахты изнутри, как не оправдавшая себя, исключена. Месторасположение и диаметр газоотборного патрубка не изменяются. Колосниковая решетка также сохраняется существующая.

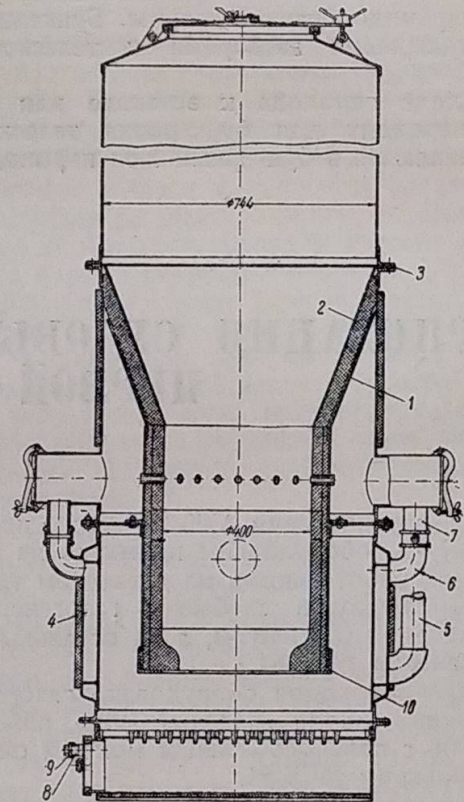


Рис. 1. Газогенератор МСВ-84 модернизированный ЦНИИРФом.

Изменения газогенератора, запроектированные в первом варианте, сводятся к следующему. Конус 1, нижняя часть которого вставлена внутрь кожуха топливника, прижимается асбестовым уплотнением и керамикой. На этом конусе располагается футеровка из шамотного кирпича, которая и сверху прикрыта конусом 2 во избежание повреждений спускающимся топливом. К верхнему конусу приваривается кольцо 3 и скрепляется болтами в общем фланцевом соединении. Указанные изменения устраняют проникновение воздуха внутрь газогенератора помимо фурм.

Приваркой снаружи шахты кожуха 4 создана камера для подогрева воздуха за счет физического тепла генераторного газа. Подогрев воздуха, в особенности при наличии наружной изоляции, уменьшает выделение тепла в окружающую среду, улучшая тем самым условия работы команды. Кроме того осуществляется частичный возврат тепла в газогенератор, способствующий развитию более высоких температур в шахте и получению более калорийного газа, что особенно важно в случае применения дров повышенной влажности

или работы на пониженных форсировках, соответствующих среднему и малому ходу судна. Отвод тепла от наиболее нагретого кожуха шахты удлинит срок его эксплуатации.

Воздух по трубам 5 с тента подводится в нижнюю часть камеры, откуда по коленам 6 и трубкам 7 перепускается в существующие лючки и дальше через фуры в шахту.

При небольших стоянках судна для поддержания горения в шахте приходится открывать зольниковый люк для подвода воздуха и открывать крышку бункера для выпуска продуктов горения. Предусмотренная в крышке зольника трубка 8, обеспечивая доступ воздуха под колосники, исключает надобность в частом открывании лючка, при котором нарушается уплотнение в канавке. Воздухоподводящая трубка заглушается пробкой 9.

5. Установлено более прочное кольцо (10) из углового железа, на которое опирается керамическая футеровка.

Наружная изоляция всей шахты уменьшает тепловыделение в машинном помещении.

### Модернизация газогенератора МСВ-84 для газификации швырка

Замена древесных чурок длиной 100—110 мм, заготавливаемых полумеханизированным или ручным способом, обычными полуметровыми дровами значительно упростит и удешевит заготовку топлива.

Экономия от замены древесных чурок швырком составит значительную сумму, если учесть количество дров, которое ежегодно используется на речном транспорте для газоходов.

В отличие от древесных чурок, опускание швырка из бункера в шахту необходимо направить во избежание образования сводов и застревания дров в верхней части. При цилиндрической форме газогенератора, как показал опыт лабораторных исследований, дрова следует загружать в вертикальном положении, предварительно плотно набив их в кольцо диаметром несколько меньшим, чем диаметр загрузочного люка бункера.

Как видно из рис. 2, для направления топлива в

шахту во избежание разваливания и образования сводов в имеющийся бункер вваривается цилиндр.

При таком способе загрузки дрова опускаются нормально и не требуется шуровок. Для возможной загрузки больших вязанок дров в газогенератор в соответствии с диаметром топливника устроены новый, большего диаметра, люк и крышка бункера. Крышка уплотняется с помощью рычага из рессорной стали и скобы с рукояткой. В крышке имеется лючок, позволяющий замерять уровень топлива в бункере. Во избежание нагрева стенок бункера газом произведено отключение с помощью конуса 2 пространства, образовавшегося при приварке в бункер направляющего цилиндра.

Коническая форма топливника предусмотрена для того, чтобы уменьшить измельчение древесного угля в шахте под тяжестью вышележащего слоя топлива и ослабить возможные толчки при очередной загрузке дров.

Расположение фурм в двух рядах в шахматном порядке должно препятствовать попаданию недостаточно обугленных частей топлива в нижнюю часть, чтобы предотвратить опасность засмоления двигателя при работе на несколько повышенной влажности дров или пониженной форсировке — средний и тихий ход. Футеровка топливника выполнена из обычного шамотного кирпича и опирается на кольцо из углового железа, приваренного к кожуху топливника. Примерно в средней части к кожуху топливника приварена плита 3, которая отделяет газовое пространство от верхнего воздушного пространства. Для большей жесткости к плите приварены ребра.

В остальном изменения предусмотрены те же, что и в первом варианте при работе на древесной чурке: подогрев воздуха, наружная изоляция, устранение возможности прохода воздуха внутрь газогенератора помимо фурм.

При модернизации использован опыт ЦНИИВТа и результаты испытания газогенератора ЦНИИВТ-7, показавшего вполне удовлетворительные результаты при работе на швырке хвойных пород влажностью 25%.

### Изменения конструкции мокрого очистителя МСВ-84

Изменения мокрого очистителя, основным назначением которого является охлаждение газа, более значительные чем газогенератора. В ряде пароходств уже проведена переделка внутреннего устройства охладителя по типу обычных скрубберов с насадкой. Такая замена произведена и в последующих охладителях, разработанных Моссудоверфью, ввиду неудовлетворительной работы мокрого очистителя с диффузорами.

При приспособлении мокрого очистителя типа МСВ-84 под скруббер сохраняется лишь наружный кожух, два фланца, часть болтов и труб.

Как видно из рис. 2, переработанная конструкция скруббера имеет следующие особенности:

Тангенциальный ввод газа сообщает газовому потоку вращательное движение, при котором основная масса механических примесей выделяется в нижней части. Подобное расположение газоподводящего патрубка кроме того позволяет несколько приблизить скруббер к газогенератору и уменьшить длину горячего газопровода.

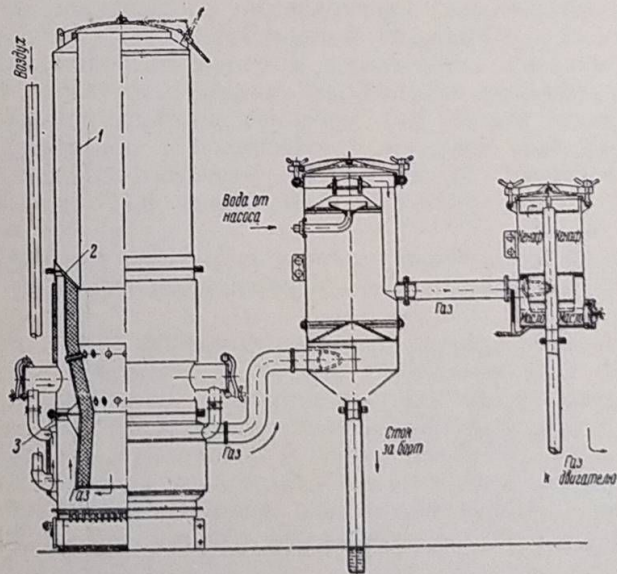


Рис. 2. Схема судовой газогенераторной установки ЦНИИРФ-МСВ для двигателя ЧТЗ-60 (на швырке).

<sup>1</sup> Инж. А. Б. Генин, Новый тип газогенераторной установки на швырке, журнал «Водный транспорт» № 7 за 1939 год.

Устройство конической решетки, которая является более жесткой, чем плоская, имеет большее живое сечение и облегчает проход газа. Коническая решетка кроме того преследует цель по возможности выравнять сопротивление столба кокса в центре и по периферии, так как кокс лежит более плотно в центре и менее плотно в местах соприкосновения с кожухом скруббера.

Применением обращенной лейки достигается более равномерное распределение воды по сечению и лучшее орошение периферии, в отличие от ранее применявшихся леек в скрубберах ЦНИИВТа, у которых отверстия были насверлены в сферическом днище, орошавших преимущественно центральную часть скруббера. Лейка данной конструкции благодаря большому количеству отверстий, насверленных в конической части, менее подвержена засорению. Она доступна для очистки.

Устройство газоотвода, как указано в проекте, позволяет напрямую соединять скруббер с очистителем, уменьшая длину газопровода, и исключает надобность в коленах, увеличивающих сопротивление установки.

К преимуществам данного типа скруббера по сравнению с очистителем МСВ-84 следует также отнести уменьшение расхода воды на охлаждение газа и незначительное давление, необходимое в водяной системе (порядка 0,2—0,3 атм.), что уменьшает мощность, затрачиваемую насосом.

Благодаря противотоку температура сточной воды бывает на 10—15° выше температуры выходящего газа.

Применением насадки достигается и лучшая очистка газа. Простота обслуживания и легкость демонтажа

также могут быть отнесены к положительным сторонам данной конструкции.

#### Изменение конструкции сухого фильтра МСВ-84

Учитывая неудовлетворительную работу сухого фильтра, отмеченную выше, и произведена перепроектировка внутреннего устройства. Наружный кожух, крышка и трубы используются.

В основу схемы работы масляного очистителя положено использование принципа циклона в сочетании с применением масла и последующей фильтрацией, что значительно улучшает степень очистки генераторного газа, чем это имеет место в сухом фильтре МСВ-84.

Расположением в центре очистителя газоотводящей трубы создаются условия равномерного движения газа по сечению.

Внутренний цилиндр вместе с приваренными к нему решетками легко вынимается, что облегчает полную очистку и сборку очистителя.

Более равномерное уплотнение крышки очистителя достигается применением двух откидных болтов с барашками вместо имеющих одного болта и шарнирного соединения.

Очиститель данной конструкции, оказывая меньшее сопротивление движению газа, позволяет увеличить промежутки времени между чистками. Отвод газа из очистителя по центральной трубе, направленной вниз, дает возможность при монтаже направить газопровод по кратчайшему пути к двигателю при минимуме колен, что также способствует уменьшению сопротивления установки.

Для различных вариантов принималось:  
 отношение ширины к осадке от 6 до 9;  
 отношение длины к ширине от 5,5 до 6,5;  
 высота надводного борта от 1,7 до 2,2;  
 осадка 2, 2,25, 2,5, 3 и 3,5 м.

Коэффициент общей полноты:

для несамоходных угольных судов 0,83;

для самоходных 0,79. Скорости самоходных судов 8, 9, 10, 11 и 12 миль в час.

Для сравнения были рассмотрены суда обычные, при тех же осадках как самоходные, так и несамоходные. Не останавливаясь на деталях, приведем основные расчетные результаты.

Для мелкосидящих крупнотоннажных судов грузоподъемность получилась в 2,5—3 раза больше, чем для обычных.

Для мелкосидящих крупнотоннажных угольных баржей оказалось возможным получить грузоподъемность 2500—2800 т при осадке 2,5 м, а для самоходных судов — 1500—1700 т при той же осадке (в абсолютных цифрах).

Таким образом становится понятным, какой большой экономический эффект может дать эксплуатация судов нового типа.

Суда для мангышлакских углей должны обладать еще одной особенностью, а именно: допускать возможность повышения грузоподъемности при осадке на 0,5—0,7 м больше нормальной, чтобы в период полых весенних вод с наибольшей выгодой использовать увеличенные глубины Волги.

В предварительных расчетах предполагалось, что самоходные угольные суда будут иметь паровые машины с котлами на угольном отоплении.

Однако целесообразность такой установки зависит от качеств добываемых на Мангышлаке углей.

Возможно, что более выгодной окажется дизельная установка.

По заданию Наркомморфлота Ленинградским Морсудопроектком в настоящее время ведутся техникоэкономические исследования угольных судов нового типа. Результаты исследований покажут наивыгоднейшие размеры судов, тоннаж и другие элементы.

Учитывая острую нужду каспийского флота в пополнении новыми угольными судами, нужно в первую очередь начать строительство угольных баржей, как объектов с небольшими сроками постройки.

## ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ 1940 05

### СУДОВОЙ ГАЗОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ МГС-17 (Р-2)

Инж. А. В. КАЛИНКОВ

XVIII съезд ВКП(б) дал ясную и грандиозную перспективу развития газоходостроения.

Все растущая потребность водного транспорта требует надежных и сравнительно дешевых газовых двигателей.

Отсутствие в настоящее время специальных газовых судовых двигателей заставляет превращать вполне надежные, но не приспособленные к судовым условиям автотракторные двигатели ЧТЗ, ХТЗ, ГАЗ и др. — в судовые.

Переход на массовое производство дизельмоторов является крупнейшим достижением советского машиностроения в отношении использования тяжелых жидких топлив.

Перевод на твердое топливо (газификация) моторов ЧТЗ является еще более выгодным и уже освоен заводом.

В условиях водного транспорта двигатели, работающие на газе, являются особо выгодными, так как запасы древесного топлива и углей в бассейнах рек значительны, судовая установка получается облегченной, что позволяет строить суда с малой осадкой и развивать судоходство на малых реках.

Во исполнение постановления Совнаркома СССР от 28/II 1938 г. о выпуске судовых двигателей конструкторы ЧТЗ и НАТИ разработали проект и подготовили к выпуску судовой газовой двигатель типа МГС-17 (Р-2).

Двигатель имеет следующие основные параметры:

№ п/п.	Название параметра	Обозначение	Параметр
1	Мощность Р-2 при выключенном масляном насосе реверса . . . . .	$N_e$ л. с.	68
2	Число оборотов в минуту . . . . .	—	850
3	Число цилиндров . . . . .	$i$	4
4	Рабочий объем одного цилиндра . . . . .	$V_n$	3,86
5	Диаметр цилиндра . . . . .	$D$ мм	155
6	Ход поршня . . . . .	$S$ мм	205

№ п/п.	Название параметра	Обозначение	Параметр
7	Степень сжатия . . . . .	$E$	8
8	Среднее эффективное давление при максимальной мощности (по расчету) . . . . .	$P_e$ кг/см <sup>2</sup>	4,7
9	Расход топлива — чурок в среднем в час . . . . .	кг/сила/час	0,94

Габариты двигателя:

1. Длина . . . . . 2,2 м
2. Ширина . . . . . 1,0 »
3. Высота . . . . . 1,4 »

Распределение

Фазы распределения				Подъем клапанов		Температурный зазор		Порядок работы цилиндров
Всасывающий клапан		Выхлопной клапан		всасывающий	выхлопной	всасывающий	выхлопной	
начало	конец	начало	конец					
5°	35°	50°	10°	16	16	0,3	0,3	1—3—4—2

На рис. 1 дан внешний вид двигателя, установленного на стенде.

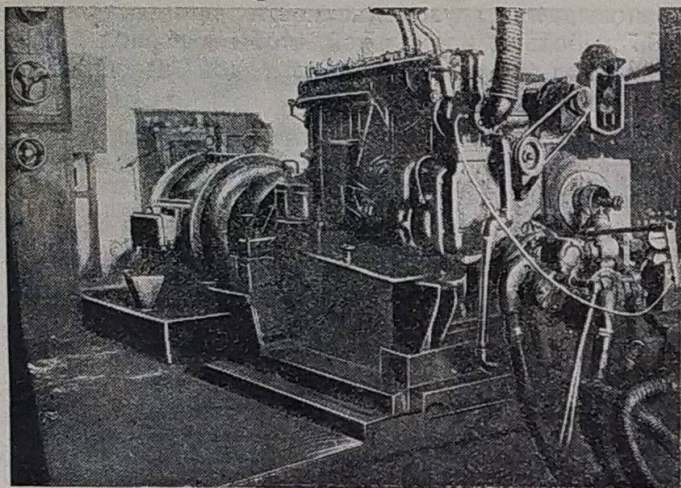


Рис. 1.

На рис. 2 приведен поперечный разрез головки и поршня газового двигателя МГС-17 (Р-2).

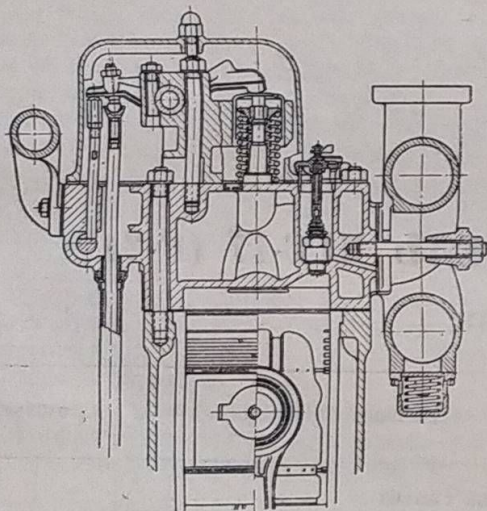


Рис. 2.

Камера сгорания имеет цилиндрическую форму и заключается в обработанной выемке головки. Закал смеси производится одновременно двумя свечами, из которых одна устанавливается в головке в вертикальном положении со стороны всасывающих и выхлопных коллекторов, а другая в горизонтальном положении со стороны водяной трубы и наклонена под углом к оси двигателя. У каждой свечи имеются в головке небольшие карманы в целях предохранения электродов свечи от забрасывания маслом. Головка представляет собой одну общую отливку на два цилиндра, разделенную внутри перегородкой для выравнивания условий охлаждения головки. Выхлопные и всасывающие трубы выведены на левую сторону головки (если смотреть на маховик). Каждая головка крепится к блоку шестью анкерными шпильками и девятью шпильками, ввернутыми в блок.

Между блоком и головкой кладется медно-асбестовая прокладка. На верхнюю плоскость головки устанавливаются по две стойки, соединенные валом коромысел. Стойки одновременно выполняют функцию направляющих для стаканов клапанов, которые в свою очередь служат для разгрузки клапанов от боковых усилий. На валок коромысел одеваются коромысла, получающие смазку через сверления из отверстия в валике. Смазка в валике подается под давлением от маслораспределителя. Коромысла приводятся в движение от распределительного вала при помощи трубчатых штанг, упирающихся в шаровой конец регулировочного винта, ввернутого в коромысло. На конце коромысла со стороны регулировочного винта имеется выступ, в который упирается штанга дехомпрессора,

получающая движение от валика, приводимого в движение при помощи тяг рычагом, укрепленным на блоке двигателя.

Всасывающий и выхлопной клапаны имеют бронзовые направляющие втулки, запрессованные в головку, и удерживаются двумя спиральными пружинами.

Выхлопной коллектор располагается над всасывающим, и у судового двигателя экранирован.

Экран представляет собой Г-образную сварную коробку из стали толщиной в 2 мм. Прослойка воды имеет толщину 20 мм. Со стороны головки и торцов к экрану прикреплены отражательные щитки. Вода к экрану подводится от насоса двигателя и отводится за борт. Экран опирается на выхлопной коллектор двумя брусками и закрепляется при помощи пластинок, подложенных под гайки шпилек, крепящих всасывающие и выхлопные коллекторы.

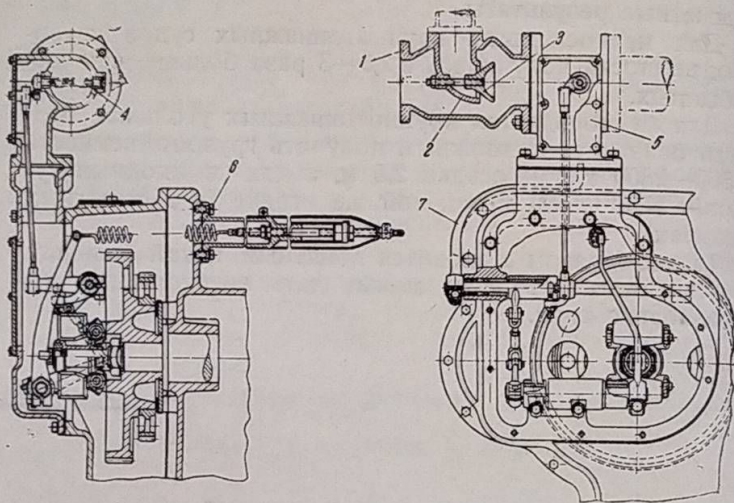


Рис. 3.

На рис. 3 дана схема регулятора и смесителя. Смеситель представляет собой литую чугунную коробку 1, имеющую с торцом фланцы для крепления и сбоку — фланец для трубы, подводящей воздух. Этот фланец внутри смесителя переходит в загнутый литой патрубок 2, с отверстием, расположенным по оси смесителя и защищенным грибом 3. Количество воздуха регулируется от руки заслонкой, установленной в воздушной трубе, а количество смеси регулируется дросселем 4, помещенным в коробке 5. Дроссель 4 приводится в движение от регулятора через систему рычагов.

Регулятор — центробежный, всережимный. Натяжением пружины 6 регулятора можно уменьшать в пределах до 850 в минуту число оборотов, при котором регулятор закрывает дроссель.

При помощи рычага 7 можно также воздействовать на дроссель (открывать или закрывать полностью подачу смеси). Смесь от смесителя поступает во всасывающий коллектор через переходный патрубок.

У судового двигателя к коробке 5 прикреплен изогнутый патрубок для того, чтобы смеситель был расположен вертикально; это необходимо для удобства подвода газа на судне.

Зажигание осуществляется от двух магнето типа БС-4, работающих синхронно. Оба магнето — правого вращения. Валики привода магнето вращаются в бронзовых втулках, запрессованных в кронштейне магнето.

Муфты сцепления магнето состоят каждая из двух дисков с различным числом отверстий для регулировки. Диски скрепляются между собой двумя болтами.

Поршень (рис. 2) имеет плоское днище толщиной 26 мм, четыре компрессорных кольца и два маслосбрасывающих. Над компрессорными кольцами имеется канавка, которая предохраняет верхние кольца от перегрева.

Длина поршня 216 мм. Поршневой палец полый, застопоривается от продольного перемещения алюминиевыми заглушками, входящими своими выступами в гнезда поршня. Поршень не доходит до верхней плоскости гильзы на 2 мм, что предусмотрено в целях обеспечения необходимой компактности камеры сгорания при дальнейшем увеличении степени сжатия. Материал поршня — сплав У, подвергавшийся термической обработке на твердость 105 по Бринелю.

Шатун дизельный, стальной, штампованный, имеет сверление в теле для подвода смазки от шатуновой шейки к верхней головке. Нижняя головка залита баббитом.

Коленчатый вал откован из стали 1045 и термически обработан на твердость 217—255 по Бринелю.



Коренных подшипников — 5. Они имеют толстостенные стальные вкладыши, залитые баббитом, с толщиной слоя 3 мм. Трущиеся детали газового двигателя смазываются под давлением от шестеренчатого насоса и частично разбрызгиванием. На рис. 4

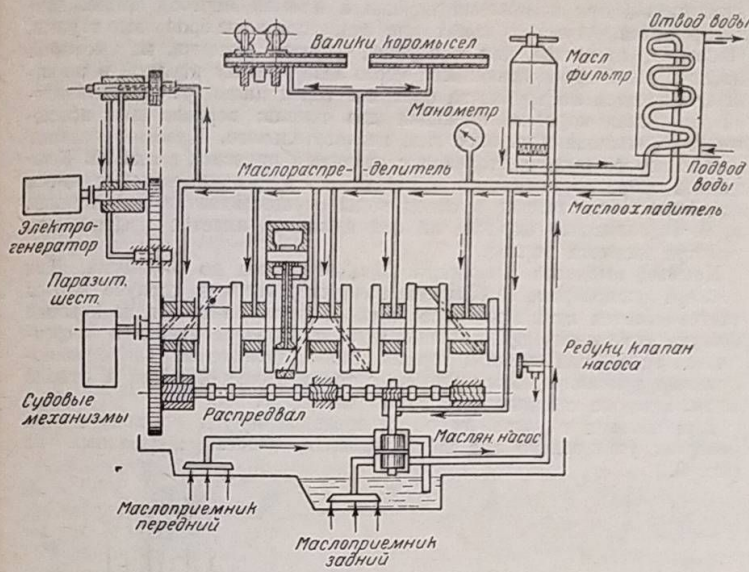


Рис. 4.

дана схематично система смазки. Шестеренчатый насос двигателя приводится во вращение винтовыми шестернями от распределительного вала двигателя. Число оборотов ведущего вала равно 520 в мин. Насос состоит из двух пар шестерен внешним диаметром 51 мм и высотой 40 мм, отделенных друг от друга шлифованной пластинкой. Верхняя пара шестерен забирает масло из передней части картера через маслоприемник с сеткой, имеющей 100 отверстий на 1 см<sup>2</sup>, и выбрасывает его в нижний поддон. Отсюда через нижний маслоприемник, также закрытый сеткой, масло забирается нижней парой шестерен и гонится по трубке через сверление в блоке к масляным фильтрам; далее масло поступает в маслораспределитель, от которого подается на трущиеся поверхности отдельных узлов, как указано на схеме.

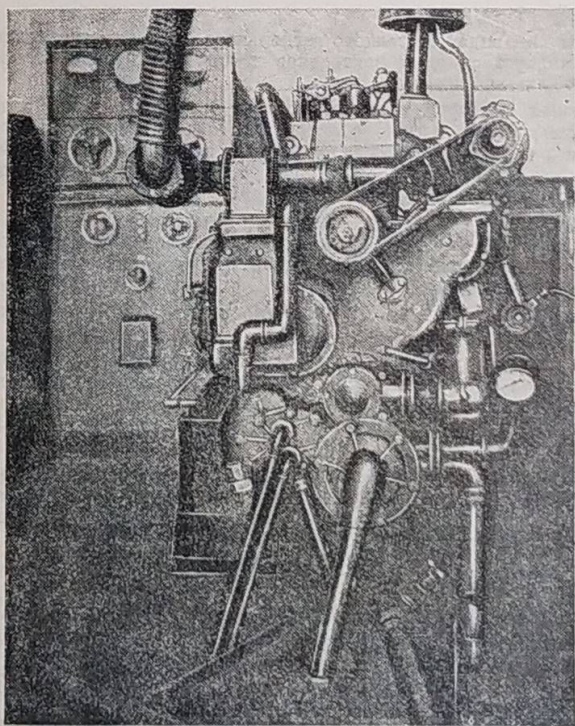


Рис. 5.

Судовые механизмы смазываются разбрызгиванием от масла, заливаемого в кожух механизмов через маслосливное отверстие, закрытое пробкой.

Для работы на судне газовый двигатель имеет следующие механизмы:

водяной насос для двигателя, расположенный ниже оси коленчатого вала двигателя, водяной насос для скруббера, охлаждающего газ, трюмный водяной насос, масляный насос для питания реверсивной муфты на прямом ходу, масляный насос для питания реверсивной муфты при реверсах. На рис. 5 дан вид спереди на двигатель и судовые механизмы. Вышеуказанные механизмы приводятся в движение от переднего конца коленчатого вала двигателя и смонтированы в одном агрегате, укрепленном на траверсе. Траверса одета на шип кожуха шестерен и служит одновременно передней опорой двигателя.

На рис. 6 дан продольный разрез агрегата судовых механизмов.

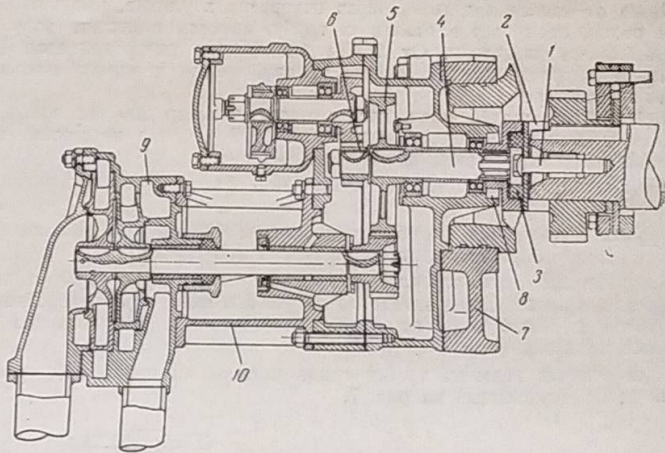


Рис. 6.

Как видно из разреза, на переднем конце коленчатого вала укрепляется при помощи болта 1 стальная втулка 2 с двумя кулаками. Кулаки входят в соответствующие выемки текстолитовой шайбы 3. Текстолитовая шайба имеет еще две выемки, в которые входят два кулака муфты, одетой на шлицы приводного вала судовых механизмов. Приводной вал 4 смонтирован в выступе кожуха механизмов на двух шариковых подшипниках и несет на себе две шестерни, из которых большая 5 сцепляется с шестернями водяных и масляных насосов, а малая 6 с шестерней трюмного насоса.

По наружной поверхности шипа кожуха шестерен сделаны две канавки, в которые вставляются уплотнительные резиновые кольца. На шип надевается стальная литая траверса 7, на которую крепится кожух механизмов, центрирующийся по отверстию траверсы. Кожух отлит из чугуна. На кожух прикрепляется болтами чугунная крышка. Взаимное расположение кожуха и крышки фиксируется двумя установочными шпильками. В крышке расточено три отверстия, в которые вставляются предварительно собранные отдельно механизмы: трюмный насос, водяные насосы и масляные насосы. Кожух механизмов отделен от внутренней части двигателя универсальным сальником 8. В кожух механизмов смазка заливается через пробку, имеющуюся в верхней части. Сливаются масло из кожуха через нижнюю пробку.

Водяные насосы для двигателя и для скруббера вращаются с числом оборотов  $n = 2000$  об/мин. при 850 об/мин. двигателя и располагаются на 100 мм ниже оси коленчатого вала двигателя и обычно ниже ватерлинии судна. Поэтому насосы всегда залиты водой, так как центробежный насос начинает работать только при заполнении его.

Крыльчатка насоса двигателя и скруббера надеваются на один вал и помещаются в общем литом корпусе. Корпус 9 крепится к кронштейну 10, устанавливаемому на крышку кожуха механизмов. Валик насосов имеет два подшипника в виде бронзовых втулок, запрессованных в корпусе и кронштейне. От продольного перемещения валик водяных насосов фиксируется стальной шайбой, которая посажена на шпонку и зажата на валике между приводной шестерней и буртом валика. Шайба вращается между плоскостью кронштейна и стальной пластинкой, прикрепленной на дистанционных кольцах к кронштейну насосов при помощи двух болтов. Универсальный валик предотвращает течь масла из кожуха механизмов через зазор между валом водяных насосов и бронзовой втулкой, в которой вращается вал.

Корпус водяных насосов представляет собой чугунную отливку, имеющую улитки для насосов и каналы для отвода воды из улитки скрубберного насоса, для отвода воды из улитки насоса двигателя и для подвода воды к крыльчатке насоса двигателя. Канал для подвода воды к крыльчатке скрубберного насоса осуществлен в крышке корпуса насосов. Чтобы вода не могла вытекать из корпуса насосов через зазор между валиком и бронзовой втулкой, на бобышке корпуса имеется нарезка, на которую навинчивается чугунная гайка, предварительно надетая на валик. Между гайкой и бобышкой наматывается сальник. При появлении течи гайку необходимо подтянуть. Так как крыльчатки насосов помещаются в одном корпусе и друг от друга не уплотнены, то зазоры, через которые сообщаются улитки обоих насосов, должны быть строго выдержаны. В случае несоблюдения зазоров возможно переливание воды из одного насоса в другой.

Насос двигателя имеет крыльчатку меньшего диаметра и рассчитан на производительность 90 л/час при напоре 11 м (число оборотов двигателя при этом 850 об/мин.).

Вода от насоса двигателя через отверстие в улитке, расположенное сбоку, поступает в стальную трубу, которая подводит воду к трубе блока двигателя. От трубы блока вода распределяется по всем цилиндрам и подается через вентиль наверх к экрану выхлопного коллектора.

Крыльчатка скрубберного насоса имеет диаметр 200 мм, ширину 15 мм и диаметр входного отверстия 102 мм, она насажена на шпонке на конце валика водяных насосов.

От продольного перемещения крыльчатка фиксируется при помощи шпильки.

Производительность скрубберного насоса 176 л в час при напоре 20 м (число оборотов двигателя при этом 850 об/мин.).

Скрубберный насос забирает воду из-за борта через трубу и патрубков в крышке. Вода отводится из улитки вниз через отверстие *O* и трубу *O*. Часть воды от скрубберного насоса направляется в маслоохладитель.

Для откачки воды из трюма судна установлен поршневой трюмный насос, показанный на рис. 7.

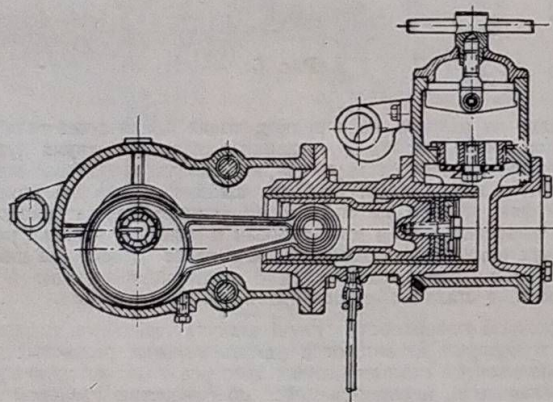


Рис. 7.

Насос имеет следующие основные параметры:

№ п/п.	Название параметра	Обозначение параметра	Величина
1	Число оборотов . . . . .	<i>n</i> об/мин.	505
2	Диаметр цилиндра . . . . .	<i>D</i> мм	50
3	Ход . . . . .	<i>S</i> мм	30
4	Высота всасывания . . . . .	<i>H</i>	1,2
5	Производительность . . . . .	<i>Q</i> л/мин.	50
6	Скорость всасывания . . . . .	<i>W</i> м/сек.	—

К основным деталям насоса относятся корпус насоса, цилиндр, поршень, шатун, эксцентрик, валик привода и корпус клапанов с клапанами. В корпусе насоса на двух шариковых подшипниках смонтирован валик привода, на выступающем конце которого надета на шпонке и закреплена гайкой ведомая шестерня, сцепляющаяся с шестерней, надетой на приводном валу всех механизмов. На другом конце валика насажен на шпонке и зафиксирован стальной шайбой чугунный эксцентрик, имеющий литой карман для смазки нижней головки шатуна насоса. На эксцентрик надевается стальной шатун, имеющий бронзовые втулки в головках шатуна. Поршень чугунный

литой. Поршневой палец запрессован в бобышки и зафиксирован от продольного перемещения при помощи разводного кольца, вставляющегося в выточки во втулке и поршневом пальце.

На головке поршня прикреплен при помощи болта и шайбы кожанный манжет. Смазка поршня осуществляется разбрызгиванием от эксцентрика при положении поршня в нижней мертвой точке. Цилиндр литой, чугунный, имеет две запрессованные бронзовые втулки. Посредине цилиндра, как и поршня, имеется выемка, из которой масло и вода, просачивающиеся через зазор между втулкой и поршнем, отводятся по трубке за борт. На торец цилиндра прикрепляется клапанная коробка, имеющая два гнезда: верхнее для всасывающего клапана и нижнее для нагнетательного. Клапаны состоят из бронзового корпуса, тарелки с стержнем пружины и шайбы. Клапаны в сборе ввертываются в гнезда через крышки, помещающиеся над клапанами. Подвод и отвод воды осуществляется при помощи труб. В клапанной коробке на оси цилиндра имеется крышка для осмотра манжета поршня.

Крышка выдвигается в полость коробки насоса до минимума. Для осмотра эксцентрика и большой головки шатуна в корпусе насоса также имеется люк. Весь насос в сборе устанавливается на крышке кожуха механизмов при помощи бурта на корпусе насоса и закрепляется тремя шпильками в горизонтальном положении. Такое расположение трюмного насоса удобно с точки зрения подвода и отвода воды, а также сокращает габариты двигателя.

Для питания гидравлической реверсивной муфты на ходу и при реверсах установлено два шестеренчатых насоса, показанных на рис. 8.

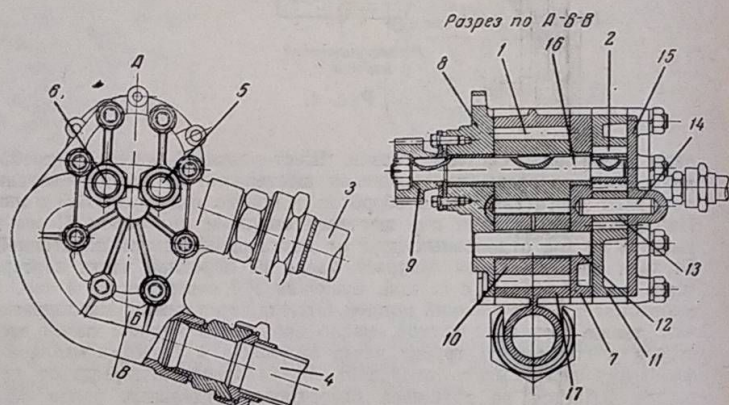


Рис. 8.

Насосы в виде собранного отдельного узла монтируются на крышке корпуса судовых механизмов и получают привод от приводной шестерни механизмов.

Приводная шестерня масляного насоса 9 насажена на ведущий вал 16, на котором в свою очередь насажены на шпонках ведущая шестерня 1 масляного насоса, питающего реверсивную гидравлическую муфту при реверсах, и ведущая шестерня 2 масляного насоса, питающего реверсивную муфту на прямом ходу.

Ведомые шестерни 10 и 13 обоих масляных насосов свободно вращаются на валиках 12 и 14. Валик 12 запрессован в кронштейне 8, а валик 14 в крышке 15. Подводящий и отводящий каналы насоса реверса, обозначенные цифрами 3 и 4, отлиты в корпусе насоса 17.

Насос реверса отделен от насоса прямого хода промежуточной плитой 7.

Корпус насоса прямого хода 11 зажат между промежуточной плитой 7 и крышкой 15, в которой имеются отверстия для подвода масла 5 и отвода 6. Каналы для подвода и отвода масла имеют штуцера, к которым при помощи накидных гаек прикрепляются трубы.

Масло, которое перекачивается масляными насосами из поддона реверсивной муфты в реверсивную муфту, при работе нагревается и должно охлаждаться в специальном маслоохладителе, входящем в число агрегатов реверсивной муфты.

На судовой газовой мотор устанавливается электрогенератор типа АТ № 1.

Привод генератора осуществляется двумя клиновидными ремнями с натяжным приспособлением на кронштейне генератора.

Генератор имеет следующие параметры:

1) напряжение — 24 вольта,

2) мощность — 1000 ватт.

Для запуска судовой газовой мотора было запроектировано две системы пуска: система пуска электростартером и пусковым мотором, работающим на газе.

№№ п/п	Название параметра	Обозначение	Насос реверса	Насос прямого хода
1	Число оборотов . . . . .	об/мин.	2000	2000
2	Диаметр всасывающего канала . . . .	$d_1$	50	24
3	Диаметр нагнетательного канала . . .	$d_2$	50	24
4	Производительность . . . . .	л/мин.	383	40
5	Давление нагнетания . . . . .	кг/см <sup>2</sup>	3	3
6	Температура масла, при которой производились замеры по пунктам 3 и 4 . . . . .	°С	60°	55°
7	Мощность, потребляемая при работе насоса . . . . .	л.с.	8	2

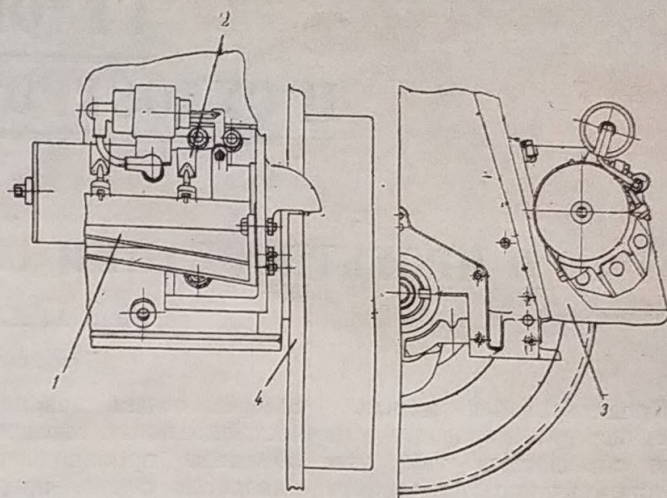


Рис. 9.

Система пуска электростартером состоит из электростартера типа СТ-64, смонтированного на кронштейне, прикрепляемом к лапе двигателя и батареи аккумуляторов напряжением в 24 вольта, емкостью 144 амперчаса.

Установка электростартера показана на рис. 9. Электростартер прикрепляется к кронштейну 1 при помощи стяжных хомутов 2 и фиксируется от проворачивания шпонкой, посаженной в кронштейн. Кронштейн 1 вместе с стартером прикрепляется к лапе двигателя 3.

Шестерня электростартера зацепляется при включении стартера с шестерней 4, напрессованной на маховик.

Параметры электростартера следующие:

При температуре окружающего воздуха +10° Ц электростартер сообщает двигателю 120 об/мин., что вполне достаточно для запуска газового мотора. Пуск газового двигателя производится в течение 3—5 секунд от начала прокручивания двигателя.

Вместо карбюратора установлен смеситель щелевого типа.

№№ п/п	Название параметра	Обозначение	Параметр
1	Тип . . . . .	—	СТ-64
2	Мощность . . . . .	л. с.	8
3	Напряжение . . . . .	вольт	24
4	Число зубьев шестерни стартера . . . .	—	13
5	Число зубьев венца маховика . . . . .	—	196
6	Передаточное отношение . . . . .	—	15,08

## СУДОСТРОЕНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ФЛОТА

## ПРОЕКТ СУДОВОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРА ЦНИИРФ-9М ДЛЯ ДВИГАТЕЛЯ МОЩНОСТЬЮ 60—75 Л. С. (ТОПЛИВО — АНТРАЦИТ)

Инж. А. Б. ГЕНИН

До сего времени газоходный флот работал на местном топливе, главным образом на древесине, между тем в ряде малолесистых и южных районов местными видами топлива являются торф, каменный уголь и антрацит. В отдельных районах, использующих привозное топливо, антрацит имеет преимущества перед дровами как по стоимости, так и по удобствам транспортирования, хранения и т. д.

Газификация антрацита в значительной степени освоена в стационарных условиях на крупных газогенераторных станциях. Основные трудности газификации антрацита — шлакообразование и удаление шлака из небольших по производительности газогенераторов — имеют некоторые особенности и недостаточно еще изучены.

В отличие от условий автотранспорта, в судовом газогенераторе простой и легкой регулировкой количества подаваемого пара могут быть созданы условия, в значительной мере понижающие шлакование.

От других минеральных топлив антрацит отличается рядом показателей, из которых для газификации существенное значение имеют высокая температура воспламенения и относительно малая химическая активность, что наглядно изображено на рис. 1. Это требует

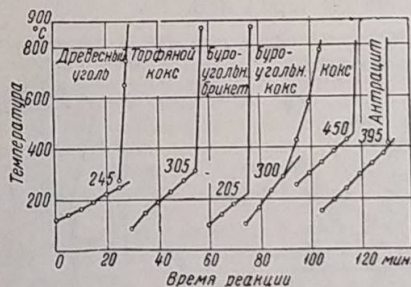


Рис. 1.

сравнительно высоких температур для нормального протекания процесса газификации.

Для создания высоких температур в слое необходимо концентрировать выделение тепла, создать достаточную аккумуляцию тепла с помощью футеровки, чтобы уменьшить отвод тепла в окружающую среду, и осуществить частичный возврат тепла путем подогрева пара и воздуха.

Пределом, определяющим допустимую температуру в слое топлива, является сравнительно невысокая температура плавления золы антрацита, что подтверждается данными таблицы 1. Чтобы избежать шлакования,

необходимо вести процесс газификации при температуре несколько ниже температуры плавления золы.

Таблица 1

Температура плавления золы донецких антрацитов в °C

Этапы	Легкоплавкие	Средней плавкости	Тугоплавкие
Размягчение . . . . .	1050—1090	1060—1100	1125—1200
Начало стекания . . . . .	1100—1130	1150—1180	1200—1300
Жидкоплавкое состояние . . . . .	1130—1200	1225—1300	1325—1460

Последнее достигается обычно присадкой водяного пара к воздуху, подаваемому для газификации. Присадка водяного пара снижает температуру в слое главным образом за счет частичного разложения водяного пара при химическом взаимодействии с углеродом, образуя окись углерода и водорода.

Достаточное количество пара и его легкая регулировка позволяют устанавливать режим генератора в соответствии с производительностью в каждый данный момент, которая определяется количеством газа, засасываемого двигателем.

Газификация антрацита как в транспортных, так и в стационарных условиях осуществляется по схеме прямого процесса.

Для горизонтального процесса, получающего все большее распространение в транспортных газогенераторах, еще нет типовых конструкций, могущих быть приспособленными для газификации антрацита в судовых условиях.

Схема действия газогенератора, работающего по прямому процессу, заключается в следующем.

Топливо, загружаемое сверху, опускается вниз под действием силы тяжести по мере газификации нижележащих слоев. Воздух и паро-воздушная смесь подвоятся к газогенератору в нижнюю часть под решетку. Генераторный газ движется навстречу топливу и отбирается в верхней части; зола и шлак выгребаются из над- и подколосникового пространства.

Работоспособность газогенератора зависит от правильного разрешения основных конструктивных узлов, т. е. загрузки топлива, образования паро-воздушной смеси, газоотбора, золо- и шлакоудаления.

При загрузке топлива в газогенератор, работающий по прямому процессу, вследствие расположения газового патрубка в верхней части возможно попадание воздуха в газовую среду, что приведет к воспламене-

нию газа и остановке двигателя. В связи с этим в газогенераторах предусматривается двойной затвор, который одновременно и является загрузочным приспособлением в виде колокола, барабана с лопастями и пр.

В газогенераторах небольших производительностей обычно осуществляется периодическая подача топлива из верхнего бункера в шахту. Процесс загрузки не должен вызывать затруднений при обслуживании.

Для образования паро-воздушной смеси необходимо обеспечить получение достаточного количества водяного пара и его легкую регулировку, в зависимости от производительности газогенератора в данный момент. Наибольшее повышение температуры паро-воздушной смеси достигается путем предварительного подогрева пара и воздуха.

Подвод паро-воздушной смеси под решетку должен обеспечить ее равномерное распределение по всему сечению генератора.

Отбор газа осуществляется обычно с помощью одного патрубка сбоку, что при недостаточно равномерном подводе паро-воздушной смеси ведет к отклонению газового потока в сторону патрубка и концентрации наибольших температур в отдельных местах по периферии газогенератора. Правильная конструкция газогенератора должна сочетать загрузку топлива, паро-воздушное дутье и отбор газа таким образом, чтобы создать равномерное движение газового потока и теплонпряженность сечения газогенератора.

Во избежание прогара колосниковых решеток на них обычно поддерживают небольшую шлаковую подушку (большое накопление золы и шлака нежелательно, так как оно ведет к повышению сопротивления генератора).

Удаление золы и шлака в стационарных газогенераторах большой производительности осуществляется непрерывным медленным вращением решеток конического типа. При этом достигается разрыхление шлаковой подушки, что способствует равномерному движению паро-воздушной смеси. В газогенераторах транспортного типа небольшой производительности применяют более простые, плоского типа решетки, часть колосников которых подвижна. С помощью подвижных колосников производится периодическое встряхивание и измельчение шлака, находящегося на решетке.

Газогенератор ЦНИИРФ-9М, показанный на рис. 2 и 3, работает по прямому процессу. Топливо — антрацит — загружается сверху в бункер, закрываемый крышкой.

Бункер 1 имеет форму усеченной пирамиды, обращенной своим узким сечением книзу, к барабану 2, в котором помещается крылатка с четырьмя лопастями. Порционная подача топлива в шахту производится вращением крылатки. Для предотвращения переполнения секций крылатки на стенке против направления движения наклонно приварен щиток 3. С торцов к крылатке приварены плоскости, устраняющие трение топлива о стенки барабана. Ось вращения крылатки смещена относительно оси газогенератора для более равномерной загрузки топлива. Кроме того под крылаткой на оси газогенератора расположен конус 4, который направляет куски топлива к периферии газогенератора.

Водяная рубашка 5 расположена в верхней части шахты. Вода подается в рубашку по трубе 6. Для на-

блюдения за уровнем воды в рубашке имеется водомерное стекло 7. Образовавшийся в рубашке за счет физического тепла генераторного газа водяной пар по двум трубам 8 диаметром 25 мм отводится в нижнюю часть шахты.

Пар вводится в пространство 9, образуемое кожухом топливника и перегородкой, по касательной, что создает вращательное движение и более равномерное охлаждение топливника, а также перегрев пара.

Количество пара, необходимого для газификации, регулируется вентилями 10 на паровых трубах. Давление в паровом пространстве замеряется манометром 11. На случай образования пара больше необходимого, а также во избежание повышения давления в рубашке сверх 0,5 атм., на крышке газогенератора установлен предохранительный клапан 12.

Воздушная камера 13 образуется наружным кожухом шахты и перегородкой. Воздух засасывается с палубы по двум трубам 14 диаметром 50 мм и подводится в камеру тангенциально, причем направление движения воздуха — обратное движению пара в паровом пространстве. Воздушный слой служит своего рода изоляцией, уменьшающей потери тепла в окружающую среду.

Пар с воздухом смешиваются внизу, где оканчивается перегородка, разделяющая паровое пространство от воздушного. Паро-воздушную смесь по трубе 15 диаметром 50 мм подают в зольник под центр решетки.

Продукты газификации, направляясь вверх, омывают внутренний кожух водяной рубашки и по трем трубам 16 диаметром 50 мм, расположенным ниже уровня воды в рубашке, проходят в газовую коробку 17, а оттуда по трубе 18 диаметром в 100 мм газ отводится к скрубберу.

Отбор газа в трех точках, удаленных от наружного патрубка, создает значительную равномерность в движении газового потока; этому способствует также распределение загружаемого топлива по периферии.

Разрыхление шлака производится вращением подвижных колосников 19; при этом часть шлака измельчается и проваливается в зольник, откуда периодически удаляется через люк 20.

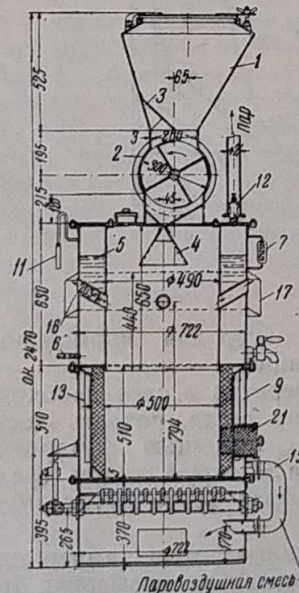


Рис. 2

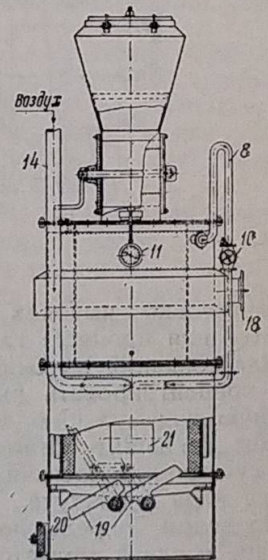


Рис. 3

Для возможной очистки генератора от топлива и подрезания шлака, находящегося на решетке, предусмотрен небольшой люк 21, аналогичный зольниковому.

Футовка топливника газогенератора может быть выполнена шамотным кирпичом или керамической массой.

Газогенератор в целом — сварной; колосники — литые из чугуна.

Конструкция газогенератора обеспечивает несложность монтажа, ремонта и замены отдельных частей.

Исходные данные, принятые при расчете газогенератора, и характеристика основных конструктивных элементов приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Исходные расчетные данные (средние)

Топливо — антрацит АМ . . . . .	13—25 мм
Насыпной вес . . . . .	900 кг/м <sup>3</sup>
Расход топлива на 1 л. с. . . . .	0,45 кг/час
Расход сухого воздуха для газификации на рабочее топливо (0° и 760 мм вод. ст.) . . . . .	2,6 м <sup>3</sup> /кг
Температура наружного воздуха . . . . .	25°С
Расход водяного пара для газификации на рабочее топливо . . . . .	0,5 кг/кг
Выход сухого газа (при 0° 760 мм вод. ст.) . . . . .	4,0 м <sup>3</sup> /кг
Температура газа при выходе из генератора . . . . .	400°С

Таблица 3

Характеристика основных элементов газогенератора

Емкость бункера . . . . .	0,033 м <sup>3</sup>
Запас топлива в бункере . . . . .	30 кг
Сечение решетки . . . . .	0,2 м <sup>2</sup>
Высота от решетки до выхода газа из слоя . . . . .	830 мм
Поверхность парообразования . . . . .	0,75 м <sup>2</sup>
Наружный диаметр . . . . .	730 мм
Общая высота . . . . .	2 500 мм

Производительность газогенератора рассчитана на бесперебойное питание газом двигателя ЧТЗ-60 и МГ-17. Сравнение эксплуатационных показателей, в зависимости от мощности двигателя на газе, дано в таблице 4.

Таблица 4

Эксплуатационные показатели газогенератора в зависимости от мощности двигателя

Наименование	Мощность двигателя	
	N=60 л. с.	N=75 л. с.
Расход топлива . . . . . кг/час	27	34
При полной мощности одного бункера топлива хватит на минут . . . . .	70	55
Напряжение сечения решетки . . . . . кг/м <sup>2</sup> час	135	170
Расход сухого воздуха (10° 760 мм вод. ст.) м <sup>3</sup> /час	70	88
Скорость движения воздуха в трубах (25° 760 мм вод. ст.) . . . . . м/сек.	5,4	6,8
Расход водяного пара . . . . . кг/час	13,5	17
Съем пара (проектный) . . . . . кг/м <sup>2</sup> час	18	22,7
Производительность по сухому холодному газу (10° 760 мм вод. ст.) . . . . . м <sup>3</sup> /час	108	136
Скорость движения газового потока при выходе из шахты . . . . . м/сек.	13,5	17
Скорость потока в газоотводн. патрубке м/сек.	18	22,6

Габариты газогенератора: диаметр 730 мм, общая высота — 2 500 мм.

## БРИКЕТИРОВАННОЕ ТОПЛИВО ДЛЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ СИЛОВЫХ МАШИН

Инж. А. С. КРЕНДЕЛЬ

Широкое внедрение в народное хозяйство газогенераторных силовых машин требует рационального использования местных видов топлива, а также индустриальных и сельскохозяйственных теплоценных отходов. В этом отношении заслуживает большого внимания применение брикетированного топлива для газогенераторов в автотракторном хозяйстве и на речном транспорте.

Брикетирование отходов, как, например, мелочи торфа и древесного угля, а также соломы, является весьма эффективным средством увеличения топливного баланса страны.

Указанные виды топлива имеются у нас в большом количестве, но используются они весьма нерационально.

Применение торфяных, древесноугольных и соломенных брикетов для транспортных газогенераторов дает не только значительный технический, но и экономический эффект.

Древесный уголь и кусковой торф обладают многими положительными свойствами, особенно необходимыми топливу для транспортных машин, но наряду с этим имеют и существенные недостатки. Они очень гигроскопичны, дают большое количество мелочи при перевозках и хранении и кроме того имеют малый удельный вес. Последнее обстоятельство особенно неблагоприятно, так как из-за малой теплоплотности уменьшается радиус действия транспортных установок на одной загрузке. При брикетировании же эти недостатки устраняются. Что касается соломы, то ввиду чрезвычайно малого удельного веса ее (насыпной вес 1 м<sup>3</sup> ржаной соломы составляет всего 15 кг при влажности 18%), она может быть применена в транспортных газогенераторах исключительно в брикетированном виде.

Значение брикетированного топлива для газогенераторных силовых машин становится ясным при сопоставлении тепловых эквивалентов различных видов топлива (см. таблицу 1).

Водный транспорт, № 9

Таблица 1

Сравнительная характеристика газогенераторных топлив по тепловому эквиваленту.

Теплотворная способность бензина = 10 000 кал/кг

Наименование топлива	Бензин	Дрова	Древесный уголь	Древесно-угольные брикеты	Торф кусковой	Торфяной кокс	Торфяные брикеты	Солома	Соломенные брикеты	Антрацит
По весу . . . . .	1,0	2,8	1,4	1,45	3,5	1,5	2,5	2,85	2,7	1,45
По объему . . . . .	1,3	8,1	5,7	1,5—2,0	8,5	3,0	3,0—3,5	190	4,0	1,4

Из таблицы видно, что как по весовому, так и по объемному эквиваленту брикеты из торфа, соломы и древесного угля являются для транспортных газогенераторов лучшим топливом после антрацита.

Наилучшим тепловым эквивалентом из названных брикетов обладают древесноугольные.

Брикетирование возможно двумя способами: без связующих веществ при всех видах топлива с высоким содержанием битуминозных веществ; со связующими веществами, применяющимися при незначительном содержании битумов и влаги в исходном топливе, как, например, древесный уголь.

Наиболее распространенными связующими веществами являются каменноугольная смола и пек. Применяются также различные неорганические связующие вещества, в частности уксуснокислородное железо для древесноугольных брикетов.

Условия, которым должны удовлетворять брикеты, применяемые при газификации, следующие:

- в термическом отношении и по характеру загоряемости они должны быть не хуже исходного топлива;
- они должны быть стойкими при высоких температурах и не должны распадаться или спекаться в огне;
- не должны рассыпаться при хранении и перевозке;
- содержание золы, влаги и серы не должно превышать первоначального содержания в исходном топливе;
- температура плавления золы не должна быть ниже температуры плавления золы исходного топлива;
- они должны обладать хорошей физической структурой: быть твердыми и плотными, выдерживать всякие изменения погоды, быть стойкими к воде и не набухать при любых температурах.

Для брикетирования торфа применяется торфяная мелочь (отбросы торфяного производства), а также фрезерный торф (последний в небрикетированном виде не может применяться для транспортных генераторов).

Торфяные брикеты изготавливаются без связующих веществ торфобрикетным Орехово-Зуевским заводом для бытовых нужд.

Процесс брикетирования торфа заключается в следующем. Торфяная мелочь или фрезерный торф пропускаются через вибрационные грохоты и молотковые дробилки, где подвергаются измельчению до получения однородных частиц. Торфяная крошка обычно содержит 40—45% влаги. Для получения стойких и прочных брикетов (влажность крошки не должна быть выше 14%) торфяная крошка пропускается через трубчатую сушилку, в которой посредством водяного пара содержание влаги снижается до 12—14%.

Высушенная крошка (сушонка) брикетизируется при давлении в 900—1000 кг/см<sup>2</sup> на специальных штемпельных прессах. Благодаря нагреву (250—280°) от сжатия и трения о стенки матрицы битуминозные вещества, имеющиеся в торфе, действуют связующим образом и брикеты получаются прочными и стойкими.

Стоимость одной тонны торфяных брикетов на названном заводе исчисляется в 100 руб., что значительно дешевле древесных чурок.

При работе на полную мощность и использовании отходов производства себестоимость торфяных брикетов может быть значительно снижена.

Отходы при изготовлении брикетов составляют около 10% общего веса сырья, причем часть отходов (пыль — около 5%) улавливается в сухом виде через пыльную камеру и может быть утилизирована.

Чтобы определить возможность применения древесноугольных брикетов в газогенераторах транспортного типа Центральным Научно-исследовательским лесохимическим институтом изготовлены специальные древесноугольные брикеты, в которых в качестве связующего вещества использовано уксуснокислородное железо.

Схема производства этих брикетов следующая. Угольная мелочь (отходы из реторт) измельчается в порошок; к нему добавляется определенное количество протравленной подсмольной воды (жизки), содержащей уксуснокислородное железо, и немного смолы. Полученная смесь формуется на ячейковом прессе системы Гумбольта под давлением в 10—12 атм. Уксуснокислородное железо готовится из подсмольной воды, содержащей уксусную кислоту, и протравленной ржавым железом.

Отформованные брикеты подвергаются сушке при температуре около 120° С. Форма брикета яйцевидная, размер — 45—50 мм в диаметре.

Брикетированный уголь имеет ряд преимуществ перед щепой и особенно перед древесными чурками, так как последние виды топлива требуют предварительного дробления и сушки.

Технико-экономические расчеты показывают, что строительство брикетированных фабрик даже небольшой мощности достаточно эффективно.

В металлургии употребляется лишь крупный, отборный, древесный уголь, поэтому при выжиге его и сортировке отходы составляют до 35%. На металлургических предприятиях Урала отходы достигают 300 тысяч тонн в год. Эти отходы могут быть целиком использованы для изготовления брикетов.

Другим источником сырья для древесноугольных брикетов служит кустарное углежжение, где отходы мелочи также весьма велики.

Подсчеты показывают, что при переработке древесноугольной мелочи в брикеты по указанному выше способу на брикетной фабрике производительностью в 15 000 тонн стоимость одной тонны брикетов составит 118 руб., в то время как стоимость одной тонны березового угля составляет 160 руб.

Древесноугольные брикеты изготовлены ЦНИИЛХа также с присадкой смолы в качестве связующего вещества. Для получения указанных брикетов необходима присадка дефицитной смолы

до 40%), а также значительный расход топлива, так как закалка брикетов требует температуры до 450° С, что осложняет и удорожает производство. Стоимость этих брикетов при производительности фабрики в 15 000 тонн в год составит 150 руб. за тонну.

Все виды соломы сравнительно легко брикетизируются без связующих веществ ввиду наличия в них большого количества битумов, а также влаги.

Содержание влаги в соломе не должно быть выше 8—10%, так как при более высоком содержании ее в процессе брикетирования образуется значительное количество паров и газов, которые могут вызывать взрывы в матрицах.

Перед брикетированием солома измельчается на силосорезке и на молотковой дробилке и подогрывается до 120° С. Измельченная солома подается питателем через дозатор в матрицы, где сжимается с одной стороны штемпелем, а с другой — противодавлением за счет прения массы о стенки матрицы.

Технико-экономические расчеты показывают, что стоимость одной тонны соломенных брикетов при производительности фабрики в 15 000 тонн в год составит 160 руб., т. е. столько же, сколько тонна березового угля.

Техническая эффективность применения торфяных брикетов в газогенераторах транспортного типа видна из таблиц 2, 3 и 4.

Таблица 2

Основные показатели газификации торфобрикетов

№ п/п.	Наименование	Газогенераторные автомобили		
		«ЗИС-13»	«НАТИ-Г-14»	«Греф-Штифт» с газогенератором Крамар
1	Состав торфобрикетов (в процентах):			
	воды . . . . .	от 12,15	до 18,0	
	зола . . . . .	от 6,35	до 11,78	
	летучих . . . . .	49,6	49,6	49,6
2	Насыпной вес в кг/м <sup>3</sup> . . . . .	590	590	590
3	Низшая теплотворная способность в кал/кг . . . . .	3860	—	4300
4	Выход газа . . . . .	—	—	2,46
5	Состав газа (в процентах):			
	CO . . . . .	10,65—11,90	—	8,3—10,76
	CO <sub>2</sub> . . . . .	19,75—20,78	—	18,43—21,9
	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub> . . . . .	0,1—0,17	—	0,1—0,2
	O <sub>2</sub> . . . . .	0,4	—	0,2—0,45
	H <sub>2</sub> . . . . .	14,05—15,62	—	9,74—13,56
	CH <sub>4</sub> . . . . .	1,88—2,52	—	1,79—2,02
	N <sub>2</sub> . . . . .	49,86—51,67	—	53,1—59,5
6	Низшая теплотворная способность газа в кал/м <sup>3</sup> . . . . .	1146—1266	—	986—1282
7	Средняя температура газа за генератором °С . . . . .	235	—	540
8	Унос пыли с газом за генератором в процентах . . . . .	1,85	—	0,7
9	Расход топлива в кг на л. с. час . . . . .	0,9	0,9	0,95
10	Розжиг газогенератора и пуск двигателя на газе в минутах . . . . .	7,5	—	12—20
11	Дальность действия автомобиля на одной загрузке в км . . . . .	150	125	120
12	Максимальная скорость автомобиля в км . . . . .	42,75	50—55	49,0

При переходе с древесного топлива на торфяные брикеты радиус действия газогенераторной машины на одной загрузке увеличивается вдвое. Качество газа и его теплотворная способность вполне удовлетворительны и не уступают таковым при работе этих же установок на древесных чурках. Розжиг газогенератора и пуск двигателя на газе также удовлетворительны, и заметной разницы по сравнению с работой этих установок на древесных чурках не наблюдается.

В результате исследований, проведенных в НАТИ, установлено, что, чем выше влажность торфяных брикетов, тем быстрее растут сопротивление проходу газа в газогенераторе и тем чаще требуются шуровка и чистка зольника от шлака и золы.

Таблица 3

Материальный баланс процесса газификации торфобрикетов газогенератора Кромаг (в кг) из расчета 100 кг рабочего топлива

№ п/п.	Наименование статей	Углерод	Водород	Кислород	Азот	Зола	Сера	Всего
<b>ПРИХОД</b>								
1	Топливо—торфяные брикеты . . . . .	46,01	4,83	24,63	1,21	10,20	0,55	87,43
2	Влага торфяного брикета . . . . .	—	1,40	11,17	—	—	—	12,57
3	Воздух (вносимый в генератор) . . . . .	—	—	51,10	169,40	—	—	220,50
4	Влага воздуха . . . . .	—	0,15	1,23	—	—	—	1,35
	<b>Итого . . . . .</b>	<b>46,01</b>	<b>6,38</b>	<b>88,10</b>	<b>170,61</b>	<b>10,20</b>	<b>0,55</b>	<b>321,85</b>
<b>РАСХОД</b>								
1	Сухой газ . . . . .	41,6440	3,7650	68,7700	170,7500	—	—	284,9290
2	Влага газа . . . . .	—	1,6243	13,0343	—	—	—	14,6586
3	Смола . . . . .	0,8360	0,0970	0,1360	0,0210	—	0,0010	1,0610
4	Уксус (уксусная и другие кислоты) . . . . .	0,0130	0,0020	0,0170	—	—	—	0,0320
5	Унос пыли и золы . . . . .	0,2950	0,0033	0,0267	—	0,3020	—	0,6270
6	Конденсат из рубашки генератора . . . . .	—	0,7640	6,1160	—	—	—	6,8800
7	Провал топлива и золы в зольнике . . . . .	3,2420	—	—	—	6,1680	—	9,4100
8	То же шлака . . . . .	—	—	—	—	3,7300	—	3,7300
	Сера в шлаке и газе . . . . .	—	—	—	—	—	0,5490	0,5490
	<b>Всего . . . . .</b>	<b>46,0000</b>	<b>6,2556</b>	<b>88,1000</b>	<b>170,7710</b>	<b>10,2000</b>	<b>0,5500</b>	<b>321,8766</b>
	Невязка . . . . .	+0,01	+0,1244	—	-0,1610	—	—	-0,0263
	<b>Итого . . . . .</b>	<b>46,0100</b>	<b>6,3800</b>	<b>88,1000</b>	<b>170,6100</b>	<b>10,2000</b>	<b>0,5500</b>	<b>321,8500</b>

Таблица 4

Тепловой баланс процесса газификации торфобрикетов в газогенераторе Кромаг из расчета 100 кг рабочего топлива

№ п/п.	Наименование статей	Калорий	%
<b>ПРИХОД</b>			
1	Теплотворная способность топлива . . . . .	405 900	99,6
2	Физическая теплота топлива . . . . .	810	0,2
3	Теплота, вносимая воздухом . . . . .	955	0,2
4	Теплосодержание влаги воздуха . . . . .	11	—
	<b>Всего . . . . .</b>	<b>407 676</b>	<b>100</b>
<b>РАСХОД</b>			
1	Теплотворная способность газа . . . . .	277 560	68,10
2	» » смолы . . . . .	9 030	2,21
3	» » уксуса . . . . .	105	0,02
4	Теплота нагрева газа . . . . .	43 870	10,77
5	» » конденсата (из рубашки газогенератора) . . . . .	318	0,08
6	Теплота нагрева паров воды в газе . . . . .	3 660	0,89
7	Потеря тепла с уносом пыли и золы . . . . .	4 590	1,12
8	» » с провалом топлива золы и шлака . . . . .	27 980	6,86
	<b>Итого . . . . .</b>	<b>367 083</b>	<b>—</b>
9	Потеря тепла в окружающую среду (по разности) . . . . .	40 593	9,95
	<b>Всего . . . . .</b>	<b>407 676</b>	<b>100</b>

При газификации торфяных брикетов с зольностью от 6,3 до 8,3% в газогенераторе Кромаг, благодаря наличию в нем вращающейся колосниковой решетки нарушения процесса от шлакообразования не наблюдается. При повышении сопротивления в газогенераторе достаточно было прочистить колосниковую решетку, чтобы разрежение падало. Очистка зольниковой камеры производилась по мере ее заполнения золой и шлаком. При работе установки на торфяных брикетах с зольностью от 9,97 до 11,78% образующийся шлак в незначительном количестве попадал в зольниковую камеру, а застревал главным образом на фурме и в активной зоне. Связанное с этим нарушение процесса газификации ухудшало тяговые качества автомобиля.

Техническую эффективность применения древесноугольных брикетов в газогенераторном автомобиле «НАТИ-Г-21» показывают цифры таблицы 5.

Таблица 5

Основные показатели газификации древесноугольных брикетов со связующим веществом—уксуснокислым железом—в газогенераторном автомобиле «НАТИ-Г-21»

№ п/п.	Наименование	
1	Состав брикетов:	
	содержание влаги в процентах . . . . .	2,23
	содержание железа в процентах . . . . .	2,6—3,6
	содержание золы в процентах . . . . .	17,85
2	Насыпной вес в кг/м <sup>3</sup> . . . . .	500
3	Продолжительность розжига газогенератора и пуска двигателя на газе в минутах . . . . .	7
4	Шлакообразование в кг/100 км . . . . .	1,4—1,95
5	Температура газа в °С при скоростях 20—50 км/час:	
	за газогенератором . . . . .	266—447
	пол коксом в тонком очистителе . . . . .	90—172
	при входе в матерчатый фильтр . . . . .	62—108
	перед смесителем . . . . .	10—32
6	Максимальная скорость автомобиля в км/час . . . . .	50,2
7	Дальность действия автомобиля на одной загрузке в км . . . . .	120
8	Расход топлива в кг/л. с. час . . . . .	0,66

Схема газогенераторов «НАТИ-Г-21» приведена на рис. 1.

Газификация древесноугольных брикетов в газогенераторе «НАТИ-Г-21» протекает удовлетворительно и обеспечивает нормальную работу двигателя при постоянных и резко переменных режимах движения как по шоссе, так и в пределах города.

Дальность действия автомобиля на одной загрузке при работе на древесноугольных брикетах того же генератора вдвое больше, чем при древесном угле.

Необходимо отметить следующие недостатки древесноугольных брикетов: недостаточную механическую прочность, поэтому они легко разрушаются от тряски, шуровки и высокой температуры в зоне горения, что влечет за собой увеличение пыли и уносов, достигающие 38% расхода топлива, а также резкое возрастание сопротивления всей системы; значительное содержание золы в брикетах—17,85%, что обуславливало значительное шлакообразование—до 1,95 кг на 100 км пробега; значительную засоряемость и поэтому необходимость частой очистки камеры горения, грубого и тонкого очистителей, а также матерчатых фильтров.

Пути увеличения прочности брикетов уже найдены. С устранением остальных недостатков эти брикеты с успехом смогут быть применены для транспортных газогенераторов.

Что касается применения соломенных брикетов для транспортных газогенераторов, то в этом отношении пока сделано еще немного.

В настоящее время работы в этом направлении ведутся НАТИ, ХТЗ, ВИМЭ и другими организациями.

Опытное сжигание таких брикетов производилось как в установках для древесного топлива, так и в газогенераторах других конструкций.

Результаты проведенных испытаний свидетельствуют о том, что соломенные брикеты могут быть применяемы в качестве топлива в транспортных газогенераторах, причем был выявлен ряд отрицательных факторов, к которым в первую очередь относятся: перегрев корпуса газогенератора, шлакообразование в камере газификации, общие и местные прогары в газогенераторе.

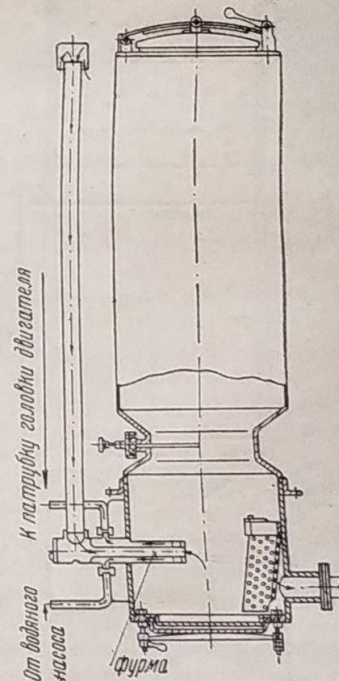


Рис. 1



Заслуживают внимания опыты ХТЗ на газогенераторе с центральным подводом воздуха и с дополнительной восстановительной угольной зоной. По свидетельству инж. Левитана и Родштейна<sup>1</sup>, выбранная конструкция газогенератора дала первые положительные результаты при газификации соломенных брикетов как в отношении борьбы с накоплением шлака в камере газификации, так и в получении бесомольного газа. Это обеспечивает длительную бесперебойную работу газогенератора.

К недостаткам этой конструкции следует отнести значительный расход древесного угля (доходящий, по данным ХТЗ, до 8% расхода брикетов), а также набухание брикетов в бункере. Однако ввиду короткого периода испытаний судить о работоспособности указанной установки преждевременно, так как не выявлена надежность и прочность воздушной фурмы, камеры горения, колосниковой решетки и др.

Представляют интерес полевые испытания трактора ЧТЗ-СГ-65 при работе на соломенных брикетах, изготовленных при помощи ручных прессов. Трактор работал бесперебойно преимущественно на второй передаче, но наряду с этим наблюдался значительный перегрев корпуса газогенератора от днища до уровня футорок. В местах перегрева корпус покоробился и покрылся отслаивающейся окалиной. После 8-часовой работы зольник был сильно забит золой и вследствие большого уноса пыли с газом циклоны почти заполнились темной пылью. Из-за высокой температуры выходящего из газогенератора газа и отсутствия конденсации влаги на кольцах Рашига в тонких очистителях очистка газа была плохая.

Для понижения температуры в зоне горения были проведены опыты присадки воды к воздуху, но это только ухудшило процесс газификации и не устранило перегрева корпуса газогенератора.

При работе этого же газогенераторного трактора на брикетах «сырец», изготовленных из сырой измельченной соломы на Кратовском механическом прессе, также наблюдались перегрев камеры горения и значительное шлакообразование. Унос пыли вследствие недостаточной прочности брикетов был еще больше и очистка газа еще хуже, чем при работе на термобрикетах (термобрикеты изготавливались при нагреве до 300° С).

Излишне доказывать, что брикеты из торфа, соломы и древесного угля являются весьма ценным топливом для газогенераторных силовых машин. Это — общеизвестно.

Затруднения же, возникающие при применении брикетированного топлива, в основном характеризуются следующими моментами:

скопления значительного количества шлака и золы в камере горения и над колосниковой решеткой вызывают повышенное сопротивление и нарушают нормальный процесс газификации; при газификации торфяных и соломенных брикетов имеет место набухание брикетов в бункере, что вызывает неустойчивость процесса; в камере горения образуются общие и местные прогары.

Имеет значение также и физическая структура брикетов: их прочность и стойкость по отношению к воде и атмосферным условиям, размер брикетов и содержание влаги в них.

При проектировании транспортных газогенераторных установок для брикетированного топлива следует иметь в виду следующие основные требования: возможность использования брикетов с зольностью до 8%; возможность применения торфяных брикетов с влажностью в 12—18% и соломенных и древесноугольных брикетов с влажностью до 10%; возможность длительной работы установки без чистки камеры горения и очистительной системы; обеспечение хорошей очистки газа от пыли и смолы.

На рис. 2 представлена схема газогенератора, предлагаемого нами для газификации торфяных брикетов. Имеются все основания предполагать, что данная конструкция окажется пригодной также и для соломенных брикетов.

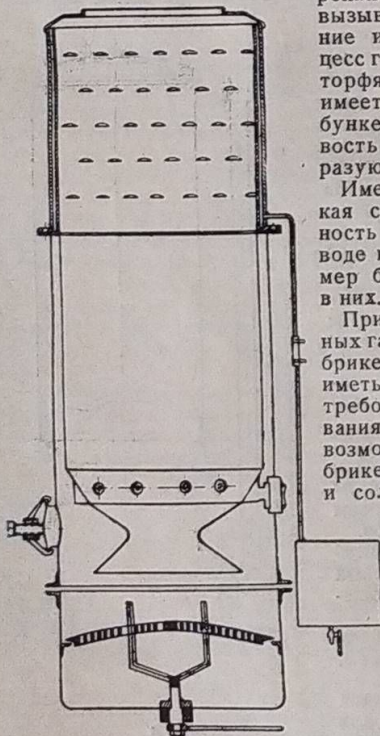


Рис. 2.

Особенность газогенератора данной конструкции заключается в том, что он однотипен с серийными газогенераторами «ЗИС-21» и «ГАЗ-42», но отличается от них следующим: в верхней части бун-

кера стенки проектируются двойными, причем во внутренней стенке сделаны особые отверстия. Часть паров воды, смолы и кислот в зоне швеллеров и подсушки проходит через эти отверстия в рубашку бункера. При соприкосновении с наружной стенкой, охлаждаемой воздухом, эти пары конденсируются и стекают вниз. Конденсат собирается в специальный бачок и оттуда удаляется при открытии крана.

В нижней части генератора проектируется съёмная зольниковая камера на болтах. Колосниковая решетка типа Кромаг свободно лежит на зольниковой камере. По мере наполнения зольника шлаком и золой последние удаляются через зольниковую дверь.

Такой путь удаления шлака и золы дает возможность обходиться продолжительное время без очистки камеры горения.

Съёмная зольниковая камера проектируется такой, чтобы иметь возможность в случае надобности легко и быстро перезаряжать генератор.

К достоинствам указанной конструкции следует отнести и то, что она может быть с успехом применена для газификации дров даже с повышенной влажностью благодаря наличию конденсационной рубашки и вращающейся колосниковой решетки, между тем как серийные газогенераторы «ЗИС-21» и «ГАЗ-42» к этому не приспособлены. Указанным обстоятельством определена универсальность данной конструкции к некоторым битуминозным топливам.

Что касается конструкции газогенератора для древесноугольных брикетов, то, как показали опыты, скоростной процесс газификации с горизонтальным подводом воздуха, осуществляемый в газогенераторе «НАТИ-Г-21», целиком себя оправдал при применении в качестве топлива как древесного угля, так и древесноугольных брикетов. Древесноугольные брикеты, изготовленные со связующим веществом — уксуснокислым железом (являющимся отбросом производства), при условии увеличения их прочности путем повышения давления при брикетировании и уменьшении их размеров, можно будет с успехом применять в качестве топлива для транспортных газогенераторов.

Нам представляется возможным наметить следующую основную схему охлаждения и очистки газа на речных газоходах (см. рис. 3).

По выходе из газогенератора газ проходит последовательно через скруббер типа Лимна и сухой очиститель и направляется к двигателю.

Устройство и работа скруббера заключается в следующем. Внутри цилиндра вдоль его центральной оси укреплен стержень, на котором на равных расстояниях расположены тарелки и конусные диски с опрокинутым вниз раструбом. Вода из насоса в виде тонких струек падает на тарелку, оттуда стекает на диск, а с диска на следующую тарелку. Поступающий навстречу газ распыляет воду, которая в виде мельчайших струек поступает на следующий диск, а отсюда на тарелку. Здесь вода вновь образует тонкую струю, которая смывает с диска и тарелки отложившиеся на них пыль, грязь и смолу и затем переходит на следующую тарелку и т. д.

В этом скруббере достигается равномерное распределение охлаждающей воды на всю глубину его с образованием хорошей водяной завесы благодаря концентрическому распределению воды. Таким образом, промывающая вода не только очищает газ от механических примесей, но и смывает накопившиеся в скруббере отложения.

Практика показала, что в скруббере типа Лимна достигаются хорошее охлаждение и очистка газа.

Содержание пыли в газе после скруббера может быть доведено до 0,02 гр/м<sup>3</sup>. Время контакта газа с промывающей водой, достаточное для практически полной очистки газа от пыли с одновременным надлежащим охлаждением его, составляет 10 секунд вместо обычных 20—25 секунд пребывания газа в скрубберах с насадкой и в оросительных.

Основные преимущества скруббера типа Лимна перед другими системами заключаются в том, что он лучше очищает газ от пыли, требует меньшего расхода воды и меньше капитальных затрат.

Назначение сухого очистителя — полная очистка газа от механических примесей и брызг воды.

Сухой очиститель оборудуется тремя-четырьмя перегородками, на которых помещаются древесные стружки. Для лучшей очистки скорость прохождения газа не должна быть высокой. Для этого объем сухого очистителя не должен быть менее 5 л на 1 л. с.

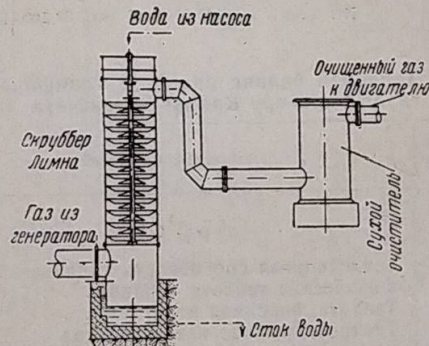


Рис. 3

<sup>1</sup> См. журнал «Автомобильное дело», № 10—11 1939 г.

## СУДОСТРОЕНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ФЛОТА

## НЕКОТОРЫЕ НЕДОСТАТКИ ПРОЕКТОВ ГАЗОХОДОВ

Инж. Д. Н. ПАНАСЮК

Широкое развитие и внедрение в водный транспорт газоходостроения, осуществляемого на основе решений XVIII съезда ВКП(б), имеет для СССР, с его колоссальной территорией, огромное народнохозяйственное значение. В последнее время газогенераторы устанавливаются не только на строящихся судах, но и на модернизируемых.

Имеющиеся у нас газоходы построены главным образом за последние пять лет, и масштабы производства газоходов увеличиваются с каждым годом. Однако пока еще нет систематизированных научно-технических и эксплуатационных данных о работе судовых газогенераторных установок.

Средняя мощность каждого газохода составляет 67 э. л. с., большинство же газоходов имеет мощность порядка 60—120 л. с.

Общий рост газоходного флота поставил перед проектно-конструкторскими организациями задачу — освоить проектирование нового вида этих судов.

Многие организации при разработке проектов газоходов встречаются с трудностями из-за отсутствия систематизированного материала по эксплуатации газоходов. Эти трудности усугубляются еще тем, что до сих пор не разрешен вопрос о степени взрывоопасности судовых газогенераторных установок. Существует три взгляда на взрывоопасность газогенераторных установок. Одни считают, что возможностей для создания взрывной консистенции в моторно-газогенераторном помещении имеется очень много, особенно если речь идет об образовании взрывной консистенции местного порядка. При этом высказывают предположения о возможном аварийно-быстром образовании взрывной консистенции. Другие считают, что газогенераторная установка является абсолютно взрывобезопасной, и потому нет необходимости предъявлять к ней особые требования, вытекающие из предположения о возможных взрывах. И, наконец, третьи считают, что моторно-газогенераторное помещение на газоходах является помещением с повышенной опасностью для обслуживающего персонала, которая создается вследствие того, что монтажные работы газогенераторной установки выполняются недостаточно доброкачественно: необходимая герметичность установки не соблюдается и в результате при остановке двигателя газ свободно выходит в моторно-газогенераторное помещение через все неплотности в соединениях. В процессе эксплуатации газосиловой установки эти неплотности увеличиваются.

Моторно-газогенераторное помещение, несмотря на наличие вентиляции, обычно бывает очень сильно загазовано. Северо-западный водздравотдел зафиксировал несколько случаев, когда обслуживающий персонал газоходов угорал. Очевидно, необходимо начать исследование воздушной среды в моторно-газогенераторных помещениях при различных режимах работы газогенераторной установки.

Почти все проекты газоходов, поступающие на утверждение в Речной Регистр СССР, имеют один общий недостаток. Так, ни одна проектная организация не выполняет полностью требования Речного Регистра СССР о вентиляционных устройствах. В инструкции по устройству газосиловых установок на речных и озерных судах указывается, что моторно-газогенераторное помещение должно иметь нагнетательную и вытяжную вентиляцию, обеспечивающую 25-кратный обмен воздуха. Но нет почти ни одного проекта, в котором это требование было бы выполнено и обосновано расчетом.

Одно из проектно-конструкторских бюро в своем проекте мототрамвая предусмотрело вентиляцию моторно-газогенераторного помещения только через окна и светлый люк. Но Речной Регистр предложил предусмотреть 25-кратный обмен воздуха в моторно-газогенераторном помещении, независимо от наличия окон и светлого люка.

Дело в том, что в холодное время года, когда иллюминаторы, светлый люк и двери закрыты, накапливается очень много газа, поэтому вентиляция через окна и светлый люк в условиях эксплуатации не всегда может обеспечить взрывобезопасность.

В связи с увеличением числа заказчиков на газоходные суда значительно увеличилось число проектных организаций, которые только впервые стали заниматься проектированием газоходов. Многие из этих проектных организаций при разработке проектов не используют имеющийся опыт. Так, в июле 1940 года вступил в строй газоход «Г-1» треста «Ленрыба». На этом газоходе неудачно спроектирован гидравлический затвор на сточном трубопроводе из скруббера: незначительно изогнутая V-образно труба, идущая из скруббера за борт, представляет собою явно неудовлетворительный гидравлический затвор (рис. 1), и его нужно заменить гидравлическим затвором системы Цу-промречфлота (рис. 2).

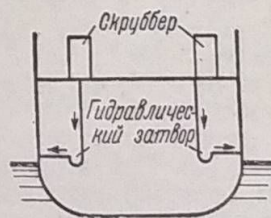


Рис. 1.

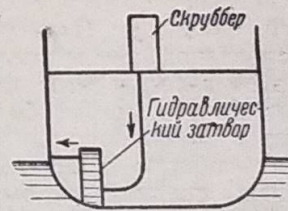


Рис. 2.

На этом же газоходе очень неудачно устроено верхнее газогенераторное помещение, откуда газогенераторы загружаются топливом. Это помещение закрыто со всех четырех сторон, и в нем имеются только узкие дверцы, через которые с большим трудом протаскивается мешок с чурками для загрузки газогенератора. Это помещение при работе газогенерато-

ра сильно загазовано и в нем держится температура не менее 60° С.

Вполне целесообразно было бы две бортовые стенки у этого помещения снять и оставить сквозной проход: при таком устройстве помещения газ свободно рассеивался бы в атмосферу, и условия обслуживания значительно улучшились бы. На этом газоходе газогенератор должен, по видимому, работать без шуровки, так как для шуровки у него не предусмотрено соответствующее место для ввода шуровочного лома в газогенератор.

Обычно на газоходах газогенератор устанавливается так, чтобы его верхняя загрузочная часть выходила за пределы моторно-газогенераторного помещения, при этом в местах прохода корпуса газогенератора через палубный настил делают разделку с изоляцией из асбеста и с воздушной прослойкой.

В проекте же газохода на 110 сил, по видимому, только из архитектурных соображений газогенератор целиком помещен в моторном отделении. При таком расположении газогенератора выделяющиеся газы будут распространяться по всему моторному отделению и обслуживающий персонал вынужден будет работать в сильно загазованной воздушной среде. Такой проект Регистром не был утвержден, и он был впоследствии переработан.

Иногда проектируют забывают об элементарных правилах проектирования газогенераторной установки. Например, в некоторых проектах нижняя кромка скруббера устанавливается на высоте 100—200 мм от ватерлинии, тогда как отстояние нижней кромки скруббера от ватерлинии должно быть не менее 600 мм. По вполне понятным причинам нельзя допустить, чтобы вода, прошедшая через скруббер, поступала в систему охлаждения двигателей, так как эта вода содержит большое количество уксусной кислоты, которая будет разъедать детали двигателя.

Точно так же не следует допускать подачу воды в скруббер из системы охлаждения двигателя, как это сделано в проекте мототрамвая № 4, где вода из рубашки выхлопного коллектора подается в скруббер для охлаждения газа. При подобной системе охлаждения нельзя осуществить раздельное регулирование охлаждения в двигателе и в скруббере.

Конструкция газогенератора должна допускать максимальное количество возможных монтажных комбинаций: это даст возможность выбрать наиболее экономичную схему соединения трубопроводов. В проекте варпальной лодки № 4 предусмотрен к установке газогенератор Ш-6. Этот газогенератор имеет смотровые люки только с одной стороны, и вследствие этого он может быть установлен только для одной определенной схемы соединения трубопроводов. Если же этот газогенератор повернуть на 180°, то он позволит иметь другую, более экономичную схему соединения трубопроводов, а это даст возможность сократить общую длину трубопроводов. При этом значительно сократилась бы длина горячего газопровода, соединяющего газогенератор со скруббером.

В этом же проекте газогенератор расположен позади рулевой рубки, на расстоянии в 200 мм. Такое близкое размещение газогенератора от рулевой рубки не может быть допущено, так как в этом случае при загрузке топлива в газогенератор воздушная среда рулевой рубки отравлялась бы окисью углерода. Рас-

стояние газогенератора от рулевой рубки должно быть не менее 2 000 мм.

Удачно устроена изоляция газогенератора на заводе «Красный Дон» (рис. 3). Подобная изоляция зна-

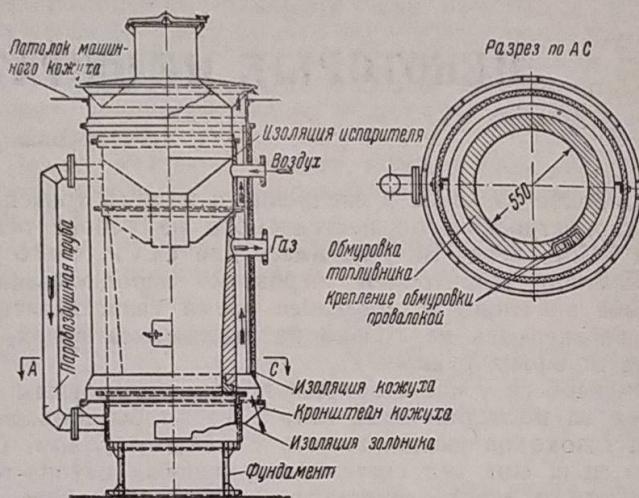


Рис. 3. Изоляция с вытяжным кожухом газогенератора на антраците для двигателя М1С-17.

чительно уменьшает тепловыделение в машинное отделение, и ее следует рекомендовать для широкого внедрения.

В эксплуатации газогенераторов выяснилось, что фильтры тонкой очистки, заполняемые различными наполнителями, часто засоряются, и это нарушает непрерывность хода газификации. В этом отношении большим преимуществом обладает гидравлический очиститель (рис. 4), который может работать весьма продолжительное время без всякой очистки.

Мы наблюдаем такое положение, когда из-за недооценки важности создания необходимых санитарно-гигиенических условий для обслуживающего персонала на газоходе ряд проектных организаций повторяет одни и те же ошибки. Отстаивая принцип технической целесообразности, конструкторы подчас не проявляют должной заботы о тех, кому поручается уход за газоходом.

Очевидно, некоторые проектные организации, как это имело место с проектом газохода «Сольцы», копируют чертежи проектов других организаций и ставят лишь штамп своего конструкторского бюро.

В целях разработки необходимых оздоровительных мероприятий и обеспечения на газоходах взрывобезопасности необходимо выделить несколько газоходов для изучения воздушной среды в моторно-газогенераторных помещениях.

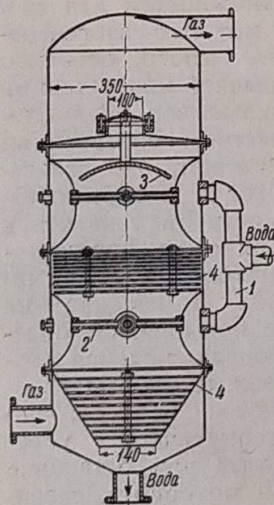


Рис. 4. Гидравлический очиститель. 1 — труба для подачи воды, 2 — форсунка, 3 — сферический диск, 4 — решетка.

# НОВЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

П. Я. ЧЕРНОЗЕМОВ

Физические свойства твердого топлива имеют весьма большое значение при изучении его состава, строения, классификации, химической переработке, механическом обогащении (пылеприготовление, брикетирование, коллоидное топливо, углесмещение и т. п.), транспортировании, хранении и т. п. Однако эти свойства еще мало изучены и поэтому все больше начинают привлекать к себе внимание исследователей. Мало известно даже такое элементарное свойство твердого топлива, как истинный удельный вес.

Известно, что удельный вес или плотность, является одним из наиболее характерных свойств как простых, так и сложных тел. Изменения в элементарном составе и строении вещества сопровождаются изменением его физических свойств и в том числе удельного веса. Так удельный вес нефти в достаточной степени характеризует ее состав и природу.

При характеристике жидкого топлива обычно указывается и его удельный вес. При описании же различных видов твердого топлива об удельном весе не упоминается, очевидно, потому, что этому показателю не придают существенного значения. Если же и приводится удельный вес, то не указывается, истинный ли это вес или кажущийся и к какому топливу он относится — к влажному или сухому, зольному или беззольному.

До сих пор нет также точного и общепринятого метода определения удельного веса твердого топлива, а также более или менее научно обоснованных исследований в этой области. Поэтому большинство данных по удельному весу или неточно или вовсе неверно, и делать по ним какие-либо общие теоретические или практические выводы рискованно.

Сопоставляя имеющиеся в литературе данные, можно притти к заключению, что удельный вес твердого топлива в ряду: дрова, торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит — постепенно повышается от древесины к антрацитам; это явление подтверждается имеющимися классификациями твердого топлива (Льюис, Брукман, Крейлен). В действительности же, как это будет видно из дальнейшего, изменение удельного веса при углефикации происходит по другому закону.

В этой статье автор попытается в кратких чертах ознакомить читателей с результатами многолетней работы по изучению удельного веса твердого топлива.

Автор поставил своей целью найти методику определения истинного удельного веса твердого топлива, способ определения удельного веса органической части топлива, а также зависимость между удельным весом и элементарным составом и природой органической части топлива.

Многочисленные опыты автора показали, что точные результаты (с расхождением до 0,001) можно получить при соблюдении следующих условий.

Уголь пропускается через сито № 40 (1 600 отверстий на квадратный сантиметр) и затем доводится до абсолютно сухого состояния. Для опыта применяется пикнометр на 100 см<sup>3</sup> с хорошо притертой пробкой-термометром. В качестве заполняющей жидкости применяется этиловый спирт.

Сначала взвешивается пустой пикнометр, потом со спиртом и далее с водой для определения удельного веса спирта. Взвешивания со спиртом и водой должны производиться при абсолютно одинаковой температуре (15—20° С). После взвешивания с навеской в пикнометр вливается такое количество спирта, чтобы вся навеска оказалась под спиртом (обычно спирт наливают до половины объема пикнометра). После этого пикнометр выдерживается в вакуум-эксикаторе около одного часа. При этом разрежение доводится до 10 мм остаточного давления. Вместо эксикатора можно осторожным нагреванием доводить спирт в пикнометре до кипения. После 15 минут кипения пикнометр оставляется на некоторое время для полного осаждения взмученных частиц угля. После отстаивания весь пикнометр заполняется спиртом, затем закрывается пробкой-термометром и переносится в термостат, в котором поддерживается постоянная температура (15 или 20° С). Когда термометр покажет такую температуру, пикнометр насухо вытирается и взвешивается. Вычисления удельного веса производятся по общепринятым формулам.

Чтобы определить удельный вес органической части, надо исключить влияние таких случайных компонентов твердого топлива, как влага и зола. Влияние влаги исключалось тем, что определялся удельный вес сухого топлива. Чтобы исключить влияние минеральных примесей на удельный вес, лучше всего было бы иметь образцы беззольного топлива или с минимальным содержанием золы

(1—2%). Однако угли с таким количеством золы встречаются очень редко. При большом же количестве золы дело осложняется тем, что зола не идентична с имеющимися в угле минеральными примесями и в большинстве случаев не равна им количественно.

При озолении минеральные примеси претерпевают различные изменения, важнейшие из которых следующие: разложение пирита с последующим переходом железа из закисного в окисное, разложение карбоната кальция с выделением CO<sub>2</sub>, потеря кристаллизационной и конституционной воды и др.

Чтобы проследить влияние этих изменений на удельный вес золы, были выполнены следующие эксперименты. Определялось содержание золы в различных углях путем обычного сжигания. Затем определялся удельный вес золы. Оказалось, что удельный вес золы различных углей колеблется в узких пределах — от 2,85 до 3,25, и в большинстве случаев равен 3.

Одновременно с этим производился полный анализ золы, по которому восстанавливался истинный состав минеральных примесей и вычислялся удельный вес минеральных примесей по удельному весу отдельных компонентов. Полученные результаты показали, что удельные веса минеральных примесей и золы весьма значительно отличаются друг от друга, и для них можно принять средний удельный вес, равный 3. При этом ошибки при вычислении удельного веса органической части могут быть не выше 0,005, если содержание золы не превышает 20% и уголь не содержит карбонатов. Следовательно, для определения удельного веса органической части твердого топлива по удельному весу сухого топлива, можно принять следующую формулу

$$g^{op} = \frac{3d(100 - A)}{300 - Ad} \quad (1)$$

где:

$g$  — удельный вес органической части;

$d$  — удельный вес безводного угля;

$A$  — содержание золы в сухом угле,

$3$  — удельный вес золы.

Далее нужно было найти связь между удельным весом и элементарным составом органической части различных видов твердого топлива. При решении этой задачи автор исходил из предположения, что удельный вес или удельный объем органической части топлива — свойство аддитивное и может быть выведен из удельных весов элементов, составляющих органическую часть. Конечно, аддитивность применима только к веществам, имеющим одинаковую или подобную структуру, так как удельный объем каждого химического элемента в сложном веществе изменяется в зависимости от структуры данного вещества. Следовательно, удельный объем химического элемента в том или ином связанном состоянии не равен удельному объему этого элемента в его свободном состоянии.

В литературе имеются данные об удельных или атомных объемах для элементов в органических жидкостях при их температуре кипения (работы Коппа). Бильц определял значение атомных объемов при температуре  $T_0$  в значительном количестве чистых органических соединений. Однако результаты исследований Коппа и Бильца нельзя применять к твердому топливу, все виды которого представляют собою весьма сложный комплекс различных органических соединений, из которых только весьма немногие могут быть выделены в чистом виде.

Из ряда исследований в области структуры углей можно сделать вывод, что в них нет аморфного углерода (Дебай, Шеррер). По мнению этих исследователей, уголь состоит из маленьких кристалликов, обладающих решетчатой структурой. Кроме того, некоторые исследователи пришли к выводу, что имеется определенное сходство в кристаллическом строении гуминовых кислот, лигнина, бурых и каменных углей. Надо полагать, что даже при некотором различии в структуре молекул и их агрегаций в различных видах твердого топлива средние значения удельных объемов элементов, их составляющих, будут близки между собою, и, следовательно, удельный вес органической массы различных видов твердого топлива будет определяться процентным содержанием главных химических элементов, подчиняясь одному и тому же закону.

Автор полагал, что органическая часть твердого топлива состоит из углерода, водорода и кислорода (С, Н и О), сера же и азот исключались тем, что весь остаток (100 — С — Н) принимался за кислород. Это значительно упростило задачу, весьма мало нарушив точность полученных результатов, так как при незначительном со-

держании серы и азота мы делали очень малую погрешность, заменяя серу и азот кислородом.

Из общего количества проб топлива (около 300) были исключены все пробы, содержавшие золы больше 20% на сухое вещество. В каждом образце определялись C, H, W, A и d (истинный удельный вес) органического вещества.

По полученному удельному весу сухого вещества и по формуле (1) вычислялся истинный удельный вес органической части. Нанесение значений содержания углерода, водорода и удельного веса органического вещества на плоскость координат показало, что между этими тремя величинами должна существовать математическая зависимость.

Вместе с тем мы можем представить связь между элементарным составом и удельным весом органической части топлива в виде уравнения:

$$aC + bH + kO = R, \quad (2)$$

где:

- a — удельный объем углерода;
- b — удельный объем водорода;
- k — удельный объем кислорода;
- R — удельный объем топлива.

В результате математической и графической обработки экспериментальных данных получено следующее уравнение:

$$0,564 C + 4,48 H + 0,23 O = R, \quad (3)$$

где:

- 0,564 — удельный объем углерода;
- 4,48 — удельный объем водорода;
- 0,23 — удельный объем кислорода;
- R — объем 100 г органической массы топлива.

Исключив кислород, как дополнение до 100%, и разделив 100 на левую часть уравнения, получим:

$$g^{op} = \frac{100}{0,334 C + 4,25 H + 23}. \quad (4)$$

Эта формула дает математическую связь между удельным весом органической части твердого топлива и ее элементарным составом.

В таблице 1 собраны данные о наиболее типичных образцах твердого топлива. В графе 3 указывается содержание золы в сухом топливе, в гр. 4 и 5 — содержание углерода и водорода в органической массе, в гр. 6 — удельный вес сухого вещества, определенный описанным выше методом, в гр. 7 — удельный вес органической части, вычисленный по формуле (1), в гр. 8 — удельный вес, вычисленный по данным элементарного анализа [формула (4)] и в гр. 9 — разность между удельным весом, определенным экспериментально (гр. 7) и вычисленным (гр. 8).

Из таблицы 1 следует, что в большинстве случаев разность между экспериментом и формулой выражается тысячными долями единицы. Выведенные нами для чистых органических соединений (целлюлоза, глюкоза, мелен и смола) значения удельных объемов для углерода, водорода и кислорода дают полное совпадение с удельными объемами соответствующих элементов в твердом топливе.

Проверка формулы по данным, приводимым для твердого топлива различными исследователями, показывает, что образцы с наиболее высоким удельным весом вполне соответствуют формуле. А так как из ряда значений удельного веса для одного и того же топлива наиболее близкими к истине следует считать именно наибольшие, то это в свою очередь, подтверждает как точность метода, примененного нами, так и точность выведенной формулы.

Все это позволяет сделать следующее обобщение: удельные объемы углерода, водорода и кислорода во всех видах твердого топлива (от древесины до тощих углей) остаются постоянными независимо от степени углекислотности топлива.

Так как удельный объем кислорода (0,23) во много раз меньше удельного объема водорода (4,48) и почти в 2,5 раза меньше удельного веса углерода (0,564), то наиболее богаты кислородом молодые виды твердого топлива (древесина, торф, бурый уголь) должны иметь больший удельный вес, чем весьма бедные кислородом старые виды топлива (каменные угли). Только при переходе к тощим углям и далее к антрацитам удельный вес должен повышаться.

В таблице 1 нет цифр об антрацитах, так как их удельный вес, вычисленный по формуле, оказывается ниже действительного. Предварительные данные показывают, что у антрацитов удельные объемы углерода, водорода и кислорода несколько иные, чем у других видов твердого топлива. Это обстоятельство можно объяснить тем, что при превращении углей в антрациты происходят значительные изменения в структуре вещества.

Формула (3) связывает четыре величины: C, H (O + N + S) и g органической массы и, таким образом, дает возможность по любым

двум величинам определять остальные две, т. е. она может служить для точной проверки элементарного состава твердого топлива, полученного путем сжигания по Либиху.

Другим, более важным обстоятельством для практического применения выведенной зависимости является возможность точного определения содержания C, H и O в органической массе, не прибегая к классическому методу сжигания по Либиху.

В самом деле: формула для удельного веса дает математическую зависимость удельного веса от содержания C, H и O с ошибкой не более 0,5% для углерода и вовсе незначительной для водорода. Вместе с тем ошибки при определении теплотворной способности в калориметре не превышают долей процента. Известно также, что теплотворная способность является функцией содержания C, H, S и O, которая может быть выражена в следующем виде:

$$aC + bH + kS - mO = Q. \quad (5)$$

Решая это уравнение с уравнением (3), получим следующие формулы для определения элементарного состава по удельному весу и теплотворной способности угля:

$$C^{op} = \frac{Q^{op} - 72,6 R^{op}}{82,6} + 50,4 - 0,3 (N^{op} + 2 S^{op}); \quad (6)$$

$$H^{op} = \frac{320 R^{op} - Q^{op}}{1051} - 9,4 + 0,024 (N^{op} + 2 S^{op}); \quad (7)$$

$$O^{op} = \frac{51,55 R^{op} - Q^{op}}{89,65} + 58,9 - 0,7 (N^{op} + 0,6 S^{op}), \quad (8)$$

где:

$R^{op}$  — удельный объем 100 г органической массы твердого топлива =  $\frac{100}{g}$ ;

Таблица 1.

№ п/п	Наименование	A <sup>c</sup>	C <sup>op</sup>	H <sup>op</sup>	d <sup>c</sup>	g <sup>op</sup>	g <sup>op</sup> по элементарному составу	Разность
1	Древесина (дуб) . . . . .	0,46	50,56	5,94	1,541	1,537	1,536	+0,001
2	Древесина (сосна) . . . . .	2,33	51,88	6,28	1,521	1,498	1,492	+0,006
3	Торф . . . . .	10,00	56,90	5,72	1,591	1,511	1,508	+0,003
4	Торф . . . . .	3,33	54,86	5,95	1,520	1,494	1,500	-0,006
5	Лигнит куюргазинский . . . . .	5,61	65,59	5,61	1,497	1,454	1,455	-0,001
6	Украинский бурый уголь (при d <sub>A</sub> = 2,891) . . . . .	46,25	60,05	5,45	1,924	1,493	1,510	-0,017
7	Подмосковный уголь . . . . .	26,54	65,02	5,08	1,730	1,500	1,503	-0,008
8	Подмосковный уголь . . . . .	23,32	65,40	5,11	1,703	1,505	1,502	+0,003
9	Богословский уголь . . . . .	7,56	70,04	4,66	1,577	1,518	1,511	+0,007
10	Райчихинский уголь . . . . .	7,63	71,27	4,00	1,629	1,570	1,568	+0,002
11	Арбагарский уголь . . . . .	6,86	70,26	4,43	1,583	1,530	1,532	-0,002
12	Кизил-Кий уголь . . . . .	15,75	73,39	4,25	1,658	1,528	1,525	+0,003
13	Челябинский уголь . . . . .	7,12	72,68	4,73	1,531	1,476	1,486	-0,010
14	Челябинский уголь . . . . .	1,54	74,29	4,65	1,492	1,480	1,480	0,000
15	Бурейский уголь . . . . .	39,28	74,50	5,07	1,807	1,437	1,440	-0,003
16	Черемховский уголь . . . . .	11,70	77,50	5,54	1,480	1,387	1,379	+0,008
17	Тквибульский уголь . . . . .	16,14	77,10	5,30	1,544	1,412	1,403	+0,009
18	Ткварчельский уголь . . . . .	14,47	84,72	5,79	1,424	1,309	1,317	-0,008
19	Ферганский уголь . . . . .	4,86	69,83	5,70	1,445	1,408	1,417	-0,009
20	Кузнецкий уголь . . . . .	8,59	86,42	4,82	1,450	1,383	1,382	+0,001
21	Кузнецкий уголь . . . . .	2,99	87,90	4,91	1,388	1,365	1,366	-0,001
22	Кизеловский уголь . . . . .	23,67	79,52	5,94	1,535	1,333	1,337	-0,004
23	Кизеловский уголь . . . . .	14,67	83,21	5,74	1,441	1,329	1,330	-0,001
24	Шпицбергенский уголь . . . . .	16,47	81,49	6,09	1,472	1,338	1,344	-0,006
25	Шпицбергенский уголь . . . . .	16,03	82,33	6,68	1,437	1,311	1,310	+0,001
26	Карагадинский уголь . . . . .	17,94	81,89	5,13	1,545	1,390	1,386	+0,004
27	Донецкий уголь . . . . .	17,24	90,02	4,56	1,521	1,382	1,380	+0,002
28	Донецкий уголь . . . . .	14,70	77,29	5,58	1,500	1,381	1,379	+0,002
29	Хахарейский богхед . . . . .	26,16	76,07	9,30	1,349	1,129	1,137	-0,008
30	Матаганский богхед . . . . .	11,92	79,50	10,66	1,144	1,057	1,054	+0,003
31	Подмосковный богхед . . . . .	6,42	72,41	9,38	1,191	1,144	1,149	-0,005
32	Полукок торфяной . . . . .	6,82	86,81	4,08	1,495	1,442	1,442	0,000

$Q^{op}$  — теплотворная способность органической массы,  
 $N^{op}$  и  $S^{op}$  — содержание азота и серы в органической массе.

Для безазотистых и безсернистых видов топлива последний член в формулах (6), (7) и (8) равен нулю и может быть опущен. В таблице 2 сопоставлены данные элементарного состава, полученные путем сжигания (гр. 7 и 8) и вычисленные по формулам

Таблица 2

№ п/п	Наименование	$A^c$	$a^c$	$g^{op}$	$Q^{op}$	Элементарный состав			
						получен методом сжигания		получен по формуле	
						С	Н	С	Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Древесина . . . . .	2,48	1,521	1,502	5017	52,68	6,11	52,64	6,09
2	Торф . . . . .	4,03	1,518	1,487	5373	56,49	5,99	56,25	5,99
3	Райчихинский бурый уголь . . . . .	7,63	1,629	1,570	6369	71,27	4,00	71,19	3,98
4	Арбагарский бурый уголь . . . . .	6,86	1,583	1,530	6459	70,26	4,43	70,42	4,43
5	Богословский уголь . . . . .	7,56	1,577	1,518	6433	70,04	4,66	69,77	4,61
6	Подмосковный уголь . . . . .	26,31	1,719	1,491	6579	69,20	4,95	69,35	4,91
7	Тквибульский уголь . . . . .	15,59	1,528	1,401	7467	76,37	5,24	76,69	5,36
8	Челябинский уголь . . . . .	1,44	1,506	1,495	6963	74,05	4,62	74,47	4,47
9	Шпицбергенский уголь . . . . .	17,59	1,463	1,317	8179	81,44	5,93	81,57	5,89
10	Карагандинский уголь . . . . .	23,63	1,606	1,394	7892	82,15	5,11	82,05	5,00
11	Ткварчельский уголь . . . . .	14,47	1,424	1,309	8500	84,72	5,79	84,81	5,89
12	Кузнецкий уголь . . . . .	1,65	1,349	1,337	8365	84,89	5,48	84,95	5,51
13	Донецкий уголь . . . . .	12,47	1,480	1,380	8577	90,28	4,41	90,06	4,57
14	Донецкий уголь . . . . .	28,46	1,617	1,365	7695	76,55	5,74	76,37	5,82
15	Полужокс древесный . . . . .	1,00	1,467	1,459	7412	79,95	4,40	79,97	4,46

(гр. 9 и 10). Из таблицы видно, что в большинстве случаев имеет-ся почти точное совпадение тех и других значений; в некоторых случаях имеются расхождения, вполне допустимые при двух парал-лельных сжиганиях, и только в весьма немногих случаях для уг-лерода получаются расхождения около 0,5%. В таких случаях есте-ственно полагать, что ошибку нужно искать в опыте, а не в фор-муле. Кроме того, в большинстве случаев содержания азота и серы не определялось, а соответствующие данные для тех или иных месторождений взяты из литературы.

Известно, что содержание кислорода в топливе обычно вычис-ляется по разности (100—С—Н—S—N), так как до сих пор нет для этого удовлетворительного химического метода.

Формула (8) показывает, что кислород также может быть опре-делен с высокой степенью точности по удельному весу и тепло-творной способности.

Эта же зависимость между  $g$ ,  $Q$ ,  $C$  и  $H$  органической массы представлена в виде номограммы, где по оси абсцисс отложены значения  $Q$ , по оси ординат — значения  $R = \frac{100}{g}$ . Два семейства пря-мых линий дают значения  $C$  и  $H$ . Номограмма, выполненная в со-ответствующем масштабе, дает возможность быстро определять элементарный состав по  $g$  и  $Q$ .

Само собой разумеется, что приведенные выше формулы после некоторых преобразований можно применять для определения эле-ментарного состава сухого топлива. Для этого необходимо вводить поправки на содержание золы и ее удельный вес. Естественно так-же, что удельный вес можно графически и математически связать со всяким другим параметром, обусловленным элементарным со-ставом.

Так, на основании имеющегося в литературе экспериментального материала по выходу летучих веществ и уравнения (3) нами полу-чены следующие формулы для определения элементарного состава топлива по удельному весу и выходу летучих веществ:

$$C^{op} = \frac{0,4 R^{op} - 0,17 V^{op}}{0,341} \mp 14,9, \quad (9)$$

$$H^{op} = \frac{0,334 V^{op} \mp 1,22 R^{op}}{8,525} - 6,58, \quad (10)$$

$$O^{op} = \frac{3,92 V^{op} - 11,22 R^{op}}{8,525} - 91,7. \quad (11)$$

Проверка этих формул по экспериментальным данным показывает весьма точное совпадение значений для углерода и водорода, вы-численных по формулам и определенных методом обычного элемен-тарного анализа.

Однако значение удельного веса и выведенной формулы не ис-черпывается только возможностью определения элементарного со-става топлива по физическим параметрам.

Наши исследования показали, что свойство углей спекаться и коксоваться находится в тесной зависимости от их удельного веса. При удельном весе выше 1,400 и ниже 1,250 угли не спекаются.

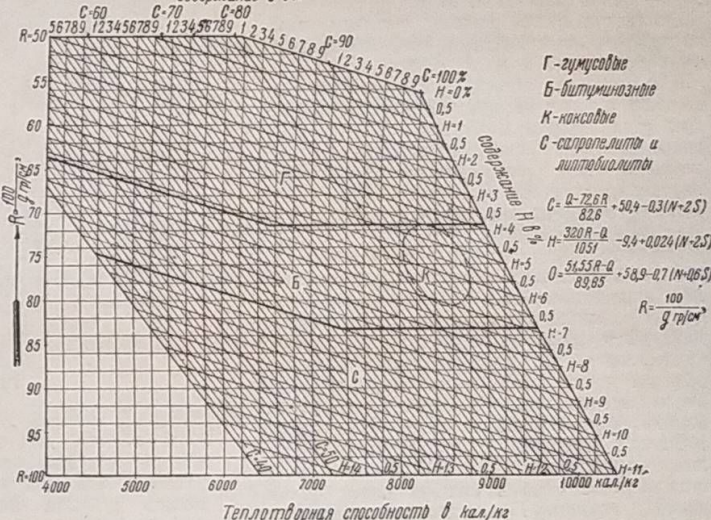
Точно так же существует зависимость между удельным весом и способностью брикетироваться, между удельным весом и гигроско-пичностью твердого топлива, а также между удельным весом то-плива и скоростью его сгорания. Так как удельный вес в доста-точной степени характеризует состав и свойства топлива, то, следовательно, этот показатель должен быть положен в основу классификации твердого топлива.

Из всего сказанного нами можно сделать следующие выводы: установлен метод точного определения удельного веса твердого топлива;

доказано, что удельный вес является функцией удельных объе-мов углерода, водорода и кислорода;

удельный вес в связи с теплотворной способностью или выходом летучих дает весьма простой и быстрый метод для определения элементарного состава твердого топлива.

Зависимость между  $g$ ,  $Q$ ,  $C$  и  $H$  органической массы твердого топлива



До последнего времени потребители твердого топлива изза от-сутствия собственных лабораторий и высокой стоимости анализа редко производили определение элементарного состава топлива. Кроме того, не всегда представлялась возможность сдать образцы на анализ изза отдаленности лабораторий от предприятия или же вследствие длительного срока выполнения анализа. Отсутствие же на предприятиях собственных лабораторий объясняется тем, что для организации их требуется большое помещение и громоздкая аппаратура.

Предлагаемый нами метод элементарного анализа топлива по его удельному весу и теплотворной способности или выходу летучих веществ не требует специального помещения, может проводиться при помощи несложной аппаратуры, и благодаря простоте анализ может выполняться в четыре—пять раз быстрее, чем обычно принятый, а следовательно, и стоимость его будет ниже.

Возможность быстро и дешево получить точный анализ потреб-ляемого топлива дает научно обоснованные предпосылки для ре-шения вопроса о методе его использования и учета расхода.

Все это и должно служить отправным моментом при выработке мероприятий по рациональному использованию наших топливных ресурсов.