

С 272
406

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЧНЫХ ГАЗОХОДОВ



Речиздат

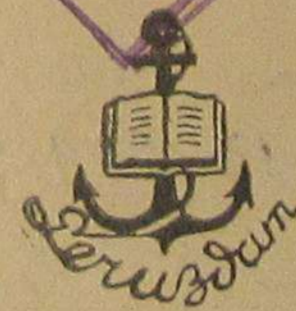
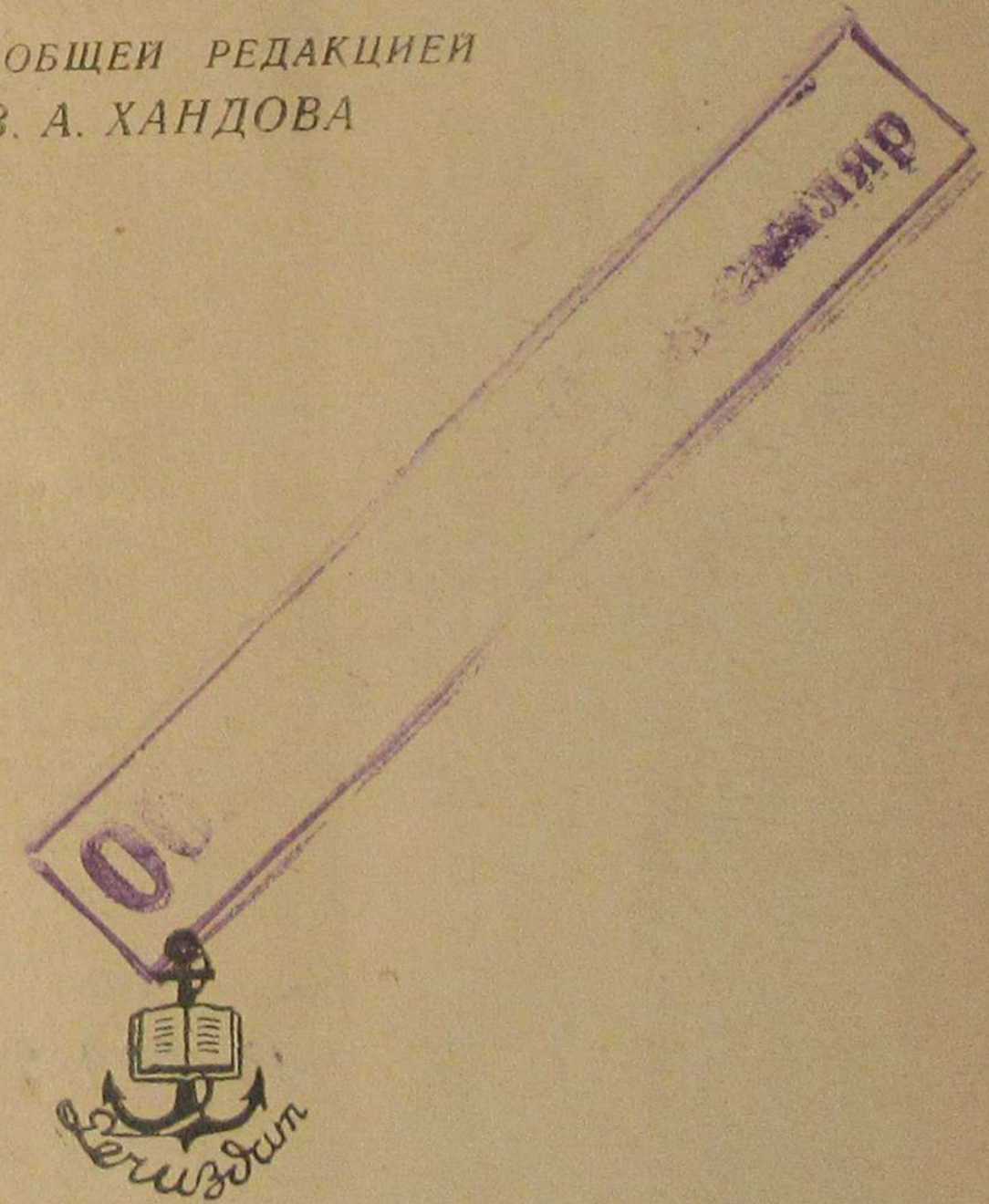
1953

C 272
406

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЧНЫХ ГАЗОХОДОВ

СБОРНИК СТАТЕЙ

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ
З. А. ХАНДОВА



ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА РЕЧНОГО ФЛОТА СССР
ЛЕНИНГРАД 1953 МОСКВА

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
<i>А. Б. Генин.</i> Современное состояние и перспективы дальнейшего развития газоходного речного флота	5
<i>А. Я. Алферьев.</i> Буксирные газоходы серии «400»	9
<i>А. А. Власов, А. З. Мандель и В. М. Юрченко.</i> Опыт строительства и эксплуатации газоходов в Верхне-Днепровском бассейне	18
<i>Н. А. Горбачев.</i> Опыт эксплуатации газоходов на реке Урал	44
<i>К. Д. Попенко.</i> Из опыта работы газоходного флота в Енисейском пароходстве	57
<i>Д. Я. Хотько.</i> Наблюдения за работой силовой установки газохода «Ирбей» Енисейского пароходства	63
<i>Э. К. Рац.</i> Из практики работы газоходного флота с 1942 г. по 1951 г.	65
<i>А. А. Попов.</i> Результаты испытания некоторых мощных газоходов	67
<i>С. К. Брыков.</i> Повышение интенсивности процесса газификации 300-сильных судовых газогенераторов	87
<i>А. Б. Генин.</i> Топливо для судовых газогенераторов	101
<i>Л. Л. Осипов.</i> Основные характеристики речных газоходов	112

ПРЕДИСЛОВИЕ

Актуальность проблемы экономии жидкого топлива и замены его твердым топливом обусловили распространение силовых газовых установок. В настоящее время силовые газовые установки получили применение во многих отраслях народного хозяйства страны.

Наряду с стационарными установками двигатели внутреннего сгорания, работающие на генераторном газе, получили большое применение и на транспорте.

В речном флоте силовые газовые установки, работающие на генераторном газе, нашли широкое применение начиная с 1936 г.

Период с 1936 г. по 1941 г. характеризуется значительным строительством газоходов различных типов в системе речного флота.

В 1941 г. Советский Союз имел самый большой по числу судов газоходный флот.

В послевоенный период речной флот пополнился буксирными и грузовыми газоходами, мощностью в 300—450 л. с.

За период с 1936 г. по настоящее время в речном флоте наряду со строительством газоходов ЦНИИРФом и промпредприятиями МРФ были созданы судовые газогенераторы для газификации различных сортов твердого топлива. Впервые в Советском Союзе был практически разрешен вопрос газификации полуметрового древесного швырка в судовом газогенераторе. Газогенераторы, работающие на полуметровом древесном швырке, в данное время имеют широкое применение в речном флоте.

ЦНИИРФом за этот период выполнены значительные теоретические и экспериментальные исследования, направленные на усовершенствование и развитие судовых газосиловых установок. В период Отечественной войны и в последующие годы в ЦНИИРФе были выполнены исследования работы двигателей по газожидкому циклу, результаты которых были использованы при постройке новых газоходов.

Многие пароходства МРФ приобрели ценный опыт по эксплуатации газоходного флота, преодолев организационные и технические трудности, неизбежно связанные с внедрением этого флота.

Назрел вопрос о необходимости и целесообразности передачи этого опыта другим пароходствам, т. к. развитие речного флота в свете решений XIX съезда партии основывается на результатах передовых методов эксплуатации силовых судовых установок. В связи с этим в настоящий сборник вошли статьи, излагающие опыт эксплуатации и строительства речных газоходов, написанные в основном работниками пароходств МРФ.

Сборник выпускается с целью передачи опыта эксплуатации и дальнейшего развития газоходного флота.

З. Хандов

А. Б. Генин

Канд. техн. наук

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ГАЗОХОДНОГО РЕЧНОГО ФЛОТА

Министерство речного флота СССР является одним из крупнейших потребителей топлива в стране, затрачивая ежегодно сотни миллионов рублей на топливо для судов и промпредприятий. Расходы на топливо составляют около 25% себестоимости перевозок и около 36% общих расходов по содержанию самоходного флота.

Дизельные топлива и другие нефтепродукты все еще занимают большое место среди топлива, расходуемого в системе МРФ.

Большое народнохозяйственное значение имеет экономия топлива и замена дальнепривозного топлива местными более дешевыми сортами топлива.

Советский Союз занимает первое место в мире по запасам нефти, однако из сопоставления количества нефти с другими ископаемыми топливными ресурсами вытекает, что экономия и замена жидкого топлива твердыми видами топлива и для нашей страны имеет важное народнохозяйственное значение.

Советский Союз, как известно, богат не только нефтью, но и всеми видами твердого топлива — дровами, торфом, бурыми и каменными углями и антрацитами. Рациональное и экономное расходование всех топливных ресурсов страны вытекает прежде всего из планового социалистического характера экономики Советского Союза.

Газоходы, работающие на древесном топливе и антраците, уже зарекомендовали себя, как наиболее экономичные самоходные суда, расходуя в частности в 2—2,5 раза меньше топлива на э.л.с. час, чем пароходы. Широкое внедрение судовых газогенераторных установок, потребляющих дешевые, местные для данного бассейна, твердые виды топлива, есть наиболее реальный путь к снижению эксплуатационных издержек по самоходному флоту и к дальнейшему освоению внутренних водных путей.

В 1936 г. Наркомвод приступил к постройке первой большой серии газоходов с одним и двумя двигателями ЧТЗ-60 с газогенераторными установками МСВ-84 и ЦНИИВТ-3. Строительство газоходов производилось также в системах лесной и рыбной промышленности.

В 1939—1940 гг. на верфях Министерства речного флота строилась вторая крупная серия газоходов с одним и двумя двигателями МГ-17. В 1941 г. Советский Союз имел самый большой по числу судов газоходный флот.

В 1945—1946 гг. речной флот пополнился газоходами (буксирами и сухогрузными самоходными судами) мощностью в 300—450 л. с. Газогенераторы на мощных газоходах стационарного типа с механизацией загрузки топлива и удаления шлака могут работать на полукоксе, коксе и антраците.

На 1 января 1948 г. число газоходов в системе Министерства речного флота было даже несколько меньше чем на 1 января 1938 г. хотя средняя мощность одного газохода возросла с 67,5 до 73,6 л. с. Это объясняется отчасти тем, что при выделении малых рек и рек местного значения из системы МРФ в республиканские транспортные управления был выделен и имевшийся на этих реках флот, состоявший в значительной части из газоходов.

В связи с широким применением серийного двигателя внутреннего сгорания ЗД6 мощностью 150 л.с. на речных судах ЦНИИРФ осуществил конвертацию его на газ по газожидкостному циклу. Стендовые испытания двигателя ЗД6 на антрацитовом, полуккоксовом и древесном газе, с вновь созданными газогенераторами ЦНИИРФа, а также эксплуатация первых газоходов в Верхне-Днепровском пароходстве показали, что двигатель ЗД6 на газе работает устойчиво на всем диапазоне оборотов и при различной нагрузке. Двигатель на газе работает мягче, чем на дизельном топливе. На ближайшую перспективу двигатель ЗД6, конвертированный на газ, явится, по видимому, основным двигателем для вновь строящихся газоходов мощностью 130—250 л. с.

Для вновь строящихся газоходов меньшей мощности, а также для замены изношенных двигателей ЧТЗС-65 и МГ-17 может быть использован тракторный двигатель КДМ-46 мощностью 80 л. с. Челябинского завода. ЦНИИРФ конвертировал двигатель КДМ-46 на газ по газожидкостному циклу, а Челябинский завод на базе его намечает наладить серийный выпуск газового двигателя ЭГМ-2 с электрическим воспламенением газозооной смеси.

Современное состояние и темп развития газоходного флота не могут полностью удовлетворить запросам Советского Союза — великой речной державы.

Сталинские стройки на Волге открывают широкие перспективы для развития мощных газоходов. С вводом в действие Волго-Донского канала открыт короткий водный путь для донецких каменных углей и антрацитов, в перевозке которых будут участвовать и 600-сильные буксирные теплоходы типа «Красное Сорново» с двигателями 18Д. На Волге эксплуатируется серия самоходных сухогрузных судов типа «Большая Волга» с двумя двигателями 18Д по 400 л. с. каждый, проект перевода на газ которых разработан ЦНИИРФом.

Перевод двигателей 18Д на антрацитовый газ и переоборудование судов типа «Большая Волга» в газоходы следует признать первоочередной задачей.

В настоящее время любой четырехтактный двигатель внутреннего сгорания может быть переведен на газ. Чем больше мощность установки, тем легче решать конструктивные вопросы, связанные с полной механизацией и автоматизацией обслуживания газогенератора, охлаждения и очистки газа. В газогенераторах эксплуатирующихся мощных газоходов мокрое шлакоудаление, поэтому они имеют открытые чаши, заполненные водой, и не являются пригодными для плавания на больших водохранилищах. Изменение путевых условий на Волге вынуждает отказаться от мокрого шлакоудаления и перейти к сухому механизированному шлакоудалению в мощных судовых газогенераторах.

При создании мощных судовых газосиловых установок может быть в значительной мере использован богатый многолетний опыт стационарного газогенеростроения. В стационарных газовых станциях стандартными по размеру считаются газогенераторы с диаметром в свету равным 3,0 м. Если даже принять интенсивность газификации антрацита в 200 кг/м² час, давно превзойденную в Советском Союзе¹, то и при этом газогенератор диаметром 3,0 м может обеспечить газом дизели, работающие по газожидкостному процессу, общей мощностью в 3000 л. с.

Из этого ясно, что создавшееся представление о газоходах, как о судах только малой мощности, является в корне ошибочным. Газоходы могут быть любой мощности.

Великие стройки коммунизма позволят транспортировать грузы на мощных судах смешанного (морского и речного) плавания. Поэтому быстрое и успешное переоборудование самоходных сухогрузных судов типа «Большая Волга» мощностью 800 л. с. должно явиться переходным этапом к созданию газоходов смешанного плавания с мощностью газосиловых установок в 2000—3000 л. с.

В связи с наличием воды на газоходах, охлаждение и очистка генераторного газа от механических примесей не вызывают каких-либо затруднений для газосиловых установок любой мощности. Судовые охладительно-очистительные устройства несложны в изготовлении и надежны в эксплуатации.

При применении на газоходах антрацита газ необходимо также очищать и от сернистых соединений (сернистого ангидрида и сероводорода), чтобы предотвратить коррозию деталей двигателей. В скрубберах при охлаждении газа водой сернистый ангидрид (SO₂) практически полностью отмывается, а сероводород (H₂S) незначительно растворяется в воде. В стационарных газовых установках применяются различные способы очистки газа от сероводорода.

¹ Н. Н. Дмитриев. Увеличение производительности газогенераторов на антраците. «За экономию топлива», 1951, № 10.

Анализ известных способов очистки газа от сероводорода выявил, что в настоящее время наиболее приемлемым для газоходов является содовый способ. В 1950 г. ЦНИИРФом разработан новый способ регенерации содового раствора, насыщенного сероводородом, с использованием отработавших газов двигателей. При использовании отработавших газов отпадает необходимость в установке вентилятора, кроме того, высота регенерационного скруббера уменьшается до 3—3,5 м, т. е. в 5—6 раз меньше, чем в стационарных установках.

На основании вышеизложенного можно сделать следующий вывод: к проектированию и созданию мощных газоходов можно приступить с полной уверенностью в успехе, так как никаких неясностей в этом деле нет.

В настоящее время вполне освоены на газоходах древесное топливо, журицкий полукокс и донецкие антрациты. Однако для того, чтобы речные газоходы получили более широкое применение, необходимо значительно расширить круг топлив, газифицируемых в судовых газогенераторах. К числу топлив, которые могут и должны быть в ближайшие периоды освоены на газоходах, следует отнести уральские и другие антрациты, тощие каменные угли, бурые угли (в первую очередь выделяющие незначительное количество смолы), кусковой торф, а также брикеты бурых углей и торфа.

Теплоходы пригородного сообщения Москвы, Киева, Куйбышева и Саратова могут быть в сравнительно короткий срок переведены на сжатый природный газ.

Инж. А. Я. Алферьев
Лауреат Сталинской премии

БУКСИРНЫЕ ГАЗОХОДЫ СЕРИИ «400»

В 1947 г. в пароходство Москва-Волга канал поступило 10 буксирных газоходов мощностью по 250 л. с.

Механическая часть, несмотря на сложность и новизну, была быстро освоена механиками.

Причинами некоторого затруднения в освоении новых судов явилось:

- отсутствие кондиционного топлива,
- малое количество жилых помещений для команды судна.

Применяемый на этих судах полукокс вызывал, вследствие за-смаливания деталей, частые остановки двигателей в пути, а также выходы газоходов из строя на длительную моточистку.

С первых дней навигации 1951 г. пароходство отправило большую часть паровых судов на боковые реки, а основной тягой в самом пароходстве оставались буксирные газоходы, что заставило обратить еще большее внимание на рациональную их эксплуатацию. Объем грузоперевозок газоходов увеличился (по приведенной продукции) с 74,6 млн т-км в 1950 г. до 134,7 млн т-км в 1951 г., что составляет 181,1% по сравнению с 1950 г., т. е. увеличение почти в два раза.

В навигацию 1951 г. на транспортной работе использовалось только пять газоходов, а остальные пять использовались как служебно-рейдовые суда.

Работа газоходов показала их хорошие маневренные свойства, большую тяговую мощность и экономичность.

Использование газоходов в навигацию 1951 г. оказало большое влияние в достижении экономии топлива на транспортную продукцию.

Работа буксирных газоходов в навигацию 1951 г. характеризуется следующими данными (табл. 1).

Таблица 1

№ № судна	Мощность	Процент выполнения плана	Расход топлива		Экономия топлива	
			по норме	фактич.	т	%
446	250	100,4	449,3	449,3	45,0	9,1
462	250	120,9	328,4	229,8	98,6	30,0
463	250	73,9	434,9	376,2	58,7	13,5
464	250	120,0	413,2	385,6	27,6	6,7
471	250	112,7	458,5	420,1	38,4	8,3

Из этой таблицы видно, что только один газоход из пяти работавших недовыполнил план и все суда имели значительную экономию топлива.

Экономичность газоходов будет еще более видна, когда работу их сравним с 200-сильными буксирными пароходами, работающими на антраците (табл. 2).

Таблица 2

Название парохода	Мощность	Процент выполнения плана	Расход топлива		Экономия топлива	
			по норме	фактически	т	%
«П. Кривонос»	200	117,0	1169,0	1065,5	103,5	8,9
«Осташков»	200	110,5	1057,7	965,6	92,1	8,7
«Ржев»	200	109,5	968,2	835,8	132,4	13,7
«М. Демченко»	200	108,2	1155,0	1135,0	20,0	1,5
«Безбородово»	200	109,1	1213,2	1152,4	60,8	5,0

Удельный расход условного топлива на 1000 т-км приведенной продукции по газоходам, работающим на угле, уменьшился настолько, что стал ниже, чем по судам, работающим на мазуте.

Валовый удельный расход топлива в кг на ходовые сило-сутки сравнительно с паровыми судами, работающими как на антраците, так и на мазуте характеризуется следующими данными: (табл. 3).

Таблица 3

Группа судов	Вид флота	Буксирный		Служебно-рейдовый		Буксирный транс-порт. вместе со служебно-рейдовым	
		фактически	по норме	фактически	по норме	фактически	по норме
Газоходы на полукоксе		9,6	11,2	7,1	9,8	8,7	10,4
Пароходы на антраците		28,2	29,6	24,8	32,5	27,6	30,1
Пароходы на мазуте		19,9	20,9	21,0	23,2	20,0	21,0

Приведенные данные, так же, как и общие величины сожженного топлива за навигацию, показывают, что газоходы израсходовали топлива в три раза меньше, чем пароходы на антраците и в два с лишком раза меньше, чем пароходы на мазуте.

Часовой расход топлива на газоходах при полных оборотах составляет 100 кг или 0,4 кг на эффективную силу в час.

Часовой расход топлива на угольных пароходах составляет 230 кг или 1,15 кг на индикаторную силу в час.

Буксирные газоходы имеют очень хорошие тяговые свойства.

Усилие на гаке при ходе с плотом на газоходу № 466 составляло 5350 кг при скорости хода в 3,8 км/час.

Усилия на гаке на швартовых, замеренные при разных режимах и различными динамометрами, определялись:

По газоходу № 462		По газоходу № 464	
350 обор.	3600 кг.	300 обор.	2500 кг.
430 »	4600 »	350 »	3550 »
485 »	5600 »	400 »	4600 »
510 »	6150 »	450 »	5650 »

Колесные буксирные пароходы мощностью по 300 л.с. типа парохода «М. Мазай» дают усилия на гаке при ходе с плотом со скоростью 3,25 км/час — 4550 кг., а на швартовых максимально вытягивают 4880 кг.

Буксирные газоходы, имея малые габариты (длина 22,2 м и ширина 5,8 м), обладают превосходными маневровыми свойствами. Судно свободно разворачивается на трассе канала, удобно для поджатия плотов при их постановке и легко маневрирует между судами обеспечивает быстрое формирование вояз. Вследствие отмеченных качеств буксирные пароходы охотно используются на рейдовой работе в Московском Северном порту и на Переборском рейде, где помимо указанного они показали хорошие свойства по выводу судов из Щербаковского порта на рейд Перебор.

Буксирные газоходы оборудованы централизованным управлением. Включение гидравлических реверсивных муфт и изменение числа оборотов двигателей производится из рубки. Наличие централизованного управления дает возможность обслуживать газоходы при минимальном штате команды.

Недостаточное количество жилых помещений не давало возможности использования газоходов в транзите. Требовалось создание и внедрение бригадного метода. В зиму 1949/50 г. жилые помещения были перепланированы и количество спальных мест увеличено до 11. Такое изменение дало возможность иметь на судне полных две вахты, включая и кока.

Работа газоходов в шлюзовой системе, когда требуется обязательное присутствие человека у носовых и кормовых чалок, заставляло иметь в каждой вахте 5 человек команды. Штат команды газоходов при двухвахтенной работе состоит из капитана и его помощника, двух рулевых, двух матросов, механика и его помощника и двух газовщиков.

Малый расход топлива, небольшой штат команды делают буксирные газоходы судами экономичными и удобными при буксировке плотов и барж, в особенности в шлюзованной системе.

Еще большую ценность получают буксирные газоходы, когда будут устранены следующие недостатки:

1. Большие простои газоходов под моточистками.
- Ввиду очень большого появления смолы, вызывающей засмали-

вание поршневых колец двигателя, планом предусматривается проведение моточисток через 850 календарных часов или четыре моточистки за навигацию. Вследствие того, что команды на газохде малочисленны (механик, поммеханика и два газовщика) и наличия большого количества механизмов и оборудования, срок на каждую моточистку планом устанавливается в 72 часа. Следовательно, почти ежемесячно каждый газоход по плану выводится из эксплуатации на трое суток.

В период моточистки проводятся в обязательном порядке.

По газогенераторной установке:

- 1) очистка скрубберов;
- 2) очистка эксгаустера;
- 3) очистка мокрого фильтра и заправка его новым коксом;
- 4) полная смена стружки в сухом фильтре;
- 5) очистка переключающего клапана и набивка уплотнением;
- 6) очистка газовой магистрали до главных двигателей;
- 7) осмотр газогенератора и дозатора подачи топлива.

По главным двигателям:

- 1) разборка и очистка газосмесителей;
- 2) разборка главных двигателей;
- 3) очистка поршней и поршневых колец;
- 4) притирка всасывающих и выхлопных клапанов;
- 5) очистка ресиверов в блоке двигателя;
- 6) очистка масляной системы.

Фактически команда судна такой объем профилактических работ не имеет возможности провести за трое суток и в действительности газоходы под моточисткой простаивают не менее 120 часов, т. е. 5 суток. Этот простой может быть снижен за счет организации специальной бригады на промпредприятии по проведению моточисток с таким расчетом, чтобы работы велись круглосуточно.

2. Жилое помещение не рассчитано на двухсменную работу газохода.

Из этих двух недостатков решающее значение имеет первый.

С 3 по 9 июня 1948 г. два газохода № 430 и № 471 делали пробный рейс от Северного порта до Большой Волги легкачем, а от Большой Волги до Северного порта шли с плотами. Протяженность линии в одном направлении 120 км при шести шлюзах.

Топливом для газоходов служил полукокс из журинских углей. Пробные рейсы позволили установить, что применяемое для газоходов топливо — полукокс дает очень большое количество смолы, которая не удерживается всеми имеющимися на судне очистительными устройствами, проникает к газосмесителям, засмаливая их и засмаливая поршни двигателей.

Засмаливание двигателей было настолько обильным и быстрым, что на Большой Волге потребовалось проводить моточистку.

На газоходу № 471 было опробовано применение имевшегося на Большой Волге антрацита АМ, но использовать в качестве топлива антрацит на газоходах мы не смогли, так как в двигате-

лях газ от этого топлива не воспламенялся. Даже загрузка этого антрацита в газогенератор сверх полукокса привела к остановке двигателя после того, как выработан был весь газ, даваемый полукоксом.

Ввиду отсутствия на Большой Волге полукокса в обратный рейс вышел только газоход № 430, взяв на буксир плот сверх габаритных размеров. Этот плот пароходы везти не могли ввиду его чрезмерно большой длины, что не давало возможности пароходу поместиться с ним в шлюзах.

Буксировка плота газоходом даже при условии сверх габаритного его размера для шлюзовой системы, протекала нормально со скоростью 2,5 км в час.

В Северном порту на газоходу № 430 обе машины были перебраны и вычищены. Газоход № 471 был приведен в Северный порт на буксире и, учитывая, что двигатели на нем работали очень мало, ограничились чисткой только газосмесителей.

Подготовительные работы по второму рейсу заняли 10 дней, и 19 июня оба газохода вышли из Северного порта во второй рейс, ставя перед собой задачу провести испытание того же полукокса, но с дополнительной очисткой газа в эксгаустере.

После 60 км пути на газоходу № 471 начало обнаруживаться засмаливание поршней и газоход вынужден был прекратить дальнейшее следование. Это указывало на то, что даже после непродолжительной работы следовало произвести полную чистку машины.

Газоход 430 работал нормально и через 15 часов прибыл на Большую Волгу. К приходу на Большую Волгу было обнаружено засмаливание газосмесителей на обеих машинах.

В 11 часов дня 20 июня газоход с плотом вышел с Большой Волги и в 5 часов утра 22 июня прибыл в Северный порт, пробыв в пути в общей сложности 42 часа. Из этого времени затрачено было на шлюзование и на ожидание подвода топлива 9 часов. Расстояние в 121 км с плотом газоход прошел за 33 ходовых часа, делая в час по 3,7 км.

Эти результаты показали, что газоходы имеют хорошие тяговые качества, имеют хорошую маневренность и могут справляться с доставкой плотов на Москву по шлюзовой системе.

Но эти результаты были достигнуты ценой чрезвычайных усилий лиц, руководивших опытным рейсом, и команды газохода, вследствие наличия ряда недостатков в работе газосиловой установки судна.

Главным недостатком и причиной всей ненормальной работы двигателей являлась смола, которая в первую очередь начинала засмаливать газосмесители, вследствие чего прекращалась работа регуляторов. Частицы смолы, увлекаемой при всасывании, забрасывали свечи, прекращая работу то одного, то другого цилиндра при этом сейчас же начинали засмаливаться штоки всасывающих клапанов, закрытие клапанов начинало отставать и происходили взрывы в газосмесителях. Требовалось непрерывно следить за ра-

ботой цилиндров и при забросе свечи сейчас же на ходу заменять ее запасной. Кроме того, начинало быстро происходить засмаливание поршневых колец, что влекло к пропуску газа в картер и вызывало остановку двигателя.

Засмаливание газосмесителей началось после первых часов хода газохода с плотом. Очистка их отнимала много времени, поэтому перешли на ручную регулировку двигателей с помощью трехходовых кранов и выпуска излишнего газа в атмосферу. Такой метод «регулировки» позволил нам дойти до Северного порта.

За 8—9 часов до конца рейса произошло значительное засмаливание поршневых колец и начался большой выход газа в машинное отделение через картер двигателя. Создались невозможные условия работы, особенно в машинном отделении. Машинная команда вынуждена была через каждые полчаса сменяться, так как дальше находиться в сплошном газовом тумане не было возможности. Выходящий газ из машинного отделения попадал в рубку и жилые помещения, создавая в них тяжелые условия.

Необходимо отметить, что характер смолы в этот раз был иной. Смола не схватывала так крепко поршни, как это было в первом рейсе. Двигатели после остановки легко проворачивались и немедленно пускались вновь. Возможно на характер смолы оказывало влияние соляровое масло, которым промывается газ в эксгаустере.

В результате второго рейса был сделан вывод, что применяемый полукоккс как топливо для газоходов непригоден, так как в нем имелось много недопала, породы и мелочи, которые видимо и служили источниками образования смолы. Намечено было производить отсев и промывку полукоккса.

Пробная промывка полукоккса показывала, что отход его составлял до 70%. Из имевшегося наличия в 200 т полукоккса использовано было после промывки не более 60 т. Стоимость дельного топлива обходилась в 614 руб. за тонну, не считая затрат на проведение отмывки.

Так как полукоккс топливо дальнепривозное, то мы не видели реальности его получения в достаточном количестве, да и высокая стоимость его делала работу газоходов нерентабельной.

Учитывая работу в Ленинграде газэлектрехода «Опытный» на антраците, проводимую ЦНИИРФом, а также газохода № 471 при ходе его от Горького до Перебор на антраците, мы считали, что реальным топливом для газоходов должен быть антрацит марки АМ, так как полукоккс является дальнепривозным топливом.

По этим соображениям в третьем рейсе, несмотря на неудачные первые опыты, были поставлены задачи провести работу газоходов на антраците и попутно испытать их работу на отмытом полукокксе.

Два газохода были забункерованы в Северном порту отмытым полукоксом и 14 июля вышли на Большую Волгу. В тот же день

газоходы прибыли на Большую Волгу и осмотром было установлено, что засмаливания газосмесителей не имеется. Газоход № 430 был забункерован антрацитом марки АМ из общего хранилища угля, отпускаемого для пароходов. 15 июля проводилась опытная работа на антраците. Опыт дал положительные результаты. Двигатели перешли работать на газ из антрацита без заметного изменения числа оборотов и только наличие сернистого запаха указывало на то, что антрацит полностью разгорелся в газогенераторе.

Газоход был забункерован антрацитом, имевшийся запас отмытого полукоккса был передан второму газоходу.

19 июля оба газохода с плотами пришли в Северный порт.

За время пути работа двигателей протекала нормально. Осмотр газосмесителей и поршней двигателей на обоих газоходах показал полное отсутствие засмаливания как газосмесителей, так и поршней.

Дальнейшая эксплуатация газоходов выявила, что газогенераторы могут работать не на всех сортах антрацита, для них должен быть подобран определенный сорт, определенного месторождения.

В последующем газоходы эксплуатировались на отмытом полукокксе, получаемом непосредственно с завода.

На этом виде топлива в основном и происходит работа газоходов до настоящего времени.

Применяемый полукоккс, обеспечивая устойчивую работу и легкий запуск двигателей, однако, вызывает засмаливание двигателей из-за большого содержания летучих. Кроме того, вследствие невысокой механической прочности и пористости, полукоккс дает много отходов при транспортировке и вбирает в себя влагу.

Работая на полукокксе, мы не можем полноценно использовать централизованное управление и обеспечить нормальную работу. Как правило, регуляторы числа оборотов не работают, так как засмаливание газосмесителей происходит через несколько часов после их чистки. Реверсивные муфты выключаются без снижения числа оборотов, вследствие чего двигатели развивают чрезмерные обороты. Чтобы избежать такого положения капитан должен дать команду в машинное отделение о выключении той или другой машины и механик ручным способом уменьшает число оборотов. Это условие требует постоянного присутствия механика около машины, что чрезвычайно трудно при малочисленной команде. Получаемые рывки в работе двигателей при выключении и включении реверсивных муфт вредно отражаются на электрогенераторах, работающих параллельно, и на электрооборудовании; эти частые рывки, в особенности на рейдовой работе, быстро выводят из строя шлицовое соединение вала двигателя с валом реверс-редуктора.

С целью избежать отмеченные недостатки пароходство продолжает вести работы по подбору антрацита, на котором можно было бы обеспечить надежную работу газоходов.

За 1949—1950 гг. были испробованы различные сорта антраци-

тов, но все они не давали положительных результатов. Однако мы видели, что при работе на всех антрацитах засмаливаний не наблюдалось, регуляторы работали исправно, чисток двигателей не требовалось, но устойчивой работы газогенераторов мы не получали. Эти положительные качества антрацита заставляли продолжать искания и только в 1951 г., получив для испытания антрацит марки АМ с шахты «Реомойка» Зуевантрацит, мы смогли обеспечить приемлемую и надежную работу газоходов. Этот антрацит легко разжигается в газогенераторе и двигатели быстро начинают работать на газе из этого антрацита. Единственным недостатком является то, что на газе из антрацита АМ двигатели развивали и устойчиво держали 450 об/мин. без включения эксгаустера и 475 оборотов с работающим эксгаустером. На газе из полукокса число оборотов двигателей удерживалось несколько большим и составляло от 475 до 500 об/мин.

Испытания на антраците марки АМ установили, что наивыгоднейшая работа двигателей происходит при следующих режимах газогенератора: высота зоны горения должна поддерживаться в пределах 150—200 мм, температура паровоздушной смеси 60—65°С¹. При этих режимах обеспечивался правильный процесс газификации в газогенераторе и устойчивая длительная работа газосиловой установки при разных режимах работы газохода. После кратковременных остановок двигатели легко запускались после нескольких минут работы вентилятора розжига. После длительных стоянок, в течение 5—6 часов, на подъем газа требовалось 25—30 минут. Расход топлива не превышал 0,4 кг на л. с. в час и был в пределах 100 кг на час хода судна как с плотами, так и с баржами.

Переход работы газоходов на антрацит еще желателен и потому, что на антраците почти в два раза увеличивается длительность работы без бункеровки.

Емкость бункеров на газоходах составляет 16 м³, объемный вес полукокса не более 0,5 т. Газоход мог брать запас полукокса не более 8 т. При работе на антраците газоходы берут топлива 16 т. Расход же в обоих случаях держится в пределах 100 кг на час хода.

Работа на антраците в два раза увеличит срок между мото-чистками, что снизит простои газоходов.

Применение антрацита облегчит условия работы команды и улучшит эксплуатационные качества. Работая на полукоксе, вследствие засмаливания газосмесителей, газоходы часто работают на одном двигателе. Работа на антраците не потребует остановки двигателей на очистку газосмесителей. Систематическая работа на двух двигателях безусловно улучшит транспорт-

¹ Оптимальное значение температуры паровоздушной смеси, поступающей в газогенератор при работе на антраците, равно 70—75°С.

ную работу газоходов и создаст более нормальные условия работы команды. Отсутствие засмаливания газосмесителей обеспечит надежную работу регулятора, что даст возможность полноценно использовать централизованное управление.

На газоходах за последние годы улучшились условия за счет снижения загазованности как служебных, так и бытовых помещений.

Уменьшение загазованности происходит вследствие работы газосиловой установки без эксгаустера, т. е. без напора газа, а наоборот при разрежении. Антрацит марки АМ также обеспечивает работу установки без эксгаустера, следовательно большей загазованности при работе на антраците мы не будем иметь.

Конечно, антрацит марки АМ не является наилучшим топливом для газоходов, но на данном этапе перевод на него работу всех газоходов явится уже достижением. Правда, на этом антраците ухудшатся условия работы служебно-рейдовых газоходов; следует отметить, что использование таких газоходов на рейдовой работе неправильно.

Буксирные газоходы не имеют никаких откачных средств, необходимо нужных рейдовым судам. Если изменение вида топлива для газоходов потребует перевода их на транспортную работу, то от этого будет польза как для парохозяйства, так и для самих газоходов.

Ближайшей задачей парохозяйства, при тесном содействии ЦНИИРФа, должно быть полное освоение угольных буксирных газоходов серии «400» на антраците. Должны быть найдены и внедрены меры борьбы с вредным влиянием сернистых газов, имеющих в генераторном газе.

Центральный топливно-энергетический отдел МРФ должен найти возможность получения кондиционного антрацита специально для транспортных газогенераторов и обеспечить снабжение им парохозяйства в количестве, потребном для работы всех газоходов на навигацию.

Службе движения необходимо разработать пути к внедрению бригадной системы обслуживания, что создаст нормальные условия труда и отдыха командам, создаст устойчивые кадры на газоходах.

Решение этих неотложных вопросов позволит полностью использовать экономичные суда с хорошими тяговыми качествами.

ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОХОДОВ В ВЕРХНЕ-ДНЕПРОВСКОМ БАССЕЙНЕ

I. Развитие газоходного флота

В 1932 г. было организовано Днепро-Двинское речное пароходство (ныне Верхне-Днепровское).

В задачу нового пароходства входила организация перевозки грузов и пассажиров на следующих реках: Верхнем Днепре, Западной Двине, Припяти, Березине, Соже, а также на их притоках.

Перечисленные реки являются мелководными, а верховья и притоки их к тому же узкими, с малыми радиусами закруглений.

Основное ядро самоходного флота пароходства состояло из разнотипных небольших по габаритам колесных пароходов мощностью 50 : 100 и. л. с., дореволюционной постройки.

В качестве топлива применялись дрова, которыми были богаты районы, граничащие с реками бассейна.

Развитие грузопотока потребовало обновления и пополнения самоходного флота.

К этому времени относится постройка на Московской судовой верфи первых опытных газоходов с тракторными двигателями ЧТЗС-65.

Новый тип судна — малогабаритный деревянный газоход, с отечественным двигателем и несложной в изготовлении газогенераторной установкой, наиболее полно отвечал требованиям, предъявленным в то время к самоходным судам в Днепро-Двинском бассейне.

В зиму 1935—1936 гг. на предприятиях Днепро-Двинского пароходства началось строительство газогенераторного флота в большом количестве.

Корпуса газоходов строились на р. Западная Двина Велижской судовой верфью и на р. Сож — Ветковскими мастерскими.

Монтаж механизмов и систем трубопроводов осуществлялся Витебскими СРМ и Гомельским судоремонтным заводом.

Первым типом газоходов, принятых для строительства в Днепро-Двинском пароходстве, были буксирные газоходы мощностью 50 л. с. со следующей характеристикой:

1. Длина между перпендикулярами 17,5 м.
2. Ширина корпуса на миделе 3,75 м.
3. Высота борта 1,3 м.

4. Материал корпуса — дерево.
5. Материал надстройки — дерево.
6. Главный двигатель — четырехцилиндровый двигатель внутреннего сгорания марки ЧТЗС-65, конвертированный на газы.
7. Мощность двигателя на газе 55 э. л. с. при 650 об/мин.
8. Число двигателей — один.
9. Осуществление заднего хода — при помощи реверсивной муфты завода Лименда или Красноярского завода.
10. Движители — один чугунный гребной винт, диаметром 600 мм, шаг — 600 мм.
11. Газогенератор типа МСВ-84.
12. Процесс газификации — обращенный.
13. Пуск двигателя — ручной.
14. Род топлива — древесная чурка.
15. Тяговое усилие на швартовых 585 кг.
16. Скорость хода порожнем относительно тихой воды — 13,5 км/час.

В 1936 г. на Ветковских, Боруйских и Чернобыльских судоремонтных мастерских было начато строительство буксирных колесных газоходов мощностью 110 л. с., которые имели значительно большие габаритные размеры, чем винтовые газоходы. Всего было заложено 4 газохода.

Указанные буксирные колесные газоходы имели следующую характеристику:

1. Длина между перпендикулярами 32,0 м.
2. Ширина корпуса на миделе 6,50 м.
3. Высота борта 2,20 м.
4. Материал корпуса — дерево.
5. Тип и количество главных двигателей — два четырехцилиндровых двигателя внутреннего сгорания марки ЧТЗС-65, конвертированные для работы на газе.
6. Общая мощность 2×55 л. с.
7. Передача крутящего момента к гребному валу через шестеренчатый редуктор $i = \frac{1}{1,15}$
8. Задний ход — при помощи реверсивных муфт завода Лименда.
9. Движители — два бортовых гребных колеса.
10. Газогенераторы — два газогенератора МСВ-84.
11. Процесс газификации — обращенный.
12. Пуск двигателей — ручной с помощью ломика.
13. Род топлива — древесная чурка.
14. Тяговое усилие на швартовых 1090 кг.
15. Скорость хода порожнем относительно тихой воды 10,8 км/час.

Строительство и монтаж первых образцов винтовых и колесных газоходов коллективами промышленных предприятий были выполнены в сравнительно короткие сроки: головной винтовой газоход, заложенный на Велижской верфи, был полностью закончен Витебскими судоремонтными мастерскими и испытан в 1936 г.

Следует подчеркнуть, что пуск и освоение газохода оказались значительно сложнее, чем его строительство. Объясняется это отсутствием в то время кадров механиков, знакомых с газогенераторными установками.

К началу навигации 1937 г. головной газоход вступил в число действующих самоходных судов.

В течение ближайших 1937 и 1938 гг. было построено и введено в строй значительное количество винтовых буксирных газоходов.

Малая осадка ($T=0,6$ м), небольшие габариты, сравнительно неплохие тяговые качества и использование местного топлива — дров, имевшегося в изобилии, сделали новые суда эффективными на реках Белорусской ССР.

Газоходы успешно эксплуатировались на шлюзованной части р. Сож в районе Кричева, в верховьях р. Березина, на притоке Сожа — р. Бесядь и на других участках, где условия пути не позволяли эксплуатировать паровые суда даже меньшей мощности чем у газоходов.

Успешная эксплуатация первых винтовых буксирных газоходов показала возможность применения новой силовой установки и в пассажирском флоте.

В течение 1936—1937 гг. на предприятиях бассейна была построена серия пассажирских трамваев-газоходов для пригородного сообщения.

Пассажирские газоходы оказались весьма удачными как по общему расположению, так и по своим ходовым качествам.

На рис. 1 показан план трюмных помещений пассажирского газохода.

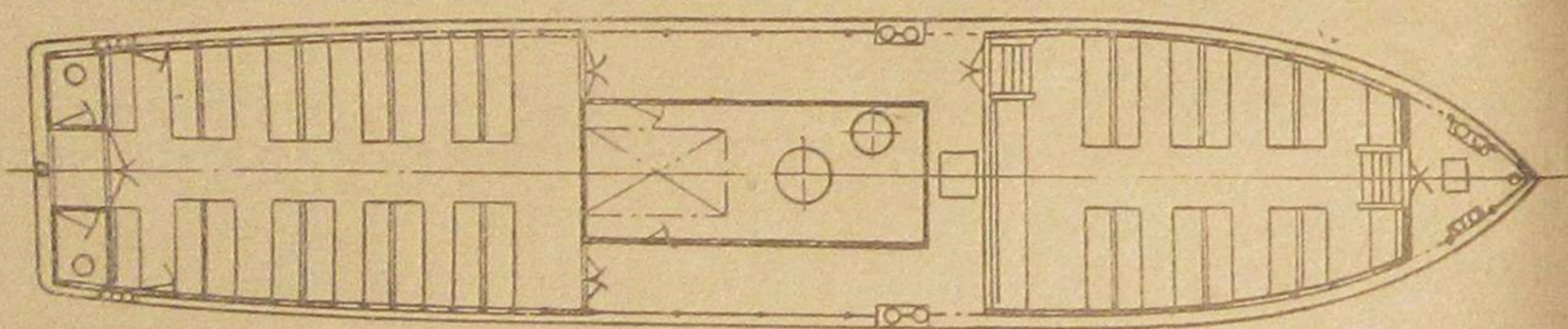


Рис. 1.

Моторное отделение расположено в средней части корпуса, а помещение для пассажиров в носовом и кормовом трюме. Кроме того, на тентовой палубе в носу установлены скамьи для пассажиров.

Основные данные пассажирских газоходов:

Материал корпуса и надстройка — дерево.

Длина между перпендикулярами 21,16 м.

Ширина корпуса на миделе 4,2 м.

Высота борта 1,25 м.

Осадка порожнем 0,53 м.

Пассажировместимость 120 чел.

Осадка в полном грузу 0,65 м.

Скорость газохода в полном грузу относительно тихой воды 14 км/час.

На газоходах были установлены газогенераторные установки: газогенератор типа МСВ-84, работавший на древесной чурке, скруббер типа МСВ-84 и сухой фильтр МСВ-84.

В качестве главного двигателя был установлен так же, как и на буксирных газоходах, двигатель марки ЧТЗС-65.

Винтовые одновальные газоходы, как буксирные, так и пассажирские, стали играть большую роль в перевозке грузов и пассажиров на реках бассейна.

В конце 1937 г. были проведены испытания первого колесного газохода с деревянным корпусом.

При испытании и с первых дней эксплуатации головного колесного газохода были выявлены существенные недостатки, которые практически сделали невозможным использование этих судов в качестве буксиров.

Основные недостатки заключаются в следующем:

а) большие габаритные размеры в плане и по высоте,

б) недостаточная продольная и поперечная прочность корпуса, что явилось причиной значительной водотечности и деформации корпуса, а следовательно, увеличения осадки судна.

в) низкие пропульсивные качества.

Построенные 4 газохода использовались в основном в качестве вспомогательных судов (плавлавки, агиткатера и т. п.).

Период времени с 1935 г. по 1938 г. следует считать первым этапом во внедрении газогенераторного флота в Днепро-Двинском бассейне.

С увеличением количества газоходов в бассейне встал вопрос об организации специальных баз по заготовке и снабжению флота качественной (сухой) древесной чуркой.

Решение этого вопроса было связано с рядом трудностей, которые в значительной мере снижали преимущество газоходов перед пароходами.

Техноэкономический анализ работы газоходного флота убедительно доказал необходимость перевода газоходов на другой вид топлива — на антрацит.

В начале 1939 г. после ознакомления с работой антрацитовых газогенераторов в Доно-Кубанском пароходстве, а также в Ростовском институте инженеров железнодорожного транспорта, работниками проектного отдела Днепро-Двинского пароходства была разработана судовая газогенераторная установка для газификации антрацита. В основу конструкции была положена схема антрацитового газогенератора ДКУРПа.

Изготовление первого опытного антрацитового газогенератора по чертежам проектного отдела Днепро-Двинского пароходства осуществлялось в течение 1939 г. на Гомельском судоремонтном заводе. По ряду причин организационного порядка этот газогенератор так и не был испытан.

Однако уже тогда руководство пароходства, убедившись в преимуществах использования антрацита в качестве топлива для газогенераторов, приняло решение строить новые газоходы с антрацитовыми газогенераторами.

В конце 1939 г., в связи с новыми задачами по резкому увели-

чению грузоперевозок, Наркомречфлотом было принято решение о строительстве большого газоходного флота.

На предприятиях Днепро-Двинского пароходства началась серийная постройка металлических газоходов трех типов.

На Гомельском и Чернобыльском судоремонтных заводах были построены колесные газоходы, имевшие следующую характеристику:

1. Материал корпуса и надстройки — листовая сталь.
2. Длина между перпендикулярами 27,0 м.
3. Ширина корпуса на миделе 5,34 м.
4. Высота борта 2,1 м.
5. Ширина габаритная 11,0 м.
6. Осадка средняя с трехсуточным запасом топлива 0,57 м.
7. Количество и тип главных двигателей — два газовых двигателя МГ-17, мощностью по 65 э. л. с. при 850 об/мин.
8. Суммарная мощность — 2×65 э. л. с.
9. Движители — два бортовых двухопорных колеса с поворотными лопастями.
10. Передача крутящего момента от двигателей к гребным валам — через редуктор с коническими шестернями, с передаточным числом $i = \frac{1}{1,15}$
11. Осуществление заднего хода при помощи реверс-муфт Городецкого механического завода.
12. Тяга на газу на швартовых 1620 кг.
13. Скорость хода порожнем относительно тихой воды 13,0 км/час.
14. Тяга на гаке при ходе с возом 8 км/час — 1250 кг.

На газоходах постройки Гомельского завода устанавливались антрацитовые газогенераторы МССЗ-1, которые изготавливались на Московской судовой верфи.

В связи с отсутствием кадров механиков, знакомых с эксплуатацией антрацитовых газогенераторов, первые газоходы, построенные на Гомельском заводе, в течение длительного времени работали с большими перебоем и неполадками.

Учитывая эти обстоятельства, Наркомречфлот разрешил временно заменить угольные газогенераторы древесными.

Одновременно на трех газоходах были установлены антрацитовые газогенераторы типа завода «Красный Дон». Эти газоходы должны были явиться своеобразной школой для подготовки кадров по обслуживанию антрацитовых газогенераторов.

Один из таких газоходов № 20 успешно работал на антраците до осени 1941 г. вначале на Пинском участке, а затем на переправе в г. Никополе.

Бобруйский судоремонтный завод строил колесные газоходы, которые имели следующую характеристику:

1. Материал корпуса — сталь.
2. Длина между перпендикулярами 21,6 м.
3. Ширина корпуса на миделе 4,6 м.
4. Ширина габаритная 9,6 м.
5. Высота борта 1,25/2,2 м.
6. Осадка средняя с трехсуточным запасом топлива 0,52 м.
7. Главный двигатель — один четырехцилиндровый газовый мотор МГ-17 мощностью 65 л. с. при 850 об/мин.

8. Газогенераторная установка — газогенератор для древесных чурок, типа МСВ-84 м., скруббер МСВ-87, сухой фильтр ЦНИИРФ-7.

9. Осуществление заднего хода — при помощи реверс-муфты Городецкого механического завода.

10. Передача крутящего момента от двигателя к гребным валам — через шестеренчатый редуктор с передаточным числом $i = 15,5$.

11. Движители — два бортовых гребных колеса с поворотными лопастями.

12. Тяга на гаке на швартовых около 1000 кг.

13. Скорость хода порожнем относительно тихой воды — 13 км/час.

14. Тяга на гаке при скорости 8 км/час — 600 кг.

Выбор в качестве движителей новых газоходов гребных колес определился в связи с тем, что в условиях малой осадки к. п. д. колесного движителя значительно больше, чем у винтового.

Большая исследовательская работа, проведенная ЦНИИРФом в части применения направляющих насадок на гребные винты, дала возможность значительно повысить гидромеханические качества движительного комплекса винт-насадка.

В течение второй половины 1940 г. и первой половины 1941 г. на предприятиях Днепро-Двинского речного пароходства было построено большое количество винтовых буксирных газоходов со следующей характеристикой:

1. Материал корпуса и надстройки — сталь.
2. Длина между перпендикулярами 16,25 м.
3. Ширина корпуса на миделе 4,6 м.
4. Ширина габаритная 4,9 м.
5. Высота борта 2,2/1,5 м.
6. Осадка средняя в полном грузу 0,82 м.
7. Главный двигатель — один четырехцилиндровый газовый двигатель МГ-17 мощностью 65 э. л. с. при 850 об/мин.
8. Газогенераторная установка — газогенератор МСВ-84 м., работающий на древесной чурке: скруббер МСВ-87, сухой фильтр ЦНИИРФ-7.
9. Передача крутящего момента от двигателя к гребному винту через реверс-редуктор Гайлонского с передаточным числом $i = \frac{1,7}{29}$.
10. Движитель — один гребной винт диаметром 0,9 м, шаг 0,684 м, работающий в направляющей насадке.
11. Тяга на гаке на швартовых около 1000 кг.
12. Скорость хода порожнем относительно тихой воды 13,5 км/час.
13. Тяга на гаке при скорости 7 км/час — 750 кг.

Новый винтовой газоход оказался весьма удачным по сравнению с другими газоходами.

Небольшие габаритные размеры его, хорошая управляемость, сравнительно высокий буксировочный к. п. д., отсутствие быстро изнашивающихся и слабых узлов (гребных колес, редуктора) сделали этот тип газохода наиболее рентабельным в условиях Днепро-Двинского пароходства.

Период с 1939 г. по 1941 г. является вторым этапом в развитии газоходного флота в Днепро-Двинском бассейне.

Характерным для этого периода является постройка большими сериями стальных газоходов с установкой в качестве главного газового двигателя марки МГ-17. В качестве газогенераторной установки применялись модернизированные газогенераторы МСВ-84 м.

работавшие на древесной чурке, скруббер МСВ-87 и фильтр тонкой очистки ЦНИИРФ-7.

Следует подчеркнуть, что основная часть нового стального газоходного флота была построена на предприятиях Днепро-Двинского пароходства, которые до этого не имели опыта серийного строительства стальных самоходных судов. Новые суда были построены в сроки, установленные правительством. Качество выполнения работ приемочными комиссиями было признано хорошим.

Новые газоходы, имея ряд преимуществ перед деревянными газоходами, оказались, однако, не лишены крупных недостатков.

К числу их относится появление трещин в днищах корпусов, главным образом в машинных отделениях, после первых же недель эксплуатации.

Причина этого явления, как выяснилось впоследствии, заключалась в неуравновешенности главных двигателей МГ-17.

Пришлось уменьшить длину шпаций в машинных отделениях путем установки дополнительных холостых шпангоутов.

На колесных газоходах много хлопот доставляли гребные колеса, которые работали на больших оборотах до 56 об/мин., а также линия передачи крутящего момента двигателя: реверс — муфта — редуктор — гребные валы — колеса, у которой часто нарушалась центровка.

Подверглись изменениям рулевое устройство, буксирное устройство и другие узлы газоходов.

Освоение новых газоходов шло сравнительно гладко, что объясняется наличием уже к этому времени в бассейне большого количества опытных кадров по обслуживанию силовых газогенераторных установок.

Узким местом в эксплуатации газоходного флота оставалась подготовка топлива.

Несмотря на резкое увеличение количества газоходов чурка для них попрежнему заготавливалась в основном вручную. Влажность топлива в большинстве случаев превышала нормальную (25%), так как специальных сушилок на топливных базах не было.

Большое неудобство заключалось также в ограниченности запаса топлива на газоходах, что делало необходимым организацию большого числа промежуточных топливных баз.

Все это снова настойчиво указывало на целесообразность перевода газоходного флота на другой вид топлива — на антрацит.

Разрешению этой задачи помешала начавшаяся Великая Отечественная война 1941—1945 гг.

В первые два года после освобождения Днепро-Двинского бассейна от немецко-фашистских захватчиков были восстановлены одними из первых 18 буксирных стальных газоходов мощностью по 65 э. л. с., большая часть которых работает и по настоящее время.

В последний год войны пароходство получило значительное количество маломощных, так называемых, микрогазоходов.

Большая часть этих судов была поставлена пароходству во время войны Московской судостроительной верфью, которая их построила как буксирные теплоходы.

В качестве главных движителей были установлены автомобильные моторы ГАЗ-АА или М-1, работавшие на бензине.

В 1944 и 1945 гг. пароходство переоборудовало все эти суда для работы на генераторном газе.

Основная характеристика микрогазоходов следующая:

1. Длина между перпендикулярами 8,2 м.
2. Ширина корпуса на миделе 2,44 м.
3. Высота борта 0,84 м.
4. Осадка в полном грузу 0,4 м.
5. Главный двигатель — один 4-цилиндровый автомобильный двигатель ГАЗ-АА или М-1, конвертированный для работы на газе. Мощность — 22 л. с. при 1650 об/мин.
6. Газогенераторная установка — автомобильного типа ГАЗ-42, топливо — древесная чурка.
7. Движитель — гребной винт диаметром 350 мм, работающий в направляющей насадке.
8. Тяга на швартовых 220 кг.
9. Скорость хода порожнем относительно тихой воды — 10,5 км/час.

Корпуса газоходов изготавливались из дерева или из стали.

Микрогазоходы предназначались для работы на верхних участках рек и их притоках в Днепро-Двинском бассейне.

Однако, как показала практика, ввиду малой мощности главных двигателей эксплуатация этих газоходов на реках со сравнительно высокими скоростями течения, является невозможной. Поэтому все микрогазоходы были сняты с транспортной работы. Часть их была переведена на служебно-вспомогательные работы, большинство же было передано Областному Управлению по освоению малых рек. Однако и там эксплуатация их в качестве газоходов протекла безуспешно, в связи с чем моторы газоходов были приспособлены для работы на керосине, на котором они работают и в настоящее время.

II. Модернизационные мероприятия и передовые методы технической эксплуатации газоходов

Одним из недостатков существующих газосиловых установок, который тормозит более широкое внедрение их на мелких судах, является относительная громоздкость всей установки.

Так, например, при переоборудовании теплоходов в газоходы, в большинстве случаев возникает необходимость значительного увеличения размеров машинного отделения.

Последнее связано с изменением общей планировки судна. Следует еще учесть, что на газоходах требуется иметь дополнительные помещения для хранения топлива.

Таким образом очевидно, что вопрос уменьшения габаритных размеров газогенераторной установки весьма важный.

В послевоенный период в качестве основного типа газогенераторной установки для восстановленных газоходов были приняты: газогенератор типа МСВ-84 м., скруббер-очиститель типа МСВ-87 и фильтр тонкой очистки типа ЦНИИРФ.

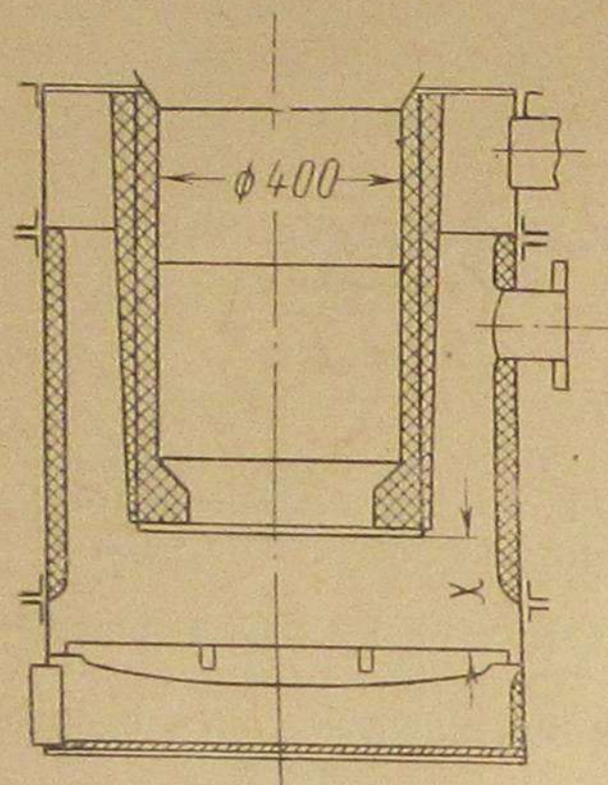


Рис. 2.

Развитие передовых методов технической эксплуатации флота на речном транспорте оказало огромное влияние на механиков газоходного флота Верхне-Днепровского бассейна.

Если ранее механики считали, что газосиловые установки работают неудовлетворительно в силу недостаточного опыта по их обслуживанию, то метод механика Бурлакова открыл перед ними новые возможности, которые заключались в том, чтобы критически изучить причины плохой работы каждого узла, каждой детали механизма и наметить конкретные

практические мероприятия по их устранению.

С этой точки зрения наибольший интерес представляет опыт эксплуатации газоходов 0111 и 0112. На этих газоходах внедрены ряд модернизационных мероприятий, кажущихся на первый взгляд незначительными по своему эффекту. Однако внедрение этих мероприятий в комплексе и в дополнение к правильной технической эксплуатации этих газоходов, обеспечили указанным газоходам возможность успешно выполнять навигационные задания и работать в течение 4 лет без заводского ремонта.

Особый интерес представляет комплекс мероприятий, направленный на уменьшение сопротивления газового тракта газогенераторной установки. Сюда относятся следующие мероприятия:

1. Увеличена высота зольника на 150 мм, увеличено также расстояние от колосниковой решетки до нижней кромки топливника (рис. 2, размер x), которое сделано равным 220 мм, вместо 160 мм.

2. Увеличено живое сечение колосниковой решетки путем изменения зазоров в колосниках и удаления боковых колосников.

Мероприятия пп. 1 и 2 направлены на уменьшение сопротивления слоя топлива, находящегося на решетке.

Увеличенный зазор между колосниками обеспечивает провал мелких частиц в зольник, чем достигается большее живое сечение в слое топлива на решетке, т. е. уменьшается сопротивление прохождению газа.

Удаление боковых колосников уменьшает толщину слоя угля, через который газ должен пройти на пути к газоотборному патрубку.

3. Удалена коксовая насадка из скруббера-очистителя.

4. Удалена насадка (железная стружка и кенаф) из фильтра тонкой очистки.

5. Упразднен распылитель в водяной трубе.

В результате замеров оказалось, что температура генераторного газа перед смесителем несколько не повысилась.

Сопротивление газогенераторной установки уменьшилось в целом более чем на 100 — 150 мм.

По заявлению членов команд, после проведения указанных мероприятий они стали открывать зольник не чаще чем один раз в 3 месяца, так как вся зола из газогенератора (благодаря удалению боковых колосников и уменьшению сопротивления скруббера и фильтра тонкой очистки) увлекалась в скруббер, а из последнего удалялась совместно с водой за борт. Удаление распылителя резко повысило количество воды, подаваемой в скруббер.

Струя воды, вытекающая из трубы диаметром $1\frac{1}{2}$ " , ударяется о решетку, освобожденную от кокса, и создает водяную капельную завесу.

Эффективность последней не отличается от водяной завесы создаваемой специальным распылителем.

Неоднократные проверки состояния и замеры ответственных деталей главных двигателей (гильз, поршней, колец, подшипников) газоходов 0111 и 0112 показали, что после удаления насадки из фильтра тонкой очистки качество очистки генераторного газа практически не ухудшилось.

Объяснить такое положение можно следующим образом: при наличии в фильтре тонкой очистки насадки (железная стружка, кенаф) последняя играет роль не только поглотителя взвешенных частиц влаги и пыли, находящейся в газе. При больших скоростях газового потока происходит обратное явление — увеличение газом влаги и пыли, накопившейся в насадке.

В фильтре, из которого насадка удалена, газ поднимается вверх со значительно меньшей скоростью, благодаря чему создаются благоприятные условия для выпадания взвешенных частей.

Уменьшение сопротивления газогенераторной установки на 100 — 150 мм водяного столба увеличило мощность двигателя на 3 — 5%.

Помимо увеличения мощности был достигнут значительный эффект вследствие экономии времени, тратившегося раньше на разборку отдельных узлов установки.

Например, обеспечено было гидравлическое удаление через скруббер золы из зольника; отпала необходимость частых разборок скруббера вследствие засорения распылителя и для смены кокса; отпала необходимость разборки фильтра тонкой очистки для замены насадки. Отпала необходимость в очистке всасывающей трубы двигателя от отложений, которые до модернизации приходилось делать не реже двух раз в месяц.

Данные обмеров ответственных деталей двигателя говорят

о том, что указанные мероприятия не ухудшали качества очистки газа, а наоборот, так как износ деталей уменьшился.

Например, притирку клапанов у двигателя стали производить один раз в навигацию, вместо двух-трех раз до модернизации газогенераторной установки. Помимо указанных мероприятий на газоходах 0111 и 0112 внедрены были ряд других мероприятий, обеспечивших удлинение срока службы силовой установки газоходов без ремонта. Сюда относятся:

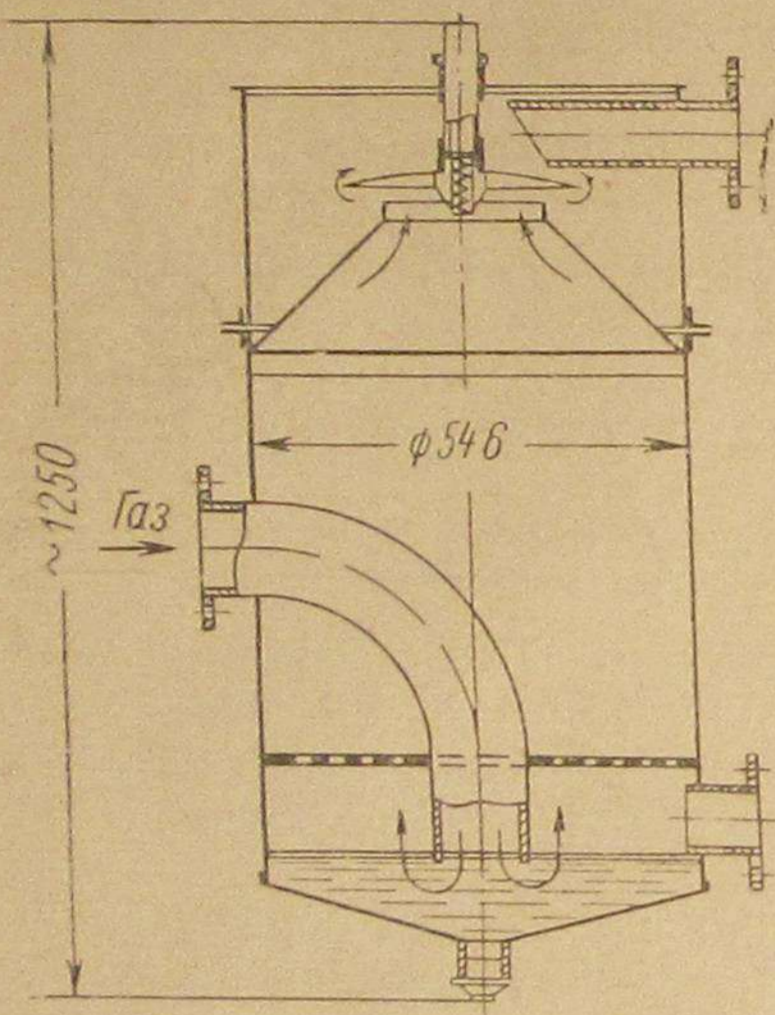


Рис. 3.

1. Устройство люка в нижней части скруббера, для возможности очистки нижнего конца газоподводящей трубы. Газоподводящая труба (рис. 3), нагретая газом до высокой температуры (около 300°C), соприкасается с водой. Последняя при этом интенсивно выделяет накипь, которая отлагается на конце трубы, погруженной в воду. В результате отверстие газоподводящей трубы зарастает накипью, и сопротивление прохождению газа увеличивается.

Для очистки трубы от накипи приходилось разбирать полностью скруббер. После изготовления соответствующего люка, очистку стали производить через люк, не разбирая скруббер.

2. Крышка люка зольника изготовлена круглой, что обеспечивает более плотное закрытие ее.

3. Увеличен диаметр кожуха топливника до 550 мм. Это разрешает использовать для футеровки нормальный огнеупорный кирпич, без подтески его. (Подтеска кирпича приводила к протарам кожуха топливника).

4. Приварка конуса к бункеру электроприхватками после монтажа. Это мероприятие разгружает футеровку топливника от воздействия нагрузки — веса конуса и топлива в бункере.

В результате значительно увеличился срок службы футеровки топливника.

5. Путем периодических замеров установлено, что гильзы, поршень и кольца 4-го цилиндра изнашиваются интенсивнее, чем в других цилиндрах. Анализ такого явления показал, что причина заключается в выпадении осадков из охлаждающей воды в рубашке 4-го цилиндра. Вследствие этого режим охлаждения цилиндра нарушался.

По мере засорения рубашки 4-го цилиндра засорялись постепенно зарубашечные пространства и у остальных цилиндров.

Постановка в нижней части 4-го цилиндра с двух сторон двух кранов диаметром 1/2" для продувания зарубашечного пространства обеспечила нормальный режим охлаждения двигателя.

Кроме того, перед водяным насосом поставлен фильтр для задержания крупных частиц песка и ила.

6. Механики газоходов 0111 и 0112 установили, что износ цилиндровых гильз двигателя может быть уменьшен, если обеспечить плотное прилегание поршневых колец по всей окружности с первых же часов их работы.

7. Большое внимание уделялось механиками газоходов 0111 и 0112 обеспечению нормальных масляных зазоров и содержанию в чистоте системы смазки.

В этих целях они повысили давление смазки, циркулирующей в системе, с двух до трех атмосфер, путем соответствующей регулировки редукционного клапана на нагнетательном масляном трубопроводе. Кроме того, на этих газоходах был впервые внедрен метод промывки внутренней масляной магистрали без разборки двигателя. Такая промывка производилась на газоходах 0111 и 0112 через каждые 160 час. работы двигателя следующим образом: в картер двигателя заливалось 6 кг керосина и 2 кг автосмазки. Затем проворачивали коленчатый вал двигателя в течение 2—3 мин. при помощи пускового двигателя.

После этого смесь керосина с маслом сливают и в картер заливают чистое масло. Проворачивают опять двигатель в течение 3—5 минут, сливают масло и заправляют двигатель свежим маслом, после чего двигатель готов к работе.

8. неполадки с реверс-редуктором были устранены путем постановки позади редуктора упорно-опорного подшипника, который разгрузил реверс-редуктор от осевых усилий.

Комплекс перечисленных выше мероприятий обеспечил успешную работу газоходов 0111 и 0112 в течение 4 навигаций без заводского ремонта.

III. Газоход с двигателем ЗД-6, работающим по газожидкостному циклу

Огромный размах работ в послевоенный период по восстановлению народного хозяйства потребовал восстановления речного флота в кратчайший срок и с минимальными затратами.

В этих условиях при решении вопроса о выборе типа новых судов наиболее подходящими оказались малогабаритные теплоходы с быстроходными двигателями в качестве главных двигателей.

В течение 1945—1946 гг. флот бывшего Днепро-Двинского ныне Верхне-Днепровского пароходства пополнился большим количеством новых судов.

Тот факт, что новые суда потребляли в качестве топлива соляр, которым пароходство обеспечивалось в достаточном количестве,

стве по низкой цене создавало неправильное мнение о нерентабельности внедрения на флоте газосиловых установок.

Кроме вопроса о стоимости топлива большое отрицательное влияние оказывало на развитие газоходов отсутствие надежного судового газового двигателя.

Двигатель МГ-17 к этому времени давно был снят с производства, да и вряд ли он смог бы конкурировать с новыми быстроходными дизелями, обладавшими большой удельной мощностью при малом весе.

В связи с этим исключительно важное значение приобрел вопрос перевода двигателя отечественного производства марки ЗД-6 на газ по газожидкостному циклу. Двигатель ЗД-6 к этому времени получил большое применение в речном флоте для установки на теплоходы. В 1949 г. в ЦНИИРФе под руководством З. А. Хандова в лабораторных условиях была выполнена работа по переводу двигателя ЗД-6 на генераторный газ. Результаты работы показали полную возможность и целесообразность перевода двигателя ЗД-6 на газ по газожидкостному циклу, что было отмечено приемочной комиссией МРФ.

В 1950 г. бригада членов Верхне-Днепровского отделения ВНИТОВТ в содружестве с работниками ЦНИИРФа приняла на себя обязательства внедрения этой работы в практику. При выборе корпуса для установки конвертированного на газ двигателя ЗД-6 учитывалась в первую очередь возможность модернизации, на базе опытной установки, существующих газоходов с двигателем МГ-17 мощностью 65 л. с. Был подобран для этой цели корпус однотипный корпусам винтовых газоходов постройки 1941 г.

Корпус имел следующие основные размеры:

Длина между перпендикулярами 16,25 м.

Длина габаритная 16,75 м.

Ширина на миделе 4,6 м.

Высота борта в носу 2,2 м.

Высота борта на миделе в корме 1,52 м.

Средняя осадка порожнем 0,73 м.

Материал корпуса — листовая сталь толщиной 3 и 4 мм.

В связи с установкой нового более мощного двигателя и соответствующего ему движительного комплекса винт-насадка был изменен теоретический чертеж кормы, с одновременным удлинением ее на 1,3 м.

План машинного отделения и вид сбоку газохода БГ-204 с установкой на нем двигателя ЗД-6, конвертированного на газ, показаны на рис. 4.

Ширина и высота корпуса после переоборудования остались неизменными. Изменилась лишь габаритная длина корпуса, ставшая равной 18,25 м. Осадка газохода в полном грузу равна 0,8 м. Количество команды — 9 человек.

Технический проект газогенераторной установки был разработан ЦНИИРФом. Краткая характеристика отдельных элементов установки приведена на рис. 5.

Газогенератор (рис. 5). Газогенератор обращенного процесса рассчитан для газификации дров — швырка длиной 0,5 м. По производительности он обеспечивает питание двигателя ЗД-6, который развивает на газе мощность, равную около 140 э. л. с. Газогенератор имеет призматическую форму. Бункер его имеет прямоугольное сечение размером 530×620 мм. Дрова при газификации располагаются горизонтально (плашмя). Стенки бункера, обращенные к торцам загружаемых дров, имеют кожухи, в которых происходит конденсация испарившейся влаги топлива. Конденсат удаляется по трубкам.

В средней части бункера предусмотрен автоматический сигнальный указатель предельного снижения уровня топлива в бункере, действие которого основано на принципе разрыва электрической цепи.

Ниже бункера расположена камера газификации (топливник), выложенная шамотным кирпичом. Расстояние между стенками камеры газификации, обращенными к торцам колеи, уменьшается с 560 до 500 мм. на уровне 125 мм. ниже второго ряда фурм.

Для шуровки топлива и разрушения образующихся сводов из дров предусмотрены лючки в каждой из боковых стенок.

Камера газификации выполнена из двух отдельных частей. В верхней части расположены два ряда фурм 1, через которые из воздушной коробки 2 поступает воздух, предварительно нагретый в кожухе 3 газовой камеры.

Количество фурм 76 шт., диаметр их 8 мм. Воздушная коробка отдалена от газовой камеры 3 при помощи диафрагмы 4.

Отбор газа осуществляется через патрубок 5 диаметром 150 мм.

По трубам 6 поступает воздух из атмосферы в рубашку газовой камеры, где он подогревается до температуры $150-200^{\circ}\text{C}$ и по обводным трубам 7 направляется в воздушную камеру.

Зольник запроектирован с гидравлическим затвором для возможности очистки его во время работы газогенератора.

В целях уменьшения зеркала испарения воды, в зольнике установлены под углом два стальных листа 8, которые служат одновременно средней опорой для колосниковой решетки.

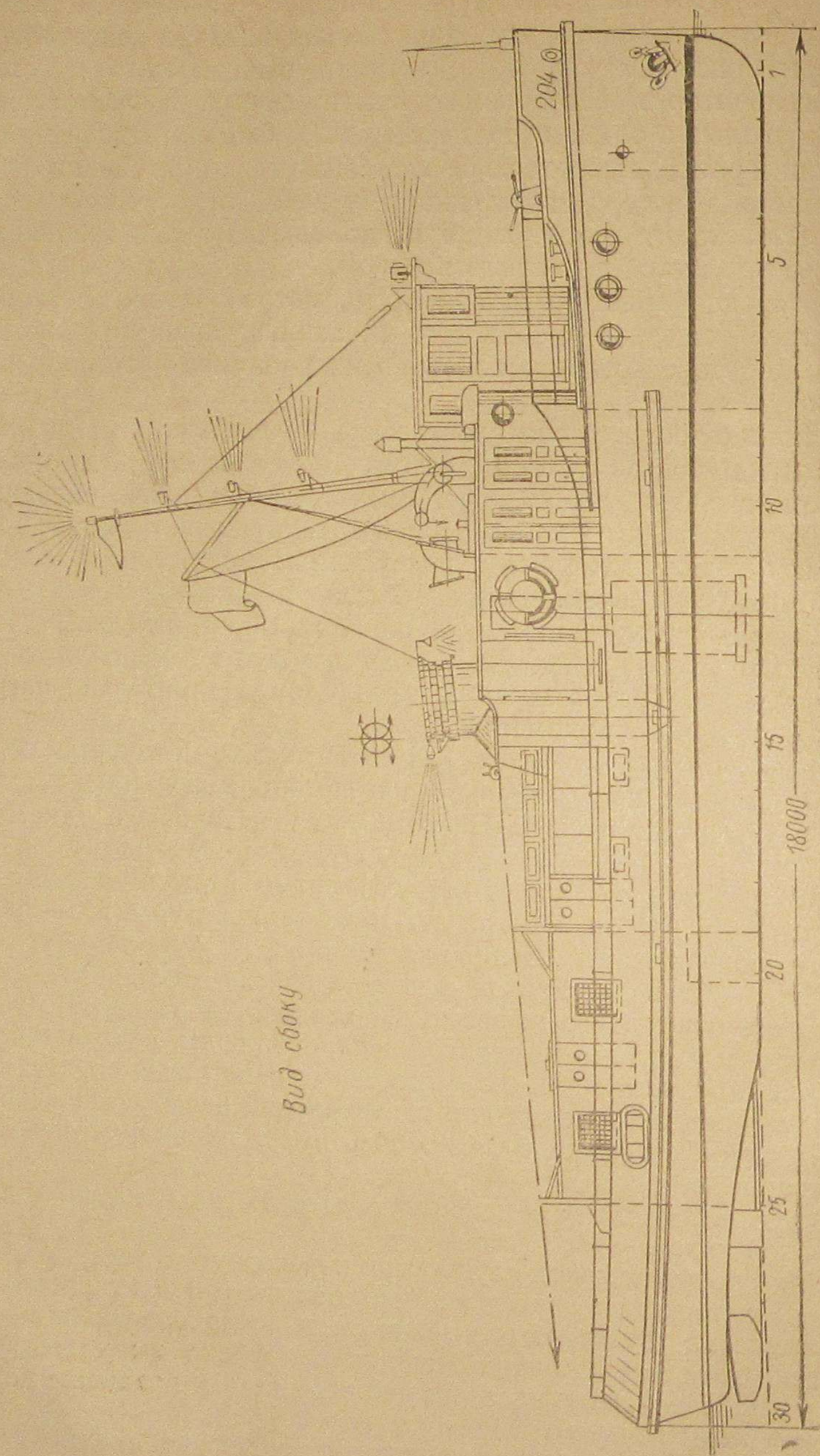
Ск р у б б е р (рис. 6). Скруббер имеет цилиндрическую форму, сварной.

В нижней части находится плоская решетка 1, на которой лежит слой кокса.

Для орошения кокса служат три перевернутых лейки 2.

В качестве каплеуловителей установлены три мультициклона 3, состоящие из двух труб разных диаметров, приваренных концентрически к общей крышке. В наружной трубке вырублены два окна, обеспечивающие касательный вход газа и вращение потока в одном направлении.

Снизу наружная труба закрывается неплотно съемным колпачком, чтобы выделившиеся в циклоне капли воды могли стечь.



Вид сбоку

План трюма

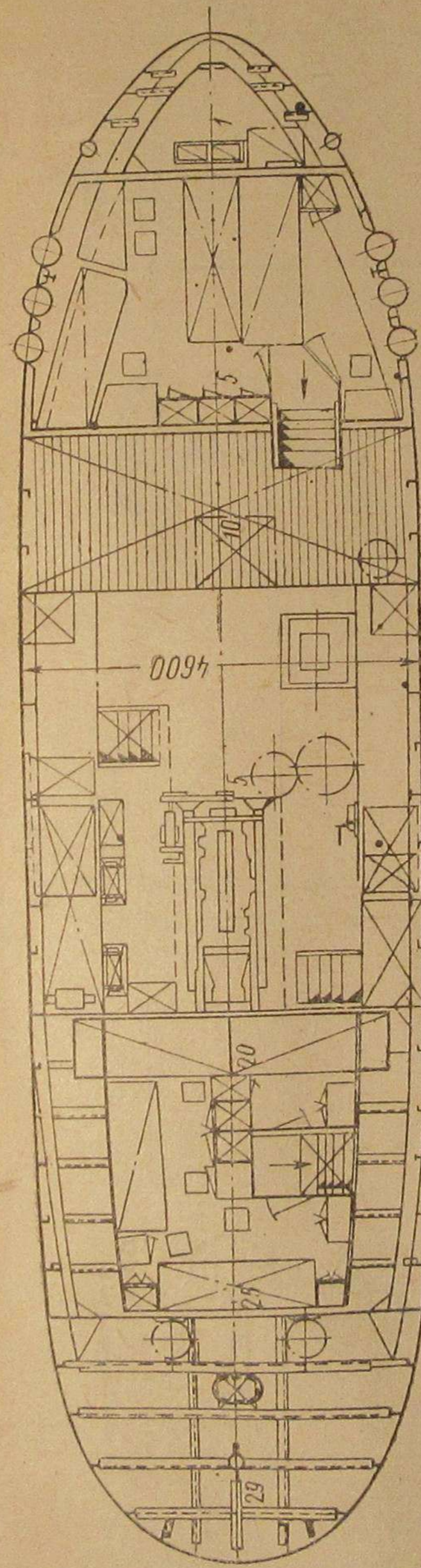


Рис. 4.

Газ от газогенератора подводится по трубе 4 и отводится от скруббера по трубе 5.

Удаление воды из скруббера осуществляется по трубе 6 через гидравлический затвор за борт.

Очиститель газа. Для тонкой очистки газа после скруббера установлен очиститель, изображенный на рис. 7.

В корпусе очистителя расположен подвесной цилиндр 1 с тремя решетками 2.

Газ, поступая по тангенциально приваренному патрубку 3, барботирует через слой масла 4 и поднимается вверх через решетки, на которых располагаются кокс и слой кенафа для фильтрации газа.

По центральной трубе 5 газ направляется из очистителя к смесителю двигателя.

Смеситель газа. Для образования рабочей смеси — смешения генераторного газа с воздухом на всасывающем коллекторе двигателя был установлен один смеситель, конструкция которого изображена на рис. 8.

Газораспределение двигателя ЗД-6 при переводе на газ согласно данным ЦНИИРФа было изменено следующим образом:

1. Установлено более позднее открытие всасывающих клапанов, а именно — 2° до в. м. т. вместо 20° до конвертации.

Это мероприятие осуществлено путем увеличения зазора с 2,34 мм до 4 мм между нажимными тарелками всасывающих клапанов и кулачками распределительного вала.

2. Начало впрыска топлива

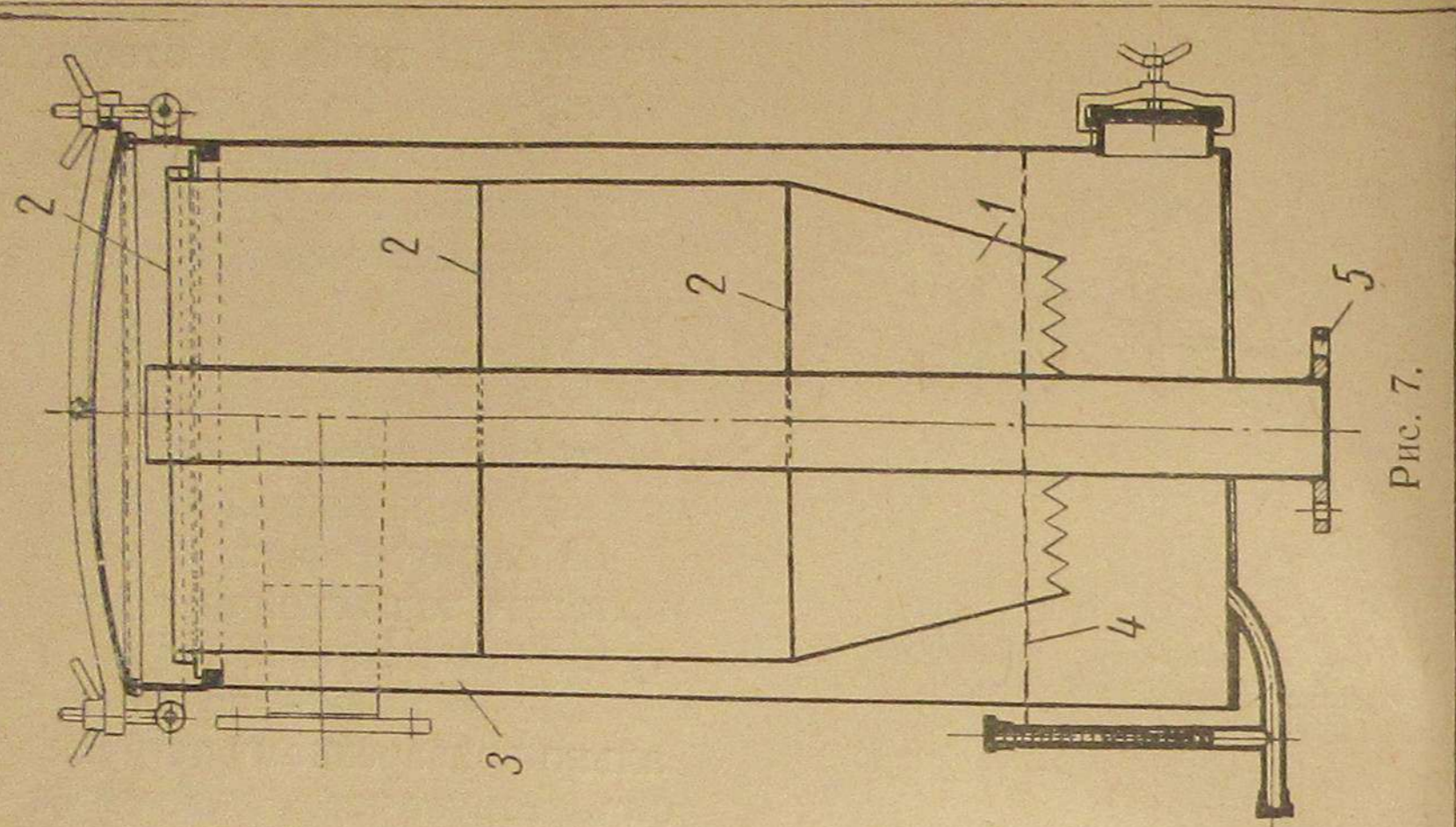


Рис. 7.

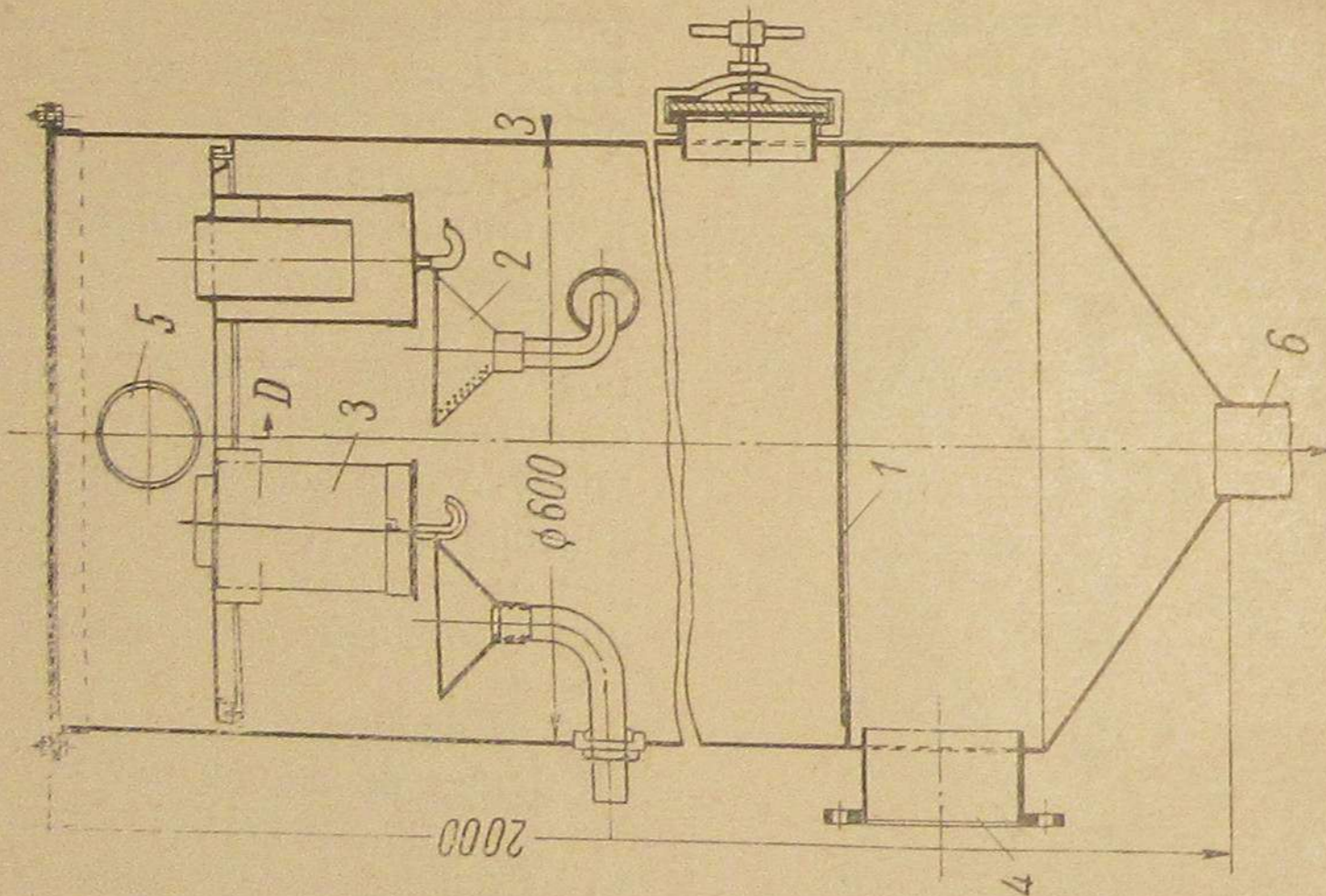


Рис. 6.

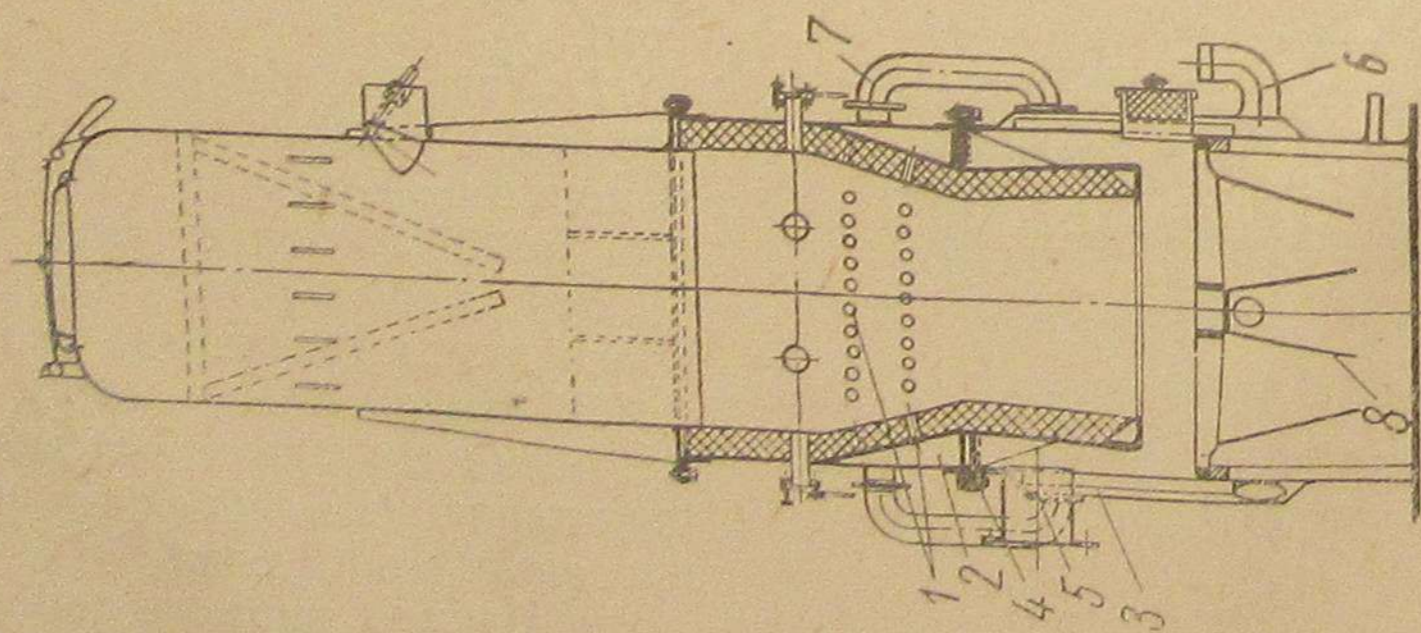


Рис. 5.

установлено на 39° до в. м. т. вместо 25° у двигателя до конвертации.

Круговые диаграммы газораспределения двигателя ЗД-6 до конвертации приведены на рис. 9, а и после конвертации на рис. 9, б.

Связь регулятора с топливным насосом сохраняется, а открытие газового дросселя и воздушной заслонки смесителя производится вручную.

Количество жидкого запального топлива задается положением рычага управления, который воздействует через пружины с серьгами, рычаг и соединительное звено регулятора на рейку топливного насоса.

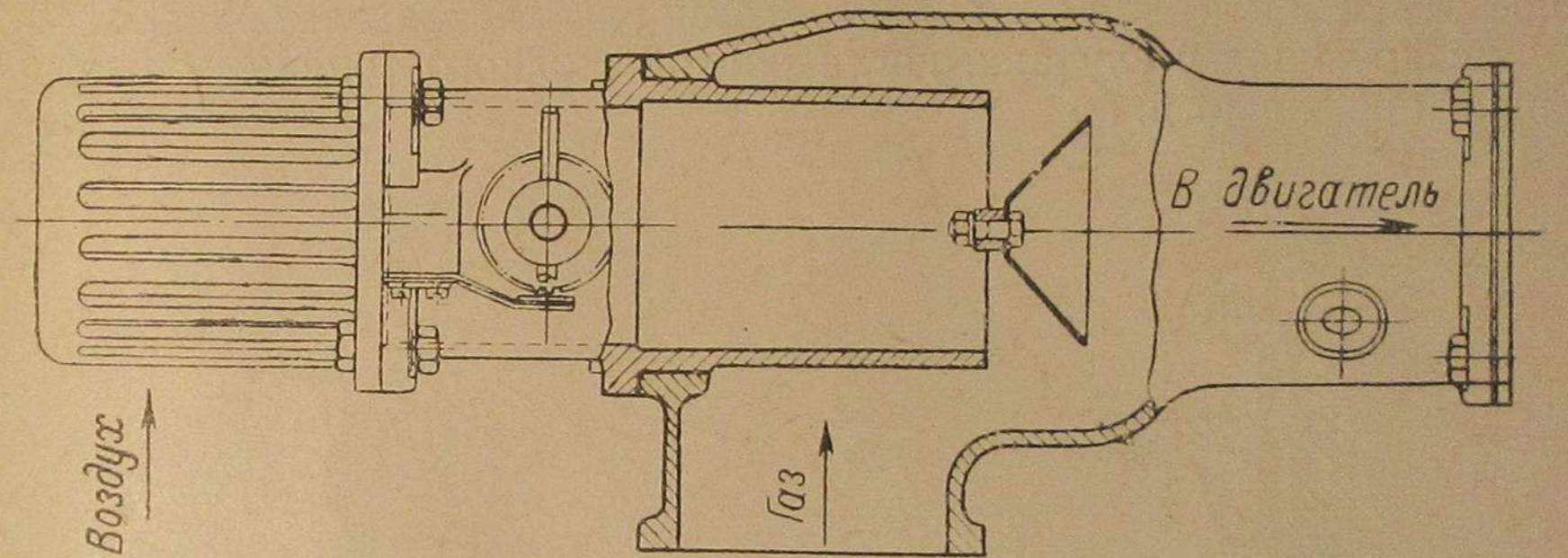


Рис. 8.

В периоды падения теплотворности газовой смеси, расход жидкого запального топлива автоматически возрастает, таким образом обеспечивается постоянство мощности, развиваемой двигателем.

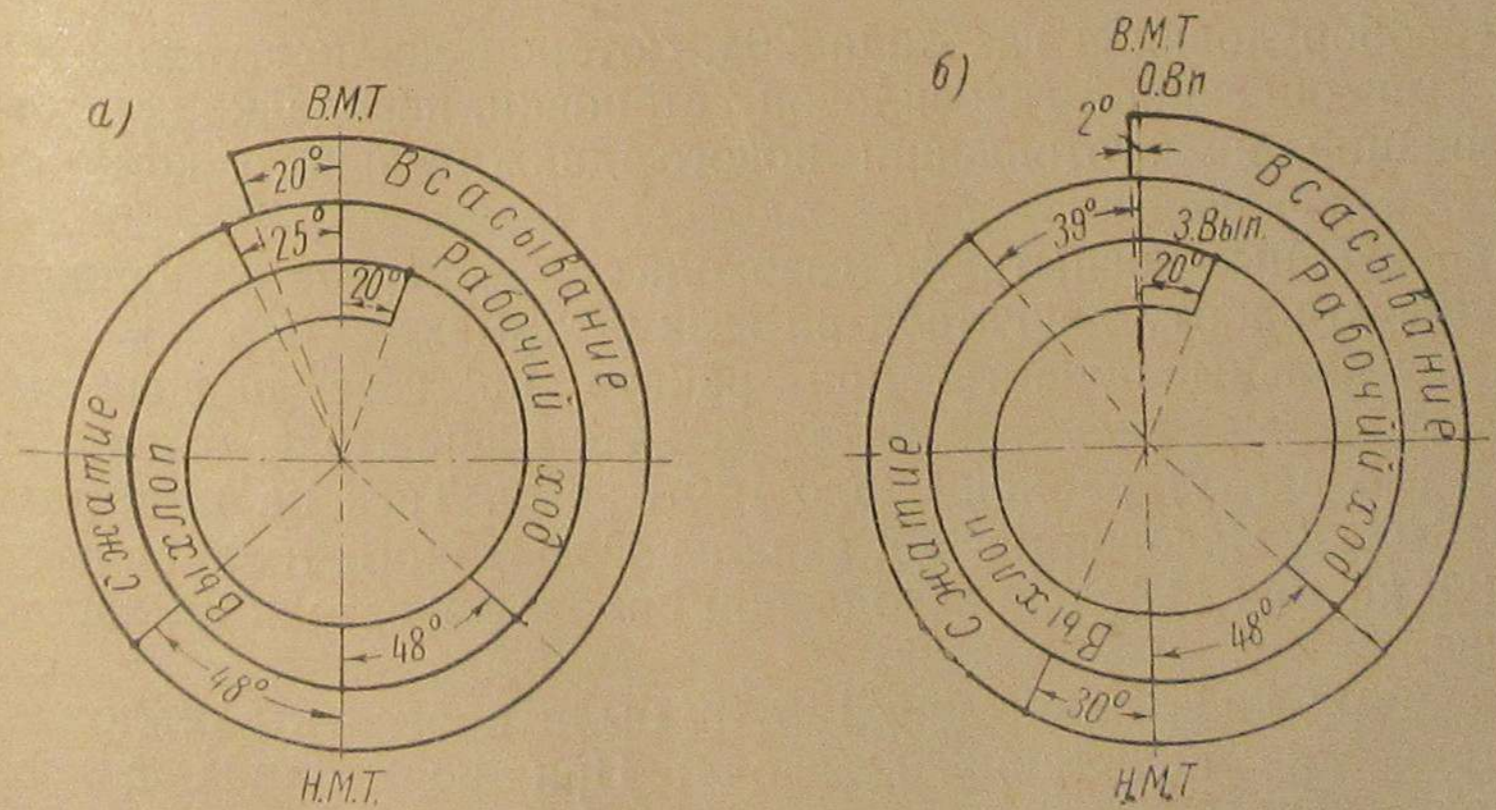


Рис. 9.

Для контроля расхода жидкого топлива на двигатель установлен прибор, предложенный ст. лаборантом ЦНИИРФа С. С. Струбинским (рис. 10).

Прибор работает следующим образом:

Шток прибора 1 благодаря пружине 2 постоянно находится в соприкосновении с рейкой топливного насоса 3.

Каждое положение рейки в увеличенном масштабе дублируется отклонением стрелки прибора 4.

Тарировка прибора была произведена непосредственно на газоходе 204 во время испытаний путем взвешивания расходуемого жидкого топлива.

Установка прибора и его регулировка по нулю осуществляется посредством штуцера 5 и контргаяк 6 и 7.

Прибор может быть изготовлен из деталей манометров. При централизованном управлении силовой установкой из штурвальной рубки, в последней устанавливается сигнальная лампочка, сигнализирующая в случаях, когда расход жидкого топлива превышает нормальный.

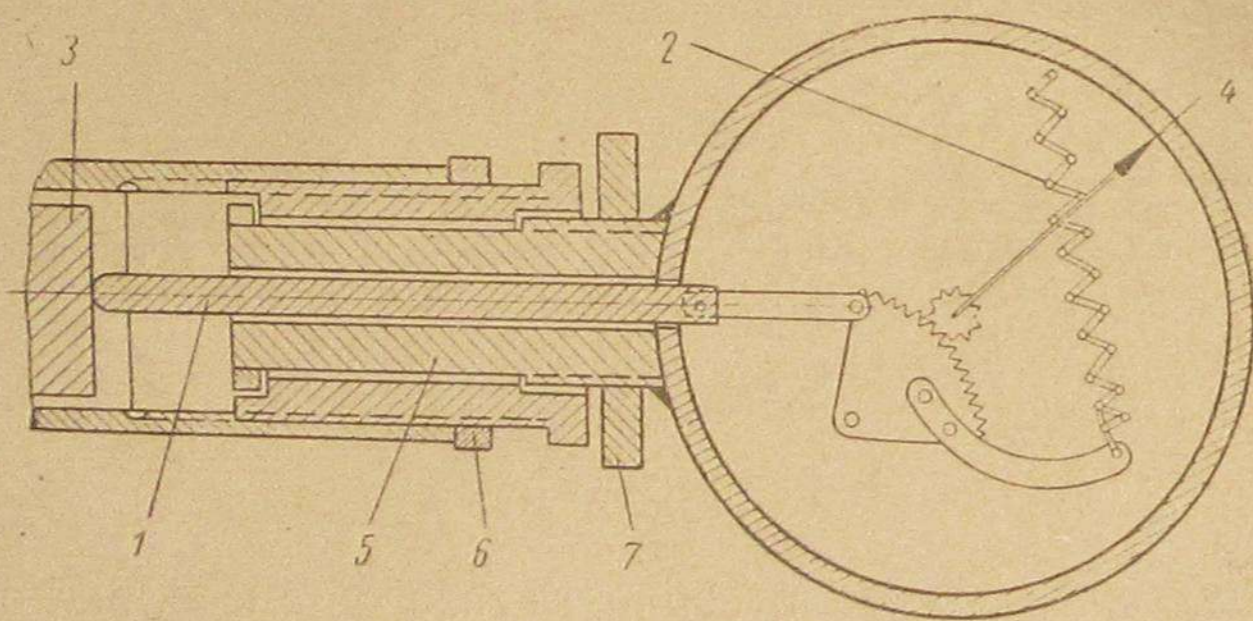


Рис. 10.

Переоборудование газохода 204, которое заключалось в монтаже вышеописанной газосиловой установки, переделке кормовых образований и изготовлении нового движительного комплекса насадка — гребной винт, было закончено в конце 1950 г.

Проведенные испытания газохода на швартовых показали устойчивую работу двигателя на всех режимах.

Максимальные обороты при работе на газе равны были 1400 об/мин., мощность, развитая при этом двигателе, была определена (по винту) равной около 140 э. л. с. Тяга на гаке равна было 1540 кг. Часовой расход запального жидкого топлива составлял 3,3 кг или 11% от расхода при работе двигателя на жидком топливе.

С первых дней навигации 1951 г. были проведены теплодинамометрические испытания газохода. При испытаниях силовая установка исправно работала на всех режимах.

На швартовых двигатель развил 1400 об/мин., при этом тяга на гаке равнялась 1540 кг.

При ходе порожнем обороты двигателя равны были 1400 об/мин., скорость судна относительно спокойной воды — 13 км/час.

Были проведены также испытания с возом. Результаты последних, однако, являются непоказательными, так как на гак был взят очень тяжелый воз, на коротком буксирном тросе (дл. 15 м.).

Испытания на режиме «ход с возом» проводились при работе двигателя на газе и при работе его только на жидком топливе.

Результаты оказались совершенно одинаковыми. Это дает основание утверждать, что при работе на газе по газожидкостному циклу мощность двигателя практически остается неизменной.

В течение первого месяца эксплуатации газохода 204 были выявлены ряд недостатков в работе газогенераторной установки, которые в основном явились результатом недоброкачественного выполнения сварочных работ.

Фактические эксплуатационные измерители работы газохода 204 в навигацию 1951 г. приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование измерителя	Месяцы 1951 г.				
	Апрель Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Нагрузка т/л. с.	5,4	2,84	2,96	2,16	1,69
Техническая скорость км/сутки	78,5	120,8	98,5	69	79,1
Процент общего ходового времени	28,2	35	47	59	57,2
Производительность в валовые сутки т-км/л. с.	124	120	137	87	64,9
Выполнение плана в процентах	137	119	147	99	103

Если учесть, что газоход 204 является первым экспериментальным судном, на котором двигатель ЗД-6 переведен на газ, следует считать показатели работы вполне удовлетворительными.

К концу навигации должно быть закончено переоборудование второго судна — газохода 0117 по типу 204. Опыт освоения и эксплуатации газохода 204 разрешает сделать следующие выводы:

1. При переводе двигателя ЗД-6 на газ по газожидкостному циклу его эксплуатационные качества не ухудшаются.

2. Затраты на конвертацию двигателя для работы на газе незначительны.

3. Работа двигателя ЗД-6 на газе более мягкая, чем на жидком топливе.

4. Расход жидкого запального топлива может быть доведен при нормальных оборотах и полной нагрузке до 11% от расхода при работе двигателя только на жидком топливе.

5. Добавка жидкого топлива может применяться в широких пределах на ходу (без остановки двигателя).

6. Газификация полуметрового швырка в горизонтальном положении в газогенераторе конструкции ЦНИИРФа проходит вполне удовлетворительно и экономически безусловно выгодна для районов, богатых лесом.

Однако в условиях Верхне-Днепровского пароходства необходимо применять в качестве топлива для газогенераторов не дрова, а антрацит.

В последнем случае обеспечен будет запас топлива на судне на больший период и главное — расходы на топливо уменьшатся не менее чем на 25%.

7. Перевод двигателей ЗД-6 на газ имеет большое народно-хозяйственное значение и он должен найти широкое применение во всех бассейнах.

Новые суда с двигателями ЗД-6 должны строиться как газоходы.

8. При постройке новых теплоходов необходимо предусмотреть возможность расположения в машинном отделении газогенераторной установки соответствующей мощности.

IV. Техничко-экономические показатели работы газоходного флота

Состав буксирного флота Верхне-Днепровского пароходства разнотипен.

По роду применяемых главных двигателей имеются: пароходы, теплоходы и газоходы.

По роду движителей имеются колесные и винтовые суда.

Кроме того, суда буксирного флота различаются по мощности главных механизмов, по размерам корпусов и другим второстепенным показателям. Различны также и условия эксплуатации буксирного флота как по условиям пути, так и по грузопотоку.

Все это затрудняет сравнительный анализ отдельных типов флота и решение вопроса о наиболее выгодных типах буксирных судов. Если в основу анализа положить один лишь показатель — себестоимость перевозок с точки зрения сегодняшнего дня, легко впасть в ошибку, так как в этом случае можно притти к неправильному выводу о нецелесообразности замены жидкого топлива твердым топливом.

При решении вопроса о преимуществах одного типа флота перед другим, необходимо руководствоваться следующим указанием товарища Сталина: «На рентабельность нельзя смотреть торгашески, с точки зрения данной минуты. Рентабельность надо брать с точки зрения общенародного хозяйства в разрезе нескольких лет. Только такая точка зрения может быть названа действительно ленинской, действительно марксистской».¹

В таблице 2 приведены данные по фактически достигнутым эксплуатационным измерителям трех типов буксирного флота — газоходам, теплоходам и пароходам, за ряд лет.

По вышеизложенным мотивам, считаем недостаточным одних приведенных показателей для ответа на старый вопрос о том, какие суда более выгодны: пароходы или теплоходы.

¹ И. В. Сталин. Вопросы ленинизма, изд. 11, стр. 383.

Однако считаем, что нижеуказанные данные являются убедительным дополнением к выводу, который нами сделан в предыдущей главе о необходимости широкого внедрения газоходов.

Из табл. 1 видно, что освоение газогенераторного флота в Верхне-Днепровском речном пароходстве шло быстрыми темпами, в результате чего процент ходового времени газоходов рос из года в год.

Коэффициент использования эксплуатационного времени, достигнутый газоходами в 1950 г., даже несколько превышает этот показатель для паровой тяги.

Значительно выросли в послевоенные годы комплексные измерители работы газоходного флота: производительность в ходовые с грузом сутки и производительность в валовые сутки.

Рост первого показателя происходил за счет увеличения нагрузки, второй показатель рос более интенсивно в связи с увеличением нагрузки и коэффициента использования эксплуатационного времени.

Сравнивая показатели работы газоходов и теплоходов видим, что основные элементные и все комплексные эксплуатационные измерители у газоходов выше, чем у теплоходов.

Следует иметь в виду, что на газоходах установлены уже изношенные двигатели МГ-17, которые в своем большинстве развивают мощность на 25% меньше нормальной, т. е. около 50 э. л. с.

При определении же измерителя по нагрузке мощность для всех газоходов принималась равной строительной, т. е. 65 э. л. с.

Таким образом фактически эксплуатационные измерители по газоходам за послевоенные годы будут еще выше приведенных в табл. 1.

Расходы на ремонт. Следующим важным показателем, влияющим на себестоимость перевозок являются расходы на текущий ремонт флота, отнесенные к мощности этого флота, т. е. стоимость ремонта 1 л. с. мощности.

В табл. 3 приведены соотношения в процентах фактической стоимости ремонта 1 л. с. нескольких типов буксирных газоходов по сравнению с буксирными пароходами, определенные по отчетным данным за 5 послевоенных лет (стоимость ремонта 1 и. л. с. для газоходов принята за 100%).

Уменьшение стоимости зимнего ремонта газоходного флота по сравнению с паровым объясняется малыми габаритами газоходов, а также отсутствием паровых котлов и ряда вспомогательных механизмов, имеющих на паровых судах.

Из табл. 3 видно также, что стоимость ремонта винтовых судов значительно ниже, чем колесных.

Расход топлива. Известно, что стоимость топлива составляет около 14% от всех затрат, определяющих себестоимость перевозок. В табл. 4 приведены фактические удельные расходы условного топлива в килограммах на сило-сутки, определенные по отчетным данным за навигации 1949 и 1950 гг.

Фактические эксплуатационные измерители буксирного флота
Верхне-Днепровского пароходства

№ п. п.	Эксплуатационный измеритель	Г о д ы						
		1937	1938	1939	1940	1948	1949	1950
1.	<i>Нагрузка т/и. л. с.</i>							
	а) Сухогрузная тяга							
	Газоходы	1,25	2,2	1,9	2,17	2,8	3,1	3,0
	Теплоходы	—	—	—	—	2,3	2,2	1,9
	Пароходы	2,62	2,83	2,76	3,11	3,2	3,3	2,8
	б) Плотовая тяга							
	Газоходы	5,65	13,61	14,31	19,9	16,5	18,2	17,6
	Теплоходы	—	—	—	—	11,1	9,5	7,7
	Пароходы	0,81	10,04	12,6	14,6	16,2	12,3	15,0
2.	<i>Техническая скорость км/сутки</i>							
	а) Сухогрузная тяга							
	Газоходы	85,2	80,2	82,2	78,7	106,2	82	72,6
	Теплоходы	—	—	—	—	103	111	95,0
	Пароходы	109,2	105,1	101,5	95,4	104,9	100	105
	б) Плотовая тяга							
	Газоходы	38,6	46,9	52,5	42,1	58,6	58	54,
	Теплоходы	—	—	—	—	61	70	56,8
	Пароходы	64,3	68,8	69,2	69,2	63,5	79	64,0
3.	<i>Процент ходового времени с грузом</i>							
	а) Сухогрузная тяга							
	Газоходы	18,2	21,1	24,2	28,5	30,5	40,9	51,2
	Теплоходы	—	—	—	—	28,8	29,8	42,1
	Пароходы	45,4	48,8	50,0	56,8	47,6	50,6	55,1
	б) Плотовая тяга							
	Газоходы	44,2	45,0	45,2	49,0	66,9	65,0	67,5
	Теплоходы	—	—	—	—	55,6	64,6	60,5
	Пароходы	67,8	64,0	60,6	60,0	59,3	59,3	57,9

№ п. п.	Эксплуатационный измеритель	Г о д ы						
		1937	1938	1939	1940	1948	1949	1950
4.	<i>Процент общего ходового времени от эксплуатационного времени</i> (Общий процент ходового времени)							
	а) Сухогрузная тяга							
	Газоходы	44,0	43,2	50,5	55,7	67,4	70,5	76,5
	Теплоходы	—	—	—	—	67,2	66,7	64,5
	Пароходы	74	78	75,7	79,6	77,0	80,5	76,0
	б) Плотовая тяга							
	Газоходы	54	51,4	52	57,8	70,5	76,2	76,2
	Теплоходы	—	—	—	—	66,5	75,0	65,0
	Пароходы	75	69,5	68,5	68,8	78,6	75,5	69,0
5.	<i>Производительность в ходовые с грузом сутки т-км/л. с.</i>							
	а) Сухогрузная тяга							
	Газоходы	106,8	175,4	156,3	171,3	298	254	218
	Теплоходы	—	—	—	—	237	244	180
	Пароходы	285,9	297,3	280,3	296,7	335	330	294
	б) Плотовая тяга							
	Газоходы	218,3	638,4	751,2	836,9	969	1055	950
	Теплоходы	—	—	—	—	677	655	437
	Пароходы	685,3	690,9	875,5	1009,9	1029	972	960
6.	<i>Производительность в валовые сутки т-км/л. с.</i>							
	а) Сухогрузная тяга							
	Газоходы	19,4	37,3	37,8	48,8	90,9	104	111,8
	Теплоходы	—	—	—	—	68,3	73	75,9
	Пароходы	129,7	145	140,1	168,5	159,8	167	162
	б) Плотовая тяга							
	Газоходы	96,7	288,7	340,8	408,8	646	685	642
	Теплоходы	—	—	—	—	376,8	430	264,5
	Пароходы	468,3	442,8	529,6	607,0	664,8	576	555,4

Таблица 3

Показатель стоимости ремонта	Типы судов	Буксирные колесные пароходы	Буксирные колесные газоходы 65 л. с.	Буксирные винтовые газоходы 65 л. с.	Микрогазоходы винтовые 2 л. с.
	в процентах				
Стоимость текущего зимнего ремонта 1 л. с.		100	71	57	47

Из табл. 4 видно, что удельный расход условного топлива у газоходов в 4 раза меньше, чем у пароходов.

Таблица 4

Показатель стоимости работ	Типы судов	Буксирные колесные пароходы	Буксирные колесные газоходы 65 л. с.	Буксирные винтовые газоходы 65 л. с.
	Расход условного топлива в кг на сило-сутки		33,2	6,8

Такое резкое отличие в расходе топлива объясняется тем, что к. п. д. паровой машины значительно ниже газового двигателя.

Заключение

Опыт строительства и эксплуатации колесных и винтовых газоходов в Верхне-Днепровском пароходстве позволяет сделать следующие выводы:

1. Наиболее удобным и экономически выгодным типом газохода для работы на больших реках и их верхних участках, имеющих малые габариты пути и радиусы закруглений, являются винтовые газоходы.

2. Стремление создать мелкосидящий колесный газоход с лучшими тяговыми качествами, чем винтовой, приводит к увеличению габаритов корпуса судна по ширине, увеличению веса судна, удорожанию его строительной стоимости. Значительные габариты колесных газоходов ограничивают их работу на малых реках. Стоимость эксплуатации колесного газохода значительно выше, чем у винтового.

3. В сравнении с пароходами до 200 л. с. газоходы имеют следующие преимущества:

а) строительная стоимость газохода в 2—4 раза ниже, чем парохода в зависимости от мощности;

б) расход твердого топлива на 1 э. л. с. час. у газохода ниже, чем у парохода, в 2—2,5 раза.

в) стоимость содержания команды газохода примерно на 25% ниже, чем у парохода той же мощности.

г) ремонт газохода обходится на 30%—40% дешевле стоимости ремонта парохода той же мощности.

д) условия газификации твердого топлива в газогенераторах позволяют применять механизацию трудоемких процессов при обслуживании силовой установки, как топливо-подача и шлакоудаление. При условии механизации работ, связанных с загрузкой топлива и удалением шлака, хорошо решается вопрос перевода на централизованную систему управления всей газосиловой установкой. На пароходах же этот вопрос решается значительно труднее;

е) вес и стоимость силовой установки газохода намного ниже, чем у парохода.

4. Поскольку основным видом твердого топлива для работы самоходного парового флота является каменный уголь, то и строительство новых газоходов должно предусматривать работу газоходов на каменном угле.

5. Накопленный опыт по эксплуатации газоходов, а также наличие готовых кадров, позволит сейчас в короткий срок освоить строительство и эксплуатацию новых газоходов.

6. В связи с малой емкостью бункеров для твердого топлива, из-за ограниченных размеров корпуса судна, а также более высокой стоимости одной тонны древесного топлива в сравнении с каменным углем необходимо отказаться от работы газоходов на дровах и не вести постройку новых газоходов с древесными газогенераторами в тех районах, где древесное топливо не является преимущественным видом твердого топлива для работы флота.

7. Учитывая вышеизложенное, в Верхне-Днепровском пароходстве в настоящее время оборудуется один газоход с двигателем ЗД-6 и антрацитовым газогенератором.

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОХОДОВ НА РЕКЕ УРАЛ

Для успешного освоения рек, имеющих небольшие глубины, правильный выбор типов самоходных судов имеет решающее значение.

Наиболее серьезной трудностью при выборе типа самоходного судна является сочетание в нем минимальной осадки с максимальной возможной мощностью, т. е. требуется постройка такого механического оборудования, которое бы имело небольшой вес и расход топлива.

С этой точки зрения суда с газогенераторными установками вполне отвечают поставленным требованиям. Кроме того, они позволяют решить одну из актуальных задач — замену дефицитного жидкого топлива на местные сорта твердого топлива.

В условиях реки Урал, имеющей в меженный период навигации незначительные глубины, достигающие 0,5—0,6 м, наличие флота с минимальными осадками для нормальной эксплуатации реки является необходимостью. Поэтому, наряду с паровым флотом, эксплуатация которого в меженный период встречала огромные трудности, а на отдельных участках реки становилась совершенно невозможной, стал получать распространение именно газогенераторный флот.

Эксплуатация газоходов на реке Урал началась в 1937 г.

Газоходы строились двух типов: металлические с бортовыми колесами и деревянные винтовые типа «Шарпи». В качестве двигателей использовались тракторные двигатели ЧТЗС-65. На газоходах с бортовыми колесами устанавливались по два двигателя с отдельными приводами на каждое колесо и двумя газогенераторами; на винтовых газоходах — по одному двигателю и одному газогенератору.

Некоторые из этих газоходов имели газогенераторы типа ЦНИИВТ-3, другие имели газогенераторы типа МСВ-84, работающие на древесной чурке размером 50 × 50 × 150 мм.

В качестве топлива для газоходов использовались дрова местных, низкокалорийных пород: тополь, верба и в незначительном количестве — вяз.

Заготовка дров производилась в зимних условиях при естественной влажности дерева. Дрова сосредоточивались по берегам реки и доставлялись на бункеровочные базы только с открытием навигации, где производилась их разделка и естественная сушка.

Разделка, сушка и хранение чурки и швырка производились под открытым небом, так как пароходство не имело оборудованных бункеровочных баз. Это приводило, естественно, к тому, что газоходы зачастую, а в весенний и осенний периоды, как правило, бункеровались топливом повышенной влажности.

Необходимость создания однотипных газогенераторов на всех судах привела, естественно, к тому, что выбор был остановлен на газогенераторе МСВ-84 и все газогенераторы ЦНИИВТ-3 были заменены им. На всех газоходах газогенераторные установки были снабжены скрубберами и сухими очистителями типа МСВ-84.

Однако установленные газогенераторы типа МСВ-84 на древесной чурке с начала их освоения и все последующие годы совершенно не обеспечивали нормальной работы и весь газоходный флот работал крайне неудовлетворительно.

Одной из основных причин неудовлетворительной работы газогенераторов, как уже указывалось выше, была повышенная влажность чурки, на которой приходилось работать значительный период навигации.

К другим не менее важным причинам плохой работы газогенераторов относятся:

- 1) быстрое накопление золы в зольнике;
- 2) быстрое выгорание частей топливника и конуса бункера;
- 3) провисание топлива в виде свода благодаря малому внутреннему диаметру топливника;
- 4) наличие смолы в генераторном газе;
- 5) разрушение керамической футеровки при шуровке газогенератора;
- 6) значительное количество твердых частиц, увлекаемых с газом в скруббер.

Повышенная влажность топлива, помимо трудностей при розжиге газогенератора с затратой большого количества времени, вызывала понижение температуры зоны горения и восстановления, что не обеспечивало полного выгорания смол и ухудшало качество генераторного газа.

В результате этого мощность двигателя падала, что, в свою очередь, приводило к еще большему ухудшению качества газа и, в конечном итоге, происходила остановка двигателя. Кроме того, засмоление двигателя ухудшало его работу и требовало проведения частых профилактических ремонтов.

Быстрое накопление золы в зольнике создавало значительное сопротивление для прохода газа, что приводило к падению мощности двигателя и частым остановкам его. Чистка зольника производилась не реже двух раз в сутки. Затрата времени на чистку и последующий пуск двигателя доходила до 4 и более часов в сутки.

Разрушение верхнего керамического кольца при шуровках приводило к частым выгораниям верхних частей топливника. Отсутствие налаженного снабжения стандартными керамическими кольцами вынудило применение выкладок из огнеупорного кир-

лича, что значительно уменьшило стойкость защитного пояса и участило случаи прожогов топливника.

Нарушение герметичности в дверце зольника часто приводило к сгоранию газа внутри газогенератора, что повышало температуру в зоне горения и способствовало выгоранию стенок топливника, а при повышении зоны горения нередко приводило и к выгоранию конусной части бункера.

Как правило, газоходы заходили в затон на ремонт или смену частей газогенератора не реже двух раз в навигацию, а смена футеровки проводилась еще чаще. Естественно, это приводило к значительным простоям газоходов в навигационном ремонте и затратам значительных средств на производство ремонтов.

В период зимнего судоремонта, как правило, топливник, конусная часть бункера и колосники заменялись.

Значительное количество зольных частиц, отходящих из газогенератора вместе с газом, вынудило установить коллектор для предварительной, грубой очистки газа перед скруббером. Количество зольных частиц в газе было настолько велико, что чистка коллектора производилась также ежедневно, одновременно с чисткой зольника.

Весь период эксплуатации газоходов с газогенераторами МСВ-84 на древесной чурке характеризуется вышеотмеченными недостатками. Естественно, что все эти недостатки эксплуатации газогенераторов приводили к крайне неудовлетворительным эксплуатационным показателям работы газоходного флота.

Огромные простои газоходов на бункеровке топлива, производимые вручную, на розжиг газогенераторов и пуск двигателей, частые остановки двигателей, происходящие от недостатка газа, необходимость ежедневной остановки на чистку зольников, колосников и коллекторов, большие затраты времени и средств на производство навигационного и зимнего ремонта газогенераторов и двигателей, перерасход топлива и особенно пускового бензина, наличие аварийности, связанной с внезапными остановками двигателей на ходу, являются характерными для этого периода эксплуатации газоходов. Для характеристики работы газоходного флота этого периода приводятся некоторые характерные эксплуатационные данные (табл. 1).

Таблица 1

Использование ходового времени и некоторые виды простоев в процентах от общего времени пребывания газоходов в эксплуатации

Виды работы	Годы работы							
	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946
Ходовое время	30,0	32,5	—	31,0	31,0	38,9	24,5	27,5
Чистка газогенераторов	2,3	2,7	3,0	—	3,6	3,0	2,85	3,95
Забор топлива	9,3	7,0	7,0	—	6,8	5,8	10,1	8,7
Навигационный ремонт	36,1	37,8	—	—	14,0	12,6	15,2	14,8

Таким образом, простои только на забор топлива, чистку газогенераторов и навигационный ремонт составляли от 21,4 до 47,5% общего времени пребывания в эксплуатации.

Характерным является и выполнение плана перевозок, приведенное в табл. 2 по отдельным газоходам.

Таблица 2

Выполнение тонно-километровой продукции в процентах к плану по некоторым газоходам

Наименование газоходов	Годы работы						
	1939	1940	1941	1942	1944	1945	1946
Газоход № 11	23,6	35,9	43,0	40,2	По всем газоходам 64,5%	30,0	81,6
Газоход № 14	57,5	47,7	99,7	29,4		45,3	45,0
Газоход № 15	38,3	63,1	60,7	51,0		39,8	39,8
Газоход «Опыт»	76,2	104,7	114,6	26,4		68,0	32,3
Газоход «Практик»	142,1	63,8	124,4	37,1		127,0	58,3

Примечание. В 1939 г. газоход «Практик» еще не был конвертирован на газ и работал на лигроине.

Из табл. 2 видно, что у газоходов «Опыт» и «Практик», имеющих только по одному двигателю в установке, показатели выполнения плана несколько выше, чем у газоходов № 11, № 14 и № 15, имеющих в установке по два двигателя, что является естественным следствием отмеченных выше трудностей эксплуатации газоходов.

Внезапные остановки машин из-за недостатка газа часто приводили к авариям. Особенно частыми были случаи аварий при буксировке дровяных плотов, на перевозке которых использовались газоходы.

Перерасход чурки и особенно пускового бензина были неизбежными спутниками этого периода эксплуатации газоходов.

Перерасход чурки против расхода по норме составил: в 1939 г. — 20%, в 1943 г. — 8,24%, в 1945 г. — 20,3%, в 1946 г. — 26,9%.

Газоходный флот в этот период занимал по мощности 35—40% всего состава буксирного флота. Ясно, что крайне неудовлетворительное использование газоходного флота и систематическое невыполнение им плана перевозок вызывало, как правило, невыполнение плана перевозок всем парокондуктом. В отдельные, наиболее многоводные годы перевыполнение плана перевозок относилось исключительно за счет парокондуктов, которые компенсировали плохую работу газоходов.

Таким образом, значительные преимущества газоходного флота применительно к условиям эксплуатации на р. Урал не могли быть реализованы при наличных возможностях эксплуатации газо-

генераторных установок: необходима была коренная реконструкция работы газогенераторного флота с перебазировкой его на новый, наиболее удобный вид топлива.

В течение навигации 1945 г. парокондуктом производились опыты на газоходах № 5 и № 7 по применению в качестве топлива карагандинского каменного угля.

При этих опытах за основу принимался газогенератор типа МСВ-84 с кольцевой подводкой воды через фурмы.

Однако опыты использования карагандинских каменных углей окончились полной неудачей. Быстрая спекаемость углей приводила к провисанию топлива и поднятию зоны горения, а при несвоевременных шуровках — к резкому опусканию зоны горения, что приводило к значительным падениям температур в зоне горения. Значительный выход смолистых веществ при температурном непостоянстве зоны горения приводил к очень быстрому засмолению двигателя. Это засмоление двигателя происходило настолько быстро, что иногда через 20—24 часа работы происходила остановка двигателя. Ясно, что при таких условиях газообразования нормальная работа двигателя была невозможна.

Во время навигации 1946 г. сотрудниками Главгазтоппрома на газоходе «Опыт» проводились опыты по применению в качестве топлива журицкого полукокса.

За основу был также взят газогенератор типа МСВ-84 обратного процесса и подвергнут некоторым переделкам. Эти переделки, в основном, сводились к следующему:

1. Футеровка топливника делалась цилиндрической по всей высоте и состояла из слоя асбестита с шамотной глиной и огнеупорного кирпича в один ряд, укладываемого плашмя.

2. Под фурмами, на расстоянии от них 80 мм, устанавливалась кольцевая труба с отверстиями против фурм для подачи воды через фурмы в зону горения. Подводка воды к кольцевой трубе осуществлялась от напорного бака, укрепленного на бункере газогенератора.

3. Высота зольника увеличилась до 500 мм и в зольнике монтировалась колосниковая решетка с качающимися колосниками по типу газогенератора «Красный Дон».

4. Для лучшего охлаждения газа и частичного улавливания механических примесей на газовом патрубке устанавливался газовый коллектор, омываемый снаружи водой.

Вследствие того, что поступающий полукокс содержит значительное количество кусочков менее 10 мм в диаметре, полукокс перед употреблением подвергался грохочению через сита.

Так как влажный полукокс улучшал процесс газификации, понижая температуру в зоне горения и уменьшая шлакообразование, то перед загрузкой топливо подвергалось поливанию водой.

Розжиг газогенераторов производился на древесной чурке. Испытание газогенератора на полукоксе показало значитель-

ное преимущество применения полукокса вместо чурки. Эти преимущества сводились к следующему:

1. Работа двигателя стала более устойчивой, что указывало на более устойчивый процесс газификации и улучшение состава генераторного газа. Состав генераторного газа по данным анализа при работе на швартовых был следующий: на чурке — CO_2 — 12,6%, O_2 — 0,9%, CO — 15,3%, а на полукоксе — CO_2 — 5,2%, O_2 — 0,4%, CO — 27,0%.

2. Засмоление двигателя стало значительно меньше.

3. Уменьшился объем бункерного топлива, что значительно увеличило промежутки времени между бункеровками и уменьшило время бункеровок.

4. Облегчился процесс заготовки топлива.

5. Облегчилось обслуживание газогенератора на ходу.

6. Исчезла опасность внезапной остановки двигателя из-за недостатка газа, связанной с применением чурки повышенной влажности.

Возможность бесперебойного снабжения парокондукта журицким полукоksom, значительные преимущества его применения, которые со всей очевидностью предопределяли улучшение работы газогенераторного флота, диктовали необходимость применения этого вида топлива. Поэтому уже в зиму 1946/47 г. весь газогенераторный флот парокондукта был переоборудован для работы на полукоксе.

Итоги навигации 1947 г. полностью подтвердили преимущества применения полукокса, выявленные при испытании.

Ходовое время газоходов в процентах от всего времени пребывания в эксплуатации возросло до 45%, т. е. по сравнению с 1946 г. увеличилось вдвое; простои для чистки газогенераторов сократились до 2,7%, простои на бункеровке уменьшились до 4%. Однако простои в навигационном ремонте составили 15,4%.

Значительно улучшились и показатели выполнения плана тонно-километровой продукции (в процентах к плану):

Газоход № 11	101,9%
Газоход № 14	59,8%
Газоход № 15	69,2%
Газоход «Опыт»	120,2%
Газоход «Практик»	104,5%

Наряду со значительным общим улучшением работы газоходов, простои в навигационном ремонте остались на прежнем уровне. Эти простои относились исключительно за счет неисправностей газогенераторов. Эти неисправности были следствием конструктивных недостатков газогенератора МСВ-84, заключающихся в быстром нарушении уплотнения в местах соединения направляющего конуса с бункером и с топливником, а также в нарушении герметичности зольниковых дверок, что приводило к прогоранию топливников, конусных частей бункера, а также к короблению колосников.

Как правило, не реже двух раз в навигацию производилась смена прогоревших частей газогенераторов, смена футеровки и прогоревших колосников. Помимо этих существенных недостатков можно отметить следующее:

1. Необходимость чистки зольника от золы и шлака через 10—12 часов работы.

2. Быстрое зашлакование генератора благодаря недостаточности присадочного пара от испарительного кольца приводившее к образованию высоких температур в зоне горения. Через 60—70 часов работы слой плотного шлака достигал высоты 120 мм и выше, причем шлакованию подвергалась и футеровка, что приводило к значительному уменьшению объема камеры газификации и требовалась чистка от шлака всей камеры газификации. Это приводило к значительным простоям, тем более, что требовался повторный розжиг газогенератора.

3. Перевод двигателя на газ стал более затруднительным и занимал время 5—6 минут, что приводило к перерасходам пускового бензина.

В течение навигации 1947 г. бригадой сотрудников ЦНИИРФа во главе с кандидатом технических наук А. Б. Гениным на газоходе «Опыт» было произведено переоборудование газогенератора МСВ-84 на прямой процесс с использованием в качестве топлива журицкого полукокса. Одновременно были произведены испытания газосиловой установки с проведением ходовых испытаний газохода.

В целях сокращения работы по переоборудованию, основные размеры и главные части предварительно переделанного газогенератора МСВ-84 для работы на полукоксе, были сохранены.

Сущность переделки газогенератора состояла в следующем:

Зольник, высота которого была доведена до 500 мм, и качающаяся колосниковая решетка остались без изменения.

Топливник с футеровкой и конусная часть бункера из газогенератора удалены.

Внутри наружного кожуха топливника диаметром 750 мм, т. е. равного диаметру бункера газогенератора, была поставлена внутренняя часть топливника (рубашка) диаметром 650 мм.

Сверху и снизу кольцевого зарубашечного пространства были приварены кольца, выступающие части которых служили опорой, сверху для нижнего обводного угольника бункера, с которым оно соединялось болтами; в нижней же части оно опиралось на обводной угольник зольника, с которым также крепилось болтами.

Зарубашечное пространство заполнялось водой до определенного уровня, который сохраняется постоянным при помощи сливной трубы, ведущей в пространство зольника. Таким образом, часть объема зольника также заполнялась водой, являющейся лишней в зарубашечном пространстве топливника. Уровень воды в зольнике фиксируется сливным патрубком, отводящим излишнюю воду в корпус судна. Вода в верхнюю часть зарубашечного

пространства подается от магистрального водопровода, подача ее регулируется вентилем.

Наружный воздух по трубе подается в верхнюю паровоздушную часть зарубашечного пространства. Образующийся при работе газогенератора пар из воды, омывающей топливник, вместе с воздухом подается по трубе в верхнюю часть зольника — под колосниковую решетку. Количество образующегося пара, а следовательно и содержание его в паровоздушной смеси регулируется подачей воды в зарубашечное пространство.

Для чистки внутреннего пространства топливника от ила имеются два диаметрально расположенных люка.

Бункер и устройство загрузочного отверстия остались без изменения.

Газоотборная труба, в отличие от обычных газогенераторов прямого процесса, расположена не в верхней части камеры газификации, а в средней части, на расстоянии 150 мм от верхней части топливника, т. е. находится, примерно, в верхней части зоны восстановления.

Такое расположение газоотбора обеспечивает высокую температуру отбираемого газа, благодаря чему содержание смолистых веществ в нем становится минимальным.

Топливо перед употреблением подвергается предварительной обработке, состоящей в грохочении его через сита с ячейками в 10—12 мм и последующем отмыве водой. При отмыве топливо загружается в чаны с водой и перемешивается, после чего плавающая часть топлива отбирается для использования в газогенераторах. Утонувшая часть топлива содержит породу и непрококсавшиеся кусочки угля, содержащие значительное количество летучих.

Попытки использовать полукокс после грохочения без отмыва не увенчались успехом, т. к. происходило, как уже отмечалось выше, сильное шлакование камеры газификации, а самое главное, — газ содержал большое количество смол, что приводило к засмолению двигателя. Засмоление двигателя происходило настолько интенсивно, что двигатель останавливался еще задолго до наступления зашлакования камеры газификации.

Испытания газохода «Опыт» после произведенного переоборудования газогенераторов показали значительные преимущества его перед газогенератором, работающим по обращенному процессу.

Через 20 часов работы газохода в зольнике и под колосниковой решеткой шлак полностью отсутствовал, а в зольнике находилась только зола. Это подтверждает, что количество пара, необходимое для понижения температуры, почти при полном отсутствии шлакования, вполне достаточно.

Перевод двигателя с бензина на газ происходил легче и занимал время 2—3 минуты.

Состав газа при разных режимах работы колебался в следую-

ших пределах: CO_2 от 5 до 10,6%, O_2 от 0,3 до 0,4%, CO от 18 до 25,8%.

Работа двигателя протекала устойчиво на разных режимах работы. При осмотре двигателя засмоления его частей обнаружено не было.

При загрузке топлива было обнаружено засасывание воздуха через загрузочный люк, поэтому был установлен второй затвор колокольного типа.

Последующая эксплуатация газохода «Опыт» подтвердила результаты полученные на испытании и показала его явные преимущества перед работой других газоходов, поэтому уже в навигацию 1947 г. стали переводить на прямой процесс газогенераторы других газоходов, и в течение 1947 г. эта работа была закончена по всему газоходному флоту.

Еще во время навигации 1947 г. на газоход № 14, имеющем два двигателя ЧТЗС-65, была испытана работа обоих двигателей от одного газогенератора. При этом испытании оказалось, что одного газогенератора вполне достаточно для питания обоих двигателей при любых режимах работы. В дальнейшем со всех газоходов, имеющих в установке по два двигателя, вторые газогенераторы были сняты, что в значительной степени упростило установку, уменьшило ее вес и облегчило обслуживание ее.

Начиная с 1948 г. работа газоходного флота резко улучшилась по всем эксплуатационным показателям.

Значительно возрос процент использования ходового времени за счет максимального сокращения непроизводительных простоев газоходов на чистку газогенераторов, забор топлива и проведения навигационного ремонта. Если раньше чистка зольника производилась через 10—12 часов работы и была связана с остановкой газоходов, то сейчас чистка зольника производится через 60—70 часов работы, и при отсутствии шлакования, чистка возможна на ходу. В настоящее время безостановочная работа газоходов для чистки генератора или ликвидации каких-либо других неполадок доведена до 3 суток.

Простой в навигационном ремонте в среднем сократились в 4 раза. Это сокращение простоев в навигационном ремонте относится, в основном, за счет снижения случаев ремонта частей газогенератора. Как правило, части газогенератора работают без ремонта две навигации. Чаще других частей генератора требуют ремонта или смены — рубашка топливника и газоотборная труба, работающие в области высоких температур, а также требуется приделка загрузочного клапана.

Выгорание рубашки топливника в значительной степени способствует образованию накипи на огневой стенке, достигающей за навигацию толщины 3 мм. Очистка накипи при собранном топливнике практически невозможна, так как размеры люков для чистки не позволяют очистить всю поверхность. Для ликвидации на-

кипи и облегчения чистки его следует производить периодическое щелочение топливника.

Чаще всего выгорает угловой сварной шов верхнего кольца топливника, а само кольцо вместе со сварным швом, образующие полку, подвергается сильному разъеданию, т. к. служит местом сбора воды из топливника и, очевидно, с присутствием сернистой кислоты, образование и накопление которой возможно на стоянках и при чрезмерной загрузке генератора топливом. Для ликвидации разъедания полки и некоторого предохранения углового сварного шва от выгорания, следует приваривать над ней конусообразное кольцо со свесом внутренней кромки внутрь топливника на 10—15 мм, или эту полку делать наклонной внутрь топливника с устройством такого же свеса.

Благодаря значительной простоте конструкции газогенератора ремонт или замена отдельных частей его отнимает значительно меньше времени и средств, тем более, что футеровка из дефицитного огнеупорного кирпича в нем отсутствует.

Приведенные в табл. 3 некоторые эксплуатационные показатели работы газоходов за период в 1948—1951 гг. при сопоставлении с данными, приведенными в табл. 1, дают наглядную картину улучшения работы газоходов с 1948 г.

Таблица 3

Использование ходового времени и некоторые виды простоев в процентах от общего времени пребывания в эксплуатации

Виды работ	Годы работы			
	1948	1949	1950	1951
Ходовое время	48,8	47,7	54,1	62,8
Чистка газогенератора	1,09	2,3	1,98	—
Забор топлива	5,45	2,7	2,61	1,38
Навигационный ремонт	5,65	3,24	4,06	4,15

Выполнение плана перевозок газоходами за этот период также возросло, что видно из табл. 4 при сопоставлении ее с данными, приведенными в табл. 2.

Таблица 4

Выполнение плана тонно-километровой продукции в процентах к плану.

Наименование газоходов	Годы работы			
	1948	1949	1950	1951
Газоход № 11	86,0	92,4	67,5	По всем газоходам 97,2
Газоход № 14	81,2	90,4	104,5	
Газоход № 15	71,2	78,2	40,6	
Газоход «Опыт»	59,8	106,3	51,8	
Газоход «Практик»	117,9	138,4	102,5	

Невыполнение плана перевозок газоходами за этот период объясняется большими простоями газоходов при погрузке и выгрузке караванов и перебоями с подачей грузов от клиентуры, характерными для работы всего флота пароходства, тем более, что газоходный флот, в основном, использовался на коротких пробегах.

Пароходы, работающие на больших пробегах, обычно имеют больший процент использования ходового времени, чем газоходы.

Результаты навигации 1951 г. опровергли утвердившееся мнение в Уральском пароходстве, что буксирные газоходы не могут конкурировать в работе с буксирными пароходами и не могут использоваться на дальних пробегах.

Навигация 1951 г., характерная чрезвычайно низкими горизонтами, наступившими с середины навигации, создала исключительно тяжелые условия эксплуатации флота. Уже с середины навигации часть пароходов, имеющих большие осадки, была поставлена на холодный отстой, а эксплуатация других пароходов проходила с большими трудностями. В эту навигацию со всей ясностью выразились преимущества мелкосидящего газоходного флота, перед пароходами при вполне налаженной работе их, так как эксплуатация газоходов успешно проходила на всех основных участках реки до конца навигации как на малых пробегах, так и на больших.

Несмотря на трудные условия навигации, использование ходового времени газоходами достигло в 1951 г. рекордной цифры за все годы эксплуатации их — в 62,8%, превысив показатели пароходов за некоторые годы, а тем более за истекший год, когда использование ходового времени ими достигло всего 56,2%.

Показатели выполнения плана тонно-километровой продукции у газоходов составили 97,2%, тогда как у пароходов они были равны только 65%.

Одним из значительных преимуществ в работе газоходов после их переделки является снижение расходов основного топлива и пускового бензина.

Если до переделки газогенераторов перевод двигателя на газ занимал время от 2 до 6 минут, то сейчас он доведен до одной минуты. Особенно затруднительным и продолжительным был запуск двигателей на газоходах, имеющих два двигателя и два газогенератора. Сейчас же при одном газогенераторе пуск обоих двигателей осуществляется легко и быстро.

В табл. 5 приведены данные об удельных расходах топлива газоходами по годам в килограммах условного топлива на одни кило-сутки хода.

Если до переделки газогенераторов на прямой процесс газоходы имели систематический перерасход топлива, особенно при работе на чурке, то после переделки они имели ежегодную экономию топлива, которая составила в процентах от установленной нормы: в 1948 г. — 13,5%, в 1949 г. — 7,52%, в 1950 г. — 12,5%, в 1951 г. — 10,9%.

Таблица 5

Кварталы	Годы работы					
	1939	1940	1941	1942	1943	1945
II квартал	14,7	12,9	За навигацию 13,3	За навигацию 11,5	За навигацию 11,1	12,5
III квартал	12,8	11,9				12,8
IV квартал	15,8	12,6				12,5

Продолжение

Кварталы	Годы работы					
	1946	1947	1948	1949	1950	1951
II квартал	16,5	13,5	8,2	10,65	8,1	7,8
III квартал	18,4	13,0	8,3	8,53	8,54	7,6
IV квартал	13,0	13,6	11,0	7,33	8,2	7,9

На навигацию 1952 г. предусмотрено значительное снижение норм расхода топлива по газоходам.

В связи с упрощением конструкции газогенератора и уменьшением потребности в ремонте их — стоимость зимнего ремонта также значительно сократилась.

До 1948 г. стоимость текущего ремонта одного газохода с двумя двигателями составляла от 35 до 50 тыс. рублей, в последующие же годы стоимость зимнего ремонта сократилась до 20—30 тыс. рублей, причем на долю ремонта силовой установки падало только 30—40% общей стоимости ремонта.

Упрощение обслуживания газогенераторов благодаря увеличению промежутков времени между загрузками генератора топливом, наличие только одного газогенератора, а также благодаря почти полному отсутствию шлакования, создало возможность сокращения штата обслуживающего персонала за счет совмещения должности газогенераторщика с матросом.

Естественно, что снижение стоимости зимнего и навигационного ремонта, сокращение штата обслуживающего персонала, уменьшение расхода основного топлива и пускового бензина, значительно сократило стоимость эксплуатационного содержания газоходов.

Существенным недостатком нового типа газогенераторов является сравнительно большая стоимость используемого газогенераторами топлива, вследствие значительных отходов при грохочении и отмыве, достигающих 50%. Эта стоимость тем более возрастает, что работа производится вручную. Другим недостатком является то, что габаритные размеры газогенератора сохранены старые (типа МСВ-84) на всех газоходах, имеющих разные мощности и эти размеры не приведены в соответствие с мощностями, что создает излишний вес, расход металла и некоторую громозд-

кость установки. Однако, при наличии в Уральском пароходстве небольшого газогенераторного флота однотипность газогенераторов создает значительные удобства при ремонте их.

Подводя итоги, можно констатировать, что новый тип газогенератора, известный теперь под маркой ЦНИИРФ-15, созданный по предложению кандидата технических наук А. Б. Генина представляет собой простую, надежную и удобную в эксплуатации конструкцию газогенератора, которую можно вполне рекомендовать для газоходного флота малых рек.

Внимательно изучая износ деталей газогенераторов и машин и улучшая их обслуживание, коллективы газоходов «Опыт», «Практик», газоход № 14, путем своевременного проведения профилактических ремонтов в течение навигации 1950 г. без вывода газоходов из эксплуатации, встали в зиму 1950/51 г. без заводского ремонта. После успешно проведенной навигации 1951 г. газоходы № 14 и «Практик» в зиму 1951—1952 гг. вторично были поставлены без заводского ремонта, а газоход «Опыт» имел незначительный заводской ремонт.

Актуальной перспективной задачей в деле дальнейшего развития мелкого газоходного флота является рациональный выбор нового двигателя.

Известно, что выпуск тракторов марки ЧТЗ-60 прекращен, а номенклатура выпускаемых запасных деталей к нему ежегодно падает и, очевидно, в ближайшем будущем выпуск этих деталей будет совершенно прекращен.

С нашей точки зрения, наиболее удобным двигателем, позволяющим сравнительно легко произвести замену двигателя ЧТЗ-60, является дизель КДМ-46 с трактора С-80.

В условиях эксплуатации на реке Урал было бы более целесообразным применение конвертированного на газ двигателя КДМ-46. Эта целесообразность вытекает прежде всего из того, что переоборудование всей установки было бы максимально упрощено, так как не потребовало бы значительных переделок гребных колес, позволило бы при наличии коробок перемены передач с трактора С-80 оставить существующую цепную передачу на гребные колеса, упростило бы снабжение двигателя запасными деталями, изготовляемыми в большом масштабе. Кроме того, весьма возможно, что увеличение размеров газогенератора в связи с некоторым увеличением мощности установки не потребовалось бы, так как существующий газогенератор с избытком покрывает потребность в газе двух двигателей ЧТЗ-60.

Успешное разрешение вопроса конвертации двигателя КДМ-46 на газ и промышленное освоение ее является неотложной задачей.

Сочетание двигателя КДМ-46 с газогенератором типа ЦНИИРФ-15 создало бы удачную газосиловую установку для работы на каменноугольном полукоксе.

ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ ГАЗОХОДНОГО ФЛОТА В ЕНИСЕЙСКОМ ПАРОХОДСТВЕ

В Енисейском пароходстве строительство газоходов проходило с 1936 г. по 1940 г. За этот период была построена серия колесных буксирных газоходов с металлическими корпусами.

Основные данные по корпусу: $L = 28,5$ м, $B = 4,6$ м, $H = 1,5$ м при осадке $T = 0,6$ м. Силовая установка имеет: газогенераторы марки ЦНИИВТ-3 и два двигателя марки ЧТЗС-65.

Колесные буксирные газоходы при выпуске были предназначены для работы по притокам р. Енисей, как суда имеющие малую осадку.

Указанные газоходы в начальный период эксплуатации работали очень плохо, большую часть навигационного времени простаивали, в связи с неустойчивой работой двигателей на генераторном газе и недостаточной мощности, развиваемой двигателями.

Плохая работа газоходов объяснялась тем, что судовые команды, обслуживающие газоходы были недостаточно знакомы с монтажом и эксплуатацией газогенераторных установок, не было опытных кадров у судоремонтных предприятий, строящих газогенераторные установки, не имелось достаточного опыта в постройке, а особенно в монтаже газогенераторных установок. Сами же газогенераторы и очистительные установки имели недостаточно совершенные конструкции.

По истечении первых навигаций работы газоходов, устраняя замечаемые недостатки в их работе, были приняты меры к обучению судовых команд. В результате проведенных мероприятий, в последующие навигации газоходный флот начал работать более нормально и устойчивей. У эксплуатационных служб пароходства появилась заинтересованность и уверенность в использовании газоходного флота в условиях мелководных притоков р. Енисей.

Приводимые в таблице эксплуатационные показатели работы по буксирным газоходам ряда лет, подтверждают это.

Эксплуатационные показатели	Годы работы				
	1946 г.	1947 г.	1948 г.	1949 г.	1950 г.
Нагрузка т. на 1 л. с.	0,72	0,75	—	0,76	0,82
Средняя техническая скорость хода с возом км/сутки	109	120	126	153	162

Расход топлива на единицу продукции по годам составляет 1947 г. — 338,3 кг, 1948 г. — 312,5 кг и 1949 г. — 255,8 кг.

Имеющиеся в установках газогенераторы ЦНИИВТ-3 по своей конструкции имели ряд недостатков:

1. Живое сечение колосниковой решетки было мало.
2. Выше фурменного пояса получалось зависание топлива, нарушающее нормальную газификацию топлива.
3. Были частые прогорания стенок газогенератора, а ремонт таких затруднителен и требовал много времени.
4. Неполное выгорание смолистых веществ топлива вело к засмолению очистительных установок газоотводных труб, смесителей и всей поршневой группы двигателя.

Необходимо было заготавливать мелкое топливо — чурку, которая экономически обходилась очень дорого, что снижало эффект работы на таких газогенераторах.

Поэтому в Енисейском пароходстве в 1946 г. были изготовлены и установлены на газоходы газогенераторы ЦНИИРФ-7, работающие на древесном швырке размерами $500 \times 50 \times 50$ мм. Начало навигации 1946 г. показало улучшение работы газоходов с газогенераторами ЦНИИРФ-7.

Но было еще много дефектов в их работе. Газогенераторы ЦНИИРФ-7 работают по обращенному процессу, поэтому при их монтаже необходимо было обращать особое внимание на уплотнения в соединениях узлов газогенератора, т. к. малейший просос воздуха создавал возможность выгорания газа, повышая зону горения в результате чего повышалось тепловое напряжение стенок газогенератора. От этого происходило коробление стенок, разрывы в сварочных швах и полное сгорание отдельных частей газогенератора.

В связи с такими дефектами, нами было принято решение изменить конструкцию газогенератора. Стальной нижний пояс газогенератора решили изготавливать одностенный без наружной воздушной рубашки, забор воздуха давать из газогенераторного отделения (рис. 1). Была так же изменена и конструкция топливника газогенератора: толщина стенок его была увеличена до 8—10 мм, вместо 4 мм, нижний угольник топливника в связи с тем, что он имел разрывы, дополнительно был подкреплён постановкой 30 ребер жесткости (рис. 2).

Нижний пояс газогенератора был подкреплён продольными угольниками.

Указанные переделки газогенератора значительно упростили ремонт его в случае появления разрывов в стенках и сократился простой судна при ремонте газогенератора с 25—30 часов до 3—4 часов.

В период судоремонта 1950/51 г. были изготовлены и пущены в эксплуатацию газогенераторы прямого процесса ЦНИИРФ-15, работающие на каменноугольном полукоксе на газоходах № 9 и «Ирбей».

Опыт эксплуатации газогенераторов ЦНИИРФ-15 выявил надежность их конструкции.

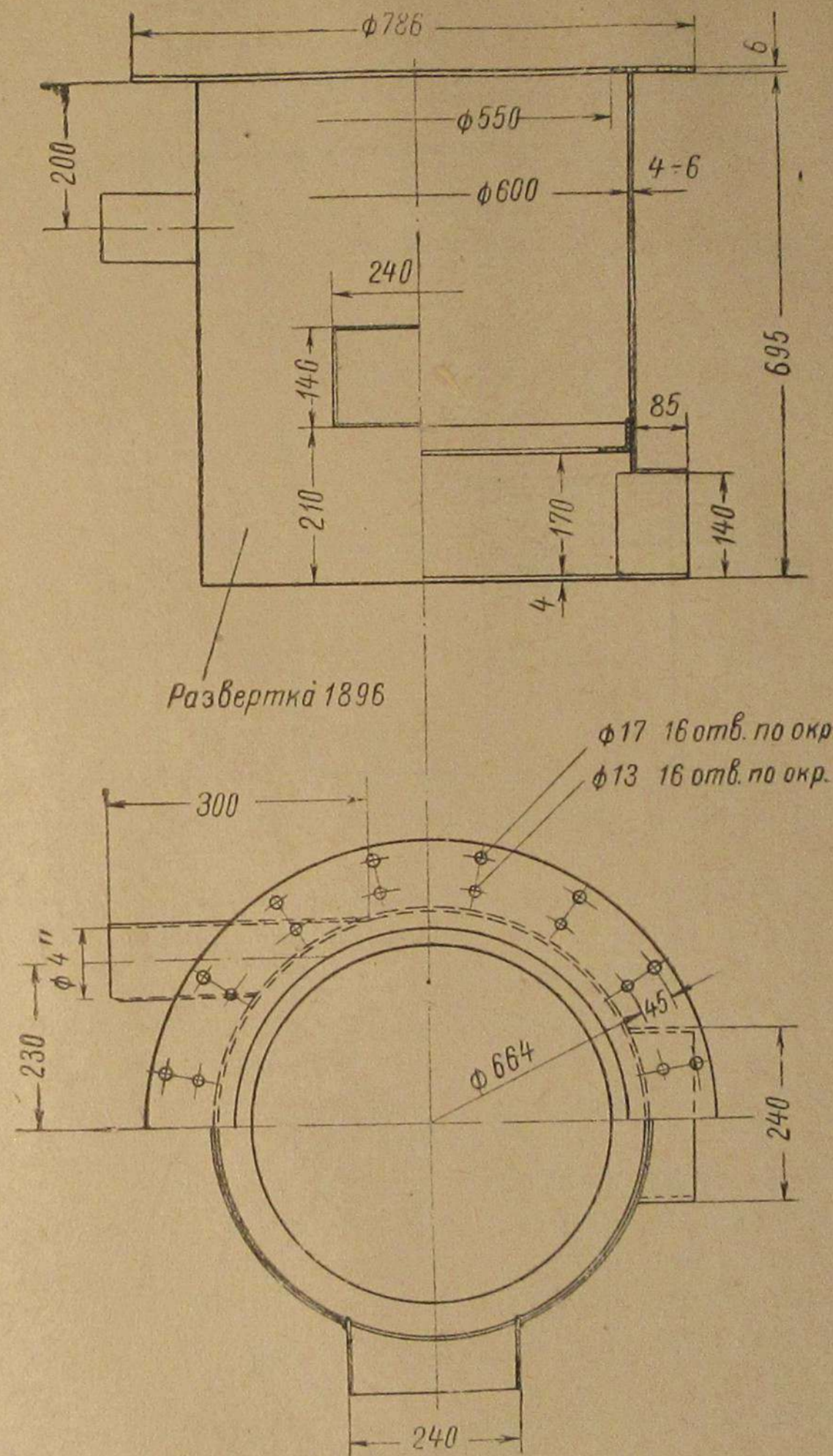


Рис. 1.

При работе газоходов с газогенераторами ЦНИИРФ-15 увеличилось их ходовое время за счет уменьшения стоянок под забором топлива, отпала необходимость остановок при чистках зольников.

По данным проведенных динамометрических испытаний, буксирные газоходы, мощностью в 110 л. с. с газогенераторами ЦНИИРФ-7 на дровах развивали тяговое усилие на гаке 800 кг,

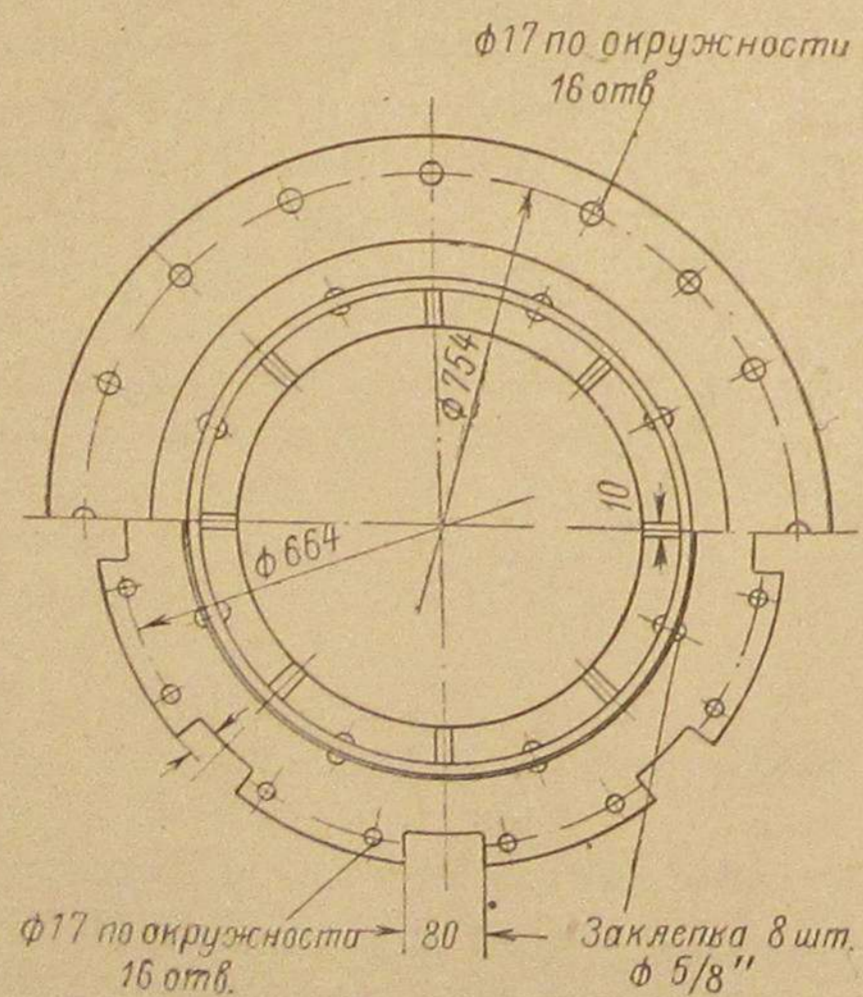
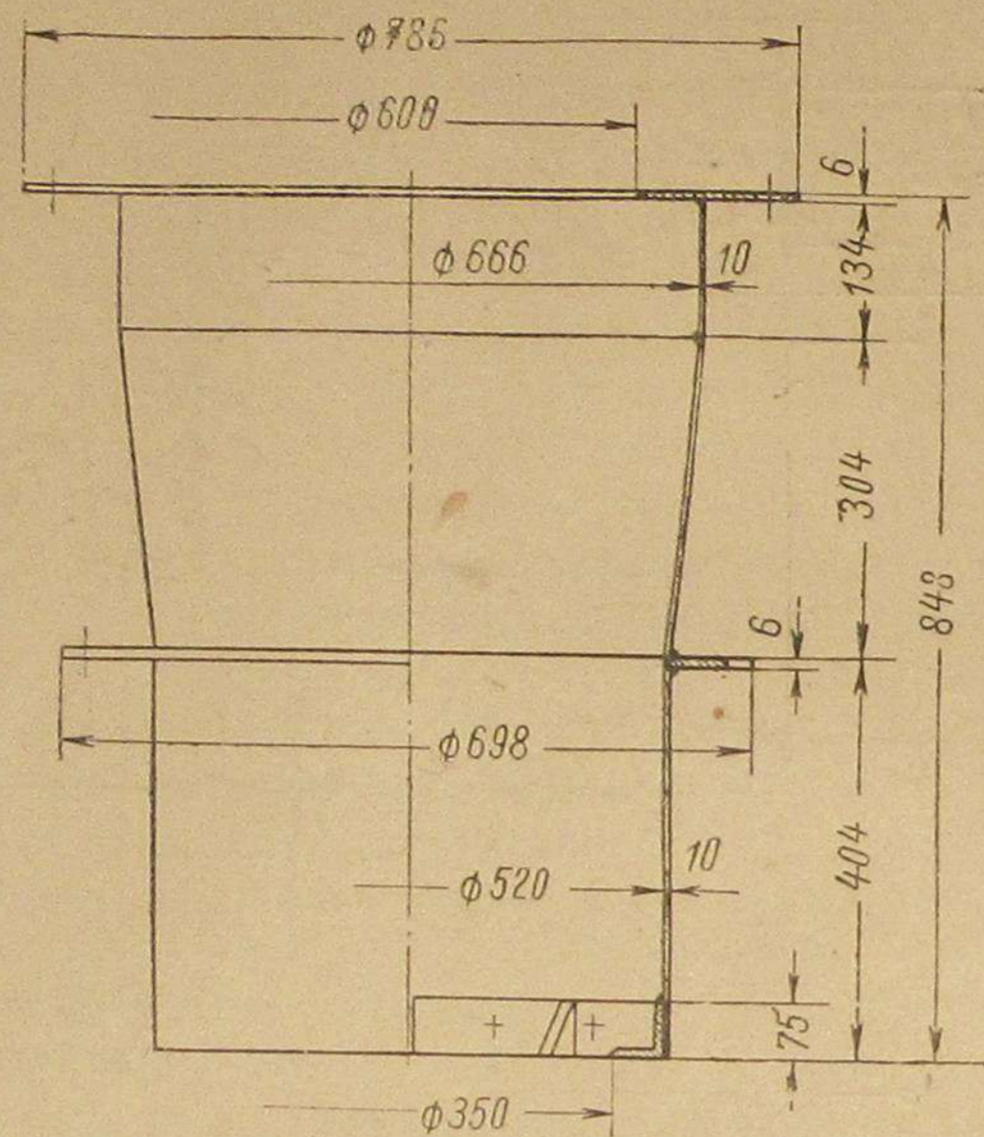


Рис. 2.

эти же газоходы с газогенераторами на полукоксе ЦНИИРФ-15 при испытаниях показали тяговое усилие на гаке 1300 кг.

Замеченные недостатки при работе газогенераторов ЦНИИРФ-15.

1. При работе газогенераторов происходит коробление внутренних стенок парового пространства рубашки газогенератора, появляются разрывы сварочных швов, поднимается зона горения, что ведет к сгоранию газоприемной трубы.

Данный дефект существенный и необходимо изыскивать меры к его устранению.

2. Для устранения поступления генераторного газа в машинное отделение судна при остановке двигателя необходимо воздушные трубы к газогенератору и к газовому смесителю двигателя вывести на палубу судна.

3. Розжиг газогенераторов длительный — 4 ÷ 5 часов.

4. При запуске двигателя переход с бензина на газ требует долгое время (до 15 минут), чтобы довести розжиг газогенератора для нормальной работы.

5. Большое поступление генераторного газа через смесители в моторное отделение и особенно в периоды изменения числа оборотов и режимов работы двигателей.

6. После каждой остановки двигателей, при открытых клапанах загрузочного бункера в газогенераторе, происходят взрывы и скрубберах.

7. От развивающейся в период работы высокой температуры на колосниковой решетке наблюдается нагрев валиков подвижных колосников, от веса которых валики прогибаются. Это вызывает заклинивание колосниковой решетки и затрудняет ее очистку. Смену валиков и набора подвижных колосников, концы которых обгорают и коробятся, можно производить лишь при выводе судна из эксплуатации.

8. От той же высокой температуры в топливнике, в районе парового пространства, из-за высокой разницы расширения металла, происходит коробление последнего, а также появляются трещины. Появление трещин, через которые получает доступ пар, развивает повышенную температуру, в связи с чем внутренняя часть топливника сгорает.

Все это вызывает большие затруднения по изготовлению новых топливников или ремонту старых.

Кроме того, в период прогорания топливников газогенераторов к двигателям поступает обедненный газ, благодаря чему работа двигателя становится неустойчивой, что вызывает внезапные заглохания в период работы.

При изготовлении газогенераторов в зимний судоремонт 1951/52 г. нами были учтены эти недостатки в работе газогенераторов за навигацию 1951 г. и по нашему предложению паровое пространство их было поднято и перенесено в район газового пояса, газоотборная труба также была поднята на 250 мм выше, вну-

тренинная рубашка топливника со стороны водяного пространства была подкреплена дополнительными ребрами жесткости. С такими переделками был изготовлен и установлен газогенератор на газоходе «Коммунист», в связи с чем в навигацию 1952 г. дефекты по прогоранию топливников газогенераторов не наблюдались и газогенераторы в зиму 1952/53 г. не нуждаются в ремонте данного узла. В настоящее время переделываем все газогенераторы с таким дополнением.

Для избежания дефекта с прогибом валиков подвижных колосников, по предложению старшего моториста газохода «Коммунист» Э. А. Рац изготавливаем один из неподвижных колосников газогенераторов с дополнительной подошвой и отверстиями, этим самым даем валикам подвижных колосников дополнительно опору в средней части, таким дополнительным введением полагаем устранить и недостаток с валиками.

Для устранения попадания генераторного газа в машинное отделение и угорания вахтенных механиков, в зиму 1951/52 г. нами проведены мероприятия по установке принудительных нагнетательных и отсасывающих вентиляторов в моторных отделениях.

Причиной возникновения взрывов газов в скрубберах при остановках двигателей является проникновение воздуха в газовый тракт установки; во избежание травматических случаев при этих взрывах производим инструктаж команд, с тем, чтобы при остановках двигателей были приняты меры против попадания воздуха в газовый тракт установки.

В заключение следует отметить, что в процессе эксплуатации замечен увеличенный износ поршневой группы двигателей, работающих на газе из полукокса, против тех двигателей, которые работают на древесном газе.

Этот увеличенный износ, с явными следами разъедания, объясняется наличием в генераторном газе сернистых соединений, так как в сжигаемом нами полукоксе имеется некоторый процент серы.

Д. Я. Хотько.

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА РАБОТОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ГАЗОХОДА «ИРБЕЙ» ЕНИСЕЙСКОГО ПАРОХОДСТВА

Наблюдения за работой газогенератора ЦНИИВТ-3 начались с 1937 г. Газогенератор ЦНИИВТ-3 в работе показал неплохие результаты, но имелись и недостатки в его конструкции. В грузочный люк был поставлен подвесной конус, на котором отлагалось большое количество смолы. Этот конус прилипал и при загрузках трудно поддавался открытию. Приходилось производить удары по конусу каким-либо предметом для его открытия. От ударов и резкого рывка конус часто отрывался от подвески. Для того, чтобы достать конус и поставить на место приходилось глушить газогенератор, на что тратилось время до 6—7 часов. При дальнейшей работе конус был удален, в результате работа газогенератора не ухудшилась, а остановки из-за ремонта отпали.

В нижней части топливника была поставлена вертикальная решетка, которая от высокого нагрева деформировалась, перекрывая газовый проход. Такое явление вело к понижению мощности, а иногда и заглуханию двигателя. По окончании навигации 1937 г. в этой решетке было вырезано по окружности 6 окон для прохода газа, после чего стало меньше прогаров самого топливника.

Очень большим дефектом в первых навигациях при эксплуатации газогенераторных установок было попадание воды в сухие очистители, что вело к неожиданным остановкам двигателя. Этот дефект был устранен практическим подбором высоты водяного затвора в скрубберах. Вырабатываемый газ, проходя через скрубберы и сухой очиститель, все же полностью не очищается. Часть смолистых веществ и золы попадала в цилиндры двигателя, что вело к быстрому износу поршневой группы и ежегодной смене, в зимний судоремонт, ее деталей.

Газогенератор ЦНИИРФ-7 в практической работе показал преимущество против газогенератора ЦНИИВТ-3. Его недостатком является то, что тепловые напряжения вызывают коробления стенок и разрывы сварочных швов их. Нами было сделано подкрепление нижней части топливника изготовлением самого топливника из листовой стали толщиной 10 мм. После этой небольшой переделки срок работы топливников увеличился с 1—2 месяцев до 2 навигаций.

Срок между чистками зольников так же увеличился с 5—6 часов работы двигателя при дровах влажностью 25—30% до 25—30 часов.

При отсутствии раздувочных вентиляторов, на розжиг газогенератора уходит много времени, газ стелется по палубе судна, все окутывается газом и дымом. Если дрова в газогенераторе уложены неплотно, пламя прорывается из газогенератора через верхнюю загрузочную часть бункера, что опасно в пожарном отношении. Для устранения указанных недостатков нами изготовлены съемные конуса высотой до 1,2 м, которые на период розжига ставим на верхнюю часть газогенератора, что устраняет этот недостаток.

Э. К. Рац

ИЗ ПРАКТИКИ РАБОТЫ ГАЗОХОДНОГО ФЛОТА с 1942 г. по 1951 г.

Древесная чурка с влажностью не более 25%, но незасоренная песком дает возможным продолжительность работы газогенератора ЦНИИВТ-3 без чистки зольника довести до 10—12 часов, после чего необходимо остановить двигатель для чистки зольников. На остановки, связанные с чисткой зольников, уходило 5—6 часов времени.

При навигационном ремонте газогенератора ЦНИИВТ-3 для производства проверки наличия трещин и смены прогоревших колосниковых решеток и т. д. требуется полная разборка его, на что затрачивается много времени и это создает неудобства при его эксплуатации.

В 1947 г. на газоходе «Коммунист» Енисейского речного пароходства газогенераторы ЦНИИВТ-3 в зимний период были заменены газогенераторами ЦНИИРФ-7, работающими на древесном топливе (швырке длиной 50 см). Для каждого двигателя был установлен отдельный газогенератор с очистительными агрегатами, скруббером и сухим очистителем. При эксплуатации, особенно в первую навигацию, ощущались некоторые недостатки в установке, а именно: попадание воды в сухие очистители, а иногда и засасывание воды в двигатели. Вода попадала не сразу после пуска двигателей, а по истечении 4—8 часов их работы. Причинами было засорение сливных уток скруббера мелким углем. Такой недостаток, как засасывание воды в двигатели, особенно резко сказывался при работе газоходов на маневрах. Для устранения этого недостатка было сделано увеличенное сечение колосниковой решетки, уменьшен внутренний диаметр топливника, увеличен диаметр сливной утки от скрубберов.

Для ремонта появившихся прогаров стенок и трещин газогенератора ЦНИИРФ-7, требовалось много времени на полную его разборку. В последующие навигации была убрана наружная воздушная рубашка, тем самым сократился простой судна при навигационных ремонтах. На выработке газа и работе двигателей такая переделка не отразилась. Верхний зольник газогенератора заваривали, что дало полную гарантию избежать подсосов воздуха и выгорания газа в газогенераторах.

Газогенераторы с такими переделками работали хорошо, зольники чистили через 18—25 часов и редко наблюдалось попадание воды в сухие очистители и двигатели.

С 1950 г. я работаю старшим мотористом пассажирского газохода «Коммунист» двухвального с двигателями ЧТЗ С-65 с газогенераторами ЦНИИРФ-7. За период двух навигаций у нас не было задержки в пути и неплановых заходов в ремонтные мастерские по причине неисправной работы газогенераторной установки. Судно работало строго по графику. Навигационный план 1951 г. г/х «Коммунист» выполнил к 5 сентября.

А. А. Попов.

канд. техн. наук

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ НЕКОТОРЫХ МОЩНЫХ ГАЗОХОДОВ

До Великой Отечественной войны на речном флоте использовались газоходы с относительно небольшой мощностью газосиловых установок, что определялось типом двигателей, применявшихся для этого вида судов.

По окончании войны, речной флот начал получать новые суда, в том числе и газоходы, которые отличались повышенной мощностью силовой установки — от 300 до 450 л. с.

Для успешного использования новых судов надлежало установить наивыгоднейшие регулировки газогенераторов и двигателей, паспортные данные этих судов, наконец, решить вопрос о возможности применения в судовых газогенераторах новых видов топлива, в частности полукокса, получаемого из журиных углей. Вместе с тем желательно было выбрать сорт и марку антрацита, который бы мог служить основным видом твердого топлива для газоходов.

Кроме того, надлежало сравнить работу отдельных элементов газосиловых установок и выбрать наиболее интересные в техническом отношении устройства для широкого использования их во вновь строящихся судах.

В свете поставленных задач Центральный научно-исследовательский институт речного флота и его Московское отделение за период с 1946 по 1951 год провели серию наладочных, регулировочных и паспортных испытаний ряда газоходов с главными двигателями, мощностью от 150 л. с. до 450 л. с. как газовыми, так и газожидкостными.

Ниже приводятся основные данные и результаты проведенных испытаний.¹

¹ Результаты испытаний грузовых судов с газосиловыми установками, проведенных ЦНИИРФом в 1946—1948 гг. под руководством доц. З. А. Хандова и при участии инж. Б. И. Крамник, С. С. Струбинского и К. В. Сарынина опубликованы в трудах института — «Современные силовые установки и устройства речных судов», Речиздат, 1948 г. и «Судовые силовые установки и движители», Речиздат, 1949 г. и журн. «Речной транспорт» № 5, 1947 г.

Ниже приводятся результаты испытания судов с газосиловыми установками, проведенные Московским отделением ЦНИИРФа за период с 1948 по 1951 гг., которые проводились под руководством автора и при участии мл. научного сотрудника МОЦНИИРФа т. Т. А. Коль и работников пароходства МВК.

I. Газоходы с газовыми двигателями

С чисто газовыми двигателями имеется большое количество однотипных буксиров с построечной мощностью 300 л. с. буксирный газоход не типовой мощностью 400 л. с. и грузовой газоэлектроход мощностью 375 л. с.

Испытание буксирного газохода серии «400». В 1948 г. был испытан буксирный газоход 300 л. с. с газовыми двигателями. Основными объектами исследования по газосиловой установке были: определение оптимального опережения зажигания смеси в цилиндре двигателя на разных режимах и влияние его на протекание отдельных параметров рабочего цикла, выбор оптимальной температуры паровоздушного дутья и режима работы газогенератора, исследование влияния регулировки смесителя на работу двигателя. Кроме того испытаниями определялась тяговая характеристика буксирного газохода, расход топлива и работоспособность различных твердых топлив.

Основными объектами замеров были: опережение зажигания θ° в градусах угла поворота коленчатого вала, число оборотов в минуту коленчатого вала двигателя, состав отработавших газов и их температура t_r , максимальные давления цикла $p_{цк}$ и давление конца сжатия $p_{ск}$, расход генераторного газа V_r , его состав, температура газа по выходе его из газогенератора $t_{гг}$, температура паровоздушного дутья t_d , расход твердого топлива G_r и давление в различных частях газогенераторной установки.

Число оборотов коленчатого вала двигателя определялось по центробежному тахометру, установленному на двигателях, и периодически проверялось ручным контрольным тахометром. Хотя судно оборудовано системой дистанционного управления из ходовой рубки, регулирование режимов работы главных двигателей во время испытаний производилось из машинного отделения. Управление реверс-редуктором всегда осуществлялось из ходовой рубки.

Опережение зажигания определялось по моменту проскакивания электрической искры в запальной свече относительно углового положения коленчатого вала на работающем двигателе. Для определения момента зажигания оба двигателя газохода были оборудованы электростробоскопическим устройством, состоящим из градуированной, изолированной от массы шкалы, расположенной над соединительной муфтой коленчатого вала. От провода свечи первого цилиндра (считая от маховика) через переключатель сделан был отвод к шкале. На вращающейся муфте укреплялось заземленное острие, проходившее при вращении вала на расстоянии 3 мм от шкалы. При включении этого устройства, ток высокого напряжения от распределителя магнето направляется к шкале и в определенный момент пробивает воздушный зазор, уходя на массу через вращающееся с валом острие. Искра всегда проскакивает при определенном угловом положении вала и кажется для наблюдателя стоящей на месте у какого-либо деления шкалы.

Изменение момента зажигания производилось изменением положения рычага прерывателя магнето. Каждое положение рычага прерывателя было предварительно протарировано по углу поворота коленчатого вала. Тарировка в пределах от $\theta = 15^\circ$ до $\theta = 50^\circ$ дает прямолинейную зависимость θ от угловых положений рычага прерывателя.

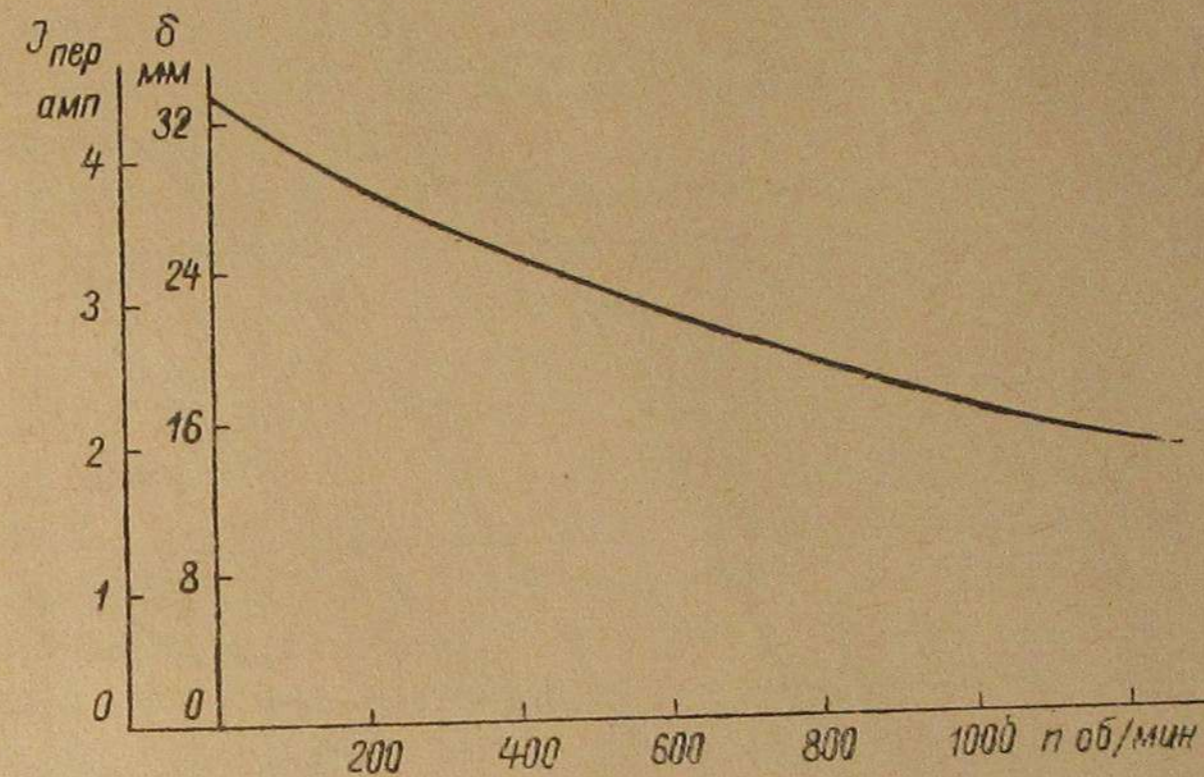


Рис. 1.

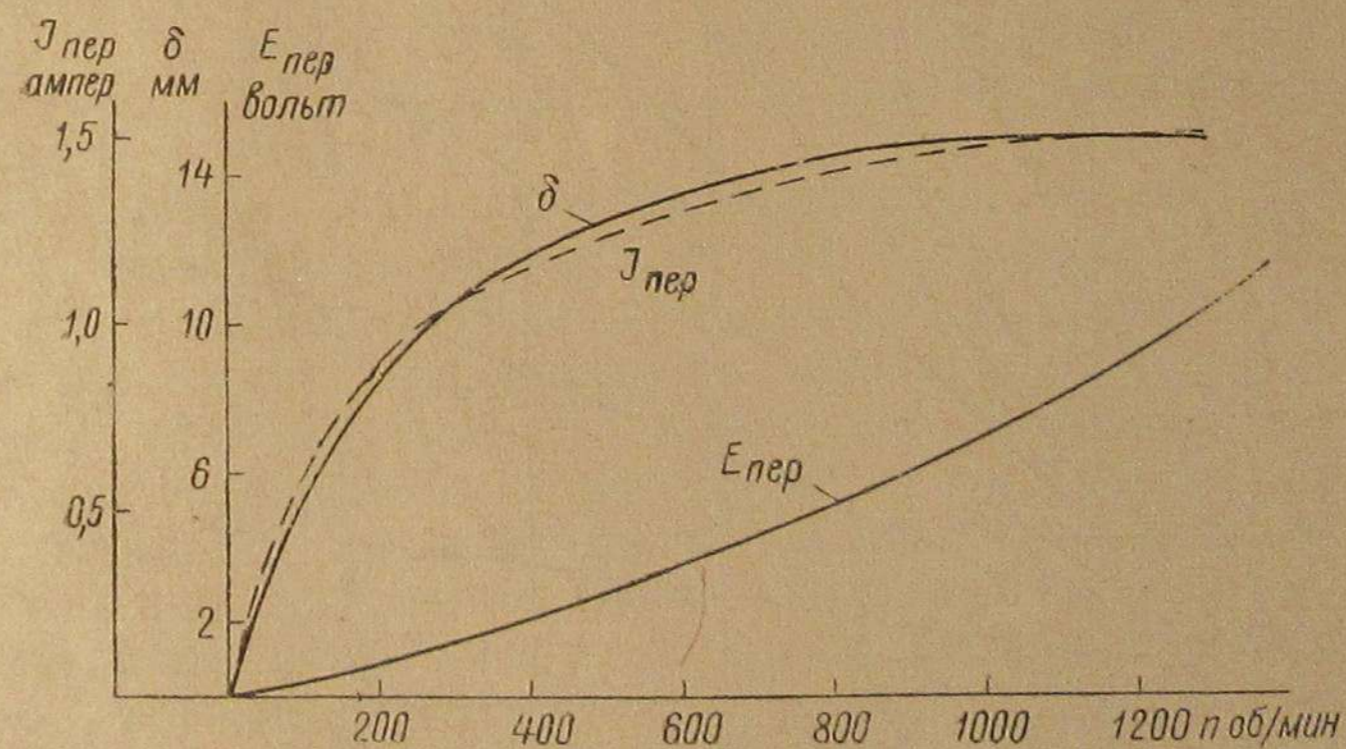


Рис. 2.

С целью определения основных параметров системы зажигания снимались характеристики магнето при его работе системой батарейного зажигания и при работе как магнето высокого напряжения. Питание системы батарейного зажигания производилось от аккумуляторной батареи типа ЗСТ-80 при $E_{акк} = 6$ вольт. Высокое напряжение подавалось на шесть трехэлектродных ионизированных разрядников размером искрового промежутка $\delta_0 = 7$ мм, которое изменялось по ходу испытания.

Рабочая характеристика при батарейной системе зажигания представлена на рис. 1, а на рис. 2 рабочая характеристика при

работе магнето высокого напряжения. По абсциссам отложено число оборотов в минуту якоря магнето. Из сравнения рабочих характеристик видно, что при пуске двигателя и при работе его на малых оборотах напряжения, развиваемое системой батарейного зажигания, как и следовало ожидать значительно больше, чем при магнето, работающем с высоким напряжением. Магнето, работая

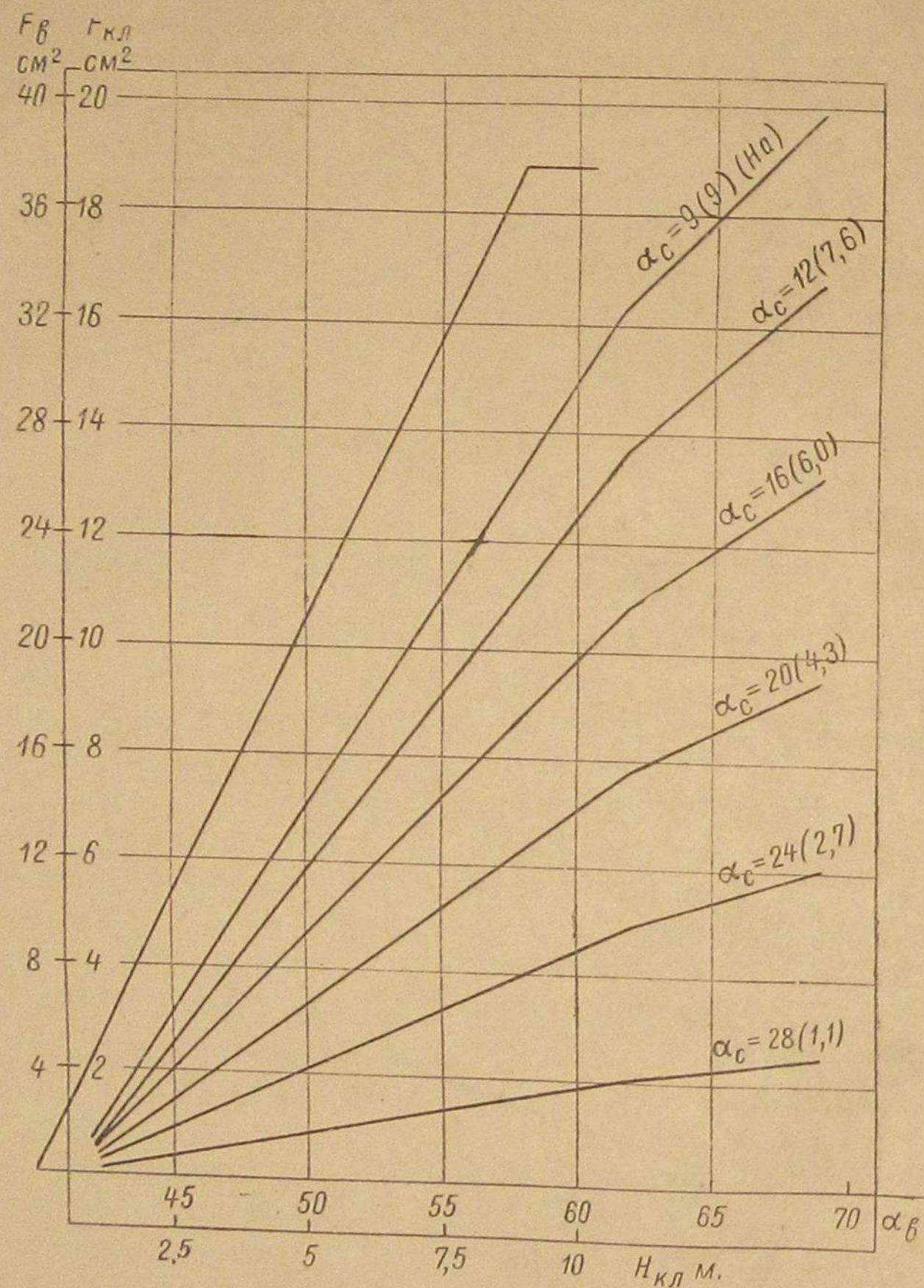


Рис. 3.

системой батарейного зажигания, питаясь током низкого напряжения от аккумулятора 6 вольт при 20 об/мин. якоря создает устойчивые разряды величиной до 33 мм. При этом сила тока в первичной цепи равна 4,4 ампера. С увеличением оборотов, развиваемое напряжение и сила тока в первичной цепи падают, но и при 800 об/мин. якоря, создаются устойчивые разряды величиной 19 мм, при соответствующей силе тока в первичной цепи 2,5 ампера.

При работе на нормальных и повышенных оборотах двигателя

напряжение, развиваемое при батарейном зажигании, сильно падает и оказывается значительно меньшим, чем напряжение, развиваемое при работе магнето высокого напряжения. Вследствие этого, при батарейном зажигании могут возникнуть перебои в работе запальных свечей у двигателя, развивавшего нормальные обороты. Минимальные обороты устойчивой работы магнето при стандартном разряднике $\delta_0 = 7$ мм — 180 об/мин.

Для выяснения условий работы установленного на двигателе смесителя было предварительно исследовано изменение проходных сечений для газа и воздуха.

На графике рис. 3 даны изменения проходных сечений для воздуха $F_{\text{в}}$ в зависимости от углов положения рукоятки поста управления $\alpha_{\text{в}}$ и изменение проходных сечений для газа $F_{\text{кл}}$ в зависимости от подъема газового клапана $H_{\text{кл}}$.

Поскольку подъемы газового клапана связаны с подъемом воздушного золотника, то при воздействии сервомотора регулятора на смеситель происходит одновременное изменение как $F_{\text{в}}$, так и $F_{\text{кл}}$. Поэтому на графике зависимости $F_{\text{в}} = t(\alpha_{\text{в}})$ даны для различных положений газового клапана $H_{\text{кл}}$ (отмечено в скобках при каждом значении положения рычага сервомотора $\alpha_{\text{с}}$).

Для того, чтобы выяснить, как изменяются совместно проходные сечения для газа и воздуха при заданном положении рукоятки управления воздухом $\alpha_{\text{в}} = 53^\circ$ на графике рис. 4 даны изменения $F_{\text{кл}}$ и $F_{\text{в}}$ в зависимости от положения рычага сервомотора (т. е. в зависимости от нагрузки). На этом же рисунке проведено изменение отношения $F_{\text{кл}}/F_{\text{в}}$.

Перед началом испытания была измерена степень сжатия, которая при диаметре цилиндра $D = 222$ мм составила $\varepsilon = 8,4 - 8,6$.

В разные периоды испытания буксирных газоходов серии «400» нами использовалось различное топливо. В 1948 г. все основные испытания производились на журиномском полукоксе, поскольку стоял вопрос о выяснении возможности его применения. В этот же период испытания проводились на различных сортах антрацитов, которые не дали положительных результатов. Исходя из этого после опробования полукокса и положительных результатов — это топливо было принято за основное, впредь до решения вопроса о выборе пригодного сорта антрацита, который следовало установить последующими испытаниями.

При испытаниях применялся полукокс, отмытый от недопала и породы. После отмывки, анализом были определены следующие показатели этого вида топлива: золы на сухое топливо 5,02%, летучих на горючую массу 8,02%, смолы следы (0,3%). Потери полукокса с отмывкой составили 10%. Влажность отмытого и высушенного на открытом воздухе полукокса порядка 12—15%. Средний состав рабочего топлива: С — 73%; H_2 — 1,76%; N_2 — 1,84%; O_2 — 2,8% и S — 0,5%.

По данным испытаний средний состав генераторного газа при нормальной работе характеризуется следующими составляющими:

CO₂ — 5,0%; O₂ — 1,0%; CO — 25,0%; H₂ — 14,86% и N₂ — 54,14%. Задаваясь потерями с провалом в количестве 1—2%, средний выход газа с 1 кг топлива можно принять равным $v = 4,4 \text{ м}^3/\text{кг}$.

Расход газа двигателем определялся как по расходу топлива, так и непосредственным измерением с помощью дроссельной шайбы, помещенной перед сухим фильтром. Поскольку перед двигателем установлен большого объема ресивер, пульсация газового столба на замерах расхода газа не сказывалась. Диафрагма была запроектирована и выполнена согласно правилам № 169 Главного управления мер и весов. Температура газа выходящего из газогенератора измерялась по термопаре, температура паровоздушного дутья по дальномерному термометру манометрического типа. Давления в газовой системе измерялись водяными пьезометрами.

После наладочных испытаний газосиловых установок нескольких однотипных газоходов перешли к подробному испытанию газохода № 462. Испытания газохода были начаты с проведения регулировочных испытаний.

Сначала определялась наивыгодней-

шая температура паровоздушной смеси, подаваемой под колосники газогенератора. Чтобы свести к минимуму влияние количества расходуемого газа и стабилизировать работу газогенератора, один из главных двигателей все время работал на полной мощности. Замеры производились на другом двигателе на разных режимах (по винтовой характеристике). Задавались $t_d = 50, 60$ и 70°C . Для каждой температуры дутья устанавливались несколько режимов нагрузки путем изменения числа оборотов коленчатого вала. Для каждого режима подбирались наивыгоднейшее опережение зажигания и состав газовой смеси. Изменение параметров отложено в функции от числа оборотов коленчатого вала двигателя. Как видно из графика (рис. 5), с увеличением температуры паровоздушного дутья, заметно увеличивается расход газа v_r и давле-

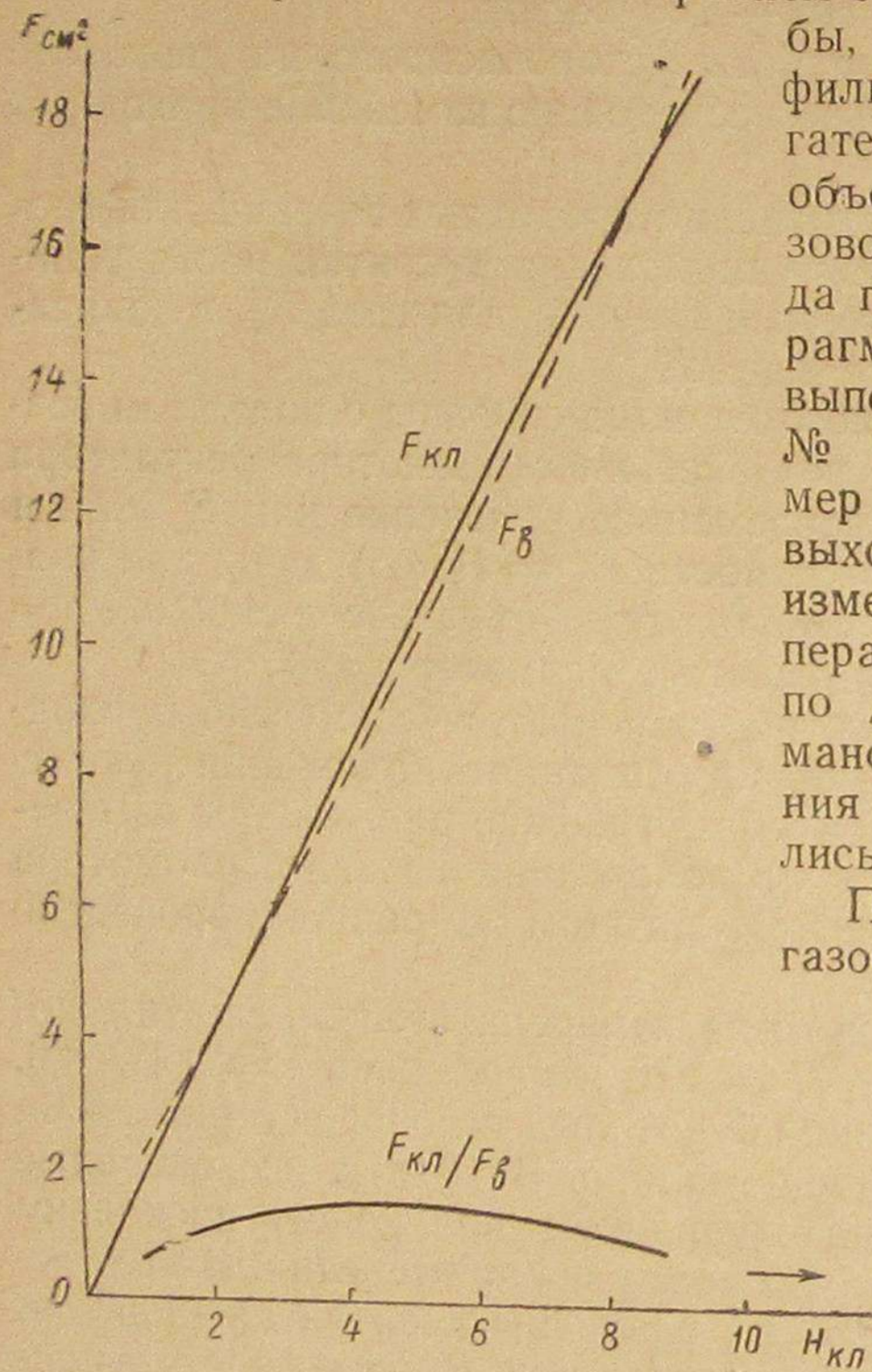


Рис. 4.

ние цикла $p_{цк}$. На этом же графике показаны кривые оптимальных моментов зажигания (опережение θ), температуры отработавших газов $t_{от}$. Последние практически не изменяются при разных регулировках дутья.

Изменение количества генераторного газа, потребляемого двигателем на одном и том же режиме при различной температуре дутья объясняется изменением состава газа, а следовательно, и его теплотворности. Чтобы установить влияние дутья на состав генераторного газа производились соответствующие анализы. С увеличением температуры дутья с $t_d = 50^\circ\text{C}$ до $t_d = 70^\circ\text{C}$ очень

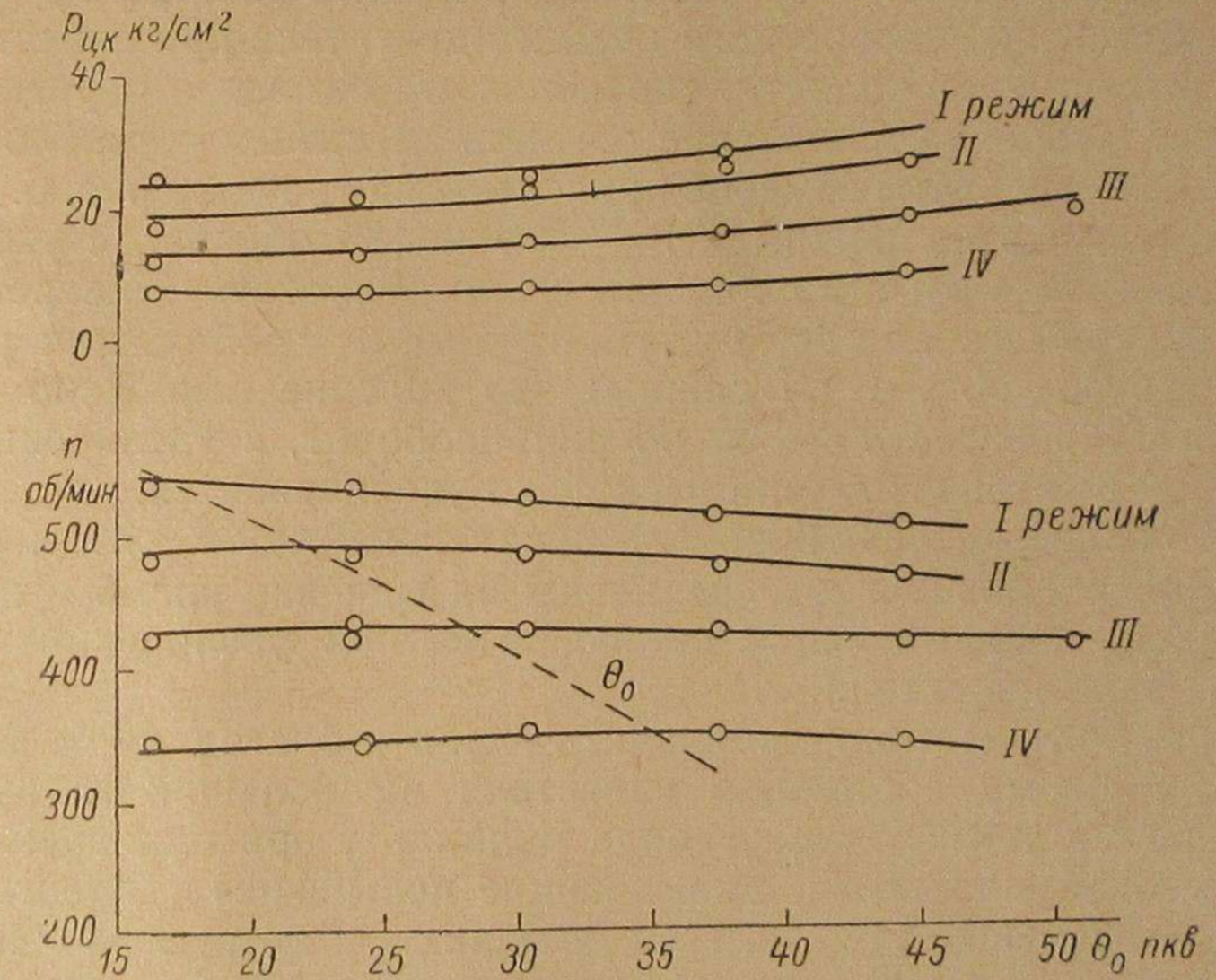


Рис. 5.

резко снижается содержание основной горючей составляющей генераторного газа — окиси углерода CO — с 28% до 22%. Повышение количества водорода H₂ сравнительно небольшое. Изменение содержания O₂ в газе в пределах точности анализов, остается неизменной, что и следовало ожидать, так как эта величина характеризует собой подсос воздуха через неплотности.

В результате изложенного теплотворная способность газа H_н заметно снизилась — с 1250 ккал/м³ до 1080 ккал/м³. Изменение H_н в зависимости от t_d приведено также на графике рис. 9.

Эти опыты показали, что при работе газогенератора на полукосе наивыгоднейшей температурой паровоздушного дутья является $t_d = 50^\circ\text{C}$.¹

¹ Наивыгоднейшая температура паровоздушной смеси поступающей в газогенератор при работе газогенератора на полукосе зависит от влажности полукоса. При уменьшении влажности до 5—10% наивыгоднейшая температура паровоздушной смеси достигает 70—75°C.

Во время испытаний было установлено, что с увеличением одновременно нагрузки и числа оборотов оптимальное опережение зажигания Θ_0 уменьшается. Столь необычное протекание Θ_0 было проверено дополнительной серией испытаний, для чего были заданы следующие режимы работы двигателя: $n = 530, 485, 435$ и 350 об/мин. Температура t_d поддерживалась равной 50°C . Каждый скоростной режим устанавливался с поста управления при наименьшем Θ , которое для номинального режима 530 об/мин составляло $15-16^\circ$ до ВМТ. Затем, не меняя установку регулятора, менялось опережение зажигания Θ и фиксировалось устанавливающееся число оборотов n и давления в цилиндре $p_{цк}$. Поскольку изменение скоростного режима двигателя при перестановке Θ не выходило из области, определяемой степенью неравномерности регулятора, то положение органов смесителя оставалось неизменным. Результаты замеров приведены на графике рис. 5. Можно отметить, что на режимах $n = 530$ и 485 об/мин., с увеличением Θ двигатель заметно сбавлял число оборотов. Одновременно росли давления в цилиндре $p_{цк}$. На режиме $n = 435$ об/мин (близком к нагрузке 50% — III режим) это явление выражено менее заметно. На режиме $n = 350$ об/мин наоборот, с увеличением Θ скоростной режим двигателя несколько увеличивается.

Наибольшие числа оборотов, характеризующие оптимальное опережение зажигания Θ_0 , соединены на графике рис. 5 пунктирной кривой, показывающей снижение Θ_0 при увеличении числа оборотов вала двигателя.

Эти результаты можно объяснить тем, что благодаря более высокому тепловому состоянию двигателя на больших нагрузках, увеличивается температура заряда цилиндра, при одновременной более высокой плотности, вызывающие повышение скорости сгорания газовой смеси. При больших Θ быстрый рост давления сгорания до ВМТ сопровождается отрицательной работой в этой части цикла. С этим связано понижение индикаторной мощности и снижение числа оборотов у двигателя соединенного с гребным винтом. При меньших нагрузках, снижаются температура и плотность заряда цилиндра, ухудшаются условия горения и требуется увеличивать опережение зажигания.

Влияние регулировки газовой смеси на состав смеси и работу двигателя определялось отдельной серией испытаний. При этом температура дутья и опережение зажигания для каждого условия принимались постоянными. Результаты замеров приведены на графике рис. 6, на котором по оси абсцисс отложены угловые положения рукоятки управления воздухом. Скоростной режим двигателя был установлен $n = 500$ об/мин. По мере обогащения смеси за счет уменьшения проходных сечений для воздуха в смесителе число оборотов двигателя сначала несколько увеличивается, при одновременном снижении проходного сечения для газа в смесителе. Это указывает на то, что до известного предела, пока улучшается состав смеси повышается мощность двигателя.

Состав смеси при этом характеризуется коэффициентом избытка воздуха близким к $\alpha = 1,2$. Наивыгоднейший режим регулировки по воздуху оказался при положении рукоятки воздушного золотника $48-50^\circ$, что совпадает с регулировкой, найденной при наладочных испытаниях без каких-либо дополнительных замеров. При

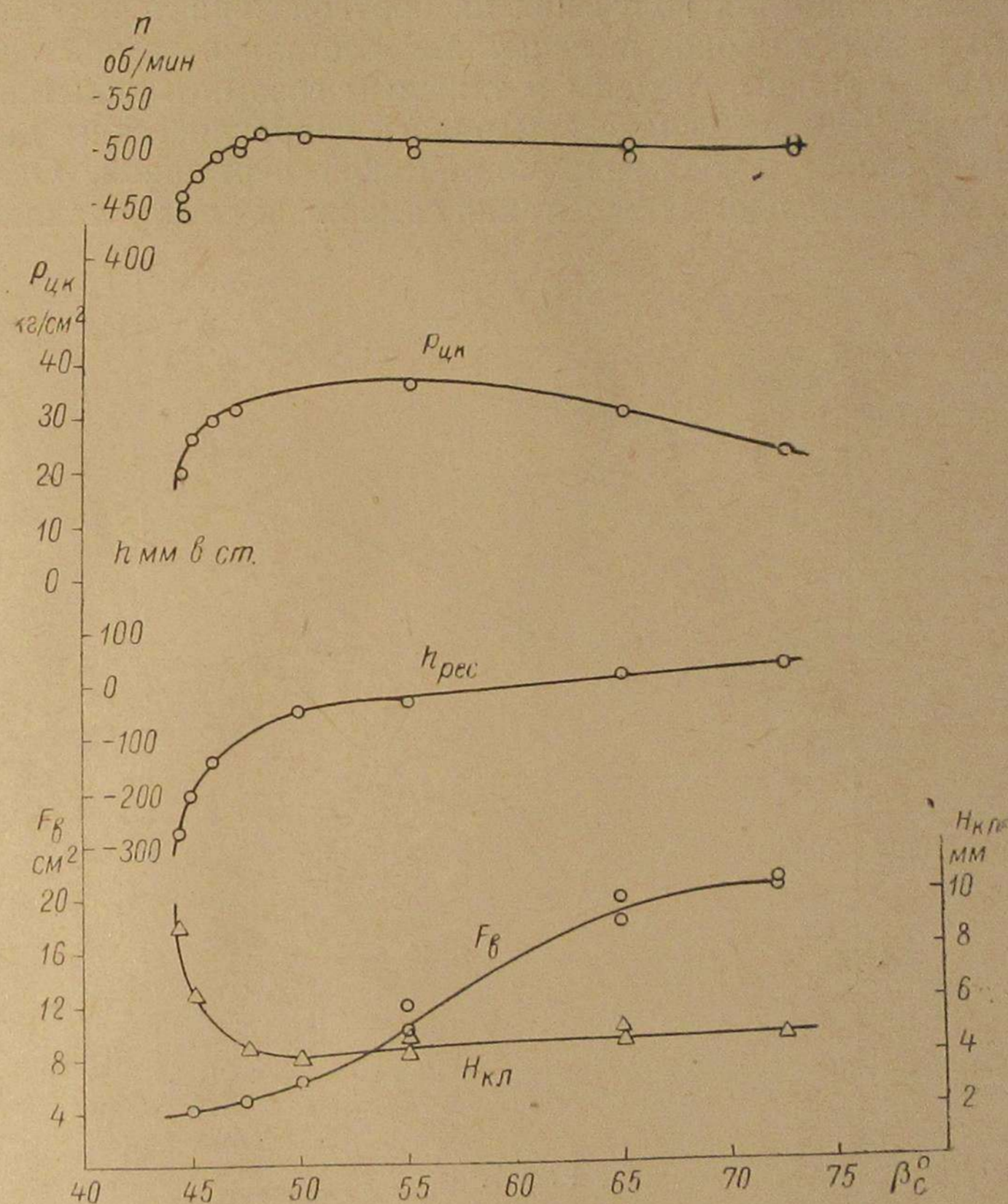


Рис. 6.

дальнейшем обогащении горючей смеси за счет уменьшения сечения воздушных каналов смесителя, сгорание ухудшилось и мощность двигателя падала.¹ В действие входит регулятор, увеличивающий поступление газа. Газовый клапан сильно приподнимается (кривая $H_{кл}$). Однако несмотря на значительное увеличение расхода газа эффективность процесса сгорания ухудшается настолько, что не может быть обеспечена неизменность мощности двигателя.

¹ Указанное падение мощности двигателя вызывалось, очевидно, только тем, что коэффициент избытка воздуха в смеси становился меньше единицы.

Значительные закрытия воздушного золотника создают большое разрежение перед двигателем и в газовой магистрали. Последнее хорошо видно по кривым зависимости разрежения в ресивере $h_{\text{рес}}$ перед смесителем замеренное 6 мм водяного столба.

По окончании регулировочных испытаний, проведены были ходовые испытания для получения паспортной характеристики буксирного газохода. Ходовые испытания слагались из хода порожнем, ходов с легким, средним и тяжелым возами и испытаний на швартовых. Тяговое усилие замерялось гидравлическим динамометром, а скорость хода гидрометрической вертушкой. Одновременно, во время ходовых испытаний замерялся расход топлива.

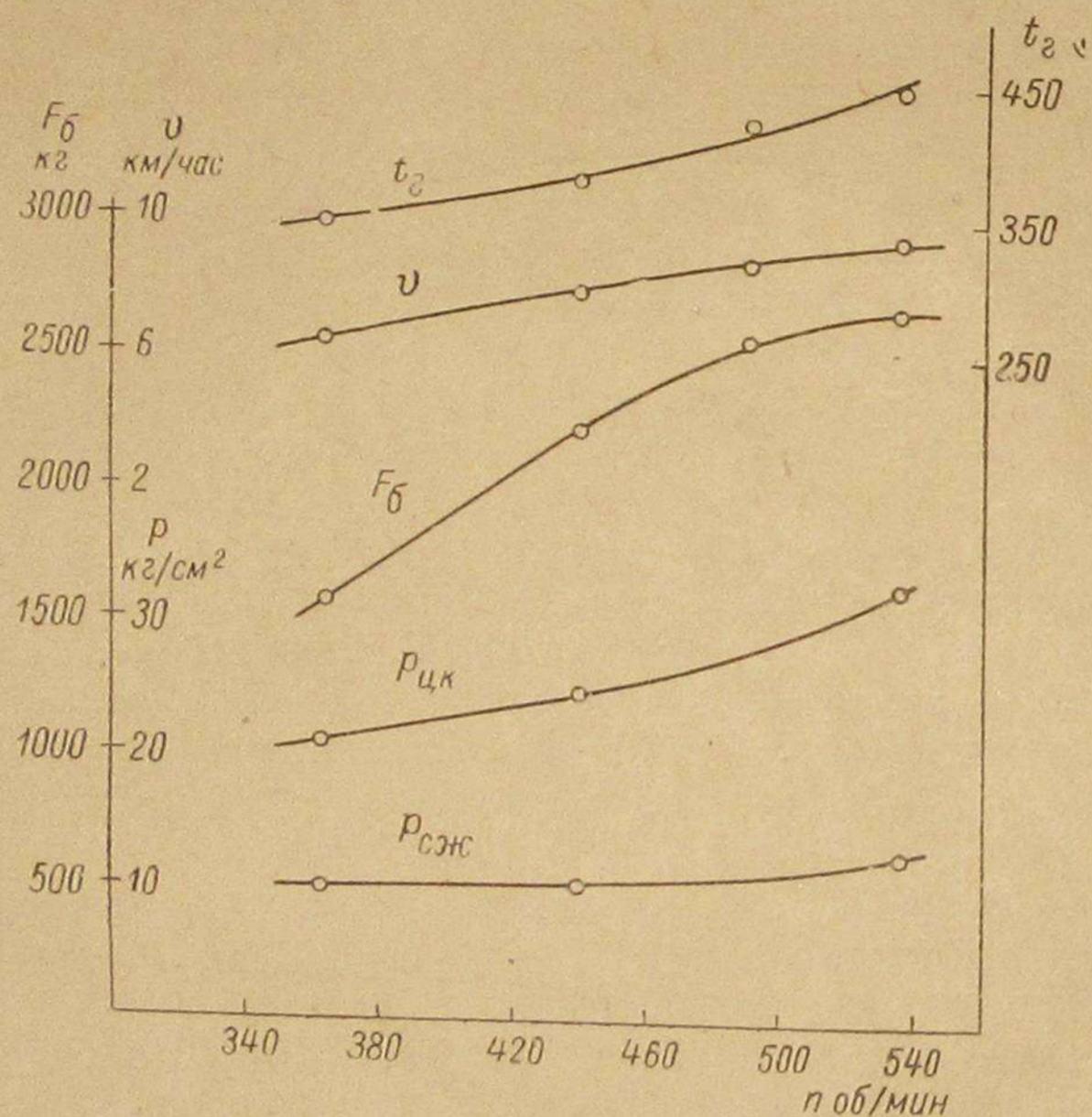


Рис. 7.

При номинальном числе оборотов главных двигателей $n = 530$ в минуту скорость порожнего хода составляла 14,5—14,8 км/час. Расход топлива при этом составил около 160 кг/час. Определившиеся на разных скоростях хода наиболее выгодные опережения зажигания Θ_0 оказались те же, что были найдены во время регулировочных испытаний. Необходимость изменения опережения зажигания в зависимости от числа оборотов главных двигателей, при которых работает судно, является очевидной и обязательной.

Ходовые испытания с легким возом производились в районе Химкинского водохранилища. На буксир был взят грузовой теплоход № ГТ406, имевший на борту 130 т. груза.

Для испытания с средним возом на буксир были взяты три не-

самоходных судна с общим количеством груза 1350 т. Результаты прогрессивного испытания с средним возом приведены на рис. 7. На графике дано изменение тяги на гаке F_b в кг, скорости хода v в км/час., температуры отработавших газов t_r в °C и давлений в цилиндре $p_{цк}$ и $p_{сж}$ в кг/см². Расход топлива составил около 168 кг/час на режиме полной нагрузки.

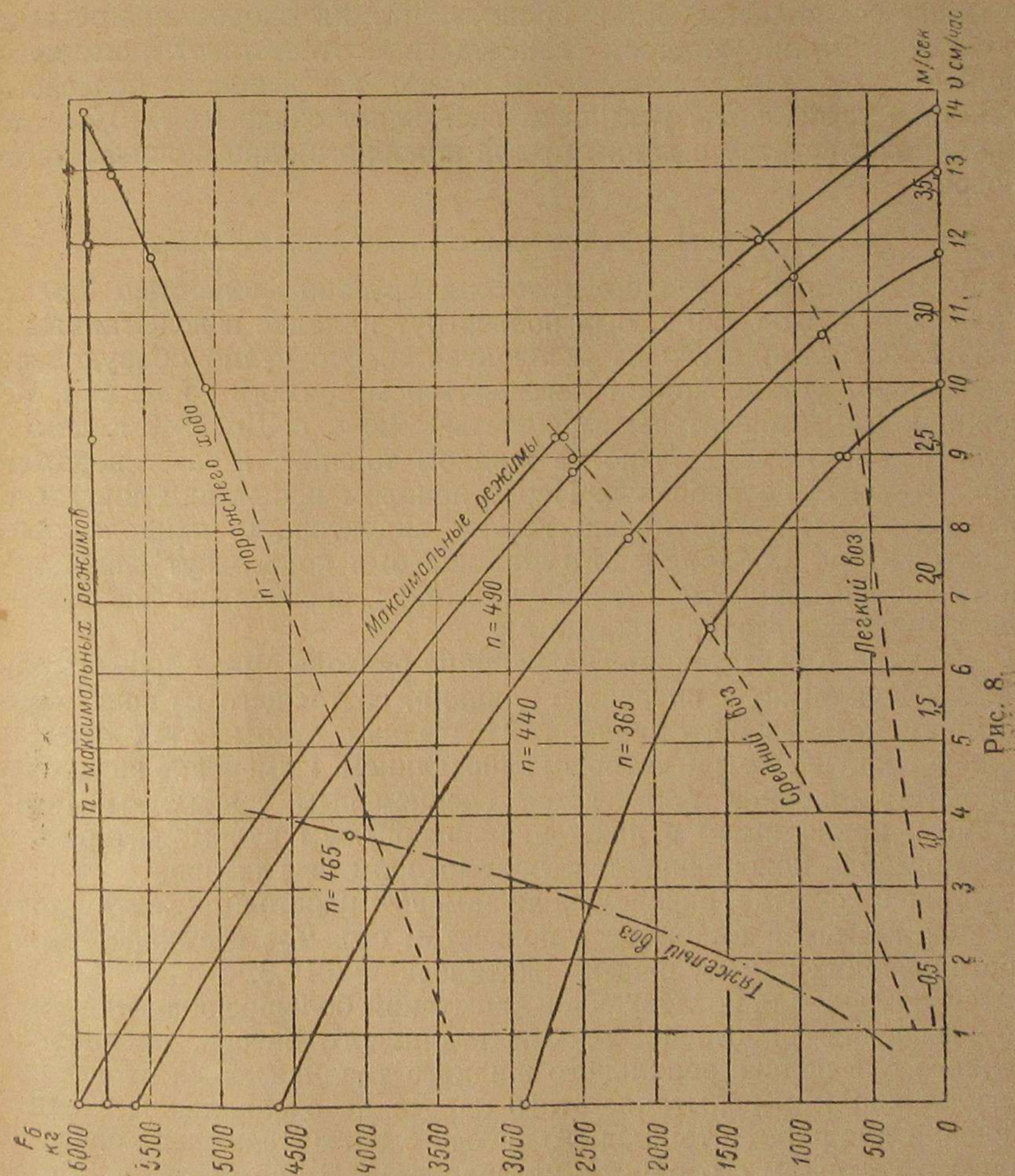


Рис. 8.

Для испытаний с тяжелым возом при числе оборотов обоих главных двигателей $n = 465$ в мин. были получены тяга на гаке $F_b = 4100$ кг и скорость хода $v = 3,75$ км/час. Расход полугокса при ходе с тяжелым возом составил 179 кг/час.

По данным прогрессивных испытаний с разной нагрузкой судна построена тяговая характеристика, изображенная на рис. 8.

Основная зависимость силы тяги на гаке от скорости хода дана для максимальных режимов, при которых изменение числа оборотов валов главных двигателей показано верхней прямой линией.

Остальные зависимости $F_0 = f(v)$ получены при трех значениях оборотов $n = 365; 440$ и 490 об/мин.

Мощности главных двигателей индицированием определить не имелось возможности. Если принять, что на скоростном режиме $n = 530$ об/мин, мощность двигателей соответствует номинальной — $N_e = 300$ л. с., то экономический коэффициент полезного действия газосиловой установки составляет около $0,20-0,22$, что вполне согласуется с данными для подобного типа силовых установок.

II. Газоходы с газожидкостными двигателями

1. Испытание грузового газохода грузоподъемностью 720 т.

Грузовой газоход 720 т. был подвергнут наладке и испытаниям в 1949 г. без вывода его из эксплуатации. Это судно оборудовано газосиловой установкой с газогенератором прямого процесса и газожидкостным двигателем мощностью 300 л. с. До 1949 г. двигатель использовался только на жидком топливе, а газогенераторная установка не работала. Перед началом испытаний двигатель был оборудован ходоуменьшителями индукторного привода, топливный насос для запального топлива был подвергнут специальному лабораторному испытанию на стенде, определены фазы газораспределения, степень сжатия и т. д.

У данного двигателя регулирование расхода смеси производится изменением хода впускного клапана, состоящего из воздушного клапана и газового клапана. Последний открывается относительно воздушного с некоторым запозданием. Изменение величины открытия клапанов достигается специальным рычажным механизмом, приводимым в движение поворотным валом, который в свою очередь поворачивается сервомотором регулятора.

Степень сжатия, определенная замером расстояния между поршнем и крышкой цилиндра и подсчетом объемов всех элементов, составляющих камеру сжатия оказалось $\epsilon = 12,8$.

Поскольку для последующих испытаний большое значение имело выяснение работоспособности топливного насоса, предназначенного для подачи запального жидкого топлива, было проведено регулирование и испытание этого насоса на специальном стенде. Условия для работы топливного насоса были максимально приближены к условиям его работы на двигателе. В частности, для создания давления топлива перед насосом запального топлива, на нем был установлен подкачивающий насос ККАЗ-1 аналогичный подкачивающему насосу на газожидкостном двигателе. Для точной установки регулировочной рейки, последняя была снабжена указателем, а положение ограничительного винта определялось по специальному градуированному диску. Углы поворота кулачкового вала определялись по градуированной шкале. Число оборотов ку-

лачкового вала измерялось тахометром и суммарным счетчиком. Количество нагнетаемого топлива измерялось по стеклянным градуированным мензуркам. Форсунки были отрегулированы на давление открытия 300 атм, соответственно регулировке форсунок на двигателе.

При испытании топливного насоса были определены активные хода плунжера h_0 для разных положений регулировочной рейки, что позволило не только отрегулировать топливный насос на равномерность подачи топлива, но и замерить коэффициенты подачи $\eta_{нас}$. По данным h_0 найдены были теоретические объемы ΔV_T за рабочий ход плунжера. Действительная подача топлива ΔV опре-

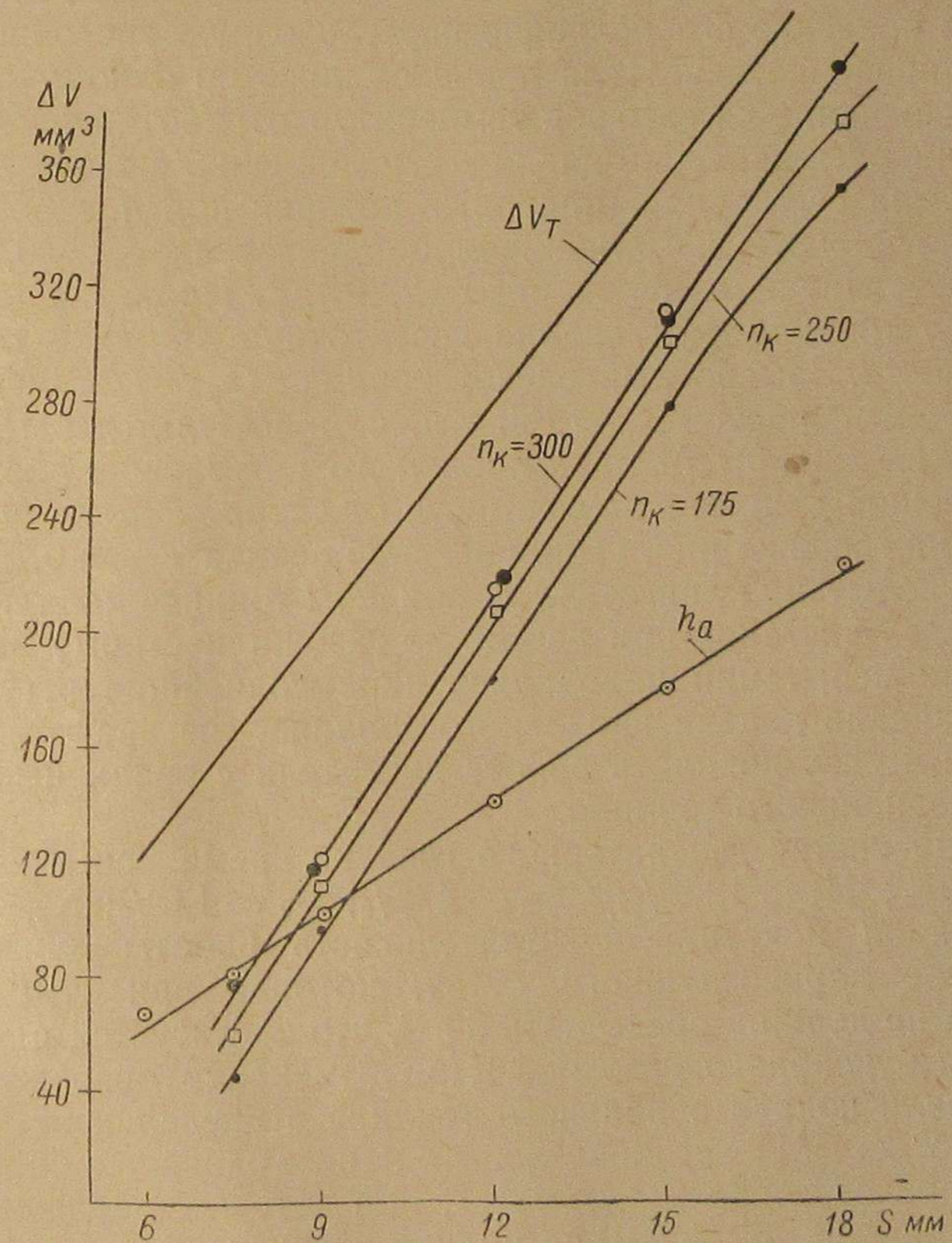


Рис. 9.

делялась для нескольких скоростных режимов. На рис. 9 дан график, на котором приведены по одному из насосных элементов активные хода плунжера h_0 , соответствующие ему теоретические объемы ΔV_T и действительная подача топлива ΔV для трех чисел оборотов кулачкового вала насоса: $n_k = 175; 250$ и 300 об/мин. Все эти величины нанесены в зависимости от положения S регу-

лировочной рейки. На графике отчетливо видно, как при одной и той же регулировке топливного насоса уменьшается действительная подача при уменьшении скоростного режима, что является следствием, в первую очередь, относительного увеличения утечек топлива через неплотности.

Поскольку испытания силовой установки производились без вывода судна из эксплуатации, все наладочные испытания пришлось проводить также в рейсе Москва — Ярославль и обратно. В течение первого рейса была произведена регулировка двигателя на жидком топливе, проверка всех приборов и испытание на жидком топливе. Начало подачи топлива топливным насосом составляло $\Theta = 22^\circ$ до ВМТ и изменению не подвергалось. Испытание двигателя показало его большую перегрузочную способность.

Индицирование двигателя производилось по одному цилиндру и пользуясь данными замеров температур отработавших газов по всем цилиндрам, давлений цикла $p_{цк}$ и давлений сжатия $p_{сж}$, подсчитана была суммарная мощность, которая при $n = 350$ об/мин составила $N_e = 370$ л. с. Оценивая кпд двигателя $\eta_m = 0,79$, получаем эффективную мощность $N_e = 290$ л. с. Проверка мощности по расходу топлива подтвердила достаточную точность определения мощности. Замеренный расход топлива $G_T = 52,5$ кг/час. Отсюда удельный расход $g_e = 180$ г/л. с. ч. Результаты испытания двигателя на жидком топливе приведены на графике рис. 10. Соответствующие данные в зависимости от скорости хода судна изображены на графике рис. 11 при средней осадке $T_{cp} = 0,75$ м.

После испытаний двигателя на жидком топливе начались регулировочные испытания при работе по газожидкостному циклу. Во время этих испытаний находились наивыгоднейшие регулировки момента начала подачи запального топлива, состава газозоудшной смеси и исследовалась работа двигателя с различными количествами запального топлива.

Средний состав генераторного газа во время испытаний был: $CO - 26,9\%$; $H_2 - 12,9\%$; $CO_2 - 4,3\%$; $O_2 - 1,0\%$; $N_2 - 54,9\%$.

Испытания показали чувствительность работы двигателя к температуре паровоздушного дутья, которая при газификации полукокса не должна превышать $50^\circ C$, что согласуется с данными испытания буксирного газохода. При изменении опережения момента начала подачи запального топлива в пределах от $\Theta = 18^\circ$ до $\Theta = 28^\circ$ до ВМТ установлено, что наивыгоднейшее опережение лежит в пределах $25-27^\circ$ до ВМТ, при которых давление цикла порядка $p_{цк} = 50-52$ кг/см² на полной нагрузке.

Оптимальное положение воздушной заслонки должно быть около полного открытия при подаче газа к двигателю эксгаустером.

Последняя серия регулировочных испытаний позволила выявить влияние количества запального топлива на работу двигателя. Ввиду незначительности расхода запального жидкого топлива и перепуска большого количества его подкачивающим насосом обратно в расходный бак замеры по мерному бачку оказывались

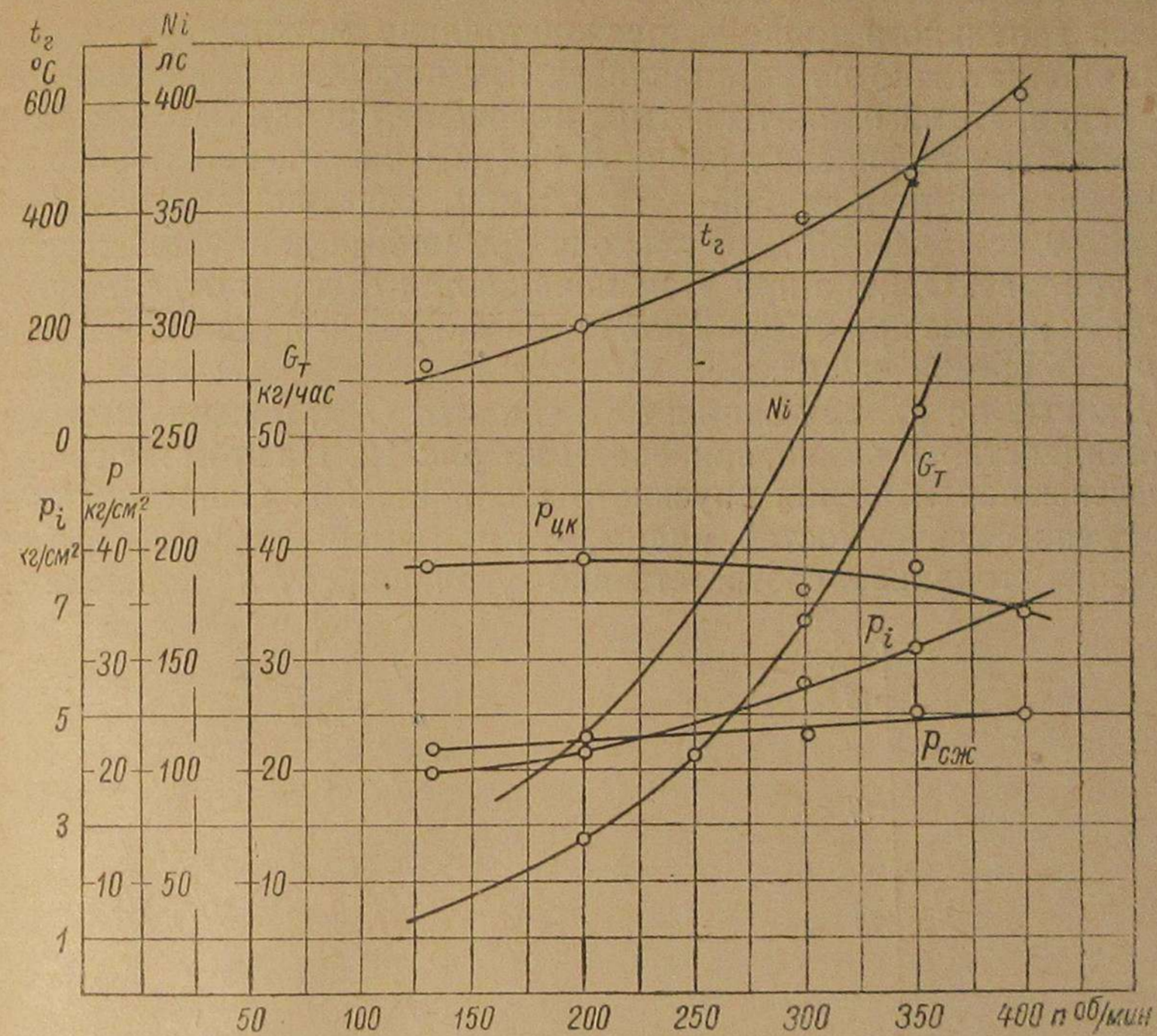


Рис. 10.

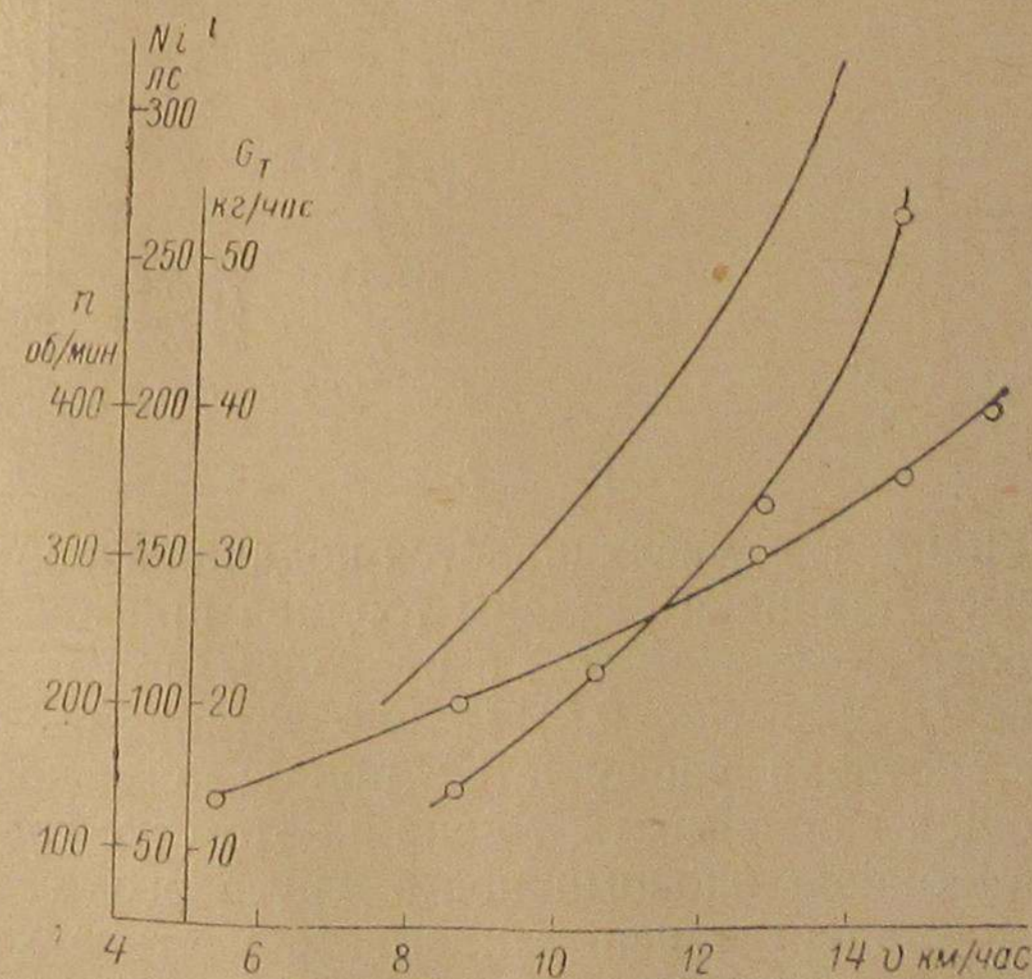


Рис. 11.

затруднительными. Располагая данными стендового испытания насоса запального топлива, расход топлива можно было определить вполне точно по устанавливаемым положениям регулировочной рейки. Были приняты четыре положения рейки $S = 14; 12; 9,5$ и 8 мм. При положении рейки $S = 8$ мм расход запального топлива на режиме $n = 365-375$ об/мин. составил всего $3,1-3,3$ кг/час., т. е. около $4,5\%$ от расхода при работе двигателя на жидком топливе. Однако при этом появляются стуки в отдельных цилиндрах и даже при обедненной смеси давление цикла повышается до $p_{цк} = 55-62$ кг/см².

Данные по замеру запального топлива G_T^3 , расходуемого для газожидкостного цикла, приведены на рис. 12. На этом же графике нанесены перемещения впускного клапана $H_{кл}$. Сопоставляя эти две группы зависимостей, видим, что при уменьшении расхода запального топлива, соответственно увеличиваются перемещения

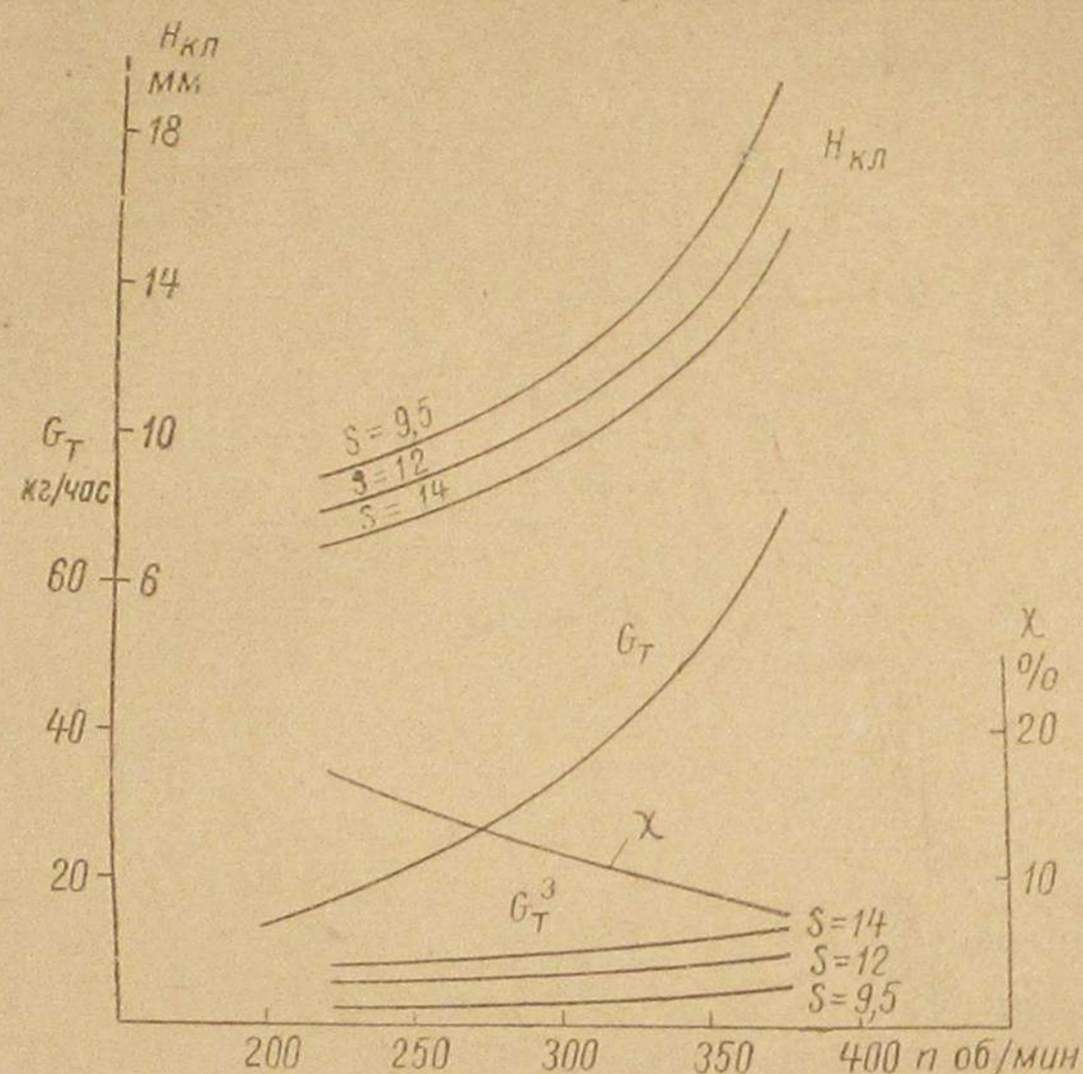


Рис. 12.

впускного клапана, т. е. увеличивается подача газозоудшной смеси в цилиндры. Сравнивая расходы топлива при работе двигателя на жидком топливе (кривая G_T) с расходом при газожидкостном цикле (кривая G_T^3 для $S = 9,5$) можно установить долю запального топлива, которая расходуется при газожидкостном цикле. Соответствующая зависимость χ дана на этом же графике.

Эксплуатационная экономичность грузового газохода была установлена длительным испытанием. За учетное ходовое время 35 час. 12 мин., включая маневры на жидком топливе, израсходовано было жидкого топлива $143,75$ кг, что в среднем составляет $4,08$ кг/час. Двигатель работал только на жидком топливе продолжительностью 2 часа 34 мин. при маневрах и пуске, что составляет

$6,6\%$ всего ходового времени на участке Ярославль — Москва, включая всю шлюзованную систему от Рыбинска.

Замеренный расход запального топлива в течение 30 час. 28 мин. при работе двигателя на газе на режимах $320-330$ об/мин составил $105,3$ кг, что дает в среднем расход запального топлива $3,47$ кг/час.

Таким образом валовая доля расхода запального топлива составила $10,2\%$, а в ходу — $8,3\%$.

Замер расхода твердого топлива производился в течение 28 час. 34 мин. Израсходовано 2426 кг. твердого топлива, что составляет в среднем 85 кг/час. В этот расход входит топливо, сгорающее на стоянках, так как газогенератор не заглушается.

По отдельным замерам, длительностью от 5 до 8 часов на режиме $n = 320$ об/мин., часовой расход твердого топлива составил в среднем 81 кг/час, откуда удельный расход, отнесенный к эффективной мощности, будет около $0,35$ кг/л. с. ч.

2. Испытание буксирного газохода 450 л. с. Буксирный газоход «Московский Большевик» был подвергнут испытаниям в 1950 г., во время которых определялись регулировки двигателя и тяговые показатели судна. В последующем в газогенераторе этого газохода проводились испытания антрацита для выбора наиболее подходящего сорта с точки зрения возможности газификации его.

Шестицилиндровый газожидкостный реверсивный главный двигатель имеет диаметр цилиндров $D = 320$ и ход поршня $S = 450$. Подача газа и воздуха производится так же, как и в газожидкостном двигателе грузового газохода через впускной смесительный клапан, открытие которого изменяется соответственно нагрузке. Для подачи запального топлива применен также отдельный топливный насос.

В порядке подготовки к испытаниям топливный насос для запального топлива был подвергнут регулировке на специальном стенде лаборатории топливной аппаратуры и автоматики МОЦНИИРФа. Ввиду его полной идентичности с испытанным ранее топливным насосом для запального топлива главного двигателя грузового газохода, кроме регулировки определялось влияние давления открытия форсунки на подачу топлива. Установлено было, что при увеличении давления в момент открытия форсунки на 50 атм, при нормальном числе оборотов, подача топлива насосом уменьшалась на 20% , что показывает на его относительно большую изношенность. По этой причине неравномерность подачи топлива по отдельным насосным элементам могла быть снижена с $\delta_{нас} = 28\%$ только до $\delta_{нас} = 9\%$.

Степень сжатия двигателя, определенная измерением, оказалась равной $\epsilon = 13,1$.

Индицирование двигателя производилось по одному рабочему цилиндру. По остальным цилиндрам измерялись максимальные давления цикла и температуры отработавших газов. Одновременно измерялся расход топлива.

Первоначально двигатель был подвергнут регулировке и испытанию при работе его только на жидком топливе, на режиме $n = 350$ об/мин. Последующая регулировка двигателя для работы на жидком топливе не изменялась и была сохранена на весь период испытаний.

В связи с относительно большой изношенностью топливной аппаратуры была большая утечка через неплотности, которые на всех режимах были специально определены.

Поскольку при работе двигателя на жидком топливе продолжительность впрыска топлива больше, вполне очевидно, что абсолютная величина утечек топлива через неплотности при этом должна быть выше, чем при подаче запального топлива, что и подтвердилось при замерах, приведенных в таблице.

Скоростной режим двигателя в об/мин.	Утечки топлива в кг/час.	
	работа на жидком топливе	работа по газожидкостному циклу
200	1,03	0,85
240	1,11	0,95
300	1,20	1,00
350	1,36	1,16
375	1,43	1,20

При испытаниях, фактический расход топлива G_T определялся как разность между замеренным расходом топлива G_T и утечками топлива через неплотности ΔG_T .

Данные замеров и сравнительное определение расходов топлива двигателем при работе на жидком топливе и на газе приведены на рис. 13 для двух нагрузок: ход порожнем и ход с плотом. При номинальном числе оборотов вала двигателя $n = 375$ об/мин. и средней осадке $T_{cp} = 1,39$ м, скорость порожнего хода составила $v = 16,3$ км/час. При $n = 350$ об/мин. — $v = 15,3$ км/час. При ходе с плотом весом 1525 т. и $n = 370$ об/мин, скорость хода составила $v = 3,2$ км/час. При $n = 350$ об/мин — $v = 3,1$ км/час. Соответствующая тяга на гаке $F_6 = 3950$ кг и $F_6 = 3596$ кг. Следует отметить, что при ходе с средними и тяжелыми возами устойчивая работа двигателя на газе не могла быть обеспечена на режимах выше $n = 350-360$ об/мин, при установленной рейке насоса запального топлива $S = 9,5$ мм. Для достижения устойчивого режима $n = 375$ об/мин. приходилось увеличивать на 1 мм выдвигание рейки для увеличения количества запального топлива. Последнее, как видно из графика рис. 13, приводило к резкому увеличению доли запального топлива. Так на режиме $n = 350$ об/мин. доля расхода жидкого топлива χ увеличилась с 5,62% до 8,45%.

Поскольку при работе данного буксира увеличение скоростного режима двигателя с $n = 350$ до $n = 375$ не дает существенного увеличения скорости хода возов и сопровождается повышенным расходом запального жидкого топлива, за нормальный эксплуа-

тационный режим работы принято $n = 350$ об/мин., при котором мощность двигателя, передаваемая на движитель (за вычетом

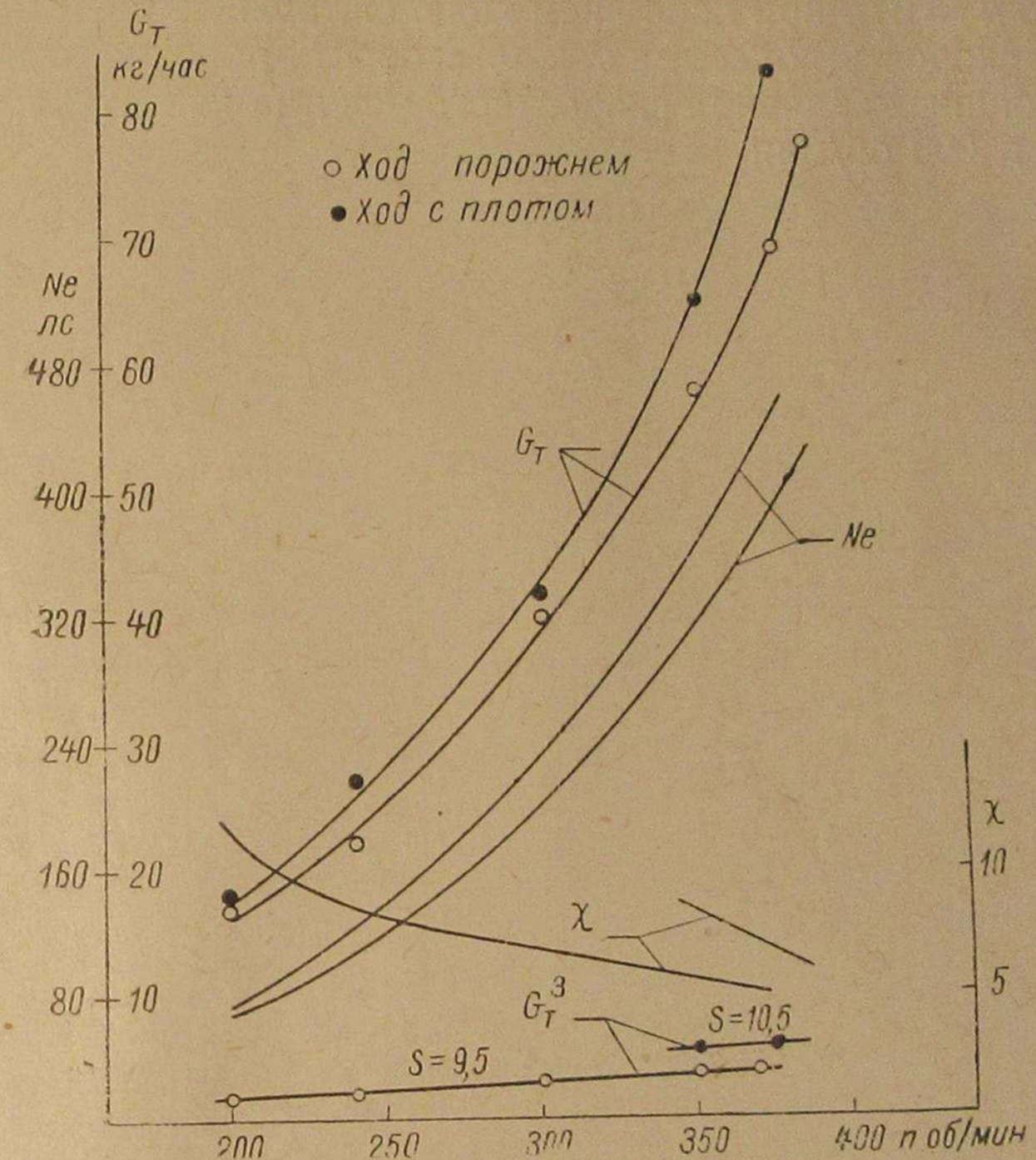


Рис. 13.

мощности, затрачиваемой на вспомогательный электрогенератор, обслуживающий газогенераторную установку), составляет $N_e = 350$ л. с., а расход запального топлива $G_T^3 = 3,66$ кг/час.

При мощности главного двигателя $N_e = 370$ л. с., удельный расход жидкого топлива составляет $g_e = 180$ г/л. с. ч. На этом же режиме при работе по газожидкостному циклу $g_e = 10,2$ г/л. с. ч.

Расход твердого топлива при ходе с плотом иллюстрируется графиком рис. 14, откуда на режиме $n = 350$ об/мин удельный расход топлива будет около $g_e = 0,32$ кг/л. с. ч.

В итоге проведенных ходовых испытаний, на графике рис. 15 дана тяговая характеристика буксирного газохода. На максимальных ре-

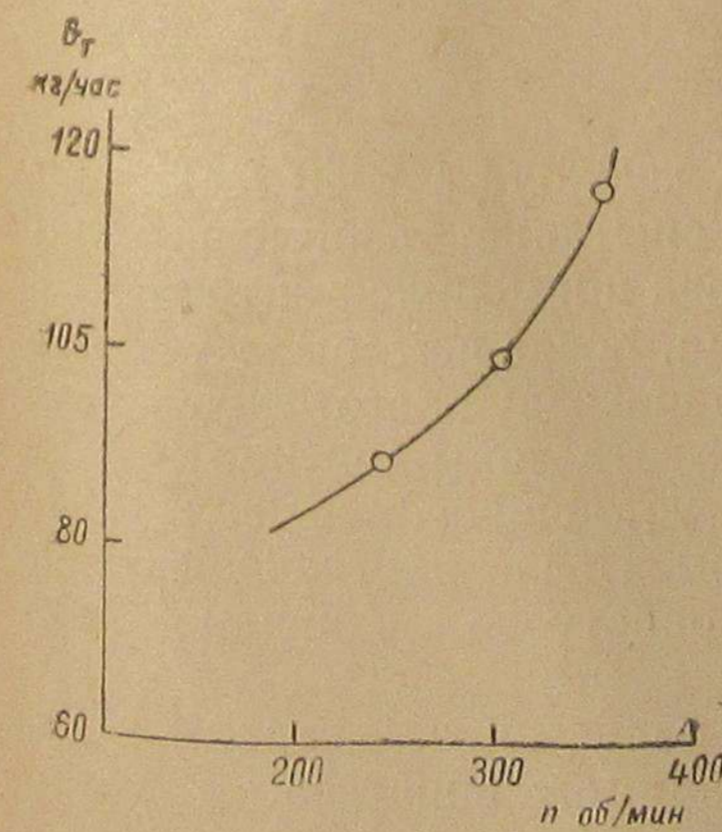


Рис. 14.

жимах при работе только на жидком топливе число оборотов в минуту коленчатого вала двигателя изменяется от $n = 365$ на швартовых, до $n = 375$ при порожнем ходе. Остальные зависимости тяги F_6 от скорости хода v , а также скорости порожнего хода даны для постоянных значений скоростного режима двигателя: $n = 350$; 300; 240 и 200 об/мин.

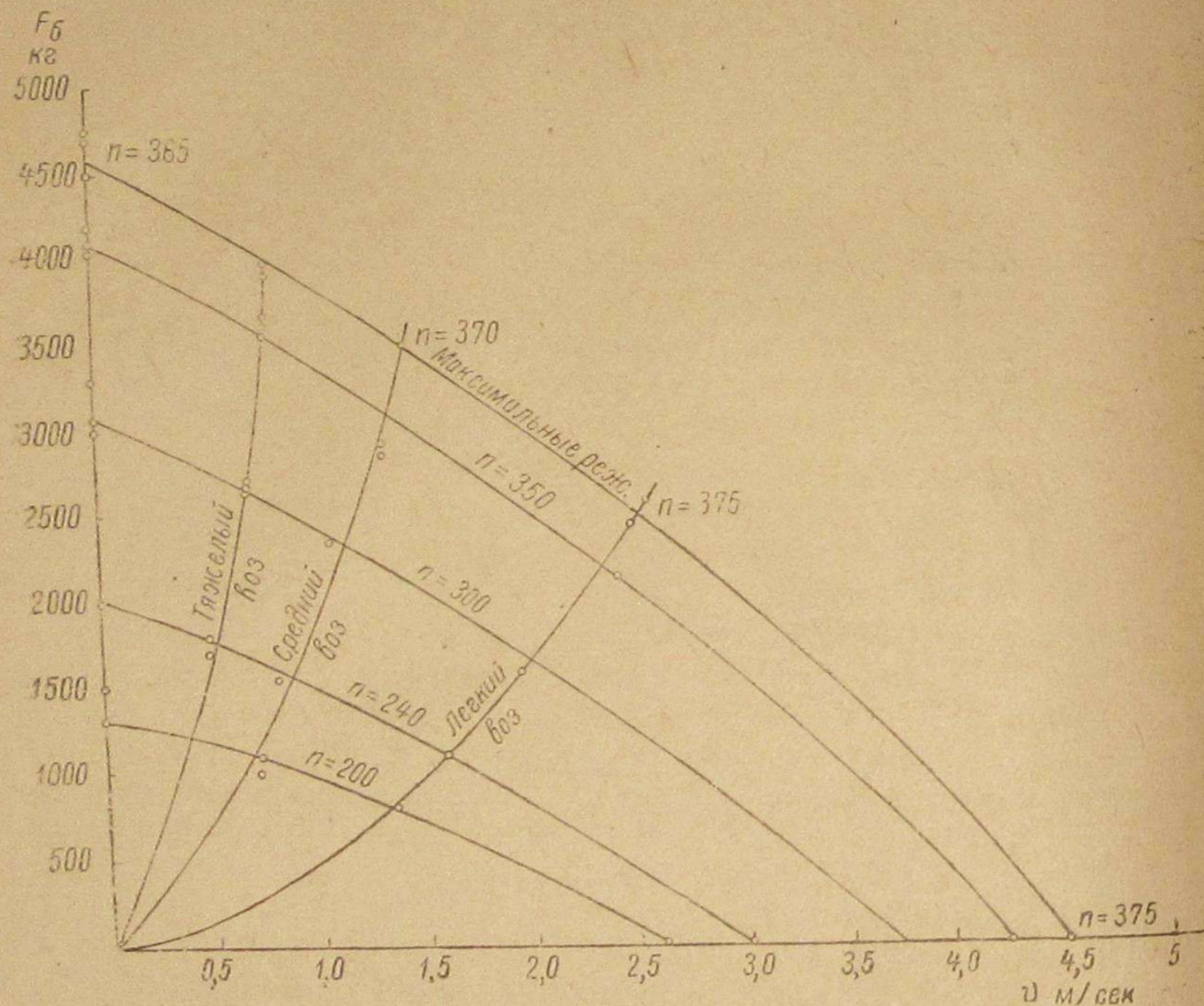


Рис. 15.

В дополнение к испытаниям этого газохода в 1950 г. на полукоксе, было проведено наладочное испытание газогенераторной установки, в которой в качестве топлива применялся антрацит.

Испытания проводились в два этапа, после чего была установлена наивыгоднейшая температура паровоздушного дутья газогенератора $t_d = 65-70^\circ\text{C}$. Средняя высота зоны горения 200 мм держалась устойчиво и двигатель устойчиво развивал 365—370 об/мин. при ходе со средним возом. После длительной стоянки судна (12 часов) перевод его на работу по газожидкостному циклу потребовал 16 мин.

Испытания показали пригодность полученного антрацита для судовых газогенераторных установок прямого процесса.

С. К. Брыков

Канд. техн. наук

ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ 300-СИЛЬНЫХ СУДОВЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

Применение мощных судовых газогенераторных установок представляет в настоящее время большой практический интерес. Начиная с 1936 г., речной флот Советского Союза непрерывно пополнялся новыми газосиловыми установками, работающими на различных видах топлива — древесина, полукокс, антрацит и бурый уголь. Однако это пополнение долгое время шло за счет газоходного флота малой мощности, порядка 60—120 л. с. и только за последние годы в эксплуатацию были введены газосиловые установки мощностью до 450 л. с.

Дальнейшее строительство мощных отечественных газоходов требует создания высокопроизводительных и малогабаритных газогенераторов, работающих на антраците или полукоксе, отвечающих особенностям их эксплуатации в судовых условиях.

Очевидно, что прежде чем приступить к проектированию мощного компактного судового газогенератора, необходимо установить оптимально допустимые габаритные размеры газифицируемого объема топлива и добиться устойчивости процесса. Объем газифицируемого топлива зависит от двух взаимно-связанных параметров: а) интенсивности процесса и б) высоты активной зоны. Интенсивность процесса в свою очередь зависит не только от рода и вида топлива, но и в большей степени от конструкции колосниковой решетки. Поэтому все современные судовые и стационарные газогенераторы, работающие по прямому процессу с производительностью выше 600 н.м³/час газа, как правило, имеют механические решетки, обеспечивающие возможность повышения интенсивности процесса газификации.

Кроме того, механические решетки значительно улучшают производственные показатели работы генератора, повышают качество выработываемого газа и облегчают труд обслуживающего персонала.

Независимо от вида газифицируемого топлива и режима работы газогенератора к механическим решеткам предъявляются следующие основные требования:

1. Решетка должна равномерно распределять паровоздушную смесь по всему сечению слоя топлива.
2. Решетка должна поддерживать нижнюю часть топлива в состоянии непрерывного и медленного движения.

3. Паровоздушные каналы решетки при ее вращении в слое топлива не должны засоряться и забиваться угольной мелочью и шлаком.

4. Решетка должна давать наименьшее сопротивление проходу паровоздушной смеси.

5. Решетка должна производить равномерное рыхление и удаление шлака.

В зависимости от способа удаления шлака из газогенератора, механические решетки могут быть разделены на две основные группы. К первой группе относятся решетки, у которых шлакоудаление производится самими колосниками. Для удаления шлака в данном случае решетка имеет диаметр почти равный диаметру газогенератора. Сама решетка эксцентрично расположена относительно оси газогенератора и непосредственно крепится к поддону зольной чаши. Поддон приводится во вращение передачей, состоящей из червяка и зубчатого колеса.

Опыт эксплуатации показал, что во всех этих решетках отверстия, служащие для прохода паровоздушной смеси, забиваются угольной и шлаковой мелочью. Это в свою очередь вызывает неравномерное распределение паровоздушной смеси по сечению газогенератора, повышение сопротивления и снижение теплотворности газа. Очистка засоренных отверстий при работающем газогенераторе не представляется возможной и может быть осуществлена только при удаленном из газогенератора топливе. Для дробления и удаления шлака конус колосниковой решетки смещен по отношению к оси газогенератора до 90—100 мм. В отдельных случаях это смещение доходит до 150 мм. Процесс удаления шлака в таких решетках осуществляется следующим образом: при вращении чаши слой шлака, лежащий на ней, захватывается действием силы трения и вращаясь увлекает за собой вышележащий слой. Одновременно с удалением шлака происходит опускание всего слоя топлива, находящегося в генераторе. Благодаря эксцентриситету решетки происходит некоторое сдавливание шлака, лежащего по краям генератора. При этом крупные куски шлака разбиваются решеткой и поступают в нижнюю часть поддона. Движение шлака в генераторе осуществляется по некоторой спирали от центра к периферии и далее проходит под фартук, погруженный в водяной затвор. При вращении чаши шлак на своем пути встречает наклонно установленный нож, с помощью которого и выбрасывается в специально-установленный жолоб. Нож может быть установлен на разной высоте при помощи ручного механизма, состоящего из штока с ленточной нарезкой и гайки. К наиболее существенным недостаткам механических решеток, принадлежащих к первой группе, в первую очередь следует отнести:

а) при большом диаметре решетки создаются условия, способствующие образованию периферийного газа с малой теплотворностью. Попытки создания комбинированной решетки, в которой

бы часть паровоздушной смеси подводилась в центре через отверстия в чугунном чепце, не дали положительных результатов;

б) из-за эксцентриситета и большого веса решетки создаются значительные боковые силы, приводящие к быстрому износу наиболее ответственных деталей привода;

в) затруднительно осуществлять осмотр и замену колосников при эксплуатации генератора.

Наличие указанных недостатков ограничило применение механических решеток первой группы на транспортных генераторах.

Ко второй группе решеток относятся центральные решетки, имеющие диаметр равный около 0,2 диаметра генератора, которые нашли наибольшее распространение в судовых газогенераторах. Удаление шлака и угольной мелочи производится специальными ребрами-фрезами, имеющимися на поддоне. Назначение ребер, которые устроены на поддоне, заключается в том, чтобы во время вращения чаши подрезать шлак и тем самым способствовать равномерному опусканию всего слоя топлива и выталкиванию шлака к периферии чаши к установленному ножу. В связи с отсутствием эксцентриситета достигается большая устойчивость всей зольной чаши и меньший износ опорных поверхностей. Благодаря центральному подводу паровоздушной смеси, опасность образования периферийного газа уменьшается. В зарубежной практике последнее время наблюдается применение комбинированных решеток, которые отличаются друг от друга геометрической формой колосников и длиной ребер. Учитывая, что чем меньше диаметр газогенератора, тем больше сказывается отрицательное влияние периферийного газа, следует признать центральную решетку более пригодной для судовых газогенераторов, чем решетки первой группы. Этим и объясняется, что за последнее время в судовых газогенераторах стали применять только центральные решетки, отличающиеся друг от друга конструктивной формой колосников и способом их крепления.

Наибольшее распространение за последние годы в стационарных и судовых газогенераторах получили центральные решетки и решетки с винтообразными поверхностями, находящиеся в эксплуатации на речном флоте. С целью сравнения и выбора наилучшей колосниковой решетки для существующих и вновь проектируемых газогенераторов в ЦНИИ Речного Флота были разработаны и испытаны три типа решеток. Каждая конструкция колосников позволяет производить разборку и сборку их без демонтажа газогенератора и его отдельных узлов. Смена любой детали может быть произведена непосредственно внутри газогенератора. Отдельные детали всех трех типов колосников не превышают 45 кг, что позволяет производить их сборку одному человеку. Весь набор колосников прост в изготовлении и не требует механической обработки, а поэтому может быть изготовлен на любом судоремонтном заводе, где производят чугунное литье.

Указанные преимущества являются основными достоинствами

разработанных типов колосников. Что касается вопросов о распределении паровоздушного дутья по сечению генератора, гидравлического сопротивления, качества вырабатываемого газа, мощности генератора, экономических показателей, устойчивости процесса газификации и др., зависящих от конструкции колосников,

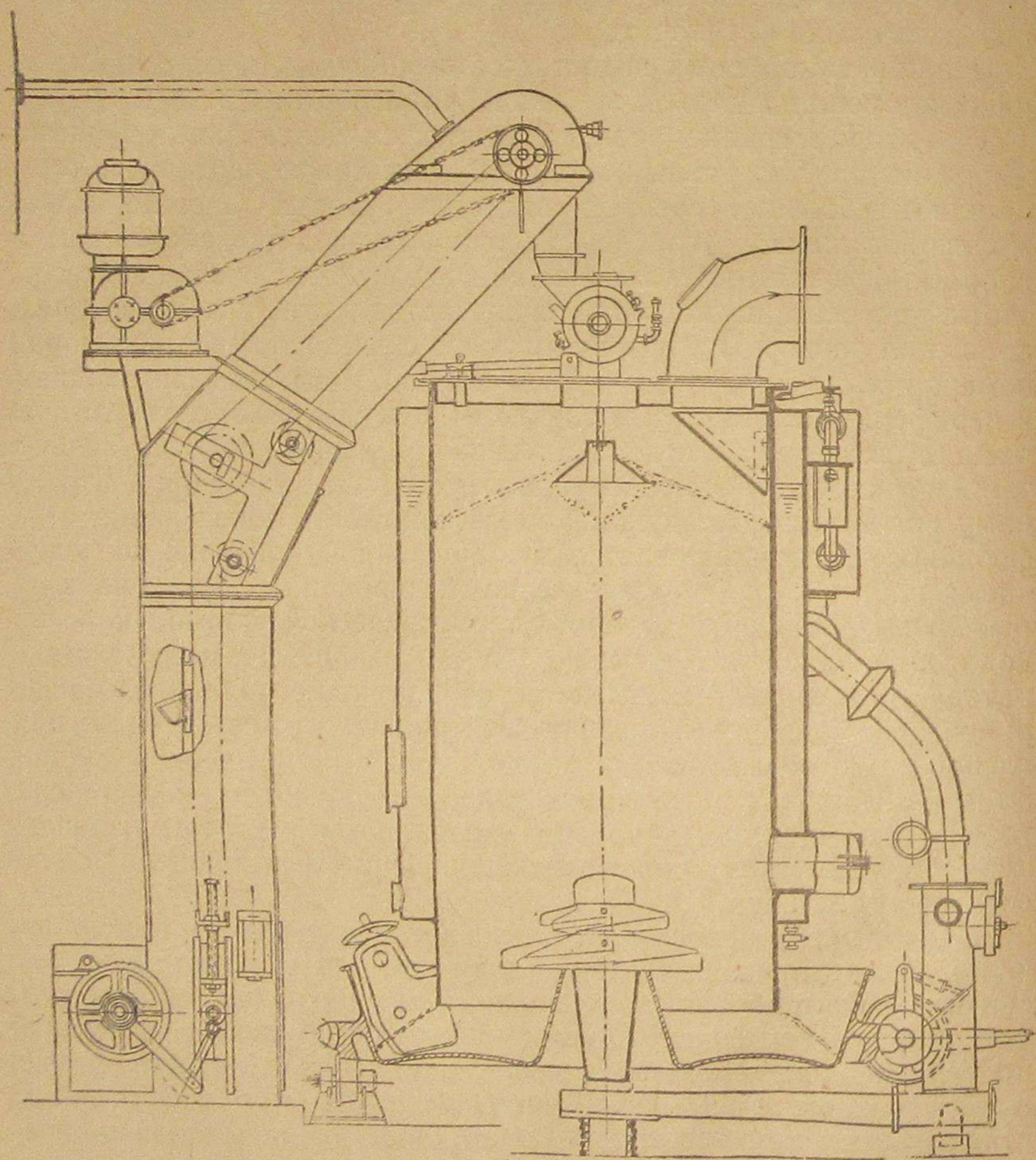


Рис. 1.

то они были решены при непосредственных испытаниях на 300-сильном газогенераторе однотипном тем, которые установлены на газоэлектроходе «Опытный» и на других судах.

Общий вид этого газогенератора представлен на рис. 1. Как видно из рисунка, газогенератор работает по прямому процессу и газифицирует бессмольное топливо: антрацит, кокс и полукокс.

Весь процесс в нем механизирован. Подача топлива из бункера в питатель производится ковшевой норией. Нория и питатель приводятся в действие от электромотора через редуктор. Питатель (дозатор) представляет собою пустотелый цилиндр с прямоугольным отверстием. При наличии отверстия в верхнем положении топливо из бункера поступает в питатель и при повороте его на 180° топливо высыпается в газогенератор. За один оборот питателя в газогенератор подается одна порция топлива весом 5 кг. Колосниковая решетка приводится во вращение также электромотором с помощью зубчатого редуктора, фрикционной и червячной передачи.

При вращении колосниковой чаши шлак из нее выжимается специально установленным для этой цели ножом. Количество поступающего воздуха в генератор регулируется дросселем, имеющимся на воздушном патрубке трубы. Водяной пар из паросборника газогенератора поступает под колосниковую решетку и по пути к подводящей трубе смешивается с воздухом.

На рис. 1 изображена решетка первого типа, которая получила наибольшее распространение на существующих механизированных газоходах. Решетка состоит из трех разъемных колосников, соединенных между собой с помощью особых замков, не имеющих резьбовых соединений. Каждый колосник имеет по две стойки с заплечиками, которыми он заходит в другой колосник и при повороте его эти заплечики попадают под выступ соединенного с ним колосника. Такой способ крепления прост и надежен в эксплуатации. Кроме того, он не требует резьбовых соединений, которые при наличии высоких температур в газогенераторе пригорают и при разборке колосников создают большие затруднения. Имеющиеся на поверхности второго колосника зубцы служат для рыхления шлака и оживления всего слоя топлива, лежащего над колосниками. Все колосники изготавливаются из обыкновенного серого чугуна марки СЧ-15-32. Остальные два типа решеток, разработанные ЦНИИРФом, представлены на рис. 2 и 3, которые по принципу поступления паровоздушной смеси в генератор относятся также к центральным решеткам.

Второй тип решетки (рис. 2) состоит из набора отдельных колосников, между которыми имеются кольцевые отверстия для прохода паровоздушной смеси. В зависимости от количества проме-

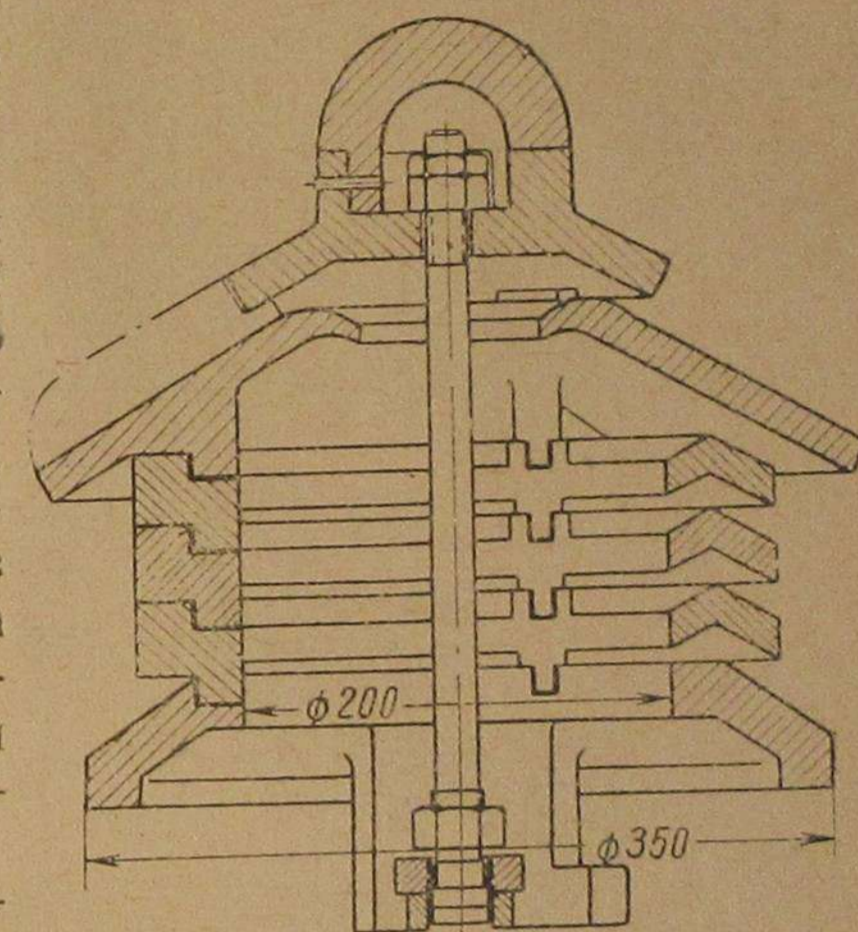


Рис. 2.

жуточных колосников изменяется и общее проходное сечение. Однако, чем больше их, тем больше общая высота решетки и тем больше становится высота газогенератора. В нашем случае количество промежуточных колосников принято — 3 шт. Решетка сблачивается болтом, проходящим через весь набор колосников, и для удобства монтажа и демонтажа гайка расположена в верхней части. Для предохранения от обгорания резьбы, верхняя часть колосников закрыта чепцом, который по бокам шплинтуется тремя шплинтами. Для удаления шлака и оживления всего слоя, нахо-

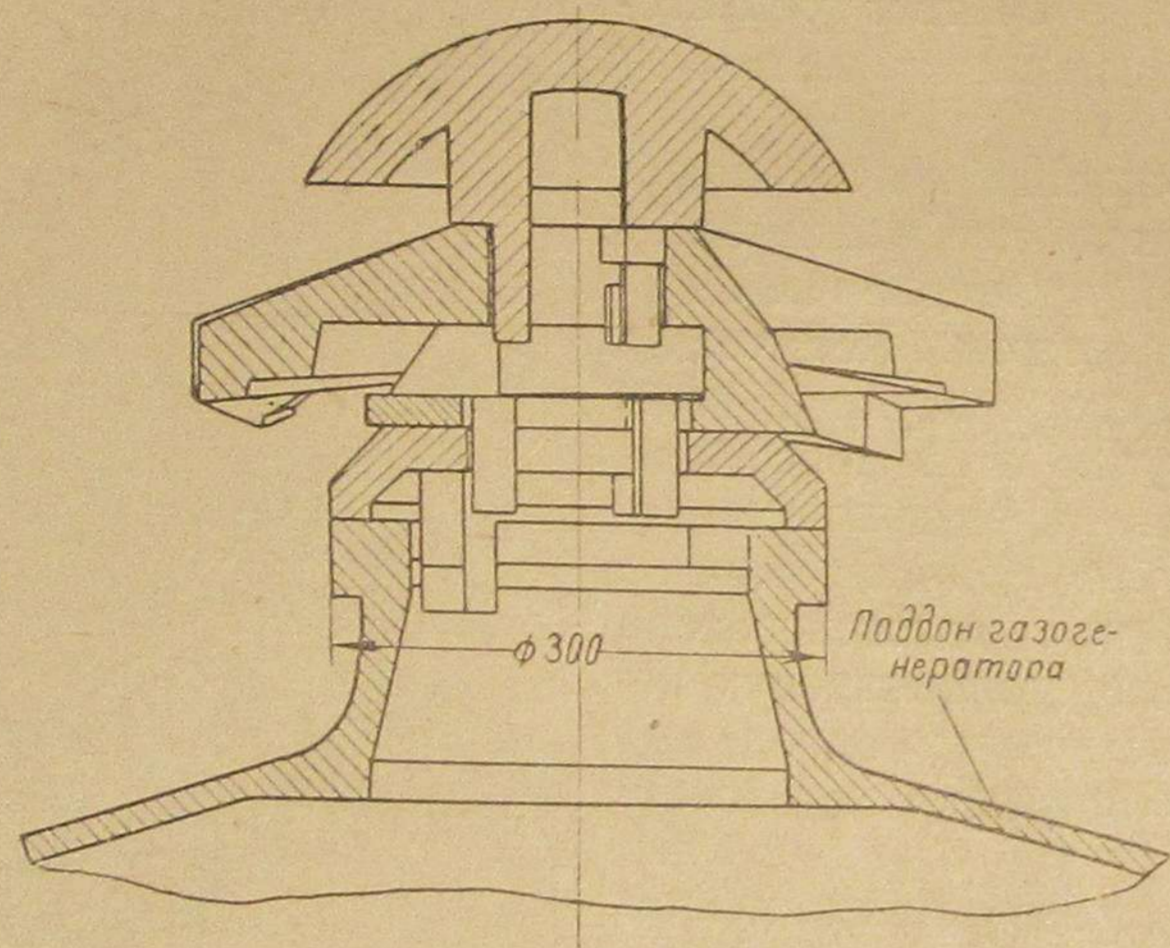


Рис. 3.

дящегося выше решетки на колоснике, предусмотрены винтообразные ребра, которые при вращении решетки отгесняют шлак к периферии. Весь набор колосников в собранном виде устанавливается на выступающую часть чаши и крепится специальным замком по способу первого типа решетки.

Третий тип решетки представлен на рис. 3 и является разновидностью решетки первого типа в упрощенном виде. Решетка состоит из трех отдельных колосников, соединенных между собой замком по конструкции колосников первого типа. Отличительной особенностью этой решетки является конструктивная простота. Все поверхности колосников гладкие и просты в изготовлении.

Для оценки и выбора наилучшего типа колосниковой решетки при испытаниях, особое внимание было обращено на устойчивость процесса газификации, получение максимально-допустимой производительности генератора по топливу, качество газа и сопротивление, создаваемое каждой решеткой.

В соответствии с поставленной задачей испытания каждой решетки проводились при одинаковых условиях работ генератора и одном и том же сорте топлива.

Каждый тип решетки испытывался на трех режимах, а именно при производительности 50%, 100% и максимально-допустимой. Продолжительность каждого режима составляла 6 часов, считая от начала получения устойчивой работы газогенератора. При каждом режиме и типе решетки, помимо общих наблюдений за газогенератором и его отдельными узлами, производились следующие замеры: расход топлива путем взвешивания каждой загружаемой порции топлива в генератор, состав газа и его теплотворность при выходе и по высоте слоя топлива, температуры паровоздушной смеси и генераторного газа, сопротивление колосниковой решетки и всей газогенераторной установки.

Отбор генераторного газа по высоте слоя топлива производился специальной штангой, состоящей из наружного кожуха и двух внутренних трубок, служащих — одна для отбора газа, другая для подвода охлаждающей воды к наконечнику штанги. Таким образом, при отборе газа в зоне, где имеется свободный кислород, была исключена возможность догорания газа при его отборе.

Как уже указывалось, испытания проводились на антраците АС со следующими характеристиками:

содержание влаги	$W_p = 3,7\%$
« зола	$A_p = 5,8\%$
« серы летучей	$S = 0,5\%$
« углерода	$C_p = 86,0\%$
« водорода	$H_p = 1,6\%$
« кислорода и азота	$(O_p + N_p) = 2,4\%$

Низшая теплотворная способность рабочего топлива составляет $Q_p^H = 7230$ ккал.

Для оценки работы колосников в холодном состоянии были проведены испытания без загруженного в генератор топлива. При испытаниях были сняты полные сравнительные характеристики для всех решеток при прочих равных условиях. Отбор газа по высоте слоя топлива производился в аспираторы, которые после окончания испытаний анализировались на приборе ВТИ.

Результаты испытаний

Как уже отмечалось, все три типа решеток испытывались на антраците одного сорта размером 6—25 мм. До начала режимных испытаний для предварительной оценки решеток были определены весовые и гидродинамические характеристики. Из табл. 1 видно, что наименьший вес имеет II тип решетки и наибольший I тип.

Таблица 1

Сравнительные веса трех типов колосниковых решеток.

Тип решетки	I	II	III
Вес в кг.	216,6	142	213

Из приведенных данных видно, что наилучшие показатели работы газогенератора получились с решеткой II типа и наихудшие с решеткой III. I тип решетки по своим показателям занимает промежуточное положение между II и III типами. Сделанный вывод справедлив для всех трех режимов работы газогенератора.

Таблица 3

Тип решетки	Производительность газогенератора кг-час	Сопротивление решеток в мм вод. ст.	Сопротивление газогенератора
I	60	42,0	90
	100	67,0	194
	155	124,0	315
II	60	34,5	118
	110	45,0	180
	180	89,0	345
III	44	35,2	111
	77	63,5	161

При испытаниях первой решетки максимальная производительность по топливу была достигнута 155 кг/час. При этом сопротивление решетки достигало 124 мм вод. ст. Дальнейшая форсировка генератора была невозможна из-за большого сопротивления газогенератора.

Испытания показали, что при сопротивлении колосниковой решетки больше 124 мм вод. ст. подъем воды в генераторе из водяного затвора достигал нижних шуровочных лючков, которые расположены на уровне колосниковой решетки. Попадание воды на раскаленный слой шлака неизбежно приводило к интенсивному парообразованию в генераторе и резкому снижению температуры слоя топлива. Поэтому предельной форсировкой для первого типа колосников следует считать 155 кг/час. Вторым тип колосников, как уже упоминалось, дает меньшее сопротивление и при тех же газоотборных средствах производительность была достигнута 180 кг/час. В обоих случаях сопротивление газогенератора достигало 350 мм вод. ст.

Менее удовлетворительные результаты по производительности генератора были получены при третьем типе колосников. Например, при производительности 77 кг/час. сопротивление колосников уже составляло 63,5 мм вод. ст., в то время как вторые колосники при 110 кг/час всего дают 45 мм вод. ст.

Аналогичная закономерность имеет место и при других производительностях.

Таким образом, вопрос о дальнейшем повышении производительности газогенератора всецело ограничивается не процессом газификации, а конструктивными элементами газогенератора, фор-

мой и проходными сечениями колосниковой решетки. Достигнутая производительность на втором типе колосников 180 кг/час не является пределом и при увеличении мощности газоотсасывающих средств может быть повышена. Вопрос о повышении уровня водяного затвора выше допустимого при данной конструкции генератора может быть решен путем частичного наддува воздуха под колосниковую решетку специальным вентилятором при соответствующих переделках смесительного устройства паровоздушного дутья.

Уместно заметить, что испытанный газогенератор по заводским данным был рассчитан для газификации 120 кг/час топлива. При сравнительно небольших переделках (второй газоотбор, водяное охлаждение крышки генератора) и при применении новой колосниковой решетки нам удалось увеличить мощность генератора на 50%. Правда, при указанных испытаниях применялся хорошо отсортированный антрацит. При попытке перехода работы генератора на антрацит с большим содержанием пыли производительность заметно снижалась. Поэтому в эксплуатации газогенератора особое внимание необходимо обращать на качество и отсортированность топлива. Число оборотов чаши всех трех типов колосниковых решеток в зависимости от режима или производительности генератора изменялось от 0,5 до 1,5 об/час. Меньшее число оборотов относится к производительности генератора порядка 40—60% от нормальной. Как показали опыты, провал топлива со шлаком для первых двух типов колосников примерно равен 3%. Теперь перейдем к оценке работы колосниковых решеток с точки зрения качества вырабатываемого газа.

В таблицах 4, 5, 6 представлен позонный анализ газа для трех типов решеток при газификации антрацита крупностью 6—25 мм. В этих таблицах дано изменение состава газа и его теплотворность в зависимости от высоты активной зоны в мм.

Как следует из табл. 4 (I тип решетки), в первой стадии процесса газификации (зона окисления) происходит достаточно интенсивное расходование кислорода и оно заканчивается на высоте около 100 мм (без учета высоты шлаковой подушки). По мере расходования кислорода одновременно происходит образование горючих компонентов CO и H₂. Наиболее сильный рост на всей высоте кислородной зоны происходит CO₂. Изменение количества метана (CH₄) на всей активной высоте слоя топлива незначительно и колеблется от 0 до 2%.

Для оценки работы каждого типа решетки нами принята наибольшая теплотворность газа, получаемая по высоте слоя топлива. Из той же табл. 4 видно, что при трех режимах работы генератора общая активная высота слоя топлива колеблется в небольших пределах от 400 до 600 мм. При этом числовое значение теплотворности газа достигает 1400 ккал/нм³ и выше.

Обращает на себя внимание несколько повышенная теплотворность газа по сравнению с газом, отбираемым при выходе из слоя

топлива. Например, состав газа, взятый в выходном газовом патрубке, составлял всего 1185 ккал/нм³.

Указанное различие в теплотворности газа при отборе с различных мест газогенератора в первую очередь объясняется неравномерностью температуры слоя топлива по сечению генератора, которая в свою очередь обусловлена не только конструкцией генератора, но также и распределением в нем топлива. Газы, движущиеся по краям генератора, соприкасаются не только с топливом, но и с охлаждаемыми стенками топливника, в связи с чем у

Таблица 4

Позонный анализ газа при испытаниях 300-сильного газогенератора с решеткой I типа

Температура паровоздушной смеси в °C	Расстояние забора газа от шлаковой подушки в мм	Состав газа в % по объему					Теплотворность газа ккал/нм ³	Производительность газогенератора кг-час
		CO ₂	O ₂	CO	H ₂	CH ₄		
60	50	14,6	4,8	20,4	2,0	0,3	697	60
	200	3,8	0,6	21,5	4,0	—	768	
	300	4,9	0,1	29,6	18,3	—	1436	
	400	4,9	0,1	29,1	18,1	1,0	1445	
	500	4,5	0,3	29,6	18,3	1,0	1390	
	600	4,2	0,1	29,3	20,2	0,5	1448	
	700	6,9	0,7	24,8	14,5	—	1294	
70	50	11,2	3,8	17,0	15,3	—	930	100
	200	10,6	1,0	20,9	20,6	1,0	1274	
	300	9,3	0,3	25,2	19,2	0,97	1372	
	400	9,8	0,1	23,5	8,8	2,3	1162	
	500	11,9	0,2	22,3	26,5	0,98	1468	
	600	13,0	0,2	19,3	23,3	1,70	1354	
	700	11,8	0,2	21,3	23,1	0,6	1402	
800	11,8	0,4	19,1	24,4	2,0	1400		
69	50	14,4	2,2	13,3	11,2	1,1	802	155
	200	15,3	0,3	15,2	16,7	1,0	994	
	300	13,1	0,8	16,6	17,0	1,0	1046	
	400	11,9	0,1	19,8	16,8	1,0	1141	
	500	12,6	0,1	19,4	22,1	0,3	1206	
	600	11,6	0,2	21,0	20,5	1,3	1286	
	700	12,0	0,3	20,5	22,4	0,7	1283	

периферии происходит интенсивный теплообмен между слоем топлива и внешней средой. Все это приводит к получению так называемого «периферийного газа», содержащего наименьший процент горючих компонентов газа — CO, H₂. Поэтому полученная тепло-

творность при позонном заборе газа оказалась несколько выше, чем та, которая получается на практике по выходе газа из газогенератора с учетом «периферийного газа».

При испытаниях двух других типов колосниковых решеток общая тенденция изменения состава газа хотя и осталась, но теплотворность имеет несколько иные значения.

Сравнивая результаты испытаний трех типов решеток (табл. 4, 5, 6), легко заметить, что наибольшая теплотворность газа получается у первого типа и худшие результаты были полу-

Таблица 5

Позонный анализ газа при испытаниях 300-сильного газогенератора с решеткой II типа

Температура паровоздушной смеси в °C	Расстояние забора газа от шлаковой подушки в мм.	Состав газа в % по объему					Теплотворность газа ккал/нм ³	Производительность газогенератора кг-час
		CO ₂	O ₂	CO	H ₂	CH ₄		
65,4	50	18,0	0,5	6,3	7,5	0,7	443,1	60
	200	16,7	0,7	9,7	11,3	—	582,5	
	300	15,9	0,3	13,1	12,7	1,5	848,4	
	400	14,1	0,5	15,4	12,4	1,0	879,8	
	500	13,4	0,1	17,5	14,8	1,0	992,0	
	600	12,4	0,2	20,1	15,5	1,7	1148,0	
	700	9,8	0,3	24,3	17,7	1,5	1313,4	
800	6,0	0,4	23,3	20,1	0,9	1292,0		
67,5	50	16,4	2,6	2,8	0,8	0,4	134,0	110
	200	16,6	0,9	4,7	1,95	2,0	361,7	
	300	10,6	0,4	22,1	18,5	0,6	1192,2	
	400	11,9	0,3	22,1	19,3	0,7	1220,6	
	500	11,4	0,5	21,7	21,2	0,9	1274,7	
	600	10,0	0,2	24,1	21,4	—	1276,0	
	700	9,0	0,4	21,5	20,8	0,6	1232,0	
65,5	50	15,7	0,2	12,2	10,0	1,1	718,0	180
	200	11,5	0,3	21,1	15,1	1,3	1133,3	
	300	10,3	0,3	23,7	17,7	1,3	1278,2	
	400	10,3	0,5	23,8	18,6	0,3	1219,4	
	500	9,8	0,4	24,0	18,1	1,0	1272,2	
	600	10,1	0,3	24,0	17,4	0,6	1220,5	
	700	9,1	0,4	25,3	17,9	0,6	1272,5	
800	0,9	0,2	23,4	20,6	0,7	1293,2		

чены с III типом. Правда, если судить по теплотворности газа, взятого при выходе его из слоя топлива, то для двух первых типов значения теплотворности газа примерно равны.

Из приведенных выше материалов испытаний и непосредственных наблюдений за работой газогенератора на трех различных типах режимов можно сделать следующие выводы:

а) По всем основным показателям работы газогенератора наилучшие результаты получились на III типе решетки и поэтому этот тип решетки не может быть рекомендован для внедрения на судовых газогенераторах.

б) Наиболее конкурентно-способными решетками являются два первых типа, которые имеют ряд положительных общих характеристик.

Позонный анализ газа при испытаниях 300-сильного газогенератора с решеткой III типа

Таблица 6

Температура паровоздушной смеси в °С	Расстояние зазора от шлаковой поддушки в мм	Состав газа в % по объему					Теплотворность газа $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^3}$	Производительность газогенератора кг/час.
		CO ₂	O ₂	CO	H ₂	CH ₄		
63	50	9,3	8	5,9	4,1	1,3	397	44
	200	7,4	0,2	17,7	10,2	0,65	859	
	300	5,4	0,2	20,1	14,5	0,96	1070	
	400	5,9	0,2	20,6	15,7	0,8	1103	
	500	4,7	0,1	20,2	16,8	1,0	1139	
	600	4,5	0,3	20,9	16,6	0,3	1094	
65, 1	50	14,2	1,3	13,6	6,0	0,4	603	77
	200	12,8	0,7	18,2	12,6	0,4	915	
	300	11,1	0,2	22,9	19,1	0,3	1219	
	400	7,8	0,1	28,3	19,4	—	1350	
	500	6,6	0,6	27,3	17,9	1,0	1380	
	600	7,9	0,3	26,4	18,6	1,0	1370	

К таким характеристикам относятся устойчивость процесса газификации при различных режимах работы газогенератора, минимальный процент потери топлива со шлаком, легкость обслуживания при работе газогенератора и высокая теплотворность газа. Однако второй тип решетки по сравнению с первым имеет свои дополнительные преимущества, наличие которых дает основание рекомендовать его для внедрения на существующие 300-сильные газогенераторы. К таким преимуществам относятся незначительное сопротивление проходу паровоздушной смеси и повышенная производительность газогенератора по топливу, достигающая 180 кг/час. у рассматриваемого газогенератора (рис. 1).

в) Полученные результаты по производительности на втором типе решеток по сравнению с остальными дают значительный технико-экономический эффект, выражающийся возможностью повышения мощности силовой установки, в уменьшении веса и стоимости изготовления газогенераторной установки.

А. Б. Генин

Канд. техн. наук

ТОПЛИВО ДЛЯ СУДОВЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

Стационарная газогенераторная техника позволяет газифицировать любой вид твердого топлива от высоковлажного торфа до многозольного сланца. К твердому топливу для судовых газогенераторов предъявляются повышенные требования в отношении влажности, зольности, содержания серы и т. д.

Рассмотрим твердое топливо, которое применяется или может быть освоено и найти применение на газоходах.

I. Топливо, применяемое на газоходах

1. **Древесное топливо.** Дрова являются наиболее распространенным местным твердым топливом. В дореволюционной России древесное топливо составляло до 60% всего топливного баланса страны, что приводило к хищническому истреблению лесов в больших масштабах в густонаселенных районах, уже давно обладавших малыми лесными ресурсами.

Отсутствие серы, незначительное содержание тугоплавкой золы и высокая химическая активность древесного угля способствовали широкому применению древесного топлива в автотранспортных и судовых газогенераторах.

Технические требования на древесное топливо для автотракторных газогенераторов зафиксированы в ГОСТ 2720-44. Согласно ГОСТ 2720-44 древесина, используемая для газификации в автотракторных газогенераторах, делится на три группы:

I группа — береза, дуб, бук, граб, ясень, клен, вяз, ильм и лиственница;

II группа — сосна;

III группа — осина, ель, ольха, липа, кедр и пихта.

Применение древесины пород III группы допускается только в смеси с древесиной пород I группы, при этом содержание мягких пород не должно превышать 50% по весу. Влажность древесного топлива не должна превышать 22% абс., что соответствует примерно 18% отн. Размеры чурок: длина от 40 до 70 мм, толщина и ширина от 30 мм до 60 мм.

Наличие керамической футеровки, аккумулирующей тепло, предварительный подогрев воздуха и подсушка топлива, а также отсутствие тряски, позволяют предъявлять менее жесткие требования к качеству древесного топлива для судовых газогенераторов, чем ГОСТ 2720-44.

В судовых газогенераторах можно газифицировать древесное топливо любых пород как в смеси, так и отдельно, в том числе и пород, отнесенных в ГОСТ 2720-44 к III группе. Применение измельченной древесины в виде чурок согласно ГОСТ 5581-50 допускается только в судовых газогенераторах для двигателей до 30 л. с.¹ Для более мощных судовых газогенераторов древесина применяется в виде швырка длиной 330 мм и 500 мм, как нормальной, так и повышенной влажности.

В целях упорядочения заготовки и снабжения речных газоходов следовало бы разработать ГОСТ на древесное топливо для судовых газогенераторов.

Учитывая процент лесистости и значение лесов для преобразования климата и повышения урожайности, потребление древесного топлива в южных и центральных бассейнах следует свести к минимуму. Древесное топливо может быть рекомендовано для северных и восточных речных бассейнов на газоходах мощностью до 150—200 л. с.

На боковых каналах Главного Туркменского канала на газоходах малой мощности может найти широкое применение местное древесное топливо Средней Азии — саксаул. Саксаул — дерево из семейства маревых и растет довольно быстро. Ствол согнут и скручен, все ветви тонкие, чешуевидные.

Саксаул бывает двух видов: черный — растет на глинистых площадях, и белый — произрастает на песках в виде кустарника. Древесина саксаула не имеет годичных колец, тверда и очень хрупка, поэтому не может быть использована, как поделочный материал, но является хорошим топливом. Теплотворность горючей массы саксаула: высшая — 4555 ккал/кг, низшая — 3210 ккал/кг.

2. Каменноугольный полукокс. Полукокс есть остаточный продукт термической переработки угля без доступа воздуха при нагреве до 500—550°C. Для целей полукоксования в Советском Союзе используются каменные угли:

1) Журинского и Поджуринского пласта Ленинского месторождения Кузнецкого бассейна и

2) Черемховского бассейна.

Каменноугольный полукокс, благодаря своей пористости, является высокорекреационным, легко газифицируемым топливом. Согласно ГОСТ 4597-48 в каменноугольном полукоксе для автотракторных газогенераторов допустимое содержание влаги не более

¹ Газогенераторы судовые на древесном топливе. Типы и основные параметры, ГОСТ 5581-50.

9,0%, золы не более 8,0% и общей серы на сухую массу не более 1,0%. Выход летучих веществ не должен превышать 9,0%, при этом недопал полукокса не допускается. Размер кусков полукокса 10—40 мм, при этом содержание кусков менее 10 мм не должно превышать 5,0%. Низкая механическая прочность полукокса делает его не очень транспортабельным и ограничивает район потребления, главным образом, в Енисейском пароходстве и Обь-Иртышском бассейне для газоходов любой мощности.

3. Антрацит. В Донецком бассейне антрацита примерно в три раза больше, чем в Великобритании и почти вдвое больше, чем в США. Антрациты составляют около 38,2% от разведанных углей Донбасса. При добыче антрацита значительная часть его измельчается. Соотношение потребности и ресурсов отдельных сортов антрацита по крупности кусков к концу 1950 г. характеризовалось примерно следующими величинами (табл. 1).

Таблица 1

Размер кусков в мм	Потребность	Ресурсы
	в процентах	
65—25	52,3	24,8
25—13	16,2	17,0
13—6	4,0	17,9
6—0	27,5	40,3

Согласно ГОСТ 4578-49 антрацит для автотракторных газогенераторов по размерам кусков делится на два класса: 25—13 мм и 13—6 мм. Ресурсы этих классов в 1,7 раза превышают потребность, поэтому увеличение потребления антрацита для целей газификации есть дело большого народнохозяйственного значения. По ГОСТ 4578-49 антрациты делятся на два сорта: в первом сорте содержание золы — 7,0%, серы — 1,0%; во втором сорте содержание золы — 10,0%, серы 1,5%. Оба сорта антрацита вполне пригодны для судовых газогенераторов прямого процесса любой производительности. Чем больше производительность газогенератора, тем легче механизировать его обслуживание — загрузку топлива и удаление шлака. Антрацит является транспортабельным топливом и может широко применяться в пароходствах центральных и южных бассейнов.

В последнее время потребителям отгружается значительное количество антрацитов с относительно высокой теплотворностью, повышенным содержанием водорода и повышенным выходом летучих. Если прежде существовал определенный разрыв в характеристиках между тощим углем и антрацитом, то теперь с появлением антрацитов с более качественной горючей массой, этого разрыва не существует. Появление антрацитов с характеристикой го-

рючей массы, которая раньше не была известна, вызывало затруднения при маркировке топлива. Для того, чтобы внести ясность в маркировку промежуточных углей между типичным тощим углем и антрацитом, Всесоюзный Теплотехнический институт считает необходимым внести следующие дополнения в существующую маркировку углей Донбасса:

1) Считать углями марки Т угли с выходом летучих от 8,0 до 17,0% (вместо <17,0% по существующей маркировке).

2) Ввести новую марку полуантрацит (ПА), отнеся к ней угли с выходом летучих менее 8,0% и с теплотворностью $Q_{г6}$ более 8300 ккал/кг.

3) Ввести в маркировку углей Донбасса антрацит (А), отнеся к ней угли с выходом летучих менее 8,0% и с теплотворностью $Q_{г6}$ менее 8300 ккал/кг.¹

Основные характеристики полуантрацита и антрацита в соответствии с указанной новой системой маркировки приведены в табл. 2.

Таблица 2

Марка	Х а р а к т е р и с т и к и				
	C ^г %	H ^г %	$Q_{г6}$ ккал/кг	Л ^г %	γ^g
Тощий (Т)	90,0 91,5	4,2 3,0	8550 8390	12,0 7,0	— 1,52
Полуантрацит (ПА)	89,5-93,0 83,0	2,5-3,3 1,9	8300-8530 8120	5,8-7,8 3,8	1,46-1,58 1,73
Антрацит (А)	90,0-95,0	1,2-2,7	7950-8300	2,5-7,7	1,56-1,84

По имеющимся данным, в марку «антрацит» войдет вся продукция шахт Снежнянантрацита и антрациты всех шахт восточных трестов Донбасса — Шахтантрацита, Несветайантрацита, Гуковугля, Свердловугля, Фрунзеугля и Боковантрацита.

К полуантрациту будут отнесены угли пластов Алмазный, Дроновский и Надроновский по Зуевантрациту, пласты Княгиневский и Стеглянный по Чистяковантрациту, пласты Подсадовый, Хрустальный, Батюшинский, Княгиневский и Грушевый по Краснолучуглю.

II. Топливо, которое может быть применено на газоходах

В «Наброске плана научно-технических работ» в 1918 г. В. И. Ленин подчеркивал необходимость использования непервоклассных сортов топлива (торф, уголь худших сортов), так как такого рода местные топлива требуют «наименьших затрат на добычу и перевоз горючего».

XVI съезд ВКП(б) в качестве одной из важнейших задач поставил задачу «максимального увеличения добычи и использования местных топлив (торф, сланец, местные угли, природные газы), заменяя ими везде, где это возможно, дальнепривозное топливо».¹

Наконец, XVIII съезд ВКП(б) в своих решениях предлагал наряду с обеспечением наиболее высоких темпов добычи местных углей в уже эксплуатируемых бассейнах и месторождениях «создать новые базы добычи местных углей во всех районах страны, где имеются хотя бы небольшие месторождения, и по мере их развития переводить предприятия местной промышленности... с дальнепривозного на местное топливо».²

К местным твердым топливам, которые могут и должны быть в короткий срок освоены в судовых газогенераторах, относятся уральские и другие антрациты, некоторые тощие угли, бурые угли и торф как в естественном состоянии, так и в виде брикетов.

Антрациты. 1. На Урале имеются четыре месторождения антрацитов: Егоршинское, Полтавское, Брединское и Домбаровское. При добыче уральских антрацитов выход мелочи достигает 70 и даже 90%, большая часть которой

¹ XVI съезд ВКП(б). Стенографический отчет, стр. 725.
² XVIII съезд ВКП(б). Стенографический отчет, 1939 г., стр. 653.

Таблица 3

Состав и качество уральских антрацитов

Наименование месторождения	Горючая масса в %			Выход летучих на горючую массу Л ^г %	Влажность на рабочее топливо W ^р среднее	Теплотворность низшая, средняя ккал/кг,	
	C ^г среднее от—до	H ^г среднее от—до	O ^г среднее			Q ^{гн}	Q ^{рн}
Егоршинское	90,0 88,8-92,1	3,7 3,3-4,0	5,1	7,0 5,0-9,0	5,5	1980	5850
Полтавское	95,0 93,0-96,5	0,8 0,5-1,3	3,5	3,5 2,0-5,0	9,0	7650	5520
Брединское	93,5 92,3-91,2	1,7 1,5-1,9	3,4	4,0 2,5-5,0	7,5	7840	5760
Домбаровское	93,0	1,8	3,9	4,5	7,0	7730	4990

по крупности пригодна для газификации. Характерной особенностью всех уральских антрацитов является небольшое содержание серы и повышенная зольность, что подтверждается данными табл. 3.

Второй особенностью уральских антрацитов являются относительно высокие температуры плавления золы (табл. 4), что несколько уменьшает шлакование и трудность их газификации.

Антрациты Полтавского и Брединского месторождений термически прочные и применяются в стационарных газогенераторах, поэтому нет основания отказываться от их применения на газоходах, в особенности в мощных газогенераторах с механизированным шлакоудалением.

Таблица 4

Плавкость золы уральских антрацитов °С

Наименование месторождения	Начало деформаций t_1 среднее от — до	Начало размягчения t_2 среднее от — до	Начало жидкоплавкого состояния t_3 среднее от — до
Егоршинское	> 1500	—	—
Полтавское	1150 1140—1220	1390 1270—> 1500	1450 1350—> 1500
Брединское	1190 1030—1390	1400 1060—> 1500	1450 1080—> 1500
Домбаровское	1500	> 1500	—

Егоршинские и Домбаровские антрациты пока менее освоены в стационарных газогенераторах, в связи с чем в настоящее время нет достаточных материалов, позволяющих их рекомендовать для газоходов.

2. На реке Курейке, впадающей в Енисей южнее Игарки, имеется угольное месторождение. По данным технического анализа ВТИ, уголь характеризуется следующими показателями:

Влажность рабочая	$W_p = 5,7\%$
Зольность на сухую массу	$A^c = 8-9\%$
Содержание серы	$S_{об}^c = 0,3-0,6\%$
Выход летучих	$L^r = 5-7\%$
Характеристика кокса — порошкообразный.	
Температура плавления золы:	
Начало деформации	$t_1 = 1090-1140^\circ\text{C}$
Начало размягчения	$t_2 = 1100-1180^\circ\text{C}$
Начало жидкоплавкого состояния	$t_3 = 1200-1270^\circ\text{C}$

Приведенные данные показывают, что уголь Курейского месторождения относится к антрацитам. Показатели по газификации курейского угля в стационарных газогенераторах пока отсутству-

ют, однако, судя по содержанию серы, золы и температуры ее плавления есть основание считать курейский уголь пригодным для освоения в судовых газогенераторах прямого процесса на газоходах Енисейского бассейна.

Тощие угли. 1. В 80 км от Новосибирска находится Листвянское месторождение Горловского угленосного района, где добывается тощий уголь. Данные технического анализа листвянского угля следующие:

Влага рабочая	$W_p = 1,4-3,1\%$
Зольность на сухую массу	$A^c = 2,4-11,5\%$
Содержание серы	$S_{об}^c = 0,2-0,3\%$
Выход летучих	$L^r = 1,5-5\%$
Характеристика кокса — порошкообразный.	

Судя по незначительному выходу летучих, нет оснований ожидать образования заметных количеств смолы при газификации листвянского угля по прямому процессу. По содержанию серы, золы и влаги листвянский уголь вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым к минеральному топливу для судовых газогенераторов. Однако в связи с тем, что нет достаточно полных данных по газификации листвянского угля в стационарных газогенераторах, его следует сначала опробовать на стенде, после чего можно будет рекомендовать оптимальные режимные параметры при эксплуатации на газоходах Западно-Сибирского пароходства.

2. В Кузнецком бассейне имеется единственное угольное месторождение тощего угля — Араличевское. Данные технического анализа угля Араличевского месторождения следующие:

Влажность рабочая	$W_p = 5,0\%$
Зольность на сухую массу	$A^c = 11,0\%$
Содержание серы	$S_{об}^c = 0,7\%$
Выход летучих	$L^r = 9,0\%$
Характеристика кокса — порошкообразный.	
Температура плавления золы:	

Начало размягчения	$t_1 = 1230^\circ\text{C}$
Начало жидкоплавкого состояния	$t_2 = 1400^\circ\text{C}$
Начало деформации	$t_3 = 1500^\circ\text{C}$

Смолы при газификации араличевский уголь практически не образует. Сортировка угля производится на шахтах. По сведениям проф. Шишакова¹ отгрохоченный уголь имеет достаточную механическую прочность и нечувствителен к продолжительному хранению в штабеле. Куски угля величиной 6—12 мм и 12—25 мм, выход которых составляет больше 50%, могут явиться топливной

¹ Н. В. Шишakov. Ископаемые угли СССР, как топливо для транспортных газогенераторов, 1941.

базой для газохранилищ, эксплуатирующихся в Главвостоке. Незначительное содержание серы и высокая температура плавления золы будут способствовать освоению аралычского угля в судовых газогенераторах.

3. На юго-восточном склоне хребта Кугитанг-Тау в 35 км от Ашхабадской железной дороги находится Кугитангское угольное месторождение, в котором начата добыча углей. Ситовой анализ рядового угля характеризуется следующими цифрами:

Фракции мм . . .	25	12—25	7—12	3—7	1—3	1
Выход % . . .	31,3	21,1	15,8	9,9	11,8	10,1

По крупности кусков Кугитангский уголь дает высокий выход фракций, пригодных для использования в судовых газогенераторах. Химический анализ кугитангского угля характеризуется следующими показателями: $C^r = 93—95\%$; $H^r = 2,2—3,6\%$; $W_{cp}^p = 2,7\%$; $A_{cp}^c = 4,6\%$; $S_{об}^c = 0,8—1,0\%$, выход летучих $L^r = 6—8\%$; выход кокса $87—95\%$. Кугитангский уголь относится к группе тощих углей с минимальным содержанием золы и серы и ничтожным выходом смолы. Кокс угля порошкообразный. Теплотворность горючей массы $Q^r = 8360—8700$ ккал/кг. Судя по аналитическим характеристикам, кугитангский уголь является высококачественным топливом как для стационарных, так и судовых газогенераторов прямого процесса на Аму-Дарье и Главном Туркменском канале.

Бурые угли. Добыча бурых углей в Советском Союзе растет как относительно, так и абсолютно. Если в 1940 г. добыча бурых углей составила 15,6% общего количества всех добытых углей, то в 1945 г. удельный вес бурых углей составил уже 40% от всей угледобычи. Физико-химические свойства бурых углей весьма разнообразны. Общими характерными особенностями бурых углей являются: относительно высокие влажность и зольность, сильная подверженность воздействию атмосферных агентов и слабая термическая устойчивость. При длительном лежании в штабеле, а также при нагревании бурые угли трескаются и превращаются в мелочь. При общем значительном выходе летучих, характерном для всех бурых углей, выход смолы при сухой перегонке может колебаться от 0 до 17%, считая на рабочее топливо. Высокая влажность, наличие легкоплавкой золы и термическая неустойчивость бурых углей не позволяют их газифицировать в судовых газогенераторах обращенного процесса. Бурые угли могут быть газифицированы с небольшой высотой слоя в газогенераторах прямого процесса. Следовательно, для судовых газосиловых установок могут найти применение в первую очередь только те сорта бурых углей, которые

при нагреве мало или вовсе не выделяют смолы. К таким бурым углям относятся следующие:

- 1) сулюктинский — выход смолы 0%;
- 2) карагандинский (Федоровский пласт) — выход смолы примерно 1,3%;
- 3) райчихинский — выход смолы 0,7—1,0%.

Элементарный состав и плавкость золы указанных бурых углей приведены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

Элементарный состав некоторых бурых углей в процентах

Компоненты	Сулюктинский		Карагандинский (Федоровский пласт)		Райчихинский	
	горючая масса	рабочее топливо	горючая масса	рабочее топливо	горючая масса	рабочее топливо
Углерод	78,5	55,0	76,1	51,3	71,0	39,0
Водород	3,8	2,7	4,5	3,1	4,3	2,4
Кислород	16,1	11,1	17,7	12,0	23,2	12,7
Азот	0,8	0,6	0,9	0,6	1,2	0,7
Сера	0,8	0,6	0,8	0,5	0,3	0,2
Зола (средняя)	—	10,0	—	7,5	—	9,0
Влага (средняя)	—	20,0	—	25,0	—	36,0

Таблица 6

Плавкость золы некоторых бурых углей °С

Наименование месторождения	Начало деформации t_1 среднее от—до	Начало размягчения t_2 среднее от—до	Начало жидкоплавкого состояния t_3 среднее от—до
Сулюктинское	1130 1030—1290	1240 1120—1360	1270 1180—1370
Карагандинское (Федоровский пласт)	1200 1050	1220 1200	1330 1240
Райчихинское	1000—1150	1130—1270	1180—1290

Выход летучих на горючую массу составляет для сулюктинского угля 29%, для карагандинского — 39% и райчихинского — 41%. Высокий выход летучих позволяет получить достаточно калорийный газ при газификации этих углей, что подтверждается данными табл. 7.

Таблица 7

Показатели газификации некоторых бурых углей в стационарных газогенераторах прямого процесса.

Наименование показателя	Единица измерения	Наименование угольного месторождения		
		Сулюкта	Карагандинское (Федоровский пласт)	Райчихинское
Состав сухого газа:				
CO ₂	%	5,0	5,6	5,0
CO	%	29,0	27,0	31,3
CH ₄	%	0,9	3,0	1,4
H ₂	%	14,6	16,7	14,3
N ₂	%	50,5	47,7	48,0
Теплотворность:				
высшая	ккал/м ³	1425	1635	1525
низшая	"	1355	1585	1445
Содержание горючих в шлаке	%	24	13	6—10
Выход смолы	%	нет	1,3	0,7—0,8
К. п. д. газификации	%	76	70	—

Сулюктинский уголь был исследован ЦНИИРФом сначала в опытном газогенераторе еще в 1940 г., а в 1941 г. был создан первый газоход на Аму-Дарье с газогенератором прямого процесса. Генераторным газом питались одновременно два двигателя ХТЗ, конвертированные на газ. Эксплуатация газохода показала полную пригодность сулюктинского угля для судовых газогенераторов.

Карагандинский уголь был освоен карагандинским совхозом МВД и применен в автомобильных газогенераторах обращенного процесса и в стационарном газогенераторе прямого процесса. В связи с применением мокрой скрубберной очистки газа пары смолы в двигатель не попадали.

Сулюктинский и карагандинский бурые угли в естественном виде могут широко применяться в Средне-Азиатском пароходстве на газоходах любой мощности.

В Амурском бассейне в районе ст. Буряя имеются три месторождения бурых углей — Архарское, Кивдинское и Райчихинское. Райчихинский уголь более изучен и освоен в стационарных газогенераторах. Райчихинский уголь, как и другие бурые угли, обладает достаточной механической прочностью в момент добычи, но довольно быстро разрушается при хранении в штабелях. Особенностью райчихинского угля является то, что разрушение угля происходит только в наружном слое штабеля в то время как внутри штабеля уголь сохраняет свою прочность достаточно продолжительное время.

Уголь Райчихинского месторождения может быть применен на газоходах Амурского и смежного с ним бассейнов.

Торф кусковой. Советский Союз располагает самыми большими запасами торфяного топлива в мире. В СССР торф является достаточно распространенным видом топлива. Первым послевоенным пятилетним планом намечалось «увеличить добычу торфа в 1950 г. по сравнению с довоенным уровнем на 39% и довести добычу торфа в 1950 г. до 44,3 млн. т. Обеспечить широкое развитие торфодобычи в центральных и западных районах СССР». Средний состав органической массы торфа мало отличается от среднего состава органической массы древесного топлива. При газификации торфа образуется около 10—11% смолы, поэтому для получения бессмольного газа торф необходимо газифицировать по обращенному процессу или в двухзонных газогенераторах. В связи с необходимостью газифицировать торф по обращенному процессу, приходится содержание золы ограничить величиной 5—6%, чему отвечает верховой торф, содержащий 1,5—5% золы. Опыты показывают, что малозольный торф влажностью до 18% можно с успехом газифицировать в транспортных газогенераторах обращенного процесса, как и древесное топливо. При газификации более влажного кускового торфа наблюдалось сильное увлажнение и набухание торфа в бункере, что нарушало нормальное протекание процесса.

Отмеченные выше особенности торфа ограничивают применение кускового торфа в газогенераторах небольшой производительности и вблизи мест его добычи. Большую перспективу применения на газоходах имеют торфяные брикеты.

Буроугольные и торфяные брикеты. Бурые угли отличаются слабой механической прочностью, что затрудняет их широкое применение в промышленности и на транспорте. Газификация кускового торфа в газогенераторах обращенного процесса затруднена вследствие рыхлого состояния и гигроскопичности торфа. Кусковой торф нетранспортабельное топливо. В связи с этим исключительное значение приобретает брикетирование, как метод превращения механически малопрочных бурых углей и торфа в высококачественное топливо.

Брикеты бурых углей, полученные без добавления связующих веществ, обладают хорошей горючестью, но отличаются влагоемкостью и нестойкостью при хранении. При добавке связующих присадок брикеты получаются значительно более влагостойкими и термически более прочными. Так, например, торфобрикеты, спрессованные при давлении в 325 кг/см², имели сопротивление раздавливанию в 50 кг/см², а при добавке 10% торфяного пека сопротивление раздавливанию повысилось до 75 кг/см².

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЧНЫХ ГАЗОХОДОВ

Газоходы постройки 1936—1937 гг.

Постановлением XVIII съезда ВКП(б) было предусмотрено увеличение длины судоходных путей рек с 84 до 101 тыс. км, а также освоение малых рек путем строительства мелкоосидящих судов.

Во исполнение указанного постановления промышленными предприятиями НКВода было построено значительное количество самоходных судов — газоходов для судоходства по малым и мелким рекам.

Создание флота работающего на местном топливе имело большое значение в экономике всей страны и являлось решающим мероприятием в хозяйственном развитии некоторых районов.

Газоход МСВ-30

(рис. 1)

Данный тип газохода был спроектирован и построен на Московской судостроительной верфи в 1935 г.

Основные элементы газохода нижеследующие:

Длина между перпендикулярами	16 м
Длина наибольшая	17 «
Ширина по обшивке	3,62 «
Ширина наибольшая	3,96 «
Высота	1,2 »
Осадка порожнем	0,61 »
Осадка в полном грузу	0,85 »
Коеф. водоизмещения	0,53
Скорость порожнем	12,7 км/ч.
Тяговое усилие на швартовых	530 кг
» » при скорости 8 км/час	265 »
Движитель	— гребной винт Д-650 мм.
Главный двигатель	— газовый двигатель Сталинец 60 52—53 л. с., 650 об/мин.
Газогенераторная установка	— МСВ-84
Реверсивная муфта	— завода Лименда
Освещение судна	— электрическое от навешенного на главный двигатель генератора 250 ватт, 12 вольт.
Количество команды	— 5 человек

Корпус судна деревянный, плоскодонный с острыми образованиями и закругленной скулой. Корма тоннельная с дубовым транцем. Шпангоуты — сосновые (70 × 250 мм) с приставками. Копанни с приставками, соединены металлическими кницями.

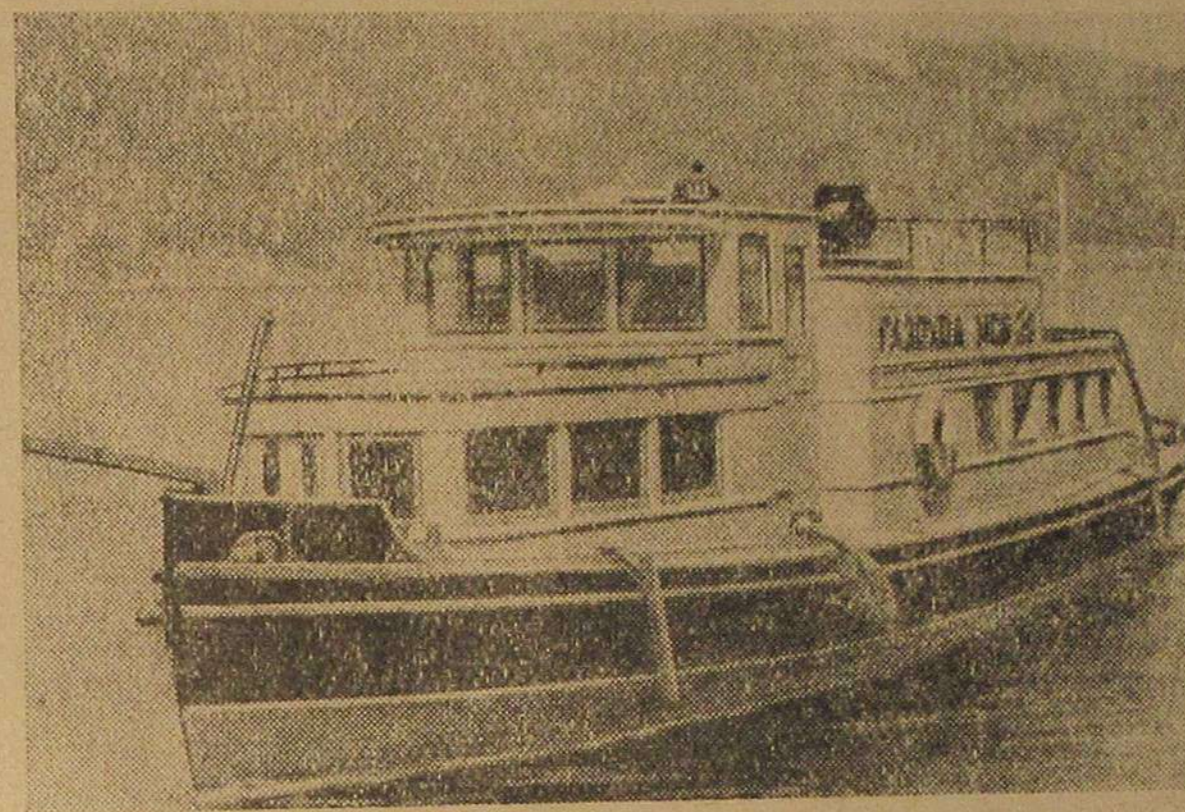


Рис. 1. Общий вид газохода МСВ-30.

Корпус судна разделен переборками на 5 отсеков: 1) форпик; 2) помещение для команды; 3) машинное отделение; 4) кормовое помещение (открытое) и 5) ахтерпик.

Переборки набраны из досок толщиной 30 мм в два диагональных слоя.

Газоход имеет надстройку: в носовой части для команды и в кормовой — для машинного отделения, топливных бункеров, ВК и камбуза.

Над надстройкой возвышается рулевая рубка на высоте одного метра, обеспечивает водителю круговую видимость. Вход в рубку предусмотрен с обоих бортов.

Жилое помещение оборудовано пятью койками в два яруса. Вход в жилое помещение и машинное отделение — через рубку.

Машинное отделение расположено в середине судна. Запас топлива (9 м³) хранится в 2 бункерах, размещенных по правому и левому борту носовой части машинного отделения. Загрузка топлива в газогенератор производится с палубы.

Общее расположение оборудования в машинном отделении приведено на рис. 2.

Рулевое устройство газохода состоит из полубалансирного металлического руля, штуртроса и ручного штурвала.

Якорное устройство — состоит из одного якоря Холла весом 56 кг и ручной лебедки для его подъема.

Швартовое устройство скомплектовано из трех пар кнехт и трех пар уток.

Буксирное устройство состоит из буксирной скобы, двух арок и гака с откидной щекой.

Газоход МСВ-31

(рис. 2)

Данный тип газохода был спроектирован и построен на Московской судостроительной верфи в 1935 г. и участвовал в испытательном пробеге Москва — Горький — Москва.

Основные элементы газохода нижеследующие:

Длина между перпендикулярами	30,0 м.
Длина наибольшая	31,6 »
Ширина по палубе	7,0 »
Ширина с обносами	13,0 »
Высота борта	1,65 »
Осадка с суточным запасом топлива	0,55 »
Осадка с грузом и 3-суточным запасом топлива	0,68 »
Скорость порожнем	12,8 км/час
Тяговое усилие на швартовых	1250 кг
Тяговое усилие при скорости 8 км/час	730 »
Движитель	— гребные колеса с поворотным лопастями $D = 1,95$ м, лопастей 8 шт. Размеры плицы $2,05 \times 0,45$ м.
Главный двигатель	— 2 газовых двигателя «Сталинец-60», 52—53 л. с., 650 об/мин.
Газогенераторная установка	— МСВ-84
Редукторы	— ПБ-15,5
Реверсивные муфты	— завода Лименда
Освещение газохода	— электрическое от электрогенератора 110 в, 3 квт, приводимого в действие двигателем ТЛ-6/2.
Отопление	— водяное, отработавшей в двигателях водой или от котелка.
Количество команды	— 18 человек.

Носовые образования корпуса — острые утюгообразные. Форштевень — прямой с наклоном вперед.

Кормовая оконечность лыжеобразная, оканчивается транцем. Днище — плоское без подъема к бортам; скула округлена.

Гребные колеса поддерживаются двумя металлическими арками, образующими вместе со своими шпангоутами замкнутые рамки. Шпация по судну равна — 400 мм.

Набор корпуса деревянный баржевого типа из брусьев 105×150 мм с бортовыми арками.

Вдоль корпуса расположены две третних фермы, на концах которых в корме предусмотрены шпренгельные струны диаметром 28 мм с талрепами.

Продольное крепление корпуса усилено подбалочными 110×160 (2 бруса) и воротовыми 110×200 мм (2 бруса).

Обшивка бортовая из сосновых досок 45×180 мм, — палубы из сосновых досок 40×110 мм, — днища из еловых досок 45×100 мм.

В районе гребных валов к бортам на болтах поставлены металлические листы $\delta = 10$ мм.

Корпус четырьмя переборками разделен на 5 отсеков. Переборки набраны по диагонали из теса 16 мм в два слоя с прокладкой между ними парусины.

Машинное и газогенераторное отделения расположены в середине судна. Общее расположение оборудования в машинном отделении представлено на рис. 4.

В носовом отсеке корпуса размещены красный уголок, две двухместные и две одноместные каюты. Вход в указанные помещения расположен через тамбур под штурвальной рубкой.

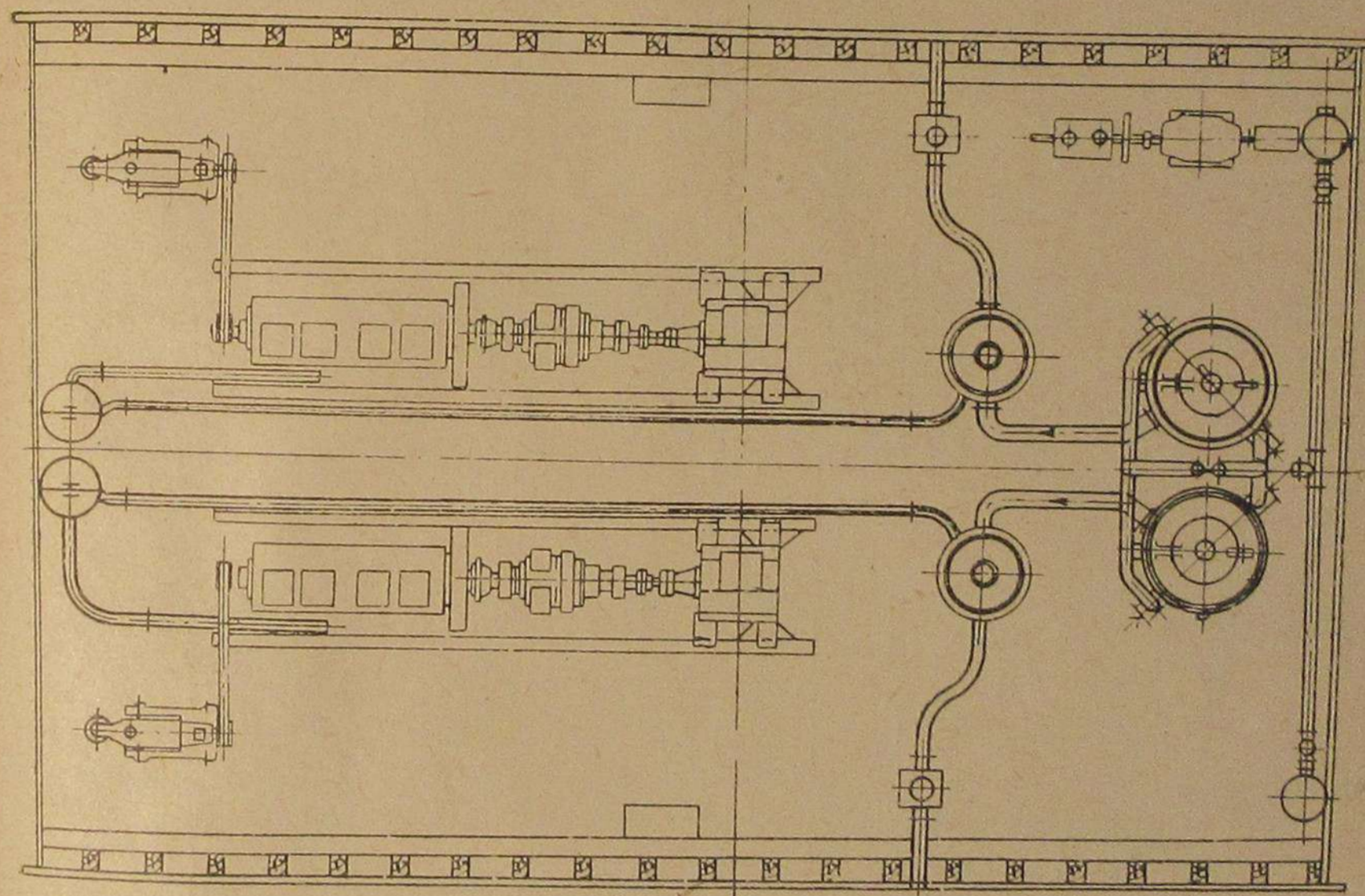


Рис. 2. Машинное отделение газохода МСВ-31.

В кормовом отсеке расположены три двухместные каюты, одна одноместная и кубрик на 4 человека.

Кабюта капитана и бытовые помещения расположены на обносах.

Надстройки на обносах деревянные — каркасные. Колесные кожухи — металлические из 2 мм листовой стали.

Рулевая рубка смещена в нос судна и обеспечивает водителю круговую видимость.

Рулевое устройство состоит из 2 металлических полубалансирных рулей ($0,9$ м² каждый) защищенных кринолином.

Штурвал — ручной с передачей усилия к сектору рулей с помощью штуртреса.

Якорное устройство состоит из 2 якорей Холла весом 80 и 120 кг и рыскового, четырехлапного якоря — 50 кг.

Подъем якорей производится ручным шпилем. Швартовые устройства состоят из 3 пар кнехтов уток и ручных шпилей.

Буксирное устройство состоит из шарнирного гака, укрепленного на битенге (швеллер № 14), и 3 металлических арок.

Газоход МСВ-31 был прототипом всех колесных газоходов, построенных в последующее время.

Газоход МСВ-36

(рис. 3)

Данный тип газохода был спроектирован на Московской судостроительной верфи и имел следующие данные:

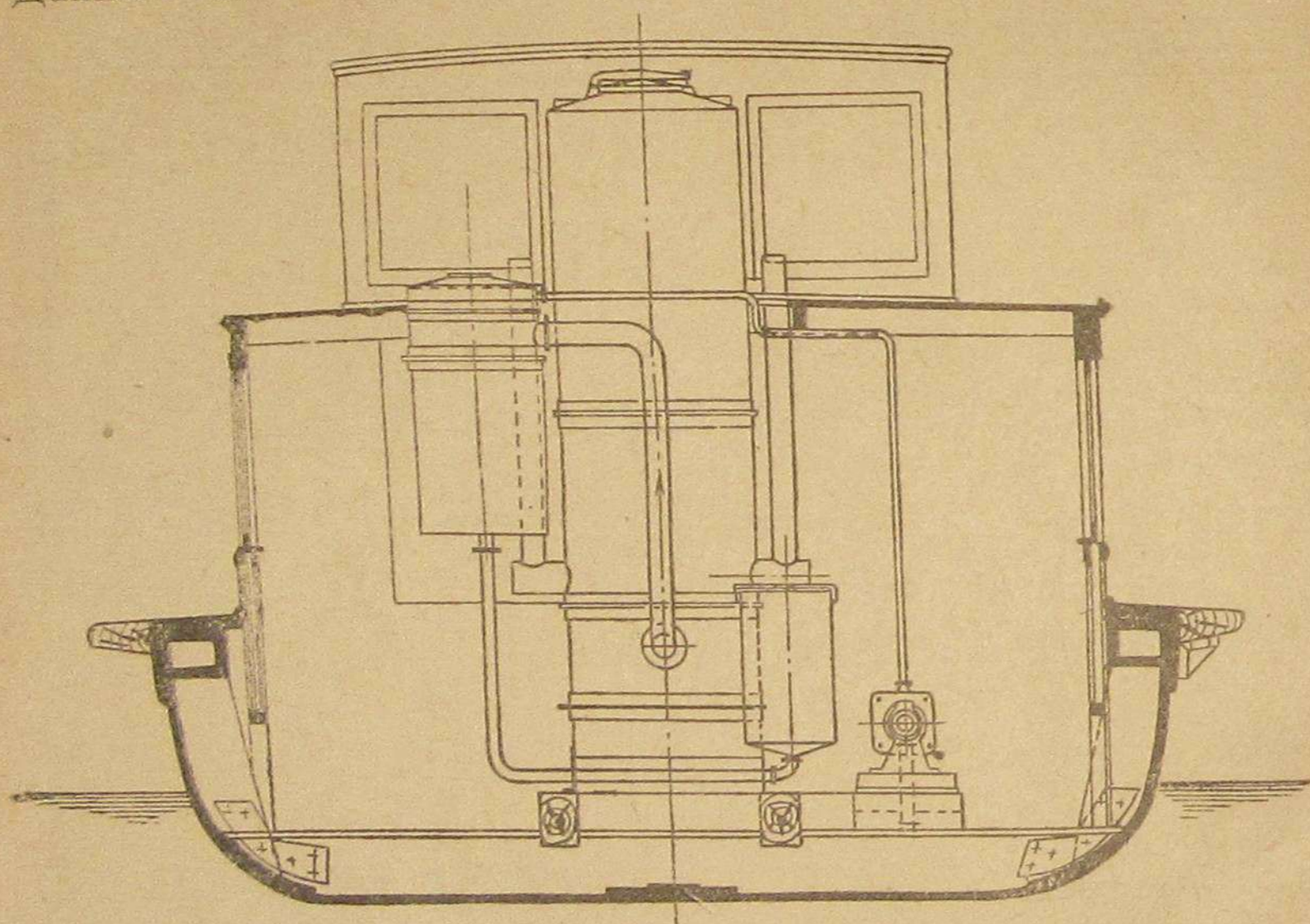


Рис. 3. Поперечный разрез газохода МСВ-36.

строительной верфи и имел следующие данные:

Длина между перпендикулярами	16,75 м.
Длина наибольшая	17,94 »
Ширина по ватерлинии	3,9 »
Ширина габаритная	4,94 »
Высота борта	1,2 »
Скорость порожнем (построечная)	12,5—13,0 км/час.
Осадка (проектная):	
с суточным запасом топлива	0,435 м.
с 2-суточным » »	0,45 »
с 3-суточным » »	0,47 »
Осадка проходимая (проектная)	0,505 »
Осадка (построечная) с суточным запасом топлива	0,45—0,5 м.
» » проходимая	0,5—0,55 »
Коэффициент: полноты водоизмещения	0,674
» полноты ватерлинии	0,792
» полноты миделя	0,963

Тяговое усилие: на швартовых (построечное)	475 кг
» » при скорости 7 км/час (проектное)	300 »
» » при скорости 8 км/час (построечное)	260 »
Двигатель	— гребной винт $D = 0,59$ м, число лопастей — 4, шаговое отношение 0,65.
Главный двигатель	— газовый двигатель «Сталинец-60», 52—53 л. с., 650 об/мин.
Газогенераторная установка	— МСВ-84
Реверсивная муфта	— МСВ-92
Освещение газохода	— электрическое от навешенного на главный двигатель электрогенератора 12 вольт, 380 ватт. На стоянке от аккумуляторов.
Отопление	— водяное — отходящей из главного двигателя водой. Циркуляция от насоса.
Количество команды	— 7 человек.

Прототипом для данного газохода послужил газоход МСВ-30. В результате пересмотра коэффициентов полноты и облегчения весовой нагрузки газоход МСВ-36 имел значительно лучшие показатели по осадке, чем его прототип.

Однако недостаточные размеры жилых помещений, вибрация валопровода и тонкая обшивка корпуса ограничили широкое распространение газоходов МСВ-36.

Газоход МСВ-37

(рис. 4)

Заднеколесный — композитный газоход, буксир-толкач МСВ-37 был спроектирован и построен на Московской судостроительной верфи в 1937 г.

Основные элементы газохода нижеследующие:

Длина между перпендикулярами	24,2 м.
Длина наибольшая	25,5 »
Ширина по палубе	7,0 »
Ширина габаритная	7,32 »
Высота борта	1,1 »
Осадка с полным грузом	0,42—0,47 м.
Скорость порожнем	13,0—13,5 км/час
Тяговое усилие на швартовых (проектное)	1390 кг.
Тяговое усилие при скорости 7 км/час	780—980 кг.
Двигатель	— кормовое колесо $D = 1,96$; лопастей 7 шт. Размеры плицы $2,3 \times 4,3$ м.
Главный двигатель	— 2 газовых двигателя «Сталинец-60», 52—53 л. с., 650 об/мин.
Газогенераторная установка	— МСВ-84, 2 шт.
Редукторы	— ПБ-15,5, 2 »
Реверсивная муфта	— Красмашстрой, 2 шт.
Освещение газохода	— электрическое от электрогенератора 110 в, 3 квт, приводимого в действие двигателем Л-6/2.
Количество команды	— 14 человек.

К недостаткам газохода надо отнести вибрацию корпуса и недостаточный упор гребных колес.

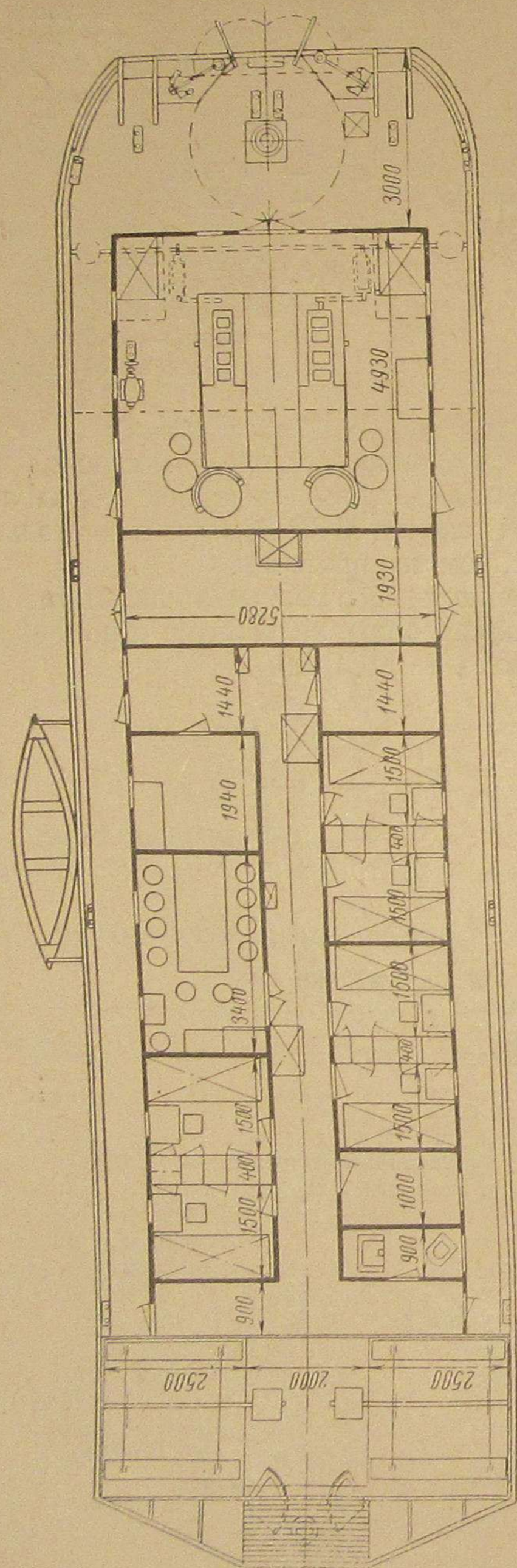


Рис. 4. Планы главной палубы газохода МСВ-37.

Газоход МСВ-16

(рис. 5)

Проект пассажирского газохода типа МСВ-16 был разработан Московской судостроительной верфью в 1937 г.

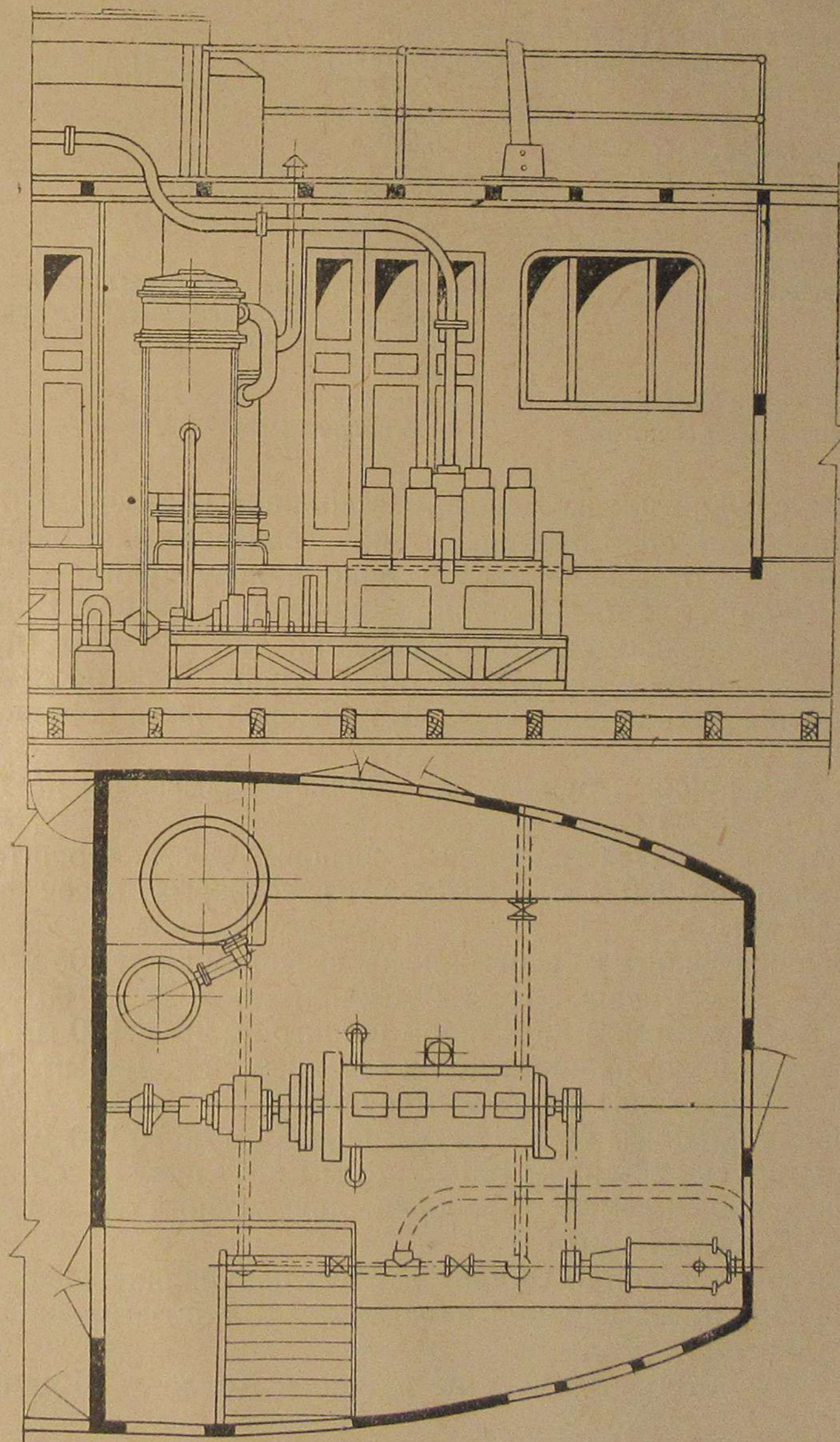


Рис. 5. Машинное отделение газохода МСВ-16.

Основные элементы газохода следующие:

Длина между перпендикулярами	24,0 м.
Длина наибольшая	25,3 »
Ширина по обшивке	5,0 »
Ширина наибольшая	6,32 »
Высота борта	1,1 »
Скорость судна (проектная)	12 км/час
Осадка с полной нагрузкой (проектная)	0,47 м.
Двигатели	— кормовое колесо $D = 1,4$ м; 62 об/мин.
Коэф. полноты (общий)	— 0,829
Главный двигатель	— газовый двигатель «Сталинец-60», 52—53 л. с., 650 об/мин.
Газогенераторная установка	— МСВ-84
Реверсивная муфта	— МСВ-92
Освещение судна	— электрическое от навешенного на главный двигатель электрогенератора 12 вольт, 300 ватт.
Отопление	— Нет
Количество команды	— 6 человек
Количество пассажиров	— 96 человек.

Корпус судна плоскодонный. Ватерлинии носовой части имеют параболические образования. Корма — санеобразной формы.

Машинное отделение расположено в носу судна.

Помещение для пассажиров размещено на палубе. В корме на палубе расположены жилые помещения для команды (две каюты — двухместная и четырехместная). Буфет для пассажиров и камбуз для команды расположены в носовой части помещения для пассажиров.

Рулевая рубка и бункер для топлива размещены на тентовой палубе.

Обшивка корпуса делается из сосновых досок. Форштевень из дуба толщиной 260 мм. Лыжина из сосновых досок сечением 60×200 мм.

Обшивка днища из еловых досок сечением 50×200 мм. Шпангоуты тесаные; копань 80×160 мм; приставки 80×100 мм. Шпация — 500 мм. Бимсы на каждом шпангоуте 30×100 мм. Палуба из сосновых шпунтованных досок сечением 22×100 мм. Две третьих фермы проходят вдоль всего судна.

Копани сечением 45×120 мм; кильсоны 55×160 мм. Фундаментные брусья сечением 100×120 мм идут вдоль всего судна.

Водонепроницаемые переборки двухслойные диагональные с толщиной досок 16 мм.

Рулевое устройство состоит из двух полубалансирных сварной конструкции рулей площадью $0,6$ м² каждый, штуртросной проводки и ручного штурвала.

Якорное устройство состоит из якоря Холла — 75 кг и ручного шпиля.

Швартовое устройство состоит из шести пар чугунных кнехтов.

Газоходы 60 и 120 л. с. в металлических корпусах

В 1937 г. наравне со строительством газоходов в деревянных корпусах, было развернуто строительство 60- и 120-сильных газоходов в металлических корпусах. Приведем основные характеристики одного из газоходов конструкции Западно-Сибирского пароходства.

Газоход Западно-Сибирского пароходства — 120 л. с.

Проект газохода разработан конструкторским бюро Западно-Сибирского пароходства.

Основные элементы газохода следующие:

Длина между перпендикулярами	20,0 м.
Длина наибольшая	21,7 »
Ширина по обшивке	4,4 »
Ширина наибольшая	4,7 »
Высота борта	1,4 »
Скорость порожнем	18,3 км/час
Осадка судна	0,46—0,5 м
Тяговое усилие на швартовых	1060 кг
Тяговое усилие при скорости 8,4 км/час	620 »
Двигатели	— 2 гребных винта
Главные двигатели	— 2 газовых двигателя «Сталинец-60», 52—53 л. с., 650 об/мин.
Газогенераторная установка	— МСВ-84
Реверсивная муфта	— МСВ-92; завода Лименда
Освещение газохода	— электрическое от навешенных на главные двигатели электрогенераторов 12 вольт, 300 ватт.

Винтовой газоход ЦТКБ-65

(рис. 6)

Проект газохода разработан ЦТКБ на базе колесного 65 л. с. и винтового — 65 л. с. для Рыбинского водохранилища.

Основные элементы газохода следующие:

Длина между перпендикулярами	16,25 м
Длина наибольшая	17,0 »
Ширина при миделе	4,6 »
Ширина габаритная	4,88 »
Высота борта при миделе	1,5 »
Осадка в полном грузу	0,8 »
Коэффициент полноты водоизмещения	0,692
Скорость порожнем	13,5 км/час
Тяговое усилие при скорости 7 км/час	800 кг
Двигатель	— гребной винт $D = 0,9$ м; 498 об/мин в насадке.
Главный двигатель	— газовый двигатель «Сталинец-65», 65 л. с., 850 об/мин.
Газогенераторная установка	— ЦНИИРФ-7
Реверс-редуктор	— системы Гайлонского $i = 1,72$
Освещение судна	— электрическое, от навешенного на главный двигатель электрогенератора 24 вольт, 1000 ватт.
Отопление	— паровое от вспомогательного котелка.
Количество команды	— 7 человек.

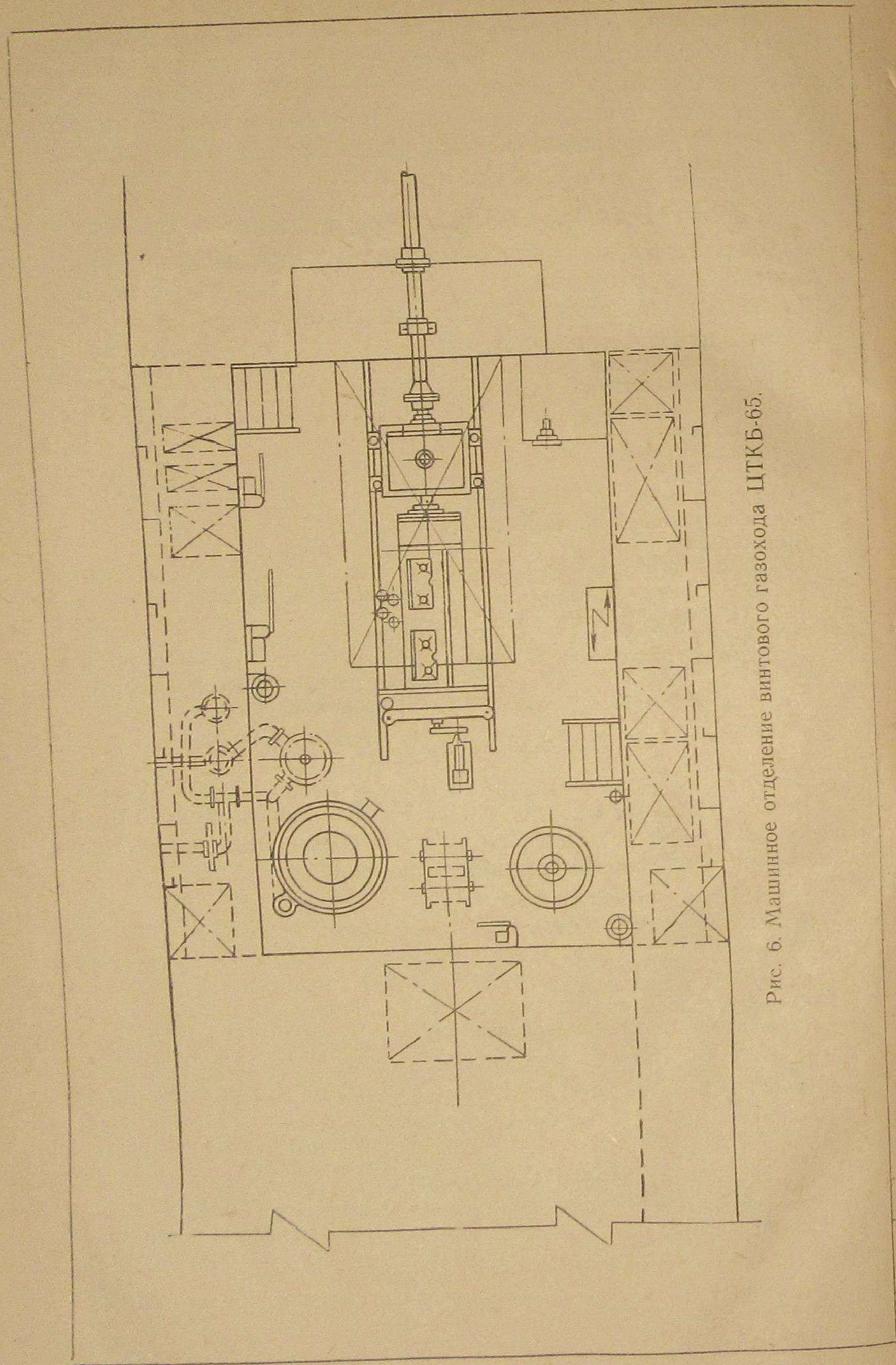


Рис. 6. Машинное отделение винтового газохода ЦТКБ-65.

Корпус газохода — плоскодонный сварной конструкции набран по поперечной системе. Мидель прямоугольного сечения со скулами, закругленными по радиусу 150 мм. Форштевень прямолинейный с наклоном вперед. Корма туннельная. Туннель выполнен закрытым с кормы, высшая точка свода над винтом равна 1,0 м от основной.

Носовые и кормовые шпангоуты с развалом, прямолинейными бортами в носовой части и криволинейной формы в кормовой части.

Корпус с полубаком и полуутопленной надстройкой на шпангоутах 3, 8, 11, 19 и 25 разделен водонепроницаемыми переборками на 6 отсеков:

1-й отсек — форпик, вход с палубы через люк по трапу.

2-й отсек — жилой носовой кубрик на 4 человека с двухъярусными подвесными койками.

Вход в кубрик через люки на главной палубе и в нише полубака.

3-й отсек — бункер для топлива, вход через шахту в надстройке.

4-й отсек — машинное отделение. Вход с левого борта через люк в крыше надстройки. Запасной выход с правого борта у кормовой переборки.

5-й отсек — жилой трюм, в котором расположены каюты капитана и одна двухместная каюта.

6-й отсек — ахтерпик. Вход через люки с главной палубы.

Надстройка на главной палубе расположена над бункером и частично над носовым жилым помещением. В надстройке размещены: камбуз, умывальная, уборная, шахта в бункер и вход в носовой кубрик. Вход в надстройку с главной палубы.

Штурвальная рубка расположена на палубе полубака, а кормовая ее часть на надстройке.

Рулевое устройство состоит из балансирного руля сварной конструкции площадью 0,73 м², штуртросной проводки и ручного штурвала.

Якорное устройство состоит из двух носовых якорей Холла весом по 75 кг, клюзов и ручного брашпиля. Швартовое устройство состоит из четырех пар кнехт.

Буксирное устройство состоит из буксирного гака и двух буксирных арок.

Газоходы постройки 1941 г.

В соответствии с постановлением СНК СССР (1940 г.) о строительстве мелкотоннажного флота для обеспечения водным транспортом приречных колхозов и вывоза хлеба из глубинных пунктов, Наркомречфлот в 1941 г. развернул строительство газоходов различных типов и мощностей.

Проект газохода разработан Московским судостроительным и судоремонтным заводом совместно с ЦТКБ ЦУПРОМРечфлота. Основные элементы газохода следующие:

Длина между перпендикулярами	11,3 м
Длина наибольшая	11,92 »
Ширина при миделе	3,0 »
Ширина габаритная	3,24 »
Высота борта	0,9 »
Осадка в полном грузу	0,41 »
Скорость порожнем	12 км/час
Тяговое усилие на швартовых	575 кг
Тяговое усилие при скорости 6,25 км/час	400 »
Двигатель	— гребной винт $D=0,45$ м; $H=0,705$ м. $H/D=1,57$; $z=4$, работает в насадке.
Главный двигатель	— судовой, газовый двигатель ГС-ХТЗ; 46 л. с., 1250 об/мин.
Реверс-редуктор	— конвертированная коробка скоростей трактора СТЗ-НАТИ. Число оборотов переднего хода гребного вала 828, заднего — 870 в минуту.
Газогенераторная установка	— МОНИТОВТ.
Освещение судна	— электрическое от навешенного на главный двигатель электрогенератора 12 вольт, 300 ватт.
Количество команды	— 4 человека.

Корпус судна сварной конструкции с прямолинейным очертанием шпангоутов. Подъем днища составляет 0,1 м. Туннель закрытый. Высшая точка туннеля — над винтом.

Носовые и кормовые шпангоуты, кроме первых семи носовых, прямолинейные с развалом бортов. Форштевень наклонен вперед, а транцевая доска назад. Набор выполнен по поперечной системе. Шпация — 350 мм.

Корпус судна разделен поперечными переборками на 5 отсеков:

1-й отсек — форпик, вход с главной палубы через люк.

2-й отсек — носовой жилой трюм с полуутопленной надстройкой. В трюме расположены: одноместная каюта и уборная. Входы в указанные помещения с палубы.

3-й отсек — машинное отделение.

4-й отсек — кормовой жилой трюм с полуутопленной надстройкой. В трюме расположены: трехместная каюта и камбуз. Оба помещения имеют выходы в тамбур. Вход в тамбур предусмотрен с палубы.

5-й отсек — ахтерпик. Вход в него с палубы через люк.

Рулевое устройство состоит из одного балансирного руля подпятникового типа площадью 0,22 м², штуртросной проводки и ручного штурвала.

Якорное устройство состоит из одного четырехрогаго якоря весом 20 кг, якорной цепи и якорного битенга.

Буксирное устройство состоит из откидного гака на скобе, битенга и двух буксирных арок.

Швартовое устройство состоит из шести кнехтов.

Комиссия, принимавшая головной газоход, признала гидродинамические показатели судна удовлетворительными.

Газоход МСВ-39

(рис. 7)

Проект и строительство данного типа газохода выполнены Московской судостроительной верфью в 1941 г.

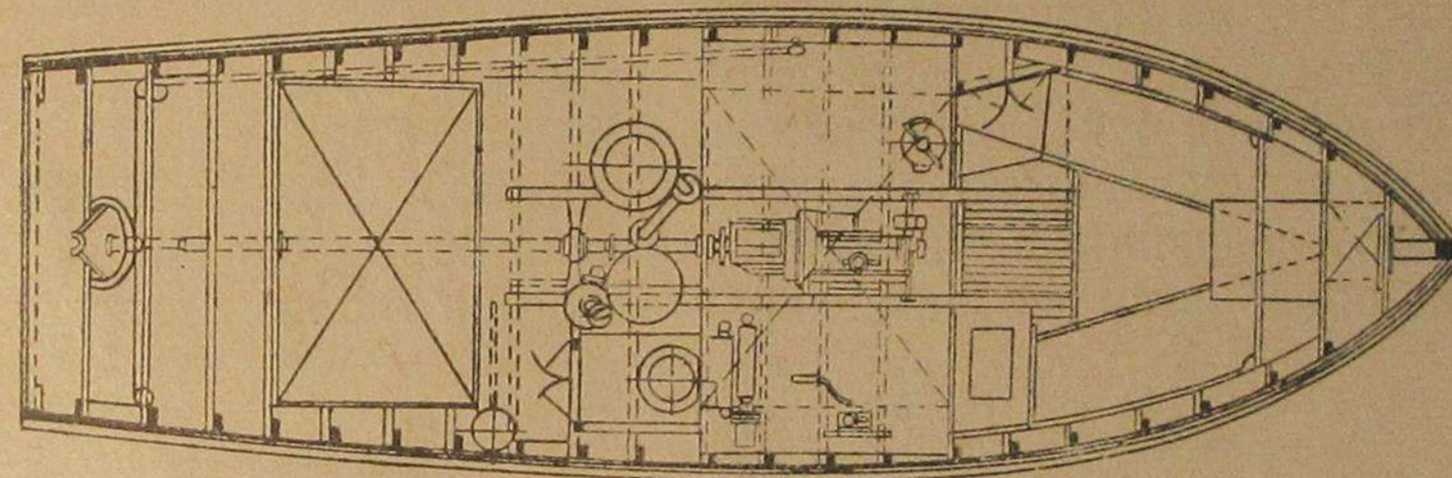


Рис. 7. План палубы газохода МСВ-39.

Основные элементы газохода нижеследующие:

Длина между перпендикулярами	8,25 м.
Длина наибольшая	8,72 »
Ширина при миделе	2,5 »
Ширина габаритная	2,65 »
Высота борта	0,86 »
Осадка рабочая	0,34 »
Коэффициент полноты	0,553
Скорость порожнем	11 км/час
Тяговое усилие при скорости 5 км/час	180 кг
Двигатель	— гребной винт $D=0,35$ м; 1600 об/мин, работает в насадке.
Главный двигатель	— газовый двигатель ГАЗ-42, 22 л. с., 1600 об/мин.
Реверс	— коробка скоростей двигателя ГАЗ-АА
Газогенераторная установка	— ГАЗ-42
Освещение	— электрическое от навешенного на главный двигатель электрогенератора 6 вольт, 70 ватт.
Отопление	— камельковое.
Количество команды	— 2 человека.

Корпус — стальной электросварной конструкции, набран по поперечной системе.

Обводы корпуса типа «Шарпи» с тоннельной кормой. Подъем днища в скуле равен 105 мм. Форштевень прямой с наклоном вперед. Корма транцевая с наклоном назад.

Корпус тремя водонепроницаемыми и одной проницаемой переборками разделен на 5 отсеков:

Форпик, жилой кубрик, машинное отделение, открытый кокпит и ахтерпик.

В жилом кубрике две койки. С правого борта выгорожен камбуз. Вход в кубрик с левого борта. Штурвальная рубка расположена над машинным отделением. Вход в рубку с обоих бортов, а в машинное отделение через рубку.

В открытом кокпите размещены: в носовой части газогенератор, с правого борта — уборная; по бортам и в корму — лари для топлива.

Рулевое устройство состоит из руля сварной конструкции площадью 0,17 м², штуртросной проводки и ручного штурвала.

Швартовое устройство состоит из трех пар кнехтов и уток, установленных по обоим бортам.

Буксирное устройство состоит из битенга, откидного буксирного гака и одной буксирной арки.

Наряду с указанными газоходами речной флот пополнился кроме того следующими типами газогенераторных судов.

Ниже приводятся основные характеристики типовых газоходов.

Газоход 300 л. с.

Буксирные двухвальные газоходы мощностью 300 л. с. (2 двигателя по 150 л. с.).

Основные элементы газохода следующие:

Длина между перпендикулярами	22,0 м.
Ширина при миделе	5,5 »
Ширина габаритная	6,0 »
Высота борта	2,39 »
Осадка в полном грузу (средняя)	1,58 »
Тяговое усилие на швартовых	5400 кг
Скорость порожнем	14 км
Движитель	— 2 гребных винта в насадках, $D = 1,75$ м; $H = 2,1$ м, лопастей — 4, съемные.
Главный двигатель	— 2 газовых двигателя 150 л. с., 530 об/мин.
Газогенераторная установка	— прямого процесса, с механической топливо-подачей и шлакоудалением
Реверс	— 2 реверс-редуктора $i = 3,5$.
Освещение	— электрическое от навешенных на главные двигатели электрогенераторов по 5,5 квт, 110 вольт. На стоянке от аккумуляторов или береговой сети.
Отопление	— паровое от вспомогательного котла.
Количество команды	— 16 человек.

Корпус стальной, клепаный. Система набора — смешанная. Толщина наружной обшивки — 6 мм, палубы — 4 мм. Величина шпации по судну — 500 мм.

Судно разделено тремя переборками на четыре отсека: форпик,

машинное и газогенераторное отделение, жилые помещения, ахтерпик.

Рулевое устройство состоит из двух рулей, валикового привода и ручного штурвала.

Буксирное устройство состоит из откидного гака и трех буксирных арок.

Швартовое устройство состоит из трех пар кнехтов. Якорное устройство состоит из 3 якорей и ручных лебедок.

Грузовой газоход 300 л. с.

Грузовые газоходы (417, 160 и т. д.) имеют следующую характеристику:

Длина габаритная	65,00 м.
Ширина наибольшая	8,0 »
Высота борта	2,2 »
Осадка в полном грузу	1,7 »
Грузоподъемность	720 т.
Скорость в полном грузу	12 км/час
Скорость порожнем	15 »
Движитель	— гребной винт в насадке.
Главный двигатель	— реверсивный конвертированный по газожидкостному циклу двигатель 300 л. с., 400 об/мин.
Газогенераторная установка	— прямого процесса с механической топливоподачей и шлакоудалением.
Освещение	— электрическое от навешенного на главный двигатель электрогенератора. На стоянках от аккумуляторов или береговой сети.
Отопление	— камельковое
Количество команды	— 6 человек.
Корпус стальной клепаный.	

Заключение

В результате проведенных испытаний судовых газосиловых установок как с газовыми, так и с газожидкостными двигателями следует отметить полную равноценность обоих типов двигателей с точки зрения их эксплуатационных качеств.

При необходимости максимального снижения расхода жидкого топлива и при условии поставки промышленностью газовых двигателей представляется целесообразным внедрение газовых двигателей с электрическим зажиганием. В особенности такое решение следует считать обязательным для судов с маломощными двигателями, у которых при газожидкостном цикле сокращение расхода жидкого топлива относительно ниже, так как доля расхода запального топлива как правило не ниже 15%. В случае мощных двигателей, используемых в отдельных бассейнах, куда завоз жидкого топлива нецелесообразен, также следует предпочесть чисто газовый цикл. Полное исключение расхода жидкого топлива вполне окупает усложнение судовой газосиловой установки, тре-

бующей введения реверсивных механизмов (механических, гидравлических или электрических). В районах и бассейнах, транспортирующих жидкое топливо, а также для судов с дизелями, находящимися в эксплуатации, следует отдать предпочтение газожидкому циклу, как обеспечивающему значительное сокращение расхода топлива (85—95%) при простоте конвертации двигателя для работы на газе.

В заключение необходимо отметить весьма важный для эксплуатации транспортных газогенераторных установок вопрос — обеспечение потребителей кондиционным твердым топливом. До настоящего времени снабжающие организации еще не обеспечивают поставку твердых топлив, в частности антрацита, требуемого для транспортных газогенераторов, хотя соответствующие ГОСТы введены в действие. В судовых газогенераторных установках прямого процесса пока надежным сортом топлива является боковский антрацит, который в то же время имеет ряд недостатков, в частности большую зольность, и антрацит шахты «Реомойка» треста Зуевоантрацит. Хорошим топливом является полукокс при условии поставки его с завода отмытым — без недопада и породы и хранения защищенным от атмосферных осадков. Применение полукокса следует рекомендовать в тех бассейнах, которые находятся вблизи районов расположения заводов полукоксования.

Автор Ф. Ф. Ренненгардт.

Техн. редактор К. М. Волчок.

Подписано к печати 13/III 1953 г.

М-23040

Бумага 60x92^{2/16}

Бум. л. 4,0

Печ. л. 8,0

Уч.-изд. л. 9,1

Изд. № ПТ-ЛО-043

Тираж 2000 экз.

Зак. № 2727.

Типография № 8 Речиздата. Ленинград, ул. Герцена, 37.