

Лобач-Жученко Борис Михайлович

Морские паровые турбины
Их описание, применение на судах и
расчет

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 82-3
ББК 84-4
Б82

Б82 **Борис Михайлович Л.**
Морские паровые турбины: Их описание, применение на судах и расчет / Лобач-Жученко
Борис Михайлович – М.: Книга по Требованию, 2023. – 178 с.

ISBN 978-5-519-93713-9

ISBN 978-5-519-93713-9

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

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

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

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

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

О Г Л А В Л Е Н І Е.

ГЛАВА I. Историческій очеркъ.	1
ГЛАВА II. Устройство паровыхъ турбинъ	18
Устройство турбины Парсона	22
Корпусъ турбины.	24
Устройство ротора	24
Рабочія и направляющія лопатки	28
Рабочія лопатки системы Willans и Robinson	29
Направляющія лопатки. Зазоры.	29
Потеря пара черезъ зазоры	30
Противовѣсные поршни.	32
Сальникъ, паровая набивка	34
Рамовые подшипники	35
Смазка.	37
Упорный подшипникъ.	38
Повѣрочный стопоръ и скоба	39
Продуваніе.	40
Турбины высокаго и низкаго давленія и задняго хода	40
Счетчики оборотовъ, добавитель, расширеніе турбины отъ теплоты, изнаши- ваніе лопатокъ, разработка вкладышей рамовыхъ подшипниковъ	42
Разработка упорнаго подшипника, изнашиваніе набивочн. колець парового сальника	43
Турбины Рато.	43
Рабочія колеса	44
Направляющія колеса, направляющія лопатки.	45
Двухцилиндровая турбина Рато.	46
Сальникъ.	48
Система уравненія давленія пара въ сальникахъ	49
Преимущества турбины Рато	50
Результаты полученія съ турбинами Рато	51
ГЛАВА III. Размѣщеніе турбинъ на судахъ, примѣры и результаты испытаній на су- дахъ военнаго и торговаго флота.	52
Пассажирскій пароходъ съ 3 валами	52
Военное судно съ 3 валами	53
Торговый пароходъ съ 4 валами.	59
Военное судно съ 4 валами	61

Военный флотъ: Миноносецъ «Каролина»	63
» » Миноносецъ № 293 (французскій)	70
» » Англійскій крейсеръ «Аметистъ»	71
Торговый флотъ: Пассажирскіе пароходы «Манксманъ» и «Лондоннери»	74
ГЛАВА IV. Вопросы, связанные съ употребленіемъ турбины на судахъ	80
Совмѣстное употребленіе турбинъ и паровыхъ машинъ	80
Перемѣна хода и маневрированіе	81
Расходъ пара и угля у морскихъ паровыхъ турбинъ	82
Производительность морскихъ турбинъ на ходахъ меньше полнаго.	89
Антагонизмъ наивыгоднѣйшихъ коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія турбины и гребного винта	93
Работа гребныхъ винтовъ турбинныхъ судовъ и ихъ проектированіе	97
Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія	100
Значеніе пустоты холодильниковъ для турбинныхъ судовъ	101
Холодильники турбинныхъ судовъ	103
ГЛАВА V. Устройство и примѣненіе на судахъ турбинъ системы Шульца. Allgemeine Electricitäts Gesellschaft, Кэртиса и Целли.	105
Турбина Шульца.	105
» Кэртиса.	118
» Allg. Electricitäts Gesellschaft	121
» Целли	122
ГЛАВА VI. Теоретическія данныя для расчета паровыхъ турбинъ графическимъ путемъ.	128
Энтропія и энтропическая діаграмма	128
Построеніе энтропической діаграммы для сухого и перегрѣтаго пара. Построеніе совокупной діаграммы связыв. величины Φ , T , p и v	133
Опредѣленіе элементовъ паровой турбины съ помощью совокупной діаграммы.	135
Расчетъ турбины съ однимъ рабочимъ колесомъ (де-Лавалья, Штумпфа)	137
Активная турбина съ нѣсколькими колесами одинаковаго діаметра (Целли, А. Е. G.)	144
ГЛАВА VII. Графическій расчетъ многоступенчатыхъ турбинъ, примѣняемыхъ на судахъ.	150
Многоступенчатая активная турбина (Рато).	150
Многоступенчатая реактивная турбина (Парсона)	159

Замѣченныя опечатки.

Страница:	Строка:	Напечатано:	Читать:
20	подпись подъ чер. 9	«въ реактивной»	«въ активной»
32	подписи чер. 25	{ «четвертая секція» «шестая секція»	{ «шестая секція» «четвертая секція»
95	подпись подъ рисункомъ	рисунокъ 68	рисунокъ 66
96	тоже	» 69	» 67
98	подпись подъ чертежомъ	чертежъ 70	чертежъ 68
98	» » »	» 71	» 69
100	» » »	» 72	» 70
101	» » »	» 73	» 71
103	» » »	» 74	» 72
129	12 снизу	$\Psi\lambda + \Psi q + \Psi r$	$\Psi\lambda \quad \Psi q + \Psi r$
129	6 снизу	dQ	Q
153	Подпись черт. 106	«Рота»	«Рато»

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Историческій очеркъ.

Первое примѣненіе турбины Парсона для судовыхъ цѣлей. Контръ-миноносцы «Viper» и «Kobra». Пассажирскіе пароходы «King Edward» и «Queen». Океанскіе пароходы «Victorian» и «Virginian». «Kamania». Примѣненіе турбинъ въ военномъ флотѣ. Заключение

Паровая турбина системы Парсона, наиболѣе употребляемая теперь на судахъ, была изобрѣтена еще въ 1884 году, но обладала столь значительнымъ числомъ оборотовъ (18000), что нечего было и думать объ установкѣ ея безъ передачи на гребной валъ судна. Въ 1888 году Парсону удалось выстроить 50-сильную турбину уже на 7000 оборотовъ, а затѣмъ вскорѣ 200-сильную только съ 4000 оборотовъ, причемъ расходъ пара не превышалъ таковаго же для обыкновенной паровой машины.

Дальнѣйшія усовершенствованія и уменьшеніе числа оборотовъ дали, наконецъ, возможность примѣнить паровыя турбины къ мореплаванію; въ Англіи образовалось акціонерное общество «Parsons Marine Steam Turbine Co.», которое въ 1894 году приступило къ постройкѣ спеціального судна, типа миноносца—«Турбинія» (рис. 1), это было маленькое суденышко, водоизмѣщеніемъ всего 44½ тонны, при длинѣ 100 футъ, ширинѣ 9 и осадкѣ 3, на которомъ была установлена одна сложная турбина компаундъ, состоявшая изъ двухъ отдѣльныхъ турбинъ высокаго и низкаго давленія, помѣщенныхъ на одномъ общемъ валу, на которомъ былъ насаженъ одинъ гребной винтъ.

Результаты первоначальныхъ испытаній получились однако неудачные и наибольшая достигнутая скорость равнялась только 19¾ узламъ, благодаря получившемуся громадному скольженію винта, которое колебалось въ предѣлахъ отъ 37,5 до 48,8%.

Болѣе десятка гребныхъ винтовъ различнаго діаметра и шага были перепробованы на многочисленныхъ пробныхъ испытаніяхъ, а результаты продолжали получаться неудовлетворительные, пока не было дано правильного объясненія причинъ неудачи.

Дѣло заключалось въ слѣдующемъ: умѣренное для паровой турбины число оборотовъ, доходившее до 2000 въ минуту, оказалось слишкомъ громаднымъ для гребного винта «Турбиніи», спроектированнаго по обыкновенному типу.

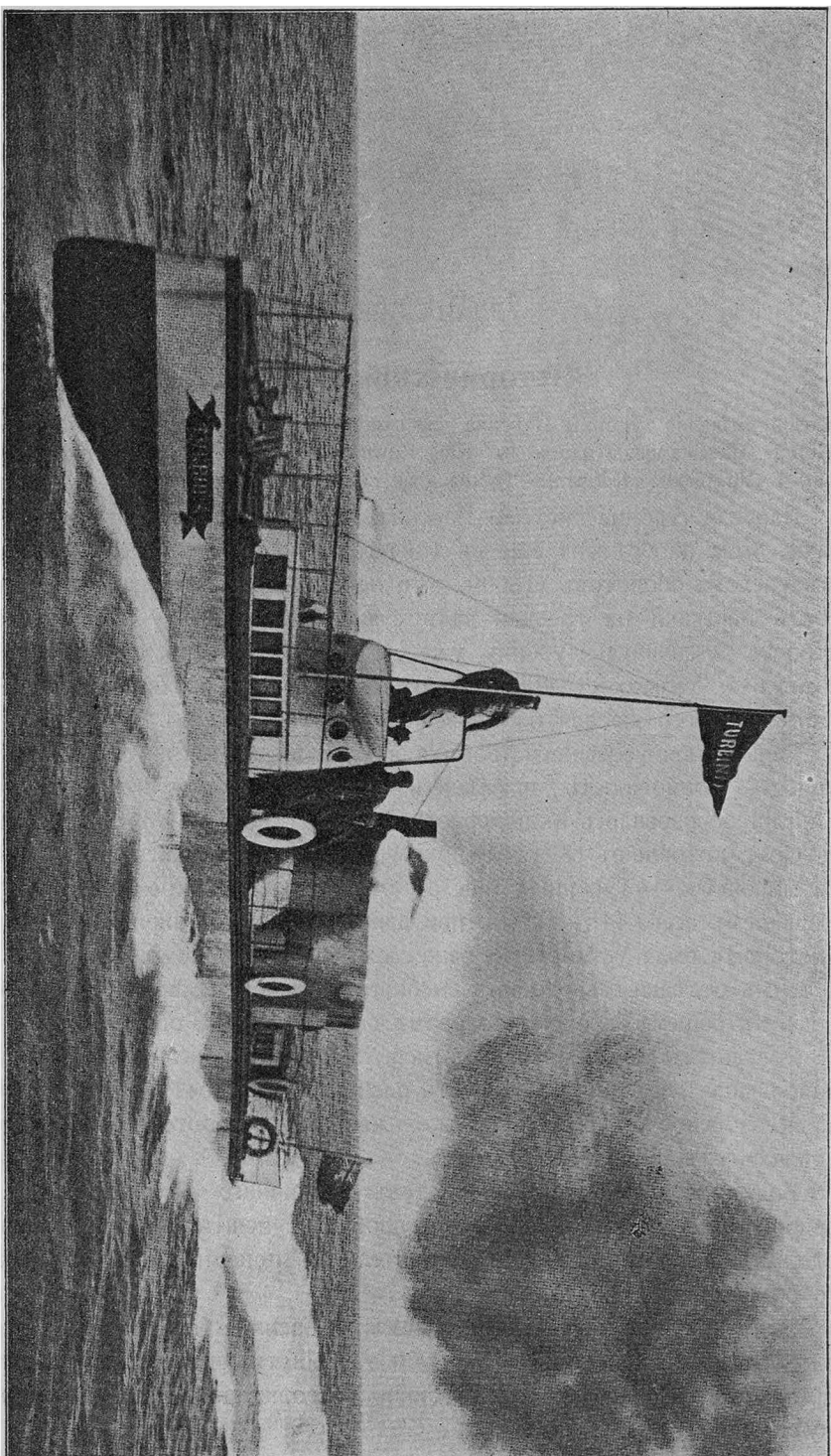


Рис. 1. «Турбинія» на полномъ ходу.

При такой громадной скорости вращения винтъ, будучи значительнаго діаметра, образовывалъ въ водѣ полое разрѣженное пространство, наполненное мельчайшей водяной пылью, и происходила потеря полезнаго сопротивленія винта.

Для избѣжанія этого недостатка оставалось одно: уменьшить насколько возможно діаметръ винта, но такъ какъ площадь лопастей винта зависитъ отъ мощности машины, то рѣшено было вмѣсто одного большого винта взять девять малыхъ, насадивъ ихъ по три на трехъ валахъ.

«Турбинія» такимъ образомъ вмѣсто одного гребного вала получила три (одинъ по діаметральной плоскости и два по бортамъ) и три турбины, по одной на каждомъ валу. Благопріятные результаты не замедлили обнаружиться и «Турбинія» на двухъ пробѣгахъ на мѣрной милѣ дала среднюю скорость 32,76 узла, которой до тѣхъ поръ не достигалъ еще ни одинъ миноносецъ.

При новомъ расположеніи на каждомъ изъ трехъ валовъ было помѣщено по турбинѣ высокаго давленія, получавшихъ свѣжій паръ независимо другъ отъ друга. Діаметръ каждого изъ девяти винтовъ равнялся 18 дюймамъ, а шагъ 24 дюймамъ, мощность всѣхъ трехъ турбинъ составляла 2000 индикаторныхъ силъ, а число оборотовъ было отъ 2000 до 3000.

Успѣхъ этого перваго турбиннаго судна настолько повліялъ на англійское адмиралтейство, что оно заказало два турбинныхъ контръ-миноносца съ контрактною скоростью 31 узелъ и водоизмѣщеніемъ 370 тоннъ.

Заказанныя суда получили названіе «Viper» и «Cobra», были выстроены въ Ньюкастлѣ на Тайнѣ, одно на верфи «Hawthorn, Leslie & Co», а другое у Армстронга и были спущены на воду въ 1897 году.

«Viper» (рис. 2) имѣлъ длину 210 футъ, ширину 21 ф. и осадку 6 ф. 9 д. при водоизмѣщеніи 370 тоннъ.

На каждомъ контръ-миноносцѣ было устроено четыре гребныхъ вала, независимыхъ другъ отъ друга. На двухъ крайнихъ валахъ, съ правого и лѣваго борта были расположены двѣ турбины высокаго давленія, а на двухъ среднихъ валахъ—двѣ турбины низкаго давленія, паръ такимъ образомъ расширялся какъ въ двухъ машинахъ компаундъ. Для задняго хода были помѣщены двѣ особыя турбины сзади турбинъ низкаго давленія.

На каждомъ гребномъ валу было насажено: на «Виперѣ» по два, а на «Кобрѣ» — по три гребныхъ винта, такимъ образомъ одинъ миноносецъ былъ восьмивинтовый, а другой двѣнадцативинтовый.

На часовомъ испытаніи, при полной нагрузкѣ и водоизмѣщеніи 370 тоннъ, «Viper» далъ небывалую скорость, которой до сихъ поръ не достигало еще ни одно судно, а именно 36,581 узловъ при 1180 оборотахъ въ минуту и мощности всѣхъ турбинъ около 11500 индикаторныхъ силъ. На пробѣ ощущалось полное отсутствіе вибрацій и дрожаній судна.

Въ общемъ, результаты были блестящи: контрактная скорость была

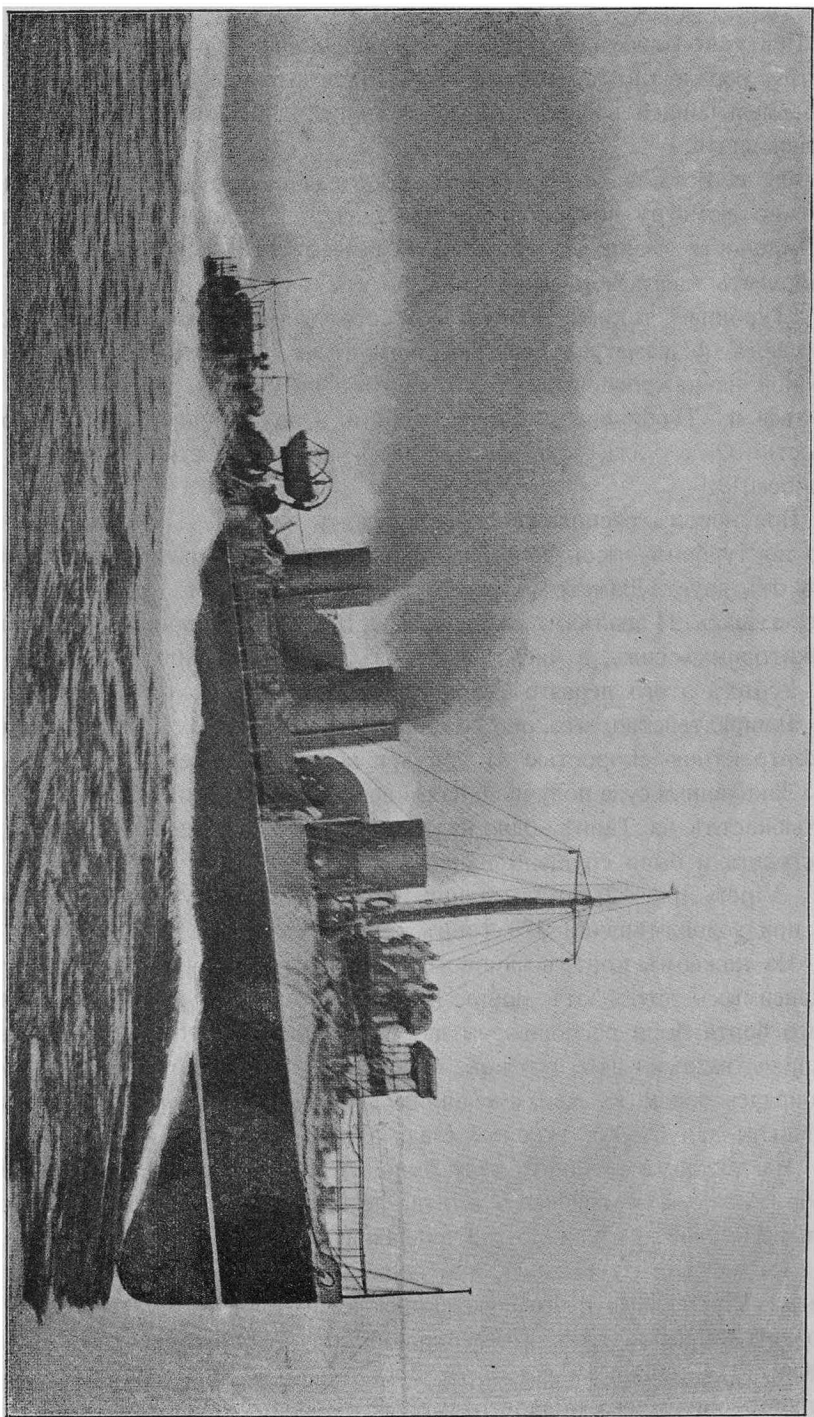


Рис. 2. «Viper».

превзойдена болѣе чѣмъ на пять узловъ, контрактная скорость на задній ходъ—15½ узловъ также была достигнута. Расходъ угля также получился менѣе контрактнаго, именно 2,38 англійскихъ фунта въ часъ на одну индикаторную силу вмѣсто 2,5.

Необходимо, впрочемъ, замѣтить, что мощность турбинъ была определена лишь расчетнымъ путемъ, такъ какъ, понятно, съ паровой турбины нельзя снять индикаторной діаграммы.

Что касается другого миноносца «Собга», то онъ на пробномъ испытаніи, происходившемъ въ бурную погоду, переломился пополамъ, вслѣдствіе слабости корпуса, и всѣ почти люди, находившіеся на суднѣ, погибли.

Эта ужасная катастрофа, въ связи съ гибелью «Viper», разбишагося на камняхъ во время тумана, на продолжительное время охладила вниманіе англійскаго адмиралтейства къ паровымъ турбинамъ, но зато онѣ нашли себѣ за послѣднія пять лѣтъ широкое примѣненіе во флотѣ торговомъ.

Первымъ пассажирскимъ пароходомъ, снабженнымъ паровыми турбинами вмѣсто паровыхъ машинъ, былъ «King Edward», водоизмѣщеніемъ въ 562 тонны, выстроенный въ 1901 году на верфи Деллу въ Глазговѣ и поставленный на линію быстроходнаго сообщенія между Англійей и материкомъ черезъ Ламаншскій каналъ.

На этомъ пароходѣ было примѣнено размѣщеніе турбинъ на трехъ гребныхъ валахъ, ставшее съ тѣхъ поръ прототипомъ почти для всѣхъ дальнѣйшихъ установокъ паровыхъ турбинъ на судахъ торговаго флота.

Отличительной чертой турбинныхъ пароходовъ между прочимъ стала и ихъ малая осадка, получавшаяся благодаря малому діаметру винтовъ, употребляемыхъ при паровыхъ турбинахъ.

Такъ «King Edward» при длинѣ 250 ф. и ширинѣ 30 ф. имѣетъ осадку всего лишь 6 футъ.

Скорость «King Edward'a» получилась 20 узловъ при 700 оборотовъ средняго вала и 1000 крайнихъ.

Слѣдующимъ турбиннымъ пассажирскимъ пароходомъ былъ «Queen Alexandra», выстроенный на томъ же заводѣ и спущенный въ 1902 году.

Устройство парохода и размѣщеніе турбинъ, тоже что и на «King Edward», только размѣры судна были нѣсколько увеличены. Скорость на пробномъ испытаніи получилась 20½ узловъ.

Послѣдующіе года были самыми плодотворными для постройки пароходовъ съ турбинами вмѣсто паровыхъ машинъ и за послѣдніе три года было выстроено еще семнадцать пассажирскихъ пароходовъ, водоизмѣщеніемъ отъ 1000 до 21000 тоннъ, и строится пять пароходовъ изъ нихъ два съ колоссальнымъ водоизмѣненіемъ въ 30,000 тоннъ. Всѣ эти пароходы—англійскіе и снабжены паровыми турбинами системы Парсона.

Механическая часть нѣкоторыхъ изъ этихъ пароходовъ будетъ подробно

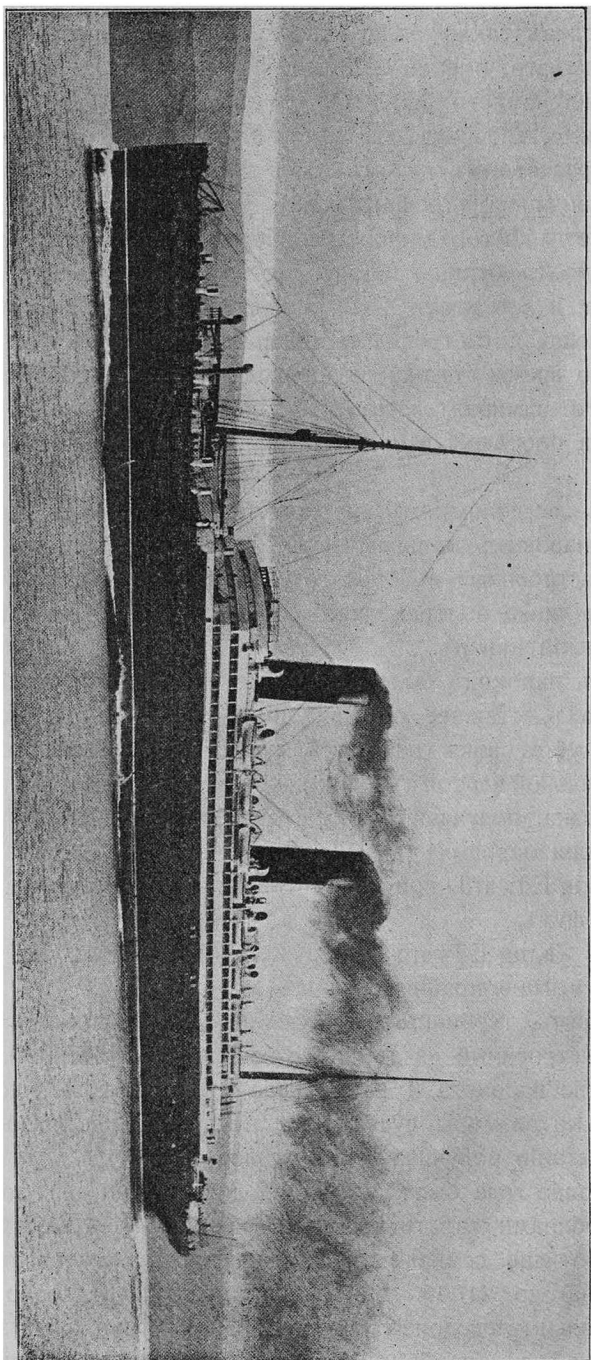


Рис. 3. «Карманія».