

КАРЛЪ БУСЛЕЙ.

СУДОВЫЕ ВОДОТРУБНЫЕ КОТЛЫ.

ПО ПОРУЧЕНИЮ

ГЛАВНАГО ИНСПЕКТОРА МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Морского Техническаго Комитета

перевелъ и дополнилъ

Инж.-Мех. Д. Головъ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Морского Министерства, въ Главномъ Адмиралтействѣ.

1898.

ОТДѢЛЕНИЕ

Предназначено переводчика
Введение

ЧАСТЬ I

Печатано по распоряженію Главнаго Инспектора Механической части
Морского Техническаго Комитета.

Ноты, состоящие изъ отдѣльныхъ главъ

1. Ноты Бекетова
2. Ноты Петрова
3. Ноты Тарасова
4. Ноты Тихонова

Ноты съ нотными знаками

5. Ноты Адамова
6. Ноты Гаврилова
7. Ноты Гаврилова
8. Ноты Офицерова
9. Ноты Яковлева
10. Ноты Шейнгольца
11. Ноты Яковлева
12. Ноты Офицерова
13. Ноты Гаврилова
14. Ноты Пензенскаго
15. Ноты Гаврилова
16. Ноты Яковлева
17. Ноты Гаврилова

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	СТРАН.
Предисловіе переводчика	VII
Введеніе	1

ЧАСТЬ I.

Котлы съ прямыми трубками.

Глава I.

Котлы, состоящіе изъ отдѣльныхъ элементовъ	9
1. Котлы Бельвиля	—
2. Котлы Перкинса	49
3. Котлы Геррешофа	52
4. Котлы Рута	55

Глава II.

Котлы съ водяными камерами	58
5. Котлы Альбана	—
6. Котлы Гейне	62
7. Котлы Бьютнера	65
8. Котлы Оріоля	68
9. Котлы Лаграфеля-д'Аллеста	71
10. Котлы Штейнмюллера	78
11. Котлы Ярроу	83
12. Котлы Ситона	84
13. Котлы Гольца	86
14. Котлы Пенелля	88
15. Котлы Тоуна	89
16. Котлы Мошера	91
17. Котлы Пти и Годара	94

	СТРАН.
18. Котлы Бабкока-Вилькокса	96
19. Котлы Гейторна	105
20. Котлы Мартина	107
21. Котлы Шихау	108
22. Котлы Де-Дюна-Бутона-Трепарду	109
23. Котлы Шарли-Бабйю	110

Глава III.

Котлы съ циркуляционными трубами	112
24. Котлы Вальтера	—
25. Котлы Дюрра	115
26. Котлы Никлосса	121

ЧАСТЬ II.

Котлы съ кривыми трубками.

Глава IV.

Котлы съ горизонтальными коллекторами	133
27. Котлы Дю-Тампль	—
28. Котлы Дю-Тампль-Нормана	144
29. Котлы Нормана	145
30. Котлы Нормана-Сигоди	151
31. Котлы Торникрофта	154
32. Котлы Блекиндена	169
33. Котлы Рида	173
34. Котлы Флеминга-Фергюсона	177
35. Котлы Мошера	180
36. Котлы Уорда	184
37. Котлы Бойера	186
38. Котлы Коульса	187
39. Котлы Робертса	190
40. Котлы Альми	192
41. Котлы Уайта	193
42. Котлы Ярроу	195
43. Котлы Филиппса	204
44. Котлы Петерсена-Макдональда	206
45. Котлы Сампсона	209
46. Котлы Мемфорда	211

Глава V.

	СТРАН.
Котлы съ вертикальными колленторами	214
47. Котлы Уорда	—
48. Котлы Ленца	223

ЧАСТЬ III.

Смѣшанные котлы. Общія заключенія.

Глава VI.

Смѣшанные котлы	231
49. Котлы Андерсона-Лайола	—
50. Котлы Солани	233
51. Котлы Шгроомана	234

Глава VII.

Современное значеніе водотрубныхъ котловъ для примѣненія на судахъ . .	239
1. Незначительный вѣсъ	240
2. Незначительное занимаемое помѣщеніе	243
3. Незначительная стоимость	247
4. Незначительные расходы на исправленія	248
5. Незначительная опасность въ отношеніи взрывовъ	251
6. Большая экономичность	254
7. Быстрога разводки пара	258
8. Нечувствительность къ сильнымъ форсированіямъ	259
9. Вскипаніе и сырой паръ	261
10. Трудность питанія	264
11. Повреждаемость отъ ржавленія и загрязненія	265
12. Невозможность закупориванія поврежденныхъ трубокъ.	268
Заключеніе	269

ПРЕДИСЛОВІЕ ПЕРЕВОДЧИКА.

Переведенное мною по порученію Главнаго Инспектора Механической Части сочиненіе Буслея заключаетъ въ себѣ описаніе всевозможныхъ водотрубныхъ котловъ, какіе употребляются или когда-либо употреблялись на судахъ. Матеріалы для своего сочиненія авторъ собралъ во время предпринятой имъ спеціально для этой цѣли поѣздки въ Англію, Францію, Италію, Данію и Сѣверную Америку. Эта работа представляетъ въ настоящее время самое обстоятельное сочиненіе о водотрубныхъ судовыхъ котлахъ.

Переведа сочиненіе Буслея безъ всякихъ пропусковъ и измѣненій, я сдѣлалъ нѣкоторыя добавленія къ нему, относящіяся почти исключительно къ фактической сторонѣ предмета, а именно къ результатамъ примѣненій описываемыхъ котловъ на судахъ въ самое послѣднее время, т. е. уже послѣ выхода въ свѣтъ сочиненія Буслея, и къ ихъ новѣйшимъ усовершенствованіямъ. Источниками такихъ добавленій служили прежде всего техническіе журналы и между прочимъ обстоятельныя статьи о водотрубныхъ котлахъ въ *Revista Marittima*, а также французскія сочиненія Бертена и Жирара о судовыхъ котлахъ. Добавленія отмѣчены звѣздочками.

Переводъ сочиненія Буслея сдѣланъ съ разрѣшенія автора.

Котлы со прямыми трубками распадаются на три класса:

- 1) Котлы, состоящіе изъ отдѣльныхъ элементовъ,
- 2) Котлы съ водяными камерами и
- 3) Котлы съ циркуляционными (фильдовскими) трубками.

При этомъ найдутся очевидно устройства переходнаго характера, которые почти совершенно сглаживаютъ различіе между отдѣльными типами.

Котлы съ кривыми трубками снабжаются по большей части горизонтальными коллекторами, хотя встрѣчаются также образцы съ вертикальными и наклонно расположенными коллекторами, вслѣдствіе чего я принялъ положеніе коллекторовъ за отличительный характеристичный признакъ котловъ этого рода.

Распредѣленіе водотрубныхъ котловъ на выше упомянутые классы можетъ оказаться очевидно неудовлетворительнымъ, но оно дастъ возможность разобратся въ ихъ многочисленныхъ системахъ и знакомиться съ ними въ извѣстномъ порядкѣ сходства ихъ устройства.

Въ приводимомъ ниже распредѣленіи котловъ на эти классы пропущены старые типы, напр. котлы Польмера, Уатта и Роуэна, теперь больше уже не примѣняемые на судахъ. Не рассматриваются также новые котлы, которые построены еще въ очень ограниченномъ числѣ или очень мало отличаются отъ другихъ извѣстныхъ типовъ.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

КОТЛЫ СЪ ПРЯМЫМИ ТРУБКАМИ.

ГЛАВА I.

Котлы, состоящіе изъ отдѣльныхъ элементовъ.

Котлы этого типа, не имѣющіе никакихъ водяныхъ камеръ, состоятъ изъ отдѣльныхъ соединенныхъ между собой рядовъ трубокъ, *элементовъ*, которые снизу сообщаются съ общимъ для всѣхъ ихъ *водянымъ коллекторомъ* и, образуя зигзагообразную линію, поднимаются вверхъ къ общему также *паровому коллектору* или *паросушителю*. Всѣ котлы этого типа довольно сходны между собой по общему устройству, но наиболѣе характерная разница между нами заключается въ способѣ соединенія отдѣльныхъ рядовъ трубокъ между собой.

1. Котлы Бельвиля.

Водотрубные котлы, какіе строятся теперь заводомъ Делонеа Бельвиля и К^о въ Сень-Дени, считаются безусловно наилучшимъ образомъ разработанными въ конструктивномъ отношеніи. Приспособленія и приборы, обезпечивающіе ихъ исправное дѣйствіе, выработаны на основаніи почти 50-лѣтней практики со столь несомнѣнной талантливостью, что котлы эти во всѣхъ ихъ деталяхъ представляются вполне надежными приборами.

Еще въ 1850 г., 28 августа, Жюльенъ Бельвиль взялъ привилегію на водотрубный котель съ чугунными трубками, которыя только впослѣдствіи были замѣнены желѣзными сварными въ нахлестку. Въ 1855 г. на французскомъ корветѣ

Biche былъ предпринятъ первый опытъ съ 4 такими котлами, изображенными на рис. 1 и 2.

Каждый изъ этихъ котловъ состоялъ изъ двухъ нижнихъ горизонтальныхъ трубокъ, служившихъ каждою основаніемъ для ряда вертикальныхъ трубокъ. Въ нижнія горизонтальныя трубки поступала питательная вода и изъ нихъ затѣмъ переходила въ вертикальныя трубки. Послѣднія шли до верха топочнаго пространства, а здѣсь загибались внутрь для огра-

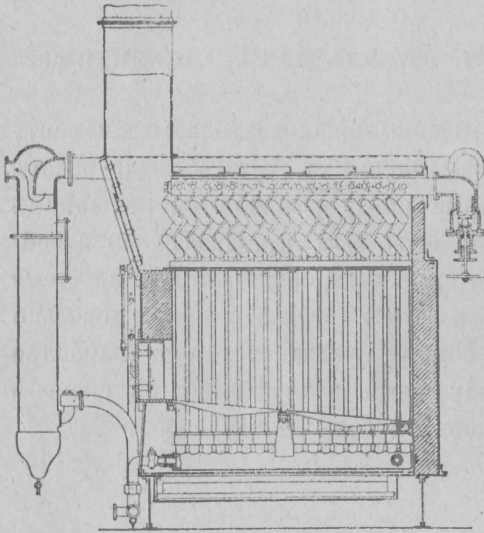


Рис. 1.

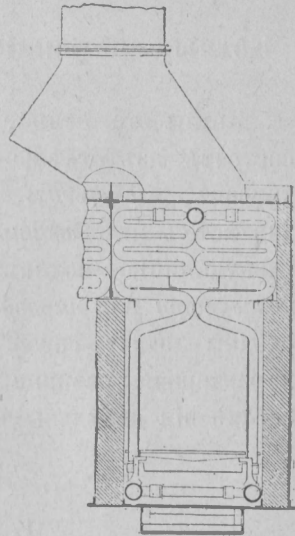


Рис. 2.

Первоначальный образецъ котловъ Бельвиля.

ниченія послѣдняго. Верхнія части трубокъ шли выше зигзагообразно и наконецъ всѣ соединялись съ общей горизонтальной трубой, которая служила паровымъ коллекторомъ. Эти паросушители соединенныхъ въ одну группу котловъ шли къ сепаратору, расположенному сбоку котловъ, и отсюда паръ, освобожденный отъ увлеченной имъ воды, отводился въ машину.

Сепараторъ былъ снабженъ сверху водомѣрнымъ стекломъ, а снизу онъ соединялся чрезъ спускной клапанъ съ нижними

горизонтальными трубками котла, въ которыя производилось питаніе послѣдняго. Когда уровень воды въ сепараторѣ оказывался выше, чѣмъ въ котлѣ, спускной клапанъ выпускалъ въ котель собравшуюся въ сепараторѣ воду, не позволяя однако ей идти обратно изъ котла въ сепараторъ. Въ случаѣ надобности можно было выпускать воду изъ сепаратора чрезъ продувательный кранъ. На рисункахъ ясно можно видѣть, какъ была устроена топка и весь дымоходъ; надо только замѣтить, что щитъ, расположенный на первомъ колѣнѣ трубокъ, заставлялъ горячіе газы проходить между зигзагообразными трубками, не позволяя имъ направляться прямо въ дымовую трубу. Устроенный изъ листового желѣза кожухъ котла былъ покрытъ изнутри шамотомъ.

Первые опыты на *Biche* окончились неудачей, потому что плохо сваренныя желѣзныя трубки, подвергаясь растяженію и сжатію, разрывались по направленію сварки. Кромѣ того котлы представляли тотъ недостатокъ, что въ нихъ, вслѣдствіе очень малаго водяного пространства, было очень трудно поддерживать сколько нибудь постоянный уровень воды. Затѣмъ они требовали для своего питанія прѣсной воды, а потому могли примѣняться только для машинъ съ очень рѣдкими еще въ то время поверхностными холодильниками. Но и при этихъ машинахъ добавочное питаніе, какое требовалось, брали изъ-за борта, а огъ образующихся вслѣдствіе этого въ котлахъ осадковъ нельзя было очищать изогнутые концы трубокъ. Въ экономическомъ отношеніи результаты были вполне хороши, потому что при одинаковомъ давленіи пара и другихъ одинаковыхъ условіяхъ котлы расходовали при тогдашнихъ машинахъ низкаго давленія вмѣсто 4,4 англ. фунт. угля на 1 инд. лошад. силу въ часъ всего 3,85 англ. фунт. Такъ какъ котлы были построены для давленія пара въ 100 фунт. на кв. д., то само собою разумѣется, что при примѣненіи болѣе высокаго давленія въ машинахъ они дали бы результаты еще лучше.

Всего годъ спустя Бельвилю удалось достать болѣе прочныя трубки и на *Biche*, а также на *Seine-et-Rhône*, пароходъ *Compagnie générale maritime*, были повторены опыты съ котлами нѣсколько

измѣненнаго устройства. Такимъ образомъ всѣ за-ново предпринимаемыя пробы этого типа котловъ, подвергаемаго безчисленнымъ измѣненіямъ, неумоимо продолжались до 1859 г., пока отъ нихъ наконецъ не отказались, какъ отъ безнадежныхъ. Послѣ этого Жюльенъ Бельвиль проектировалъ котель, представленный на рис. 3 и 4, объявивъ о немъ въ 1862 г. Здѣсь уже появляется прототипъ его теперешняго автоматическаго регулятора питанія, потому что питательная вода проходила

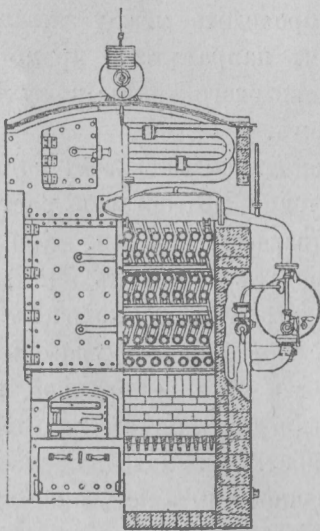


Рис. 3.

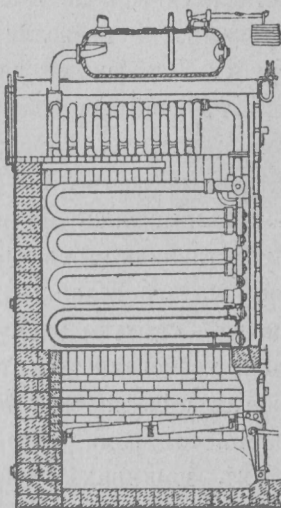


Рис. 4.

Бельвильевскій котель типа 1862 г.

здѣсь черезъ регулируемый кранъ и невозвратный клапанъ въ расположенный сбоку котла шаръ, соединяющійся одной трубкой съ нижнимъ коллекторомъ и другой трубкой съ верхнимъ коллекторомъ отдѣльныхъ элементовъ котла. Надъ верхнимъ коллекторомъ была расположена система трубокъ, служащая пароперегрѣвателемъ, а сверху находился небольшой паросушитель.

Въ 1868 г. котлы Бельвиля были настолько усовершенствованы, что ихъ приняли въ французскомъ флотѣ для паро-

выхъ катеровъ (рис. 5 — 9); вмѣстѣ съ катерами, построенными въ 1870 — 1871 гг. на Луарѣ, эти котлы попали и въ германскій флотъ.

Эти котлы заключали въ себѣ нѣсколько элементовъ изъ желѣзныхъ, расположенныхъ горизонтально одна надъ другой трубокъ, которыя обоими своими концами вставлялись въ коробки изъ ковкаго чугуна. Снизу трубки вставлялись въ четырехугольную коробку, въ которую впускалась питательная вода; сверху трубки были вставлены въ подобную же

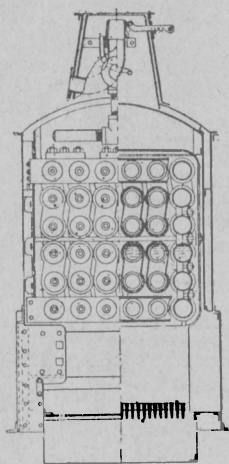


Рис. 5.

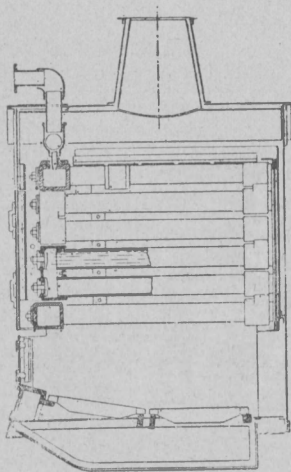


Рис. 6.

Рис. 7. Рис. 8.

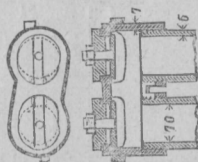


Рис. 9.

Соединеніе трубокъ въ
бельвилевскомъ котлѣ
1868 г.

Бельвилевскій котелъ типа 1868 г. для паровыхъ катеровъ.

коробку, изъ которой брали паръ. Нижняя половина рядовъ трубокъ была наполнена водой, а верхніе ряды содержали паръ. Горячіе газы, поднимаясь съ колосниковой рѣшетки, расположенной подъ трубками, обхватывали всю батарею трубокъ и уходили въ дымовую трубу. Кожухъ котла былъ двойной, устроенный изъ тонкихъ желѣзныхъ листовъ, причемъ промежутокъ между двумя стѣнками заполнялся плохо проводящимъ тепло веществомъ (обыкновенно золой). Въ передней стѣнкѣ этого кожуха устраивались дверцы (прогары), обезпечивающія доступъ къ трубкамъ. Обращенныя къ этой сто-

ронѣ переднія стѣнки коробокъ, соединяющихъ трубки, были снабжены для внутренней чистки послѣднихъ съемными крышками. Благодаря этому, оказывалось возможнымъ удалять изъ трубокъ накипь, образующуюся отъ добавочнаго питанія солевой водой. На паровыхъ катерахъ, не имѣющихъ поверхностныхъ холодильниковъ, ставили питательныя систерны, которыя наливали прѣсной водой. Эти котлы, не смотря на ихъ существенныя усовершенствованія, не могли еще получить примѣненія на большихъ морскихъ судахъ.

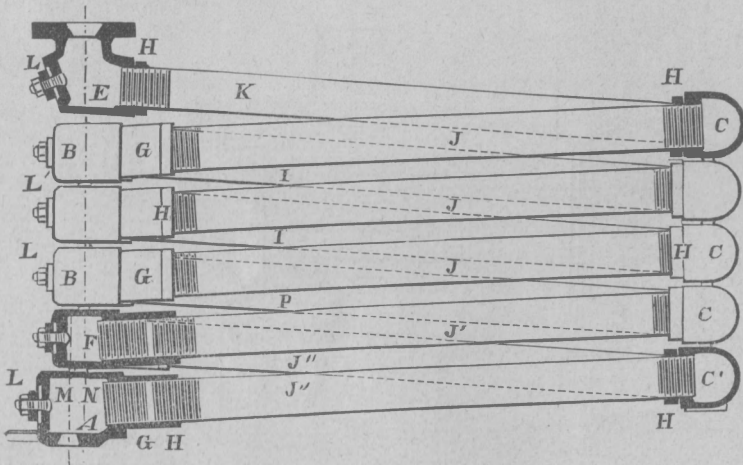


Рис. 10.

Элементъ современнаго котла Бельвиля.

Не падая духомъ ни при какихъ неудачахъ, Жюльенъ Бельвиль построилъ наконецъ въ 1877 г. котель, пригодный и для большихъ судовъ, какъ военныхъ, такъ и коммерческихъ.

Котлы новаго типа съ двойными элементами (изъ двухъ рядовъ трубокъ) были сначала очень обстоятельно испытаны на французскомъ авизо *Volligeur* и съ теченіемъ времени были настолько усовершенствованы, что въ настоящее время по разработанности устройства они стоятъ выше всѣхъ другихъ водотрубныхъ котловъ; поэтоту они оказываются теперь самымъ распространеннымъ типомъ котловъ на судахъ.

Къ срединѣ 1896 г. на французскихъ, русскихъ и англій-

скихъ военныхъ судахъ работающихъ и строящихся котловъ Бельвиля было на 384000 лош. силъ; сюда надо прибавить еще около 73000 лош. силъ на коммерческихъ судахъ.

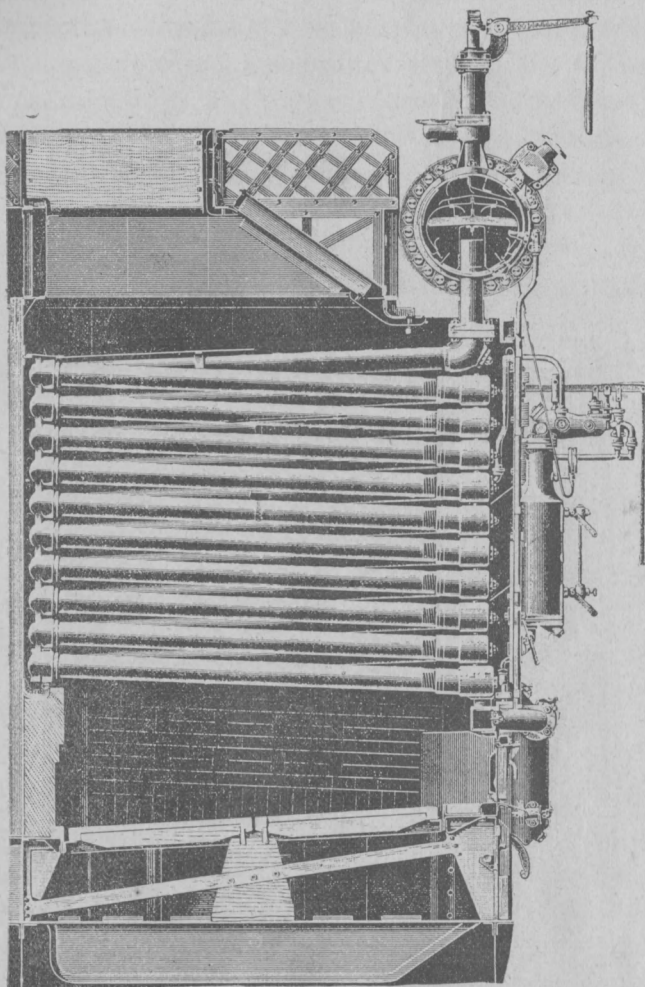


Рис. 11.

Продольный разрѣзъ современнаго бельвилевскаго котла.

Въ 1891 г. Жюльенъ Бельвиль устранился отъ дѣлъ послѣ многихъ лѣтъ своей тяжелой работы, увѣнчавшейся успѣхомъ.

Рис. 10 представляетъ элементъ новаго бельвилевскаго котла, подобнаго, напримѣръ тѣмъ, какіе поставлены на большіе

англійскіе крейсера *Powerful* и *Terrible*. Стальныя сваренныя въ нахлестку трубки въ $4\frac{1}{2}$ д. наружнымъ діаметромъ при толщинѣ стѣнокъ въ $\frac{3}{8}$ д. въ нижнихъ рядахъ и $\frac{3}{16}$ д. въ

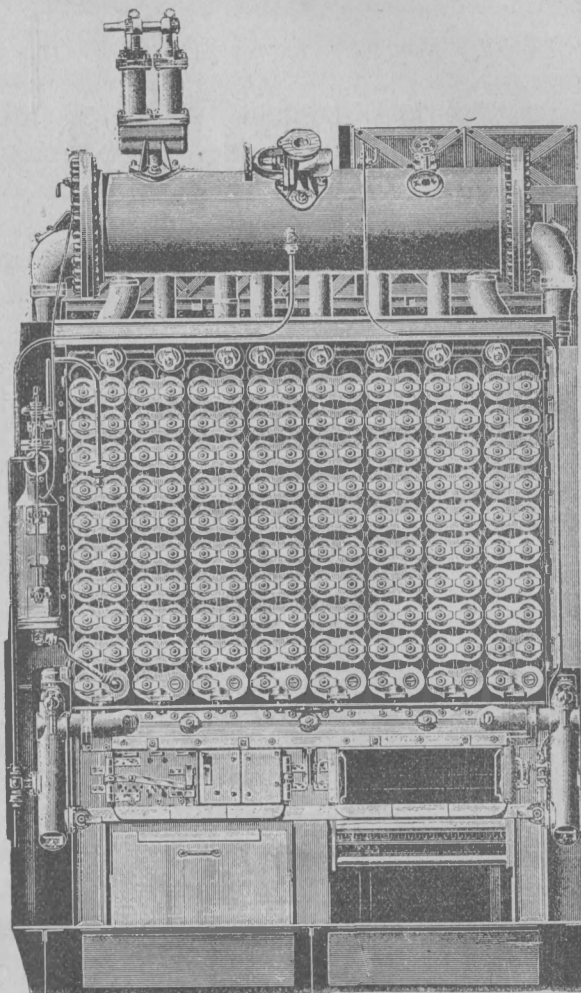


Рис. 12.

Передній видъ бельвилевскаго котла при снятыхъ прогарахъ.

верхнихъ. Трубки задними концами ввинчены въ коробки *C* изъ ковкаго чугуна, причемъ для обезпеченія металлически плотнаго соединенія между ними наръзки на трубкѣ и въ коробки дѣ-

лаются немного неодинаковаго шага. Кромѣ того, для большей плотности, на каждую трубку навинчивается особое стопорное кольцо *H*, плотно прижимаемое къ коробкѣ. Съ передними коробками *B* трубки соединяются подобнымъ же образомъ, но съ той разницей, что въ коробкѣ кончается только одна трубка (*I*) изъ пары; другая трубка (*J*) дѣлается короче и посредствомъ муфты *G* соединяется съ короткимъ кускомъ *F* трубки, вставленнымъ въ коробку. Благодаря такому устройству, облегчается перемѣна трубокъ въ элементѣ.

* На рис. 11 и 12, можно видѣть внутреннее устройство бельвилевскаго котла этого новаго типа, а также расположеніе приборовъ и различныхъ принадлежностей на немъ.*

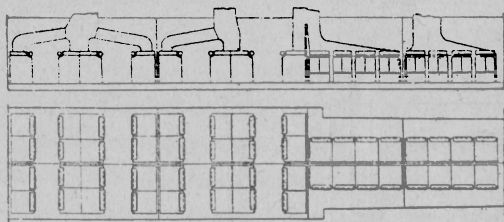


Рис. 13.

Расположеніе бельвилевскихъ котловъ на англійскомъ крейсере *Powerful*.

Рис. 13 показываетъ, какъ расположены 48 котловъ на *Powerful*'ѣ. Въ 4 заднихъ кочегарняхъ внутренніе котлы, находящіеся непосредственно около діаметральной переборки, состоятъ изъ 8 элементовъ, а наружные, для выигрыша мѣста, только изъ 7 элементовъ. На рис. 14—17 показано расположеніе и устройство кожуховъ около смежныхъ паръ котловъ съ 8 и 7 элементами.

* На *Powerful*'ѣ установлено 48 котловъ, проектированныхъ для работы при давленіи пара въ 260 фунт., причемъ это давленіе уменьшается клапанами-детандерами до 210 фунт. начальнаго давленія въ цилиндрахъ высокаго давленія. Полная нагревательная поверхность котловъ 69453 кв. ф., т. е. по 2,77 кв. ф. на проектированную инд. лош. силу машинъ (25000 лош.

силъ), а полная площадь колосниковой рѣшетки—2192 кв. ф. Котлы занимаютъ по длинѣ судна 186 футъ и помѣщаются въ восьми кочегарняхъ, расположенныхъ симметрично съ обѣихъ сторонъ средней продольной переборки, какъ показано на рис. 13.

Рис. 14.

Рис. 15.

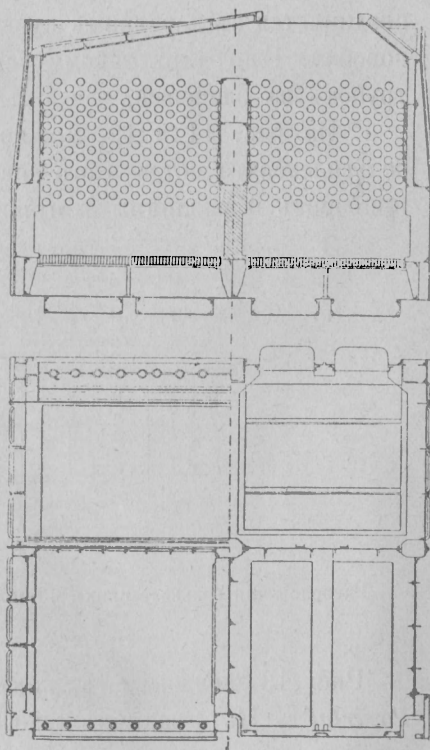
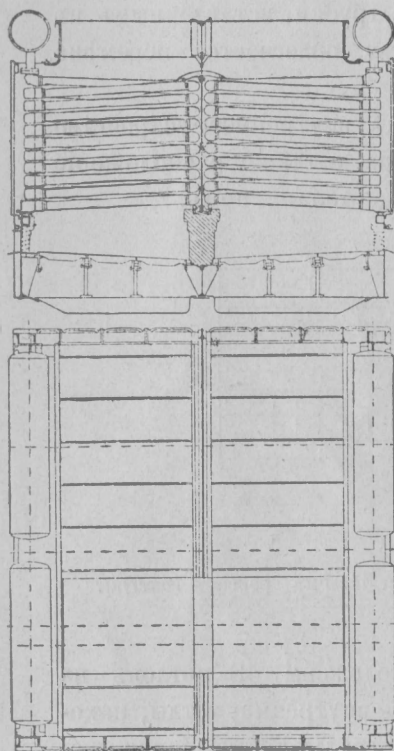


Рис. 16.

Рис. 17.

Устройство кожуховъ у бельвилевскихъ котловъ.

Въ каждой изъ четырехъ кормовыхъ кочегаренъ установлено по 8 котловъ, у которыхъ трубки расположены вдоль судна, а въ каждой изъ носовыхъ кочегаренъ по 4 котла съ трубками, расположенными поперекъ судна. Котламъ пришлось дать такое расположеніе вслѣдствіе острыхъ обводовъ судна и для защиты котловъ угольными ямами. Всѣ котлы совер-

шенно независимы одинъ отъ другого. Каждый элементъ содержитъ 20 трубокъ или, лучше сказать, 10 паръ трубокъ. По поводу трубокъ котловъ надо прибавить, что, хотя онѣ дали прекрасные результаты при испытаніяхъ, но въ виду аварий, случавшихся съ подобными трубками во Франціи, когда разверзалась сварка, англійское адмиралтейство рѣшило примѣнять на будущее время въ бельвилевскихъ котлахъ цѣльныя тянутыя трубки, хотя онѣ значительно дороже сварныхъ. На испытанія трубокъ было обращено большое вниманіе и заводчикамъ были сначала поставлены слѣдующія условія:—Сталь для трубокъ должна быть выдѣлана по основному процессу и полосы отоженного металла должны обладать крѣпостью на растяженіе отъ 21 до 24 тоннъ при удлинении не менѣе 25% на длинѣ 8 дюйм. Планки, вырѣзанныя изъ трубокъ (не отжигаемыя), должны обладать крѣпостью на растяженіе въ 26 тоннъ, при удлинении не меньше 20% на 8 дюйм. Полоски, вырѣзанныя изъ трубокъ (выпрямленные, нагрѣтыя до-красна и охлажденные въ водѣ съ температурой 28° Ц.), должны складываться вдвое по радіусу въ $\frac{1}{2}$ дюйма безъ излома; куски трубокъ, отрѣзанные отъ ихъ концовъ (длиною въ 2 д., при толщинѣ $\frac{3}{16}$ д.), должны выдерживать въ холодномъ состояніи уменьшеніе въ длинѣ подъ молотомъ до 1 д. и сплющиваніе, пока бока не сойдутся, безъ трещинъ. Концы трубокъ тоньше $\frac{3}{16}$ д. должны допускать раскатку приборомъ съ тремя катками до увеличенія діаметра на 12 $\frac{1}{2}$ % въ случаѣ холодной трубки и на 20% при нагрѣтой трубкѣ. Трубки толще $\frac{3}{16}$ д. должны раскатываться вдвое меньше. Этимъ пробамъ подвергаются около 2% трубокъ по выбору инспектора отъ адмиралтейства. Кромѣ того, трубки испытываются гидравлически подъ давленіемъ 1000 фунт. Для цѣльныхъ тянутыхъ трубокъ это давленіе будетъ увеличено до 1500 фунт., въ чемъ и заключается единственная перемѣна въ испытаніяхъ для послѣднихъ трубокъ. Соединительныя коробки трубокъ, выдѣланныя изъ ковкаго чугуна, около $\frac{3}{16}$ д. толщиной; онѣ испытываются гидравлическимъ давленіемъ въ 750 фунт. и бросаніемъ съ высоты 25 футъ на чугунную плиту. Наружныя стѣнки кожуха котловъ, а также ихъ паро-

сушители покрыты слоемъ азбеста въ 3 дюйма толщиною, который, въ свою очередь, прикрытъ снаружи тонкими желѣзными листами.*

На рис. 18, 19 и 20 представлено соотвѣтственно распо-

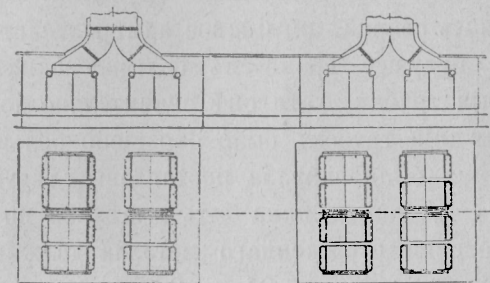


Рис. 18.

Расположеніе бельвилевскихъ котловъ на французскомъ броненосцѣ *Bouvet*.

ложеніе 32 котловъ на французскомъ броненосцѣ *Bouvet*, также 32 на русскомъ крейсере *Россія* и 20 котловъ на французскихъ броненосцахъ *Charlemagne*, *Saint-Louis* и *Gaulois*. Къ этимъ способамъ расположенія котловъ мы еще вернемся впоследствии.

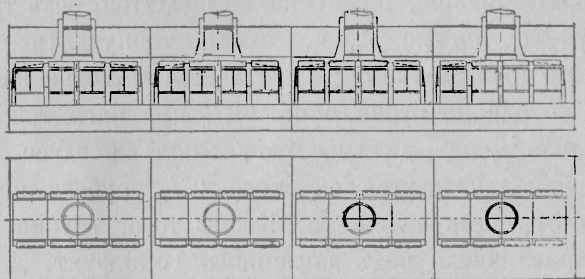


Рис. 19.

Расположеніе бельвилевскихъ котловъ на русскомъ крейсере *Россія*.

Для выясненія устройства современныхъ бельвилевскихъ котловъ лучше всего будетъ рассмотретьъ ихъ въ отношеніи тѣхъ недостатковъ, какіе указываютъ, говоря противъ ихъ

примѣненіи. Эти недостатки заключаются главнымъ образомъ въ слѣдующемъ: —

- 1) Очень слабая циркуляція воды.
- 2) Малое водяное пространство и обусловливаемая этимъ трудность питанія.
- 3) Способность производить вскипаніе и доставлять сырой паръ.
- 4) Трудность чистки.

1) Для улучшенія *недостаточной циркуляціи воды* въ прежнихъ бельвилевскихъ котлахъ съ горизонтальными ординарными элементами послѣдніе были замѣнены двойными элементами

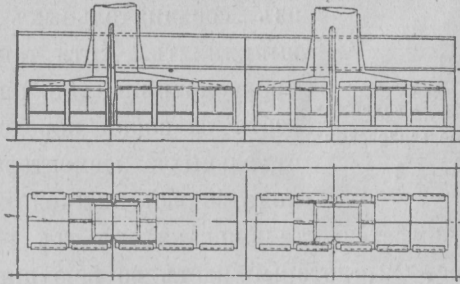


Рис. 20.

Расположеніе бельвилевскихъ котловъ на 4 французскихъ броненосцахъ.

изъ трубокъ, поднимающихся спереди приблизительно на 4° . Кромѣ того соединительныя коробки трубокъ снабжаются перегородками, о которыя ударяетъ вода при переходѣ изъ одной трубки въ другую, благодаря чему производится перемѣшиваніе воды, проходящей около поверхности трубки и сильнѣе нагрѣтой, съ внутренней менѣе нагрѣтой водой, а скопленіе задерживающихся пузырьковъ пара можетъ происходить только въ самыхъ трубкахъ.

Отдѣльные элементы соединяются съ нижнимъ водянымъ коллекторомъ каждый при помощи конуса, ввинченнаго въ этотъ коллекторъ и выступающаго приблизительно на $\frac{5}{8}$ д. внутрь коробки элемента, какъ можно видѣть на рис. 21, причемъ для плотности на этотъ конусъ *a* одѣвается кольцо изъ

листового никкеля около $\frac{1}{16}$ д. толщиной и $\frac{3}{4}$ —1 д. высотой. Коробка плотно прижимается къ конусу при помощи болта *d*, вставленнаго въ маленький фланецъ *b* у коробки элемента.

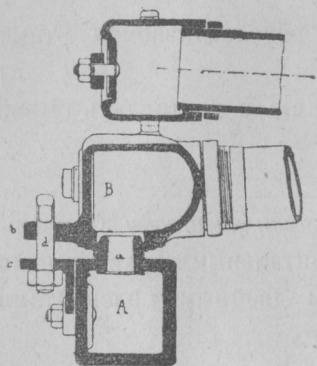


Рис. 21.

Соединеніе элемента съ водянымъ коллекторомъ въ бельвилевскомъ котлѣ.

Оказывается однако, что и въ этихъ усовершенствованныхъ котлахъ циркуляція воды не вполне достаточна, потому что послѣ нѣкотораго времени службы самыя нижнія трубки отдѣльныхъ элементовъ прогибаются внизъ, хотя очень незначительно. Тогда приходится вывинчивать ихъ изъ соединительныхъ коробокъ и выпрямлять. Хотя такое прогибаніе предусмотрено, но оно можетъ повести за собой передвиганіе назадъ отдѣльныхъ элементовъ, такъ какъ

подъ задней нижней коробкой каждаго элемента имѣется стальной катокъ отъ 1 д. до $1\frac{1}{2}$ д. діаметромъ, рис. 22, который идетъ во всю ширину коробки и можетъ свободно кататься въ маленькой чугунной направляющей коробкѣ.

Хотя опыты Ваткинсона, произведенные надъ моделями котловъ, обратили на себя большое вниманіе, но слѣдуетъ признать, что они не имѣютъ почти никакого значенія для практики, такъ какъ при нихъ нельзя было принять въ расчетъ дѣйствительныя отношенія поперечнаго сѣченія трубки къ ея окружности и величины пузырьковъ пара къ поперечному сѣченію трубокъ; эти опыты отчасти даже вводятъ въ заблужденіе. Впрочемъ сравнительно больше вниманія заслуживаютъ выводы Ваткинсона относительно циркуляціи въ бельвилевскихъ котлахъ, которая сильно отличается отъ циркуляціи въ другихъ котлахъ. Полная длина элемента отъ водяного коллектора до паросушителя колеблется въ судовыхъ котлахъ Бельвиля между 100 и 150 фут., причемъ конецъ самой верхней трубки лежитъ на 5—6 фут. выше конца самой нижней и загѣмъ къ паросушителю отъ него идетъ еще патрубокъ въ $1\frac{1}{2}$ фут. длиной.

Если бы всѣ трубки элемента образовали одну прямую трубу, то было бы достаточно столба воды около 2 фут. высотой для сообщенія водѣ такого же движенія, какъ и въ другихъ водо-

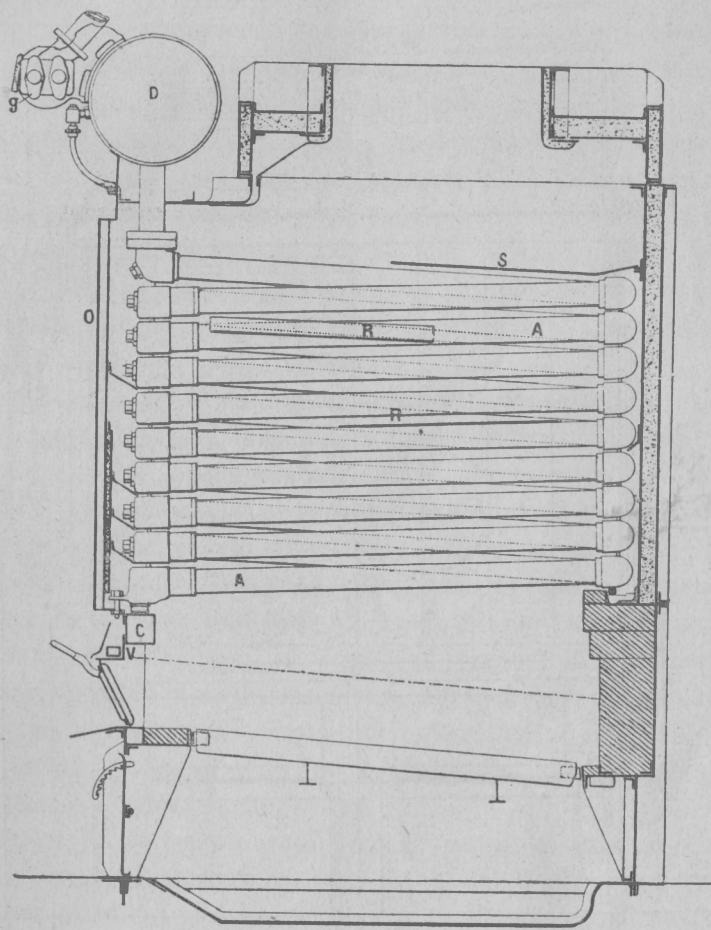


Рис. 22.

Продольный разръзъ бельвилевскаго котла.

трубныхъ котлахъ. Такъ какъ въ каждой коробкѣ должна происходить перемѣна направленія движенія воды, то такого напора недостаточно для преодоленія обусловливаемаго этимъ обстоятельствомъ сопротивленія. Чтобы все-таки происходила

достаточно сильная циркуляція воды, Бельвиль ставитъ невозвратный клапанъ передъ входомъ питательной воды въ водяной коллекторъ и затѣмъ заставляеть воду переходить въ отдѣльные

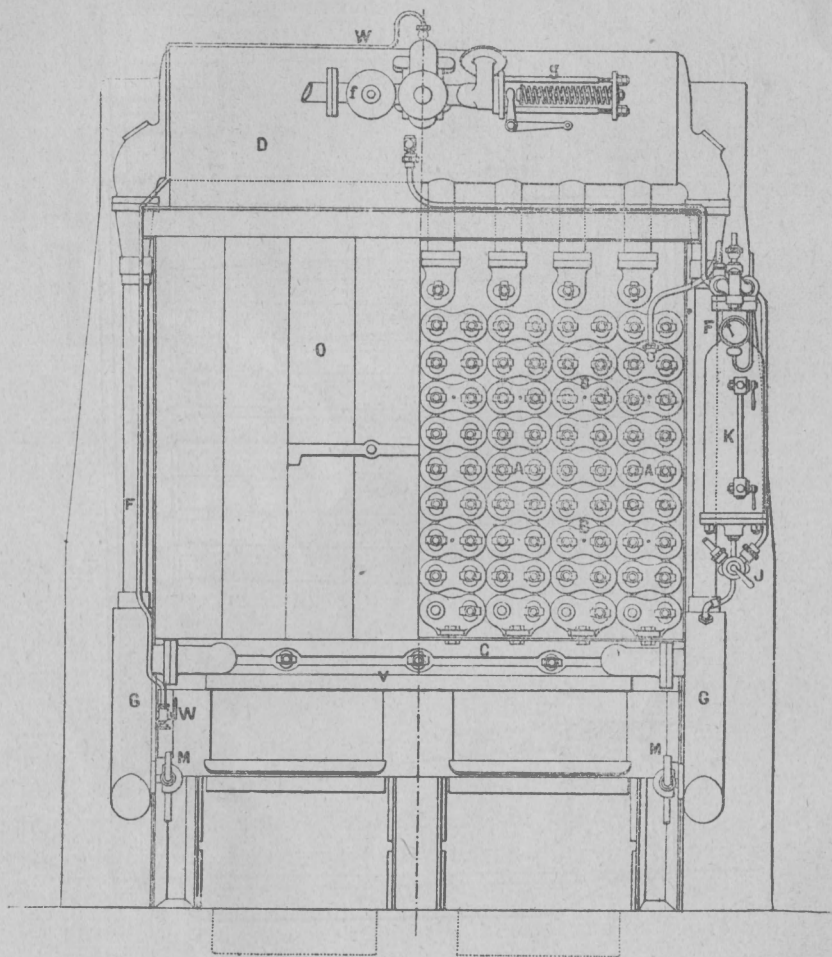


Рис. 23.

Передній видъ бельвилевскаго котла.

элементы чрезъ вышеописанные суженные конусы. Такъ какъ въ идущихъ отъ паросушителя трубахъ *F*, рис. 23, вода держится выше, чѣмъ въ котлѣ, то она давитъ на невозвратный клапанъ,

переходить въ котелъ и подвергается тамъ испаренію. Но парообразованіе происходитъ во всѣхъ трубкахъ одновременно, а потому вода, которую образующійся въ нижнихъ трубкахъ паръ гонитъ въ верхнія трубки, задерживается получающимся здѣсь паромъ, несущимся въ паросушитель, куда онъ попадаетъ выше уровня воды; такимъ образомъ вода въ трубкахъ непрерывно движется вверхъ и внизъ. Невозвратный клапанъ не позволяетъ выходить изъ котла стремящейся внизъ водѣ, а потому въ бельвилевскомъ котлѣ, какъ и во всѣхъ другихъ, въ которыхъ образующійся паръ входитъ въ паросушитель выше уровня воды, происходятъ болѣе или менѣе частые удары воды, особенно при разводкѣ паровъ. Впрочемъ при правильномъ дѣйствіи въ бельвилевскихъ котлахъ бываетъ достаточно сильная и совершенная циркуляція.

2) Вслѣдствіе *малаго водяного пространства* бельвилевскаго котла, который по сравненію съ шотландскимъ котломъ представляетъ собою очень слабый аккумуляторъ теплоты, нельзя допускать внезапныя перемѣны въ расходѣ пара, какія бываютъ всегда при маневрированіяхъ судовъ. При внезапномъ увеличеніи расхода пара котлы легко подвергаются вскипанію вслѣдствіе уменьшенія давленія. Чтобы не допускать вскипанія, Бельвилъ снабдилъ свои котлы очень остроумнымъ, довольно автоматическимъ приспособленіемъ, которое регулируетъ питаніе. При надлежащемъ уходѣ оно дѣйствуетъ надежно даже при качкѣ, пока котелъ не форсируютъ и онъ работаетъ при равномерномъ расходѣ пара.

Этотъ регуляторъ питанія, соединяемый съ донкой особаго устройства, изображенъ на рис. 24 и 25. Онъ заключаетъ въ себѣ резервуаръ *A* изъ литой стали, нижній конецъ котораго соединяется съ нижнимъ коллекторомъ котла, а верхній конецъ— съ ближайшей передней коробкой (на рис. 25 съ восьмой снизу). Въ нижней части этой колонны находится поплавокъ *C*, снабженный снизу направляющимъ стержнемъ. При помощи своего верхняго стержня съ остріемъ поплавковъ подвѣшенъ на концѣ уравновѣшеннаго коромысла *D*, другой конецъ котораго снабженъ маленькимъ роликомъ. Послѣдній прижимается къ стержню *F*, связанному съ расположеннымъ снаружи коромысломъ *E*. Лѣ-

вый конецъ послѣдняго притягивается книзу спиральной пружиной *I*, въ помощь которой прибавлено для облегченія ея

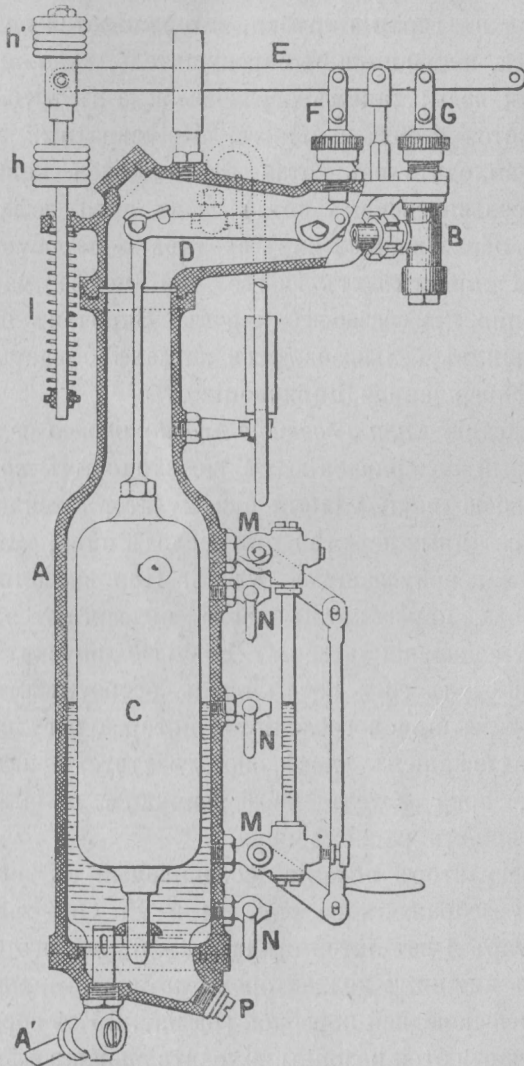


Рис. 24.

Автоматическій питатель бельвилевскихъ котловъ.

регулюванія нѣскольکو свинцовыхъ кружковъ *h* и *h'*. Подъ дѣйствіемъ этихъ приспособленій, а также подъ давленіемъ

вытѣсняемой имъ воды, поплавокъ находится въ равновѣсіи. При этомъ положеніи находящійся на правомъ концѣ коромысла регуляторный клапанъ *B*, изображенный отдѣльно на рис. 25, бываетъ нѣсколько приоткрытъ (приблизительно на $\frac{1}{16}$ д.) и вода, доставленная донкой, можетъ поступать въ паросушитель чрезъ поставленный на немъ питательный клапанъ около $\frac{3}{4}$ —1 дюйма діаметромъ. Рис. 26 представляетъ послѣдній клапанъ въ $\frac{1}{5}$ нат. величины, снабженный сбоку пробкой для чистки.

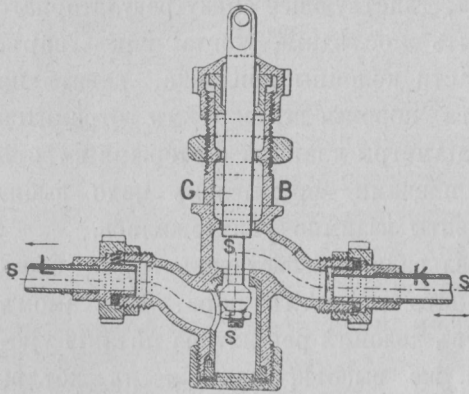


Рис. 25.

Клапанъ автоматическаго питанія бельвилевскихъ котловъ.

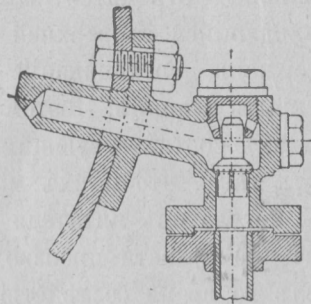


Рис. 26.

Питательный клапанъ бельвилевскаго котла.

Между прочимъ надо прибавить, что набивочныя коробки, какъ для стержня *F*, стоящаго на роликѣ, такъ и для штока регуляторнаго клапана *B*, набиваются особой массой, изготовляемой заводомъ Бельвиля; эта масса остается всегда мягкой и не ссыхается отъ высокой температуры. Это очень важно для безукоризненнаго дѣйствія регулятора питанія.

Въ случаѣ, если приходится отказаться отъ услугъ послѣдняго, обращаются къ особому питательному клапану, который, какъ можно видѣть на рис. 23 (*J*), поставленъ непосредственно подъ колонной поплавка и пропускаетъ воду отъ донки въ котель (*).

(*) Этотъ такъ называемый градуированный (т. е. съ дѣленіями) кранъ, описываемый ниже, бываетъ въ дѣйствиіи и при исправномъ состояніи регулятора

При пониженіи уровня воды въ колоннѣ *A* поплавокъ *C* опускается и внутреннее коромысло *D* поднимаетъ стержень, идущій къ наружному коромыслу *E*, вслѣдствіе чего регуляторный клапанъ *B* опускается внизъ и открывается больше; при повышеніи уровня воды, наоборотъ, клапанъ *B* закрывается. Такимъ образомъ уровень воды поддерживается всегда на опредѣленной высотѣ, которую, смотря по обстоятельствамъ, легко можно повышать или понижать, прибавляя или убавляя число свинцовыхъ кружковъ *h'* на концѣ наружнаго рычага. Надо еще замѣтить, что давленіе пара, дѣйствующее снизу регуляторнаго клапана, стремится закрыть послѣдній, тогда какъ паръ, находящійся въ верхней части колонны поплавокъ, давитъ на стержень, соединяющій два коромысла, и тѣмъ стремится открыть клапанъ. Поэтому діаметры клапана и стержня вмѣстѣ съ ихъ соотвѣтствующими плечами коромысловъ надо выбирать такъ, чтобы ихъ моменты взаимно уничтожались.

Регуляторъ питателя Бельвиля способствуетъ также обезпеченію сухости производимаго въ котлѣ пара. Въ самомъ дѣлѣ во время бездѣйствія въ колоннѣ регулятора питанія уровень воды бываетъ на той же высотѣ, какъ и въ котлѣ; наоборотъ, при парообразованіи, вслѣдствіе сопротивленія, какое встрѣчаетъ смѣшанный съ водою паръ, поднимаясь по трубкамъ, остающаяся въ котлѣ вода подвергается нѣкоторой реакціи, вслѣдствіе чего ея уровень въ котлѣ, а слѣдовательно и въ колоннѣ поплавокъ поднимается тѣмъ выше, чѣмъ энергичнѣе бываетъ парообразование или чѣмъ сильнѣе нагрѣваніе. Такъ какъ эта реакція бываетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше воды уноситъ съ собою паръ при усиленномъ парообразованіи, то при повышеніи уровня воды поплавковъ долженъ подниматься и прикрывать регуляторный клапанъ. При слабомъ парообразованіи происходитъ обратное. Итакъ количество содержащейся въ котлѣ воды всегда бываетъ въ обратномъ отношеніи къ скорости парообразованія, а потому влажность

питанія; при поврежденіи же послѣдняго пользуются однимъ градуированнымъ краномъ, заклинивъ регуляторъ въ открытомъ положеніи.

Примѣчаніе переводчика.

пара должна оставаться одна и таже, какъ при нормальномъ, такъ и при форсированномъ дѣйствіи котла; хотя въ послѣднемъ случаѣ образующійся паръ стремится уносить съ собой много воды, но тогда послѣдней оказывается въ котлѣ меньше.

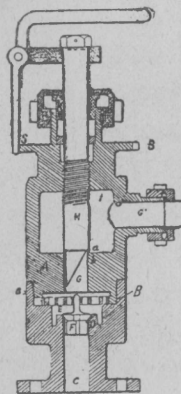


Рис. 27.

Градуированный кранъ бельвилевскаго котла (прежнее устройство).

* Упомянутый выше градуированный питательный кранъ состоитъ, какъ показываетъ рис. 27, изъ бронзоваго цилиндра *A*, который въ *B* раздѣляется на двѣ части. Его нижняя часть сообщается при помощи патрубка *C* съ отливной трубкой донки и заключаетъ въ себѣ гнѣздо невозвратнаго клапана *F*. Между двумя частями цилиндра *A* вставлена рѣшетка *E*, служащая между прочимъ направляющей для клапана *F*. Верхняя часть *A* сообщается при помощи патрубка *G'* съ автоматическимъ питателемъ. Величина открытія клапана *F* регулируется помощію стержня *H*, вставленнаго на рѣзбѣ въ верхнюю часть цилиндра *A* и срѣзаннаго въ формѣ остраго клина снизу.

Для полученія еще большей чувствительности, въ новѣйшихъ котлахъ замѣняютъ клинообразный конецъ стержня *H* V-образнымъ, какъ показано въ *F*, на рис. 28.

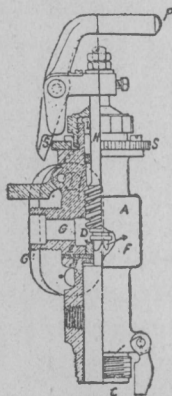


Рис. 28.

Градуированный кранъ бельвилевскаго котла (новое устройство).

Регулируютъ клапанъ при посредствѣ рукоятки *P*, согнутой подъ угломъ, причеиъ ее конецъ служитъ стопоромъ, входя въ зарубку *S*, вырѣзанную по окружности фланца цилиндра *A*. *

Необходимую принадлежность регулятора питанія составляетъ особая донка. Когда регуляторъ прерываетъ притокъ воды въ котель, остающаяся въ питательныхъ трубахъ вода начинаетъ оказывать дѣйствіе на помпу и могла бы остановить ее. Чтобы предотвратить это, Бельвиль выработалъ особую донку, рис. 29, которая по своему дѣйствію очень

похожа на вортингтоновскую. Давление на водяной поршень къ концу хода нѣсколько уменьшается, благодаря чему у

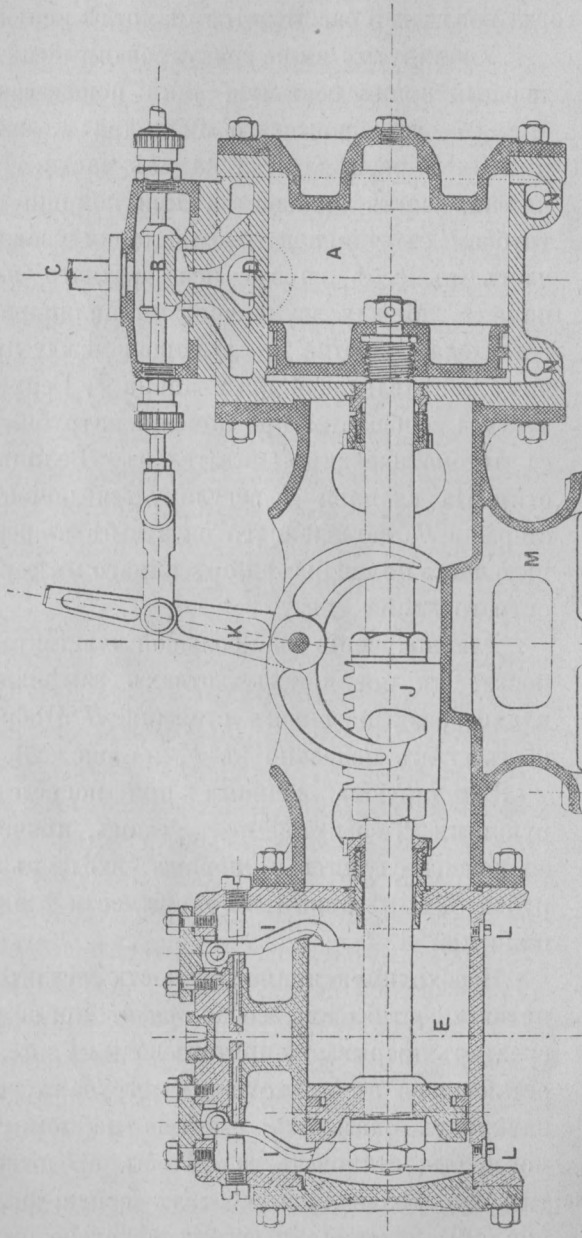


Рис. 29.

Донка Вельгия.

парового поршня оказывается избытокъ въ давленіи для передвиженія парового золотника. Для этой цѣли золотниковый штокъ соединяется съ верхнимъ концомъ двухплечнаго рычага *K*, нижній конецъ котораго сдѣланъ вилкообразнымъ. Поперемѣнно въ ту или другую ножку этой вилки толкаетъ кулакъ, насаженный на соединительную муфту *J* двухъ поршневыхъ штоковъ. Поэтому золотникъ производитъ перемѣну парораспределенія незадолго до перемѣны хода поршней, а въ теченіе остального времени остается въ покоѣ и поддерживаетъ какъ впускной, такъ и выпускной пролетъ вполне открытыми.

Уменьшеніе давленія на водяной поршень производится тѣмъ, что послѣдній передъ концомъ каждаго хода толкаетъ въ рычагъ *I*, подвѣшенный на каждомъ концѣ цилиндра; этотъ рычагъ, увлекаемый поршнемъ, открываетъ отверстіе, соединяющее отливное пространство съ пріемнымъ, вслѣдствіе чего часть нагнетаемой воды можетъ опять уйти въ послѣднее. Но такъ какъ у самаго рычага есть отверстіе въ $\frac{1}{16}$ д. діаметромъ, то чрезъ него можетъ непрерывно проходить въ теченіе и остальной части хода поршня нѣкоторое количество нагнетаемой воды, количество которой бываетъ тѣмъ больше, чѣмъ выше давленіе въ питательныхъ трубкахъ при мало или совсѣмъ не открытомъ регуляторномъ клапанѣ. Поэтому помпа никогда не останавливается и при закрытомъ регуляторномъ клапанѣ она продолжаетъ работать, но только очень медленно, причемъ вся нагнетаемая вода переходитъ обратно въ пріемное пространство.

Какъ отливнымъ, такъ и пріемнымъ клапанамъ придана такая форма, что они закрываются и открываются медленно. Они представляютъ собою открытый сверху полый цилиндръ, у дна котораго имѣется притертая коническая поверхность. Клапанные цилиндры движутся въ закрытыхъ сверху направляющихъ цилиндрахъ, у которыхъ непосредственно подъ ихъ крышкой имѣются 4 расположенныхъ одно противъ другой и просверленныхъ въ корпусѣ цилиндра отверстія около $\frac{3}{16}$ — $\frac{1}{4}$ д. діаметромъ.

Через эти отверстия должна выходить при каждом подниманіи цилиндрическаго клапана часть скопляющейся въ немъ воды, которая входитъ въ него снова при опусканіи клапана.

Безъ такихъ своеобразныхъ донокъ котлы Бельвиля не могли бы дѣйствовать. Это будетъ ясно, если примемъ въ расчетъ, что вода въ бельвилевскихъ котлахъ вѣситъ въ три раза меньше, чѣмъ въ другихъ французскихъ водотрубныхъ котлахъ, примѣняемыхъ на большихъ судахъ. Напримѣръ, на почтовомъ пароходѣ *Australien* котлы съ принадлежностями вѣсятъ 392 тон., а вода въ нихъ всего 20 тоннъ; на крейсерахъ *Vigeaud* эти вѣса равняются соответственно 273,3 т. и 16 т.; такимъ образомъ вода составляетъ $\frac{1}{17}$ — $\frac{1}{19}$ часть полного вѣса котловъ.

* Однако на крейсерахъ *Powerful* и *Terrible* англійское адмиралтейство по какимъ-то причинамъ признало нежелательнымъ примѣнить донки Бельвиля и выработка специальныхъ помпъ для бельвилевскихъ котловъ была поручена заводу Вира, пользующемуся большой и вполне заслуженной извѣстностью своими работами такого рода. Для разрѣшенія порученной ему задачи заводъ построилъ пробный водотрубный котелъ для рабочаго давленія до 400 фунт. и произвелъ съ нимъ рядъ опытовъ, которые и послужили основаніемъ для проектированія заказанныхъ питательныхъ помпъ. Чтобы устранить чрезмѣрное увеличеніе давленія въ отливныхъ трубахъ этихъ помпъ, заводъ Вира снабдилъ ихъ остроумно устроеннымъ автоматическимъ контрольнымъ приводомъ, который останавливаетъ дѣйствіе помпы, лишь только давленіе въ ея отливной трубѣ перейдетъ за назначенный заранѣе максимумъ. Этотъ приводъ состоитъ изъ парового цилиндра, находящагося всегда въ сообщеніи съ паровымъ пространствомъ котловъ, и водяного цилиндра, сообщающагося всегда съ отливными трубами помпы; когда разность между давленіями въ этихъ двухъ цилиндрахъ превыситъ пѣкоторый предѣлъ, приходится въ движеніе общее имъ ныряло и закрываетъ паръ въ помпу. Надо еще прибавить, что когда на англійскій пароходъ *Ohio* поставили бельвилевскіе котлы вмѣсто прежнихъ огнетрубныхъ, владѣльцы парохода не захотѣли мѣнять донокъ, но послѣд-

ствіемъ было поврежденіе котловъ при первыхъ же рейсахъ парохода. *

3) Вслѣдствіе того, что бельвилевскіе котлы даютъ *сырой паръ*, они оказываются мало пригодными для дѣйствія при усиленномъ отопленіи даже подъ естественной тягой. При очень энергичномъ горѣнніи всегда можно опасаться, что въ котлахъ начнется вскипаніе и что горячіе газы, проходящіе между трубками довольно безпрепятственно (см. рис. 22), будутъ выходить изъ дымовыхъ трубъ съ длиннымъ яркимъ пламенемъ (*). Вообще здѣсь приходится имѣть дѣло съ тѣмъ же недостаткомъ, какой указалъ Ишервудъ въ котлѣ Перкинса, приписавъ его недостаточности водяной поверхности, изъ которой приходится выдѣляться пару. При усиленномъ дѣйствіи поверхность воды не бываетъ въ покоѣ и, когда кипѣніе въ котлѣ происходитъ неровно, образуется сырой паръ. Поэтому при медленномъ парообразованіи бельвилевскіе котлы работаютъ экономично, а при очень быстромъ, наоборотъ, неэкономично, какъ показываютъ результаты всѣхъ произведенныхъ до сихъ поръ пробъ. Такъ на пробахъ авизо *Milan* съ машинами компаундъ расходовалось 2 англ. фунт. угля на 1 инд. лош. силу въ часъ, когда сжигали въ среднемъ 13 фунт. угля на 1 квадр. футѣ колосниковой рѣшетки въ часъ, тогда какъ требовалось 2,4 англ. ф. на 1 инд. лош. силу въ часъ, когда сжигали въ среднемъ 29 фунт. угля въ часъ на 1 кв. футѣ колосниковой рѣшетки, — это число представляетъ приблизительно наибольшее количество угля, какое сжигалось въ бельвилевскихъ котлахъ. На пробахъ французскаго броненосца *Brennus* съ машинами тройного расширенія расходовали сначала 4,2 англ. фун. угля на 1 лошади-часъ, а потомъ, когда кочегары лучше пріучились, расходъ уменьшился до 2,4 англ. фун., а при самомъ экономичномъ ходѣ онъ равнялся 1,8 англ. фун.

* Пробы англійскихъ крейсеровъ *Powerful* и *Terrible* дали слѣдующіе результаты относительно расхода угля: —

(*) Чтобы по возможности дольше задержать горячіе газы между трубками, ставятся въ нѣсколькихъ мѣстахъ съемныя заслонки *R*, рис. 22, а кромѣ того подъ трубками располагается щитъ *S*, прикрывающій заднюю половину трубокъ.

1) при 5000 инд. лош. силахъ: —

	Расходъ угля въ часъ въ англ. фунтахъ:	
	на кв. футѣ	на 1 инд.
	колосник. рѣшетки.	лош. силу.
<i>Powerful</i>	14,2	2,06
<i>Terrible</i>	14,5 — 18,1	2,6

2) при 18500 инд. лош. силахъ: —

<i>Powerful</i>	15,4	1,835
<i>Terrible</i>	14,4	1,71. *

4) *Плохое сгораніе* въ бельвилевскихъ котлахъ происходитъ вслѣдствіе того, что большая часть газовъ попадаетъ въ промежутки между трубками еще несорѣвшими. Для устраненія этого недостатка вдвигается подъ давленіемъ воздухъ ниже трубокъ, надъ колосниковой рѣшеткой. На рис. 22 и 23 этотъ воздухопроводъ V показанъ расположеннымъ подъ водянымъ коллекторомъ, надъ топочными дверцами, на передней сторонѣ котла. Этотъ сжатый воздухъ, для полученія котораго приходится ставить особые воздухонагнетательные насосы (рис. 30), долженъ производить дѣйствіе двоякаго рода, а именно онъ долженъ не только доставлять возможность горячимъ газамъ лучше смѣшиваться съ кислородомъ, но кромѣ того входящіе сверху въ топку струи воздуха должны задерживать газы на нѣкоторое время въ топкѣ, чтобы доставить имъ возможность сгорать вполне.

* При бельвилевскихъ котлахъ обыкновенно употребляются воздухонагнетательные насосы системы Тиріона, устройство которыхъ показываютъ рис. 30 и 31. Здѣсь *C* — паровой цилиндръ, *C'* — воздушный цилиндръ съ водяной охлаждающей рубашкой, сообщающейся съ днищемъ и крышкой цилиндра, *i''* — воздушный золотникъ, замѣняющій пріемные и нагнетательные клапана. *

Для *высушиванія* получающагося сырого пара Бельвиль употребляетъ два средства, а именно прежде всего въ паросушителяхъ каждаго котла устраивается сепараторъ для освобожденія пара отъ воды механическимъ путемъ, а затѣмъ уже нѣсколько осушенный паръ проходитъ въ паропроводѣ отъ котловъ къ

машинамъ чрезъ *клапанъ-детандеръ*, въ которомъ котельное давленіе понижается на 70—100 фунт. на кв. д. Такъ какъ при внезапномъ расширеніи безъ произведенія работы паръ перегрѣвается, то такое значительное пониженіе давленія должно вести за собою испареніе остающихся въ массѣ пара частицъ воды.

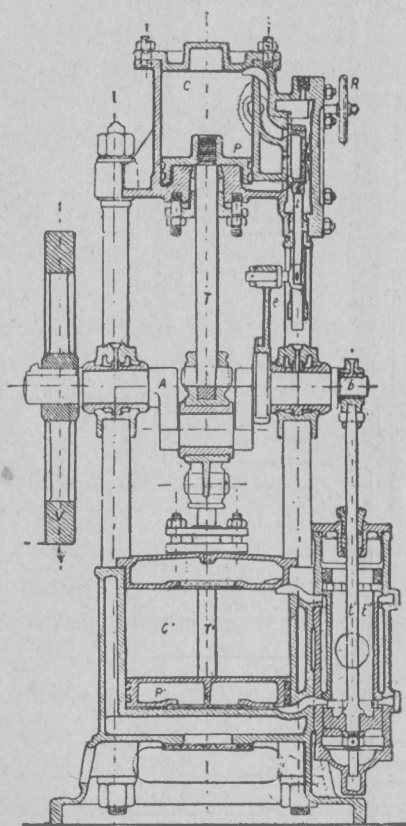


Рис. 30.

Воздухонагнетательный насосъ Тиріона.

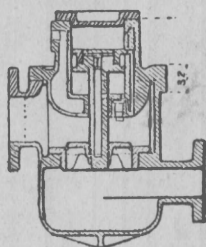


Рис. 31.

Сепараторъ паросушителя изображенъ на рис. 32 и 33. Отъ каждого элемента котла въ паросушитель вставляется патрубковъ *C*, прикрытый тамъ кожухомъ *D* изъ листового желѣза, общимъ для всѣхъ патрубковъ. Въ боковыхъ стѣнкахъ этого кожуха

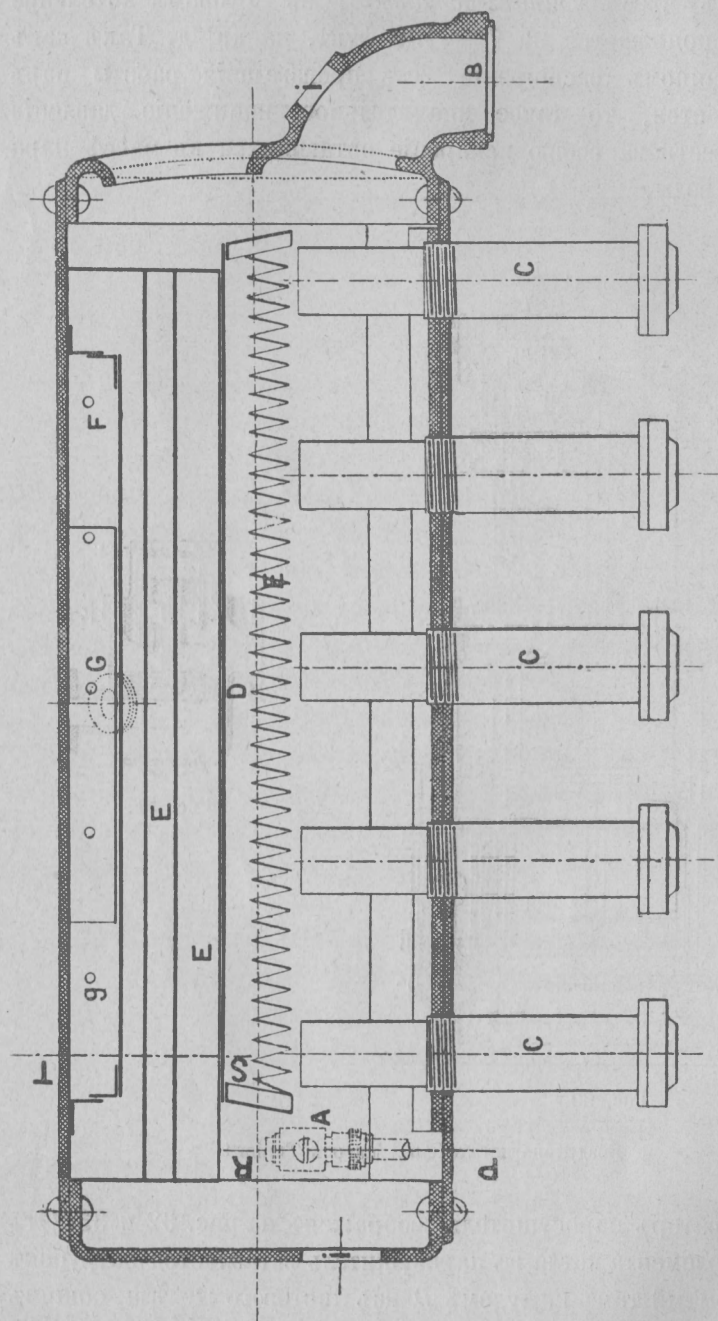


Рис. 32.

Паросушиль бельгийских котловъ.

прорѣзаны четырехугольныя отверстія, чрезъ которыя и проникаетъ паръ внутрь паросушителя. Тамъ ему приходится обходить нѣсколько щитовъ *E*, у которыхъ выступающіе, по большей части загнутые края вырѣзаны на подобіе пилы. Самая верхняя часть *F* паросушителя, на которой поставленъ стопорный клапанъ, отдѣлена вполнѣ отъ остального паросушителя, такъ

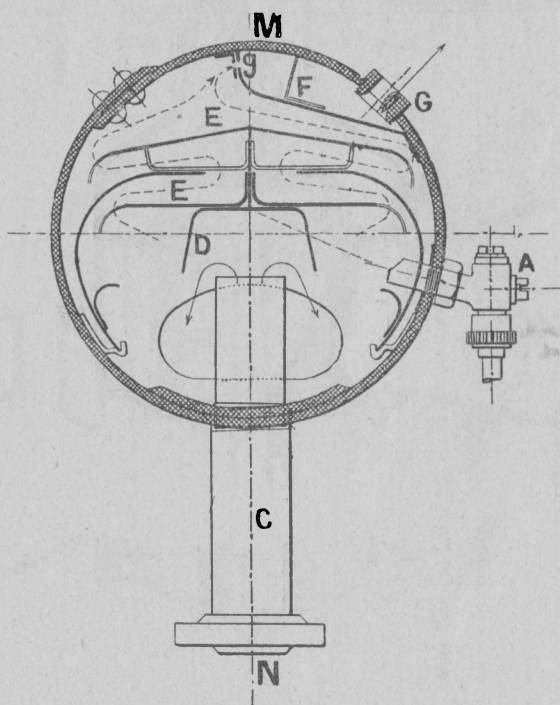


Рис. 33.

Паросушитель бельвилевскихъ котловъ.

что паръ можетъ попадать въ клапанъ, только пройдя чрезъ перегородку съ дырами *g*. Послѣднихъ не очень много, какъ можно видѣть на рис. 32, и онѣ всего около $\frac{3}{4}$ — 1 д. діаметромъ.

Клапанъ-детандеръ изображенъ на рис. 34. Онъ состоитъ изъ открытаго снизу и закрытаго сверху пустотѣлаго цилиндра *C*, подвѣшеннаго на концѣ одноплечнаго рычага *F*. При-

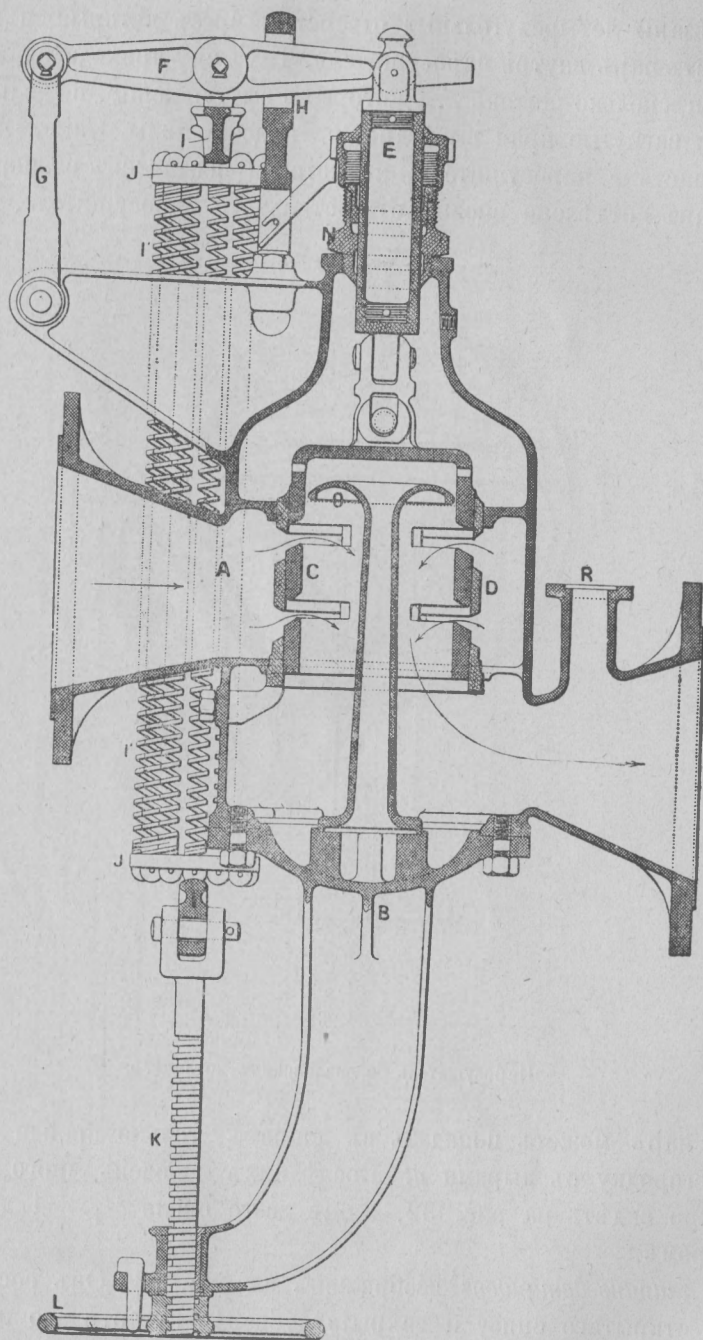


Рис. 34.
Регулятор-детандеръ Бельвиль.

близительно на $\frac{2}{3}$ окружности клапанного цилиндра, около середины высоты, вырѣзано окно (или нѣсколько въ большихъ

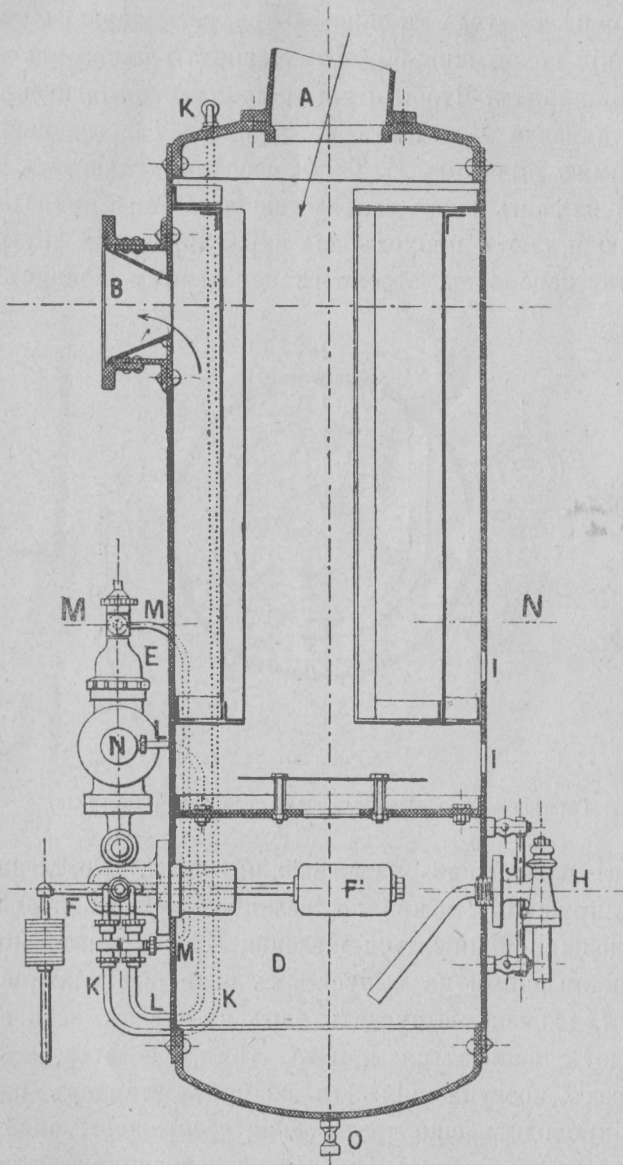


Рис. 35.

Вертикальное сѣченіе общаго сепаратора Бельвиля.

клапанахъ, какъ на рис. 34), совпадающее съ окномъ (или нѣсколькими окнами) въ цилиндрическомъ гнѣздѣ клапана. Входящій паръ проникаетъ чрезъ эти окна внутрь цилиндрическаго клапана и оттуда въ паровую трубу, идущую къ машинѣ. Въ состояніи покоя окна бывають сдвинуты одинъ отъ другого и клапанъ закрытъ. Чтобы открыть клапанъ, натягивають при помощи маховика *L* и винта *K* пружины *I'*, соединенныя съ одноплечнымъ рычагомъ *F*. Тогда послѣдній сдвигаетъ цилиндрическій клапанъ внизъ, вслѣдствіе чего окна приводятся къ совпаденію и даютъ проходъ для пара. Вошедшій внутрь клапана паръ, наоборотъ, стремится передвинуть клапанъ опять

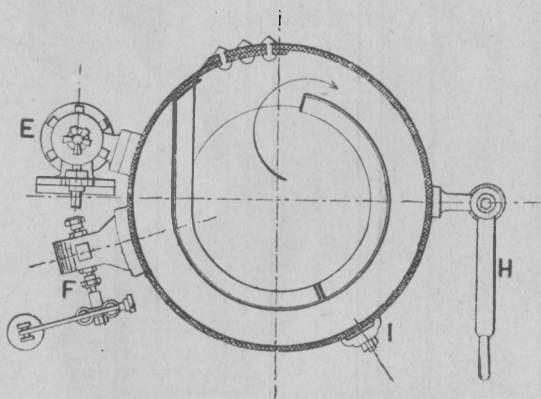


Рис. 36.

Горизонтальное сѣченіе общаго сепаратора Бельвиля.

вверхъ и уравновѣситъ натяженіе пружинъ. Подтягивая или ослабляя пружины, можно по желанію измѣнять предѣлы, въ какомъ должно понижаться давленіе. Предохранительный клапанъ, поставленный на выпускномъ патрубкѣ клапана-детандера въ *H*, долженъ выпускать паръ въ случаѣ, если его давленіе будетъ понижаться меньше, чѣмъ требуется.

* Передъ поступленіемъ въ клапанъ-детандеръ паръ изъ котловъ проходитъ еще чрезъ *общій сепараторъ*, снабженный автоматическимъ продуваніемъ очень остроумнаго устройства. Рис. 35 и 36 представляютъ соотвѣтственно вертикальное и горизонтальное (по *MN*) сѣченіе этого сепаратора. Здѣсь *A*—

паропроводная труба, *B* — патрубокъ, на который ставится клапанъ-детандеръ, *E* — автоматическій продуватель въ холодильникъ, *F* — клапанъ, приводящій въ дѣйствіе этотъ продуватель, *H* — кранъ для продуванія въ-ручную, *I* — горловины для чистки и *O* — кранъ для опоражниванія сепаратора. Подробности устройства механизма автоматическаго продуванія представлены на рис. 37 и 38. На рис. 37 *A* — автоматическій продуватель, *B* — его поршень, *C* — его клапанъ,

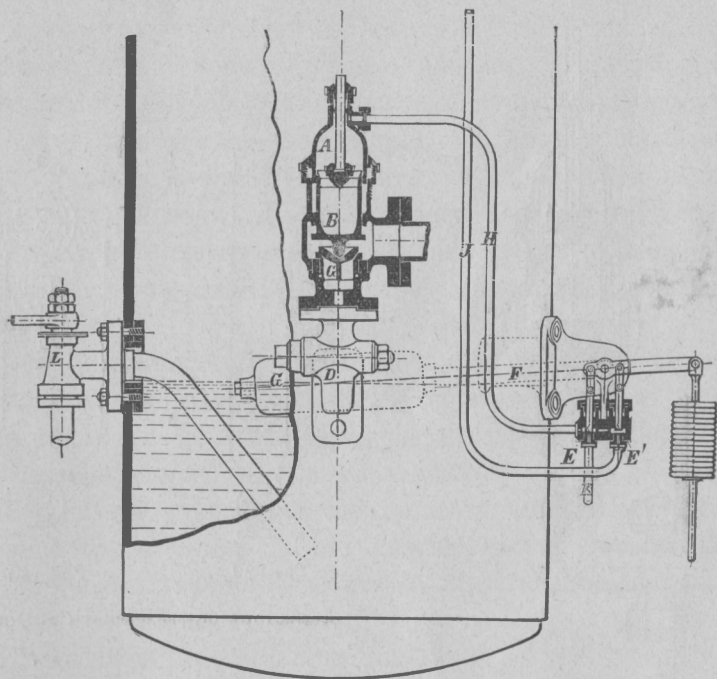


Рис. 37.

Механизмъ автоматическаго продуванія.

D — кранъ для сообщенія съ сепараторомъ, *EE'* — клапана, управляющіе дѣйствіемъ продувателя, *F* — ихъ коромысло, *E* — поплавкоъ, являющійся первоначальнымъ двигателемъ всего механизма. Коробка клапановъ *E* и *E'* сообщается: по трубѣ *I* съ верхней (паровой) частью сепаратора, по трубѣ *H* съ верхней частью камеры продувателя и по трубѣ *K* съ

камерой продувателя надъ клапаномъ *C*, гдѣ находится патрубокъ для сообщенія съ холодильникомъ. Пока поплавковъ *G* опущенъ, клапанъ *E* бываетъ закрытъ, а *E'* открытъ и поступающій въ *A* паръ изъ сепаратора давитъ на поршень *B*, поддерживая продувательный клапанъ *C* закрытымъ (у *B* площадь вдвое больше, чѣмъ у *C*); когда же скопившаяся въ сепараторѣ вода подниметъ поплавковъ *G*, клапанъ *E'* закроется, а *E* откроется, въ результатѣ давленіе на поршень *B*

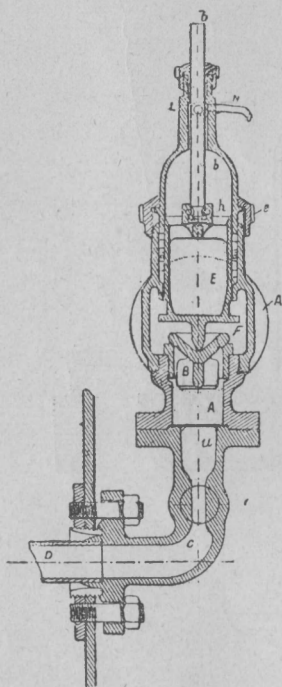


Рис. 38.

Автоматическій продуватель.

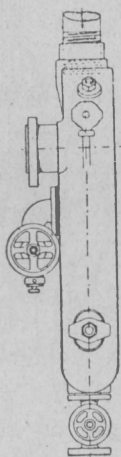


Рис. 39.

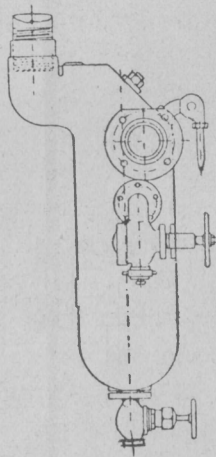


Рис. 40.

Дежекторъ бельвилевскихъ котловъ.

сверху прекратится, клапанъ *C* подъ давленіемъ снизу откроется и начнетъ продуваніе въ холодильникъ.*

Затруднительность внутренней чистки котловъ Бельвиль устраняетъ прежде всего тѣмъ, что питательная вода нагнетается донкой подъ давленіемъ 550—630 фун. на кв. д. (при котельномъ давленіи въ 280 фун. на кв. д.) чрезъ клапанъ

(рис. 26) не больше 1 д. діаметромъ на паросушитель и проходить по послѣднему. Такъ какъ въ новыхъ бельвилевскихъ котлахъ давленіе пара колеблется между 170 и 280 фун. на кв. д., т. е. въ паросушитель поддерживается температура отъ 190° до 215° Ц., то вода, входящая туда въ видѣ тонкой струи, сразу нагрѣвается очень сильно и вслѣдствіе этого теряетъ большую часть растворенныхъ въ ней веществъ. Послѣднія осаждаются въ *дежекторахъ* (рис. 39 и 40), которые расположены съ боковъ котла около топки (*G* на рис. 22) и чрезъ которые приходится проходить водѣ, раньше чѣмъ она попадаетъ въ котелъ; отъ времени до времени продуваютъ эти дежекторы. Практика примѣненія котловъ съ машинами компаундъ показала, что при такомъ устройствѣ, въ случаѣ надобности, чистку котловъ можно производить не чаще, какъ разъ въ 6 мѣсяцевъ, причемъ подвергающіяся болѣе всего дѣйствію племени трубки покрываются внутри слоемъ накипи всего около $\frac{1}{16}$ д. толщиной даже при забортномъ добавочномъ питаніи.

При машинахъ тройного расширенія котлы питаются только прѣсной водой, въ которую постоянно вводятъ *известковый растворъ*. Для приготовленія послѣдняго ставится особая систерна, рис. 41 (вертикальный разрѣзъ) и рис. 42 (видъ сверху), съ которой сверху соединяется отростокъ отъ отливной трубы донки, а отъ нижней части идетъ труба съ регуляторнымъ краномъ для отвода известкового раствора въ нижнюю часть холодильника.

Известковый растворъ готовится въ этой систернѣ такимъ образомъ: въ началѣ плаванія на каждый фунтъ вводимого въ цилиндры смазочнаго масла вводятъ туда 1 фунтъ извести, увеличивая это количество къ концу плаванія до 3 фун.; отъ ввода извести нейтрализуется кислотный радикалъ жировъ, примѣшанныхъ къ питательной водѣ, и известковыхъ солей, оставшихся, можетъ быть, еще растворенными, не смотря на нагрѣваніе въ паросушитель, причемъ образуется нерастворимый осадокъ на подобіе ила, съ которымъ въ дежекторахъ соединяется образующаяся съ остаточнымъ масломъ также нерастворимая известковая пѣна вмѣстѣ съ неизрасхо-

довавшимися гидратомъ извести. Попадающая тогда въ котлы питательная вода содержитъ еще только растворимыя соли, а также растворенную часть гидрата извести, которая производитъ щелочную реакцію.

Каждые три мѣсяца котлы слѣдуетъ *выщелачивать* известью. Для этого въ каждый котелъ вводятъ около 35—40 фунт.

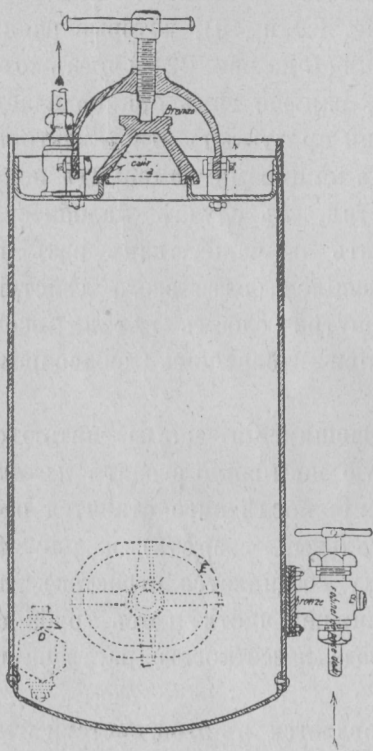


Рис. 41.

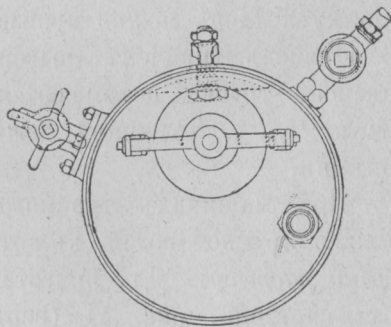


Рис. 42.

Систерна для известкового раствора.

извести и затѣмъ наполняютъ ихъ до самаго верха прѣсной водой. Потомъ разводятъ пары и въ теченіе 2 — 3 часовъ поддерживаютъ давленіе пара около 15 фунт., послѣ чего продуваютъ котлы до нормальнаго уровня воды. Затѣмъ разоб- щенныя машины должны проработать 3 — 4 часа, чтобы промылись не только котлы, но также паропроводъ и цилин-

дры. Наконецъ продуваютъ всю воду изъ котловъ и, снявъ у послѣднихъ крышки всѣхъ горловинъ, чистятъ ихъ отъ накипи, если она есть, и основательно промываютъ ихъ. При этомъ никогда не находятъ въ котлахъ очень много грязи. Послѣ чистки котловъ осматриваютъ, нѣтъ ли у трубокъ разбѣденныхъ мѣстъ, язвинъ и прогиба.

Бельвилевскіе котлы, какъ почти всѣ водотрубные котлы, чистили прежде отъ сажи при помощи струи пара, пропускаемой между трубками; однако скоро оказалось, что слишкомъ большая потеря пара на такое баненіе трубокъ при машинахъ тройного расширенія не можетъ быть пополнена обыкновенными испарителями. Теперь устраняютъ это затрудненіе по большей части (а именно на почтовыхъ пароходахъ, совершающихъ длинные рейсы) тѣмъ, что ставятъ на судно больше котловъ, чѣмъ требуется, и изъ нихъ нѣсколько, напримѣръ 3 — 4, выводятъ изъ дѣйствія для чистки. Когда огонь въ топкахъ прогоритъ, обметають трубки снаружи щетками, выбираютъ падающую съ нихъ сажу и затѣмъ снова разводятъ пары въ вычищенныхъ котлахъ. Послѣдовательно поступаютъ такимъ образомъ со всѣми котлами, такъ что каждый изъ нихъ чистится приблизительно каждые три дня.

Бельвилевскіе котлы, если обращаются съ ними согласно инструкціямъ, заботливо и съ большою внимательностію и если не форсируютъ отопленіе, служатъ на судахъ хорошо. Впрочемъ они не могутъ особенно хвалиться своею продуктивностію. Что у нихъ выигрывается по сравненію съ другими водотрубными котлами въ вѣсѣ воды, то они почти все теряютъ въ кирпичной кладкѣ топокъ, а также въ приспособленіяхъ для питанія, нагнетанія воздуха и осушки пара. На пароходѣ *Australien Messageries Maritimes* получили на пробѣ всего 19,2 инд. лош. силъ на 1 тонну вѣса котловъ, а на крейсерѣ *Bugeaud* при вѣсѣ котловъ въ 365 тоннъ должны получить 9000 инд. лош. силъ, т. е. 24,7 инд. лош. силъ на 1 тонну вѣса котловъ (*). При шотландскихъ котлахъ достигли

(*) Въ дѣйствительности получили 9565 инд. лош. силъ, т. е. по 26,2 инд. лош. силъ на тонну вѣса котловъ.

Примѣч. переводчика.

уже 18 инд. лош. силъ на 1 тонну вѣса котловъ при естественной тягѣ и 20 — 25 инд. лош. силъ при форсированной. Можно ожидать, что получать результаты лучше этихъ съ бельвилевскими котлами большихъ англійскихъ крейсеровъ *Powerful* и *Terrible*, хотя на это нельзя вполне рассчитывать, судя по пробамъ *Sharpshooter*'а, на которомъ получили только 21,1 инд. лош. силъ на 1 тонну вѣса котловъ при естественной тягѣ и 26,1 инд. лош. силъ при форсированной (*).

Что касается до причинъ, на основаніи которыхъ англичане снабжаютъ свои большіе крейсера бельвилевскими котлами, то онѣ заключаются въ слѣдующемъ по объясненію главнаго инженеръ-механика англійскаго флота Дёрстона: — Въ виду высокой степени паропроизводительности, какую поддерживаютъ неуклонно въ теченіе продолжительнаго времени эти котлы, и другихъ тактическихъ преимуществъ послѣднихъ, англійское адмиралтейство рѣшило вводить ихъ въ примѣненіе на своихъ крейсерахъ. Во время преній на сѣздѣ англійскаго Института Кораблестроителей въ Шарлотенбургѣ главный англійскій кораблестроитель Уайтъ заявилъ довольно откровенно, что бельвилевскіе котлы выбраны для новыхъ англійскихъ крейсеровъ только потому, что они больше всѣхъ примѣняются.

Къ достоинствамъ изготавливаемыхъ въ Сентъ-Дени бельвилевскихъ котловъ я долженъ еще прибавить здѣсь, что ихъ практическое выполненіе выше всякой похвалы. По моему мнѣнію котельная работа по кожухамъ и выполненіе топочной кладки производится гораздо тщательнѣе, чѣмъ требуется; здѣсь нѣтъ совсѣмъ надобности въ первоклассной механической работѣ, — можно было бы довольствоваться обыкновенными приёмами желѣзокотельныхъ работъ, благодаря чему значительно понизилась бы очень высокая стоимость постройки котловъ и они могли бы сдѣлаться болѣе доступными для коммерческихъ судовъ. Вообще французскія мастерскія для водотрубныхъ котловъ походятъ больше на механическія ма-

(*) На *Powerful* и *Terrible* получили при пробахъ 22,3 инд. лош. силы на тонну вѣса котловъ.

Примѣч. переводчика.

стерскія, чѣмъ на желѣзокотельныя, что впрочемъ вполнѣ естественно; рядомъ съ большимъ числомъ токарныхъ и другихъ станковъ можно найти два-три горна для заклепокъ и кузнечныхъ работъ; хотя эти принадлежности еще остались, но онѣ отступили уже совсѣмъ на задній планъ.

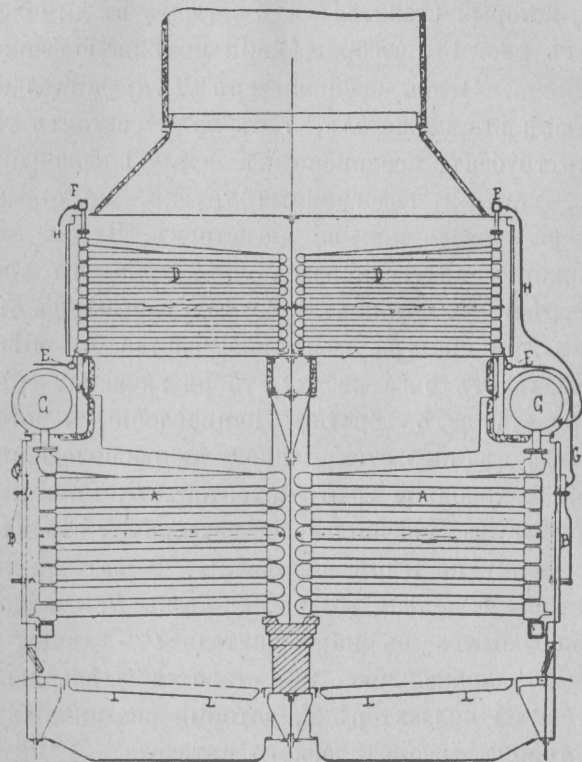


Рис. 43.

Бельвидевскій котель типа 1896 г.

* Въ послѣднее время въ котлы Бельвиля были введены нѣкоторыя довольно важныя усовершенствованія. Такъ для улучшенія циркуляціи воды въ нихъ трубы обратной воды вмѣстѣ съ дежекторами ставятся съ обѣихъ сторонъ котла, какъ можно видѣть на рис. 12 и 23, причемъ питательный клапанъ (рис. 26) ставится не на концѣ паросушителя, какъ

прежде, а на серединѣ его длины, какъ можно видѣть на тѣхъ же рисункахъ. Затѣмъ крышки горловинокъ трубокъ ставятся не снаружи, какъ прежде, а изнутри соединительныхъ коробокъ (рис. 10).

Наконецъ самымъ важнымъ и позднѣйшимъ нововведеніемъ является прибавленіе *подогрѣвателя питательной воды* или *экономайзера*, который ставится надъ котломъ въ дымоходѣ, какъ показываетъ рис. 43, изображающій новѣйшую форму бельвилевскаго котла. Этотъ экономайзеръ *D* представляетъ собою въ миниатюрѣ второй котелъ, такъ какъ состоитъ также изъ элементовъ трубокъ, соединенныхъ между собою одинаковымъ способомъ, какъ и водогрѣйныя трубки, но только трубки экономайзера гораздо меньше діаметромъ. Чтобы такая прибавка къ котлу не увеличивала чрезмѣрно его вѣса, число паръ водогрѣйныхъ трубокъ въ котлѣ уменьшаютъ съ 10 до 8. Такъ какъ температура воды повышется въ обѣихъ батареяхъ трубокъ отъ низа кверху, то въ экономайзерѣ было бы опасно придать водѣ обратное направленіе, а потому питательная вода доставляется донкой въ расположенные снизу коллекторы *E* холодной воды элементовъ *D*, циркулируетъ по этимъ элементамъ, подчиняясь естественному стремленію подниматься кверху по мѣрѣ нагрѣванія, и затѣмъ поступаетъ въ коллекторы *F* теплой воды элементовъ *D*, откуда по трубамъ *H* переходитъ въ паросушители *C*. Такимъ образомъ питательный клапанъ, рис. 26, ставится здѣсь не на паросушителѣ, а на коллекторѣ *E*, который соединяется трубой *G* съ регуляторомъ автоматическаго питателя.

При испытаніи на заводѣ эти новые котлы дали очень удовлетворительные результаты, а именно утверждаютъ, что по сравненію съ прежними котлами они даютъ экономію въ углѣ около 20 — 22%. Можно также рассчитывать, что эти котлы будутъ экономичнѣе прежнихъ при форсированномъ отопленіи и вообще болѣе пригодными для примѣненія къ нимъ форсированной тяги. *

2. Котлы Перкинса.

Представленный на рис. 44 — 46 котель Перкинса был построенъ въ 1879 г. и въ 1880 г. испытывался на паровой яхтѣ *Anthracite*. Всѣ его трубы были желѣзныя и въ нихъ

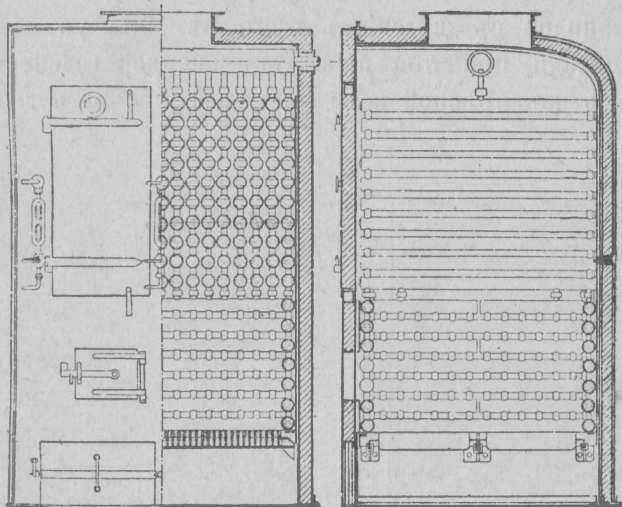


Рис. 44.

Рис. 45.

Котель Перкинса.

ввинчивались короткіе патрубки, какъ показано на рис. 47, а ряды трубокъ, окружающіе топку, соединялись съ отдѣльными элементами муфтами на рѣзбѣ, причемъ между концами трубокъ для плотности прокладывались мягкія мѣдныя шайбы (рис. 48).

Въ августѣ 1880 г. произведена была проба этого котла въ нью-іорскомъ портѣ, куда *Anthracite* пришелъ изъ Англии. Во время пробы, продолжавшейся почти 24 часа, давленіе пара, которое можно было поднимать до 490 фун. на кв. д., равнялось въ среднемъ 312 фун. При полной степени расширения около 26 машина тройного расширения развивала въ среднемъ 67,7 инд. лош. силъ, причемъ расходовалось въ часъ 2,7 англ. фун. угля на 1 инд. лош. силу. Такой въ

высшей степени скромный результат объясняется прежде всего потерей давления пара въ паровой трубѣ, поперечное сѣченіе которой составляло всего $\frac{1}{4}$ долю площади поршня высокаго давленія. Эта потеря была очень значительная, а именно при котельномъ давленіи пара 326 фун. на кв. д. разница въ его давленіи между котломъ и цилиндромъ высокаго давленія равнялась 128 фун., т. е. паръ вступалъ въ этотъ цилиндръ съ давленіемъ всего въ 198 фун. на кв. д. Котель питали при этой пробѣ опрѣсненной водой, которая получалась изъ прѣсной воды въ имѣвшемся на суднѣ опрѣ-

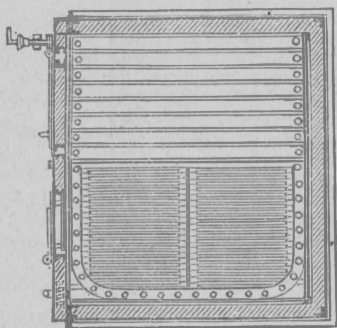


Рис. 46.

Котель Перкина (горизонтальное сѣченіе).

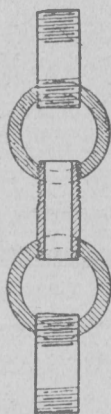


Рис. 47

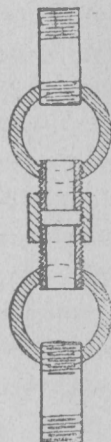


Рис. 48.

Соединеніе трубокъ въ котлѣ Перкина.

снителя, такъ какъ опрѣсненная морская вода показала строителю котла недостаточно чистой. Въ морѣ опрѣсненную воду можно было получать конечно только изъ морской воды.

Во время пробы сжигали въ среднемъ 12,8 — 13,2 англ. фунт. угля на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки въ часъ и при этомъ приходилось около 4,8 инд. лош. силъ на 1 кв. футъ рѣшетки. При такой продуктивности, когда 1 фунтомъ угля испарялось всего 6,27 фунт. воды въ 100° Ц., переходили уже за предѣлъ рациональнаго форсирования котла, т. е. горѣніе было уже столь энергично, что его дальнѣйшее уси-

леніе не увеличивало парообразованія. Если бы горѣніе усилили до сжиганія 16,5 или 22 или даже 26 англ. фунт. угля на 1 кв. футѣ колосниковой рѣшетки въ часѣ, чего достигаютъ при пробахъ подѣ естественной тягой шотландскихъ котловъ, то развивающаяся теплота производила бы такое кипѣніе въ котлѣ, что изъ нѣсколькихъ рядовъ трубокъ ушла бы вся вода и эти трубки подверглись бы перегрѣванію.

На переходѣ яхты *Anthracite* изъ Англіи въ Нью-Йоркъ продуктивность котла была очень низкая, а именно онъ доставлялъ всего 2,15 инд. лош. силы на 1 кв. футѣ колосниковой рѣшетки, т. е. въ 10 разѣ меньше, чѣмъ получали въ то время отъ новыхъ судовыхъ котловъ. Котелъ всегда долженъ былъ работать съ такой скромной продуктивностью.

У котла Перкинса слишкомъ мала поверхность воды для выдѣленія пара и нѣтъ парового пространства надлежащей вышины, въ которомъ увлеченная кверху вода имѣла бы возможность падать снова отъ своего собственнаго вѣса. Когда парообразование становится энергичнѣе отъ усиленія нагрѣванія, паръ не можетъ уже выдѣляться изъ воды съ достаточной быстротой; тогда въ котлѣ происходитъ неизбѣжно вскипаніе и притомъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше его форсируютъ. Поэтому котломъ Перкинса слѣдуетъ пользоваться только для сравнительно медленнаго парообразованія; впрочемъ и тогда у него должна быть большая поверхность нагрѣва, если его дѣйствіе должно быть экономично. Крайне мало и отношеніе инд. силъ къ вѣсу котла Перкинса (который съ водой вѣсилъ по расчету Ишервуда $7\frac{1}{4}$ тоннъ), не смотря на высокое допускаемое давленіе пара въ 35 атмосферъ (при гидравлической пробѣ безъ подогреванія котелъ выдержалъ 140 атмосферъ, а каждая его трубка испытывалась предварительно давленіемъ въ 280 атм.); въ самомъ дѣлѣ при пробѣ приходилось всего 9,4 инд. лош. силъ на 1 тонну вѣса котла, а на переходѣ моремъ только 4,2 инд. лош. силы, тогда какъ шотландскій котелъ при машинѣ тройного расширенія въ среднемъ даетъ по крайней мѣрѣ вдвое больше этого подѣ естественной тягой.

3. Котлы Геррешофа.

Первый прямотрубный котелъ Геррешофа былъ построенъ въ 1878 г. въ Бристолѣ для паровой яхты *Jersey Lily*. Онъ изображенъ на рис. 49 и 50 и состоитъ изъ нѣсколькихъ элементовъ, каждый изъ которыхъ образуютъ 5 горизонтальныхъ трубокъ, вставленныхъ на правой и лѣвой рѣзбѣ въ

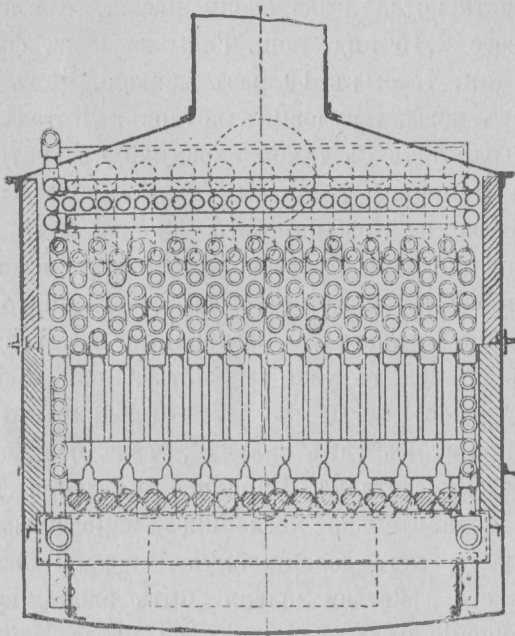


Рис. 49.

Поперечное сѣченіе котла Геррешофа.

соединительныя коробки изъ ковкаго чугуна. Элементы попарно соединяются на своемъ нижнемъ концѣ съ общимъ растробомъ, который въ свою очередь идетъ къ трубѣ нѣсколько большаго діаметра, расположенной подъ колосниковой рѣшеткой и служащей дежекторомъ. Подобнымъ же образомъ сверху элементы соединяются съ трубой большаго діаметра, служащей паросушителемъ и укрѣпленной на передней стѣнкѣ котла. Ко-

тель заключаетъ въ себѣ 22 элемента. Самыя нижнія трубки расположены въ 13 дюйм. надъ колосниковой рѣшеткой. Съ каждой стороны послѣдней расноложенъ рядъ трубокъ, подобный элементамъ и соединяющійся съ паросушителемъ длинной трубой, а съ питательной трубой вблизи дежекторной трубы короткимъ патрубкомъ. Кромѣ соединенія элементовъ съ дежекторной трубой, эти боковыя трубки предназначаются для

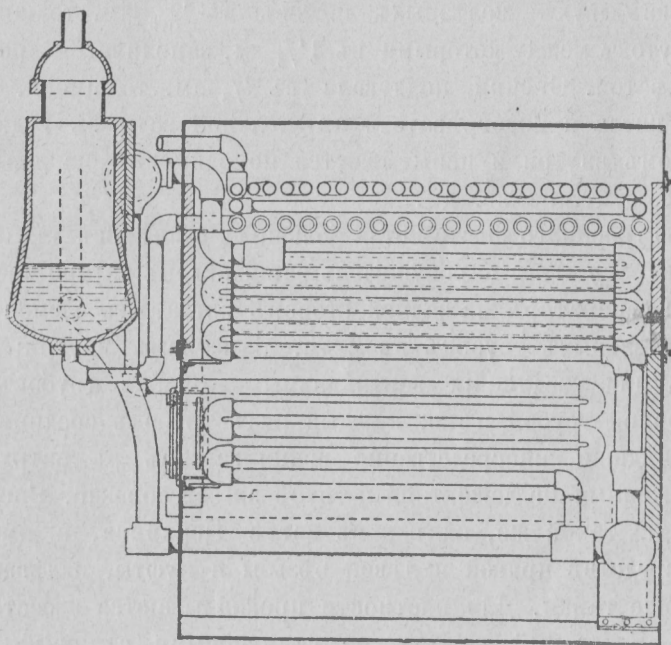


Рис. 50.

Продольное сѣченіе котла Геррешофа.

устраненія слишкомъ сильнаго лучеиспусканія теплоты изъ топки на стѣнки котельнаго кожуха. Сверху всей этой батареи трубокъ, въ котельномъ кожухѣ расположены еще три горизонтальныхъ ряда трубокъ, соединяющихся между собой на рѣзбѣ, какъ и элементы, такъ что они представляютъ собою одну непрерывную трубку, въ которой подогревается питательная вода. вмѣстѣ съ тѣмъ эти трубки прикрываютъ

верхъ питательнаго кожуха отъ лучистой теплоты изъ горячихъ газовъ. Передъ верхней частью котла расположенъ сепараторъ, изъ верхней части котораго идетъ паровая труба въ машину, а приблизительно съ его серединой соединяется паросушитель котла. Къ дну сепаратора идетъ труба отъ подогревателя питательной воды, а сбоку около дна отвѣтвляется труба, по которой подогретая питательная вода вслѣдствіе своего вѣса переходитъ въ дежекторную трубу котла. Кожухъ котла устраивается изъ двухъ желѣзныхъ листовъ въ $1\frac{1}{16}$ дм. толщиной, промежутокъ между которыми въ $1\frac{1}{4}$ дм. заполняется кремнекислой ватой. Стѣнки поддувала въ $\frac{1}{8}$ дм. толщиной. Всѣ трубки котла и подогревателя питательной воды въ 1 дюймъ діаметромъ внутри и испытываются по одиночкѣ на давленіе въ 1000 фунт. на кв. дм.

У построеннаго позже котла большихъ размѣровъ для паровой яхты *Say When* паросушитель расположенъ внутри кожуха котла, а сепараторъ на задней сторонѣ котла. Въ элементахъ по 7 отдѣльныхъ трубокъ въ 2 дм. діаметромъ внутри; расгрупповъ для соединенія вертикальныхъ рядовъ трубокъ съ дежекторной трубой нѣтъ: каждый рядъ трубокъ соединяется съ послѣдней непосредственно ввинчиваніемъ въ патрубки, расположенныя на дежекторной трубѣ зигзагообразно. Способъ соединенія такой же, какъ и въ котлѣ Перкинса, а именно при посредствѣ правой и лѣвой рѣзбы и муфты, надѣваемой на подобіе гайки. Для плотности прокладываются азбестовыя шайбы. Котельный кожухъ не съ двойными стѣнками; его ординарные листы укрѣплены внутри тавровымъ желѣзомъ, основаніе котораго отставлено отъ листа на $2\frac{1}{2}$ дм., такъ какъ онъ поддерживаетъ слой огнеупорнаго магнезіеваго камня.

Котелъ *Jersey Lily* испытывался комиссіей морского министерства Соединенныхъ Штатовъ. При сжиганіи всего 10 фунт. угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки въ часъ 1 фунтъ хорошаго антрацита преобразовывалъ 6,37 фунт. воды въ $16,7^{\circ}$ Ц. въ паръ съ давленіемъ въ 119 фунт. на кв. д., содержащій еще 3,5% воды. Вѣсъ пустого котла съ принадлежностями равнялся 1,315 тон., а вѣсъ воды—0,041 тон., т. е. всего около $\frac{1}{28}$ вѣса котла. Больше нѣтъ никакихъ свѣ-

дѣній объ этомъ котлѣ, также, какъ и о котлѣ на *Say When*, изъ чего конечно можно заключить, что съ тѣмъ и другимъ не получили ничего, заслуживающаго вниманія, а иначе построенный въ 1891 г. американскій миноносецъ *Cushing* снабдили бы навѣрное такими котлами, а не торникрофтовскими.

Для питанія котла Геррешофа такъ же, какъ и бельвилевскаго, требуется особая донка, но такъ какъ приспособленія, необходимыя для исправнаго дѣйствія перваго котла не разработаны съ такой тщательностью и полнотой, какъ у послѣдняго котла, то котелъ Геррешофа не выдерживаетъ конкуренціи съ послѣднимъ. Впрочемъ, благодаря своему очень малому вѣсу, онъ получилъ, кажется нѣсколько примѣненій на американскихъ яхтахъ; по крайней мѣрѣ, когда я осматривалъ заводъ Геррешофа въ 1893 г., тамъ строились нѣсколько небольшихъ котловъ этого рода.

4. Котлы Рута.

Котелъ Рута, извѣстный уже съ 1862 г., испытывался впервые въ Англіи въ 1872 г., на ливерпульскомъ грузовомъ пароходѣ. Это первое испытаніе было совершенно неудачно и причиной этому было главнымъ образомъ то обстоятельство, что котлу приходилось доставлять паръ низкаго давленія тихоходной колесной машинѣ съ большимъ ходомъ поршней. Постройкой этихъ котловъ для береговыхъ примѣненій началъ специально заниматься заводъ водотрубныхъ котловъ Вальтера и К° въ Калькѣ, который строить ихъ главнымъ образомъ для вывоза въ горныя страны Южной Америки. Такъ какъ тамъ доставка къ мѣстамъ назначенія производится на мулахъ, то котелъ долженъ быть разборнымъ настолько, чтобы вѣсъ самой тяжелой части не превышалъ 10—15 пудовъ. Котелъ Рута въ высшей степени приспособленъ для такой разборки, а потому онъ могъ бы быть весьма пригоденъ для пароходовъ на большихъ африканскихъ озерахъ (*), до которыхъ можно достигъ только на караванахъ.

(*) А также для пароходовъ на нашихъ сибирскихъ и среднеазиатскихъ рѣкахъ и озерахъ.

Примѣчаніе переводчика.

На рис. 51 и 52 изображенъ береговой котель Рута съ водянымъ пространствомъ въ 3500 куб. фут., паровымъ пространствомъ въ 400 куб. фут. и съ поверхностью нагрѣва у

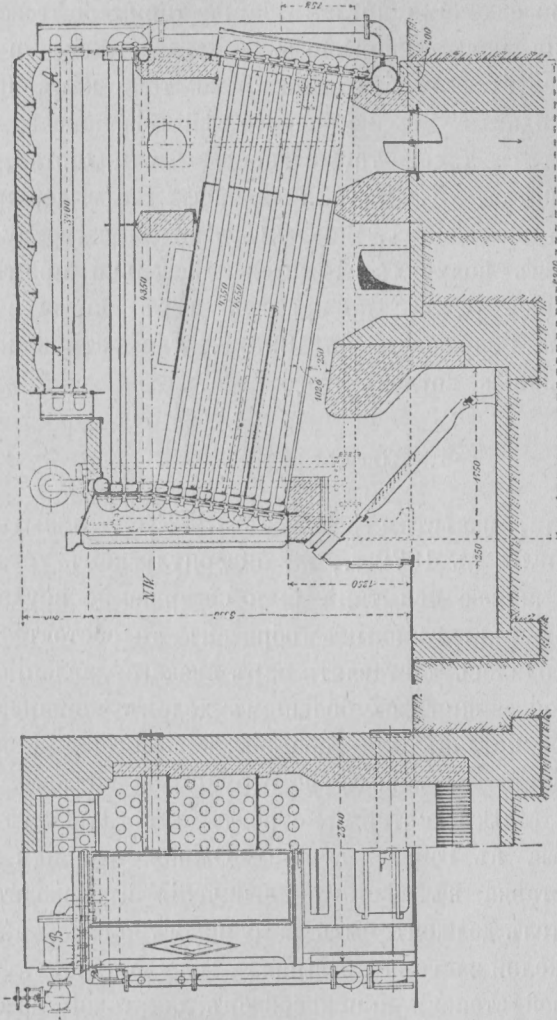


Рис. 52.

Котель Рута.

Рис. 51.

пароперегрѣвателя (А А) въ 160 кв. фут. Рис. 53—60 даютъ понятіе о способѣ устройства котла, составленнаго для облегченія перевозки изъ большого числа частей; соединительные фланцы частей его паросушителя и дежектора снабжены кони-

чески приточенными борозкой и выступомъ. Рис. 61—63 изображаютъ соединительныя коробки отдѣльныхъ элементовъ, а рис. 64—67 — соединительныя колпачки послѣднихъ; прокладкой для плотности соединенія элементовъ съ ихъ соединительными коробками служатъ коническія кольца. Заводъ снабжаетъ эти котлы сепараторомъ Элерса, рис. 68 (*В* на рис. 51), который по изслѣдованіямъ Бѣккинга, главнаго инже-

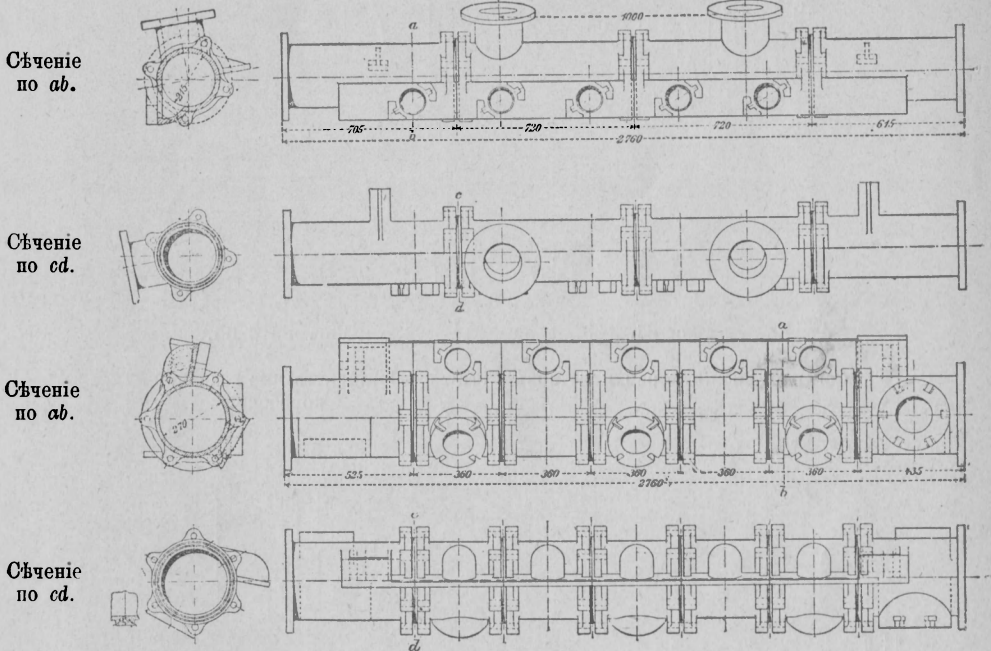


Рис. 53 — 60.

Паросушитель и дежекторъ котла Рута.

нера Рейнскаго Общества для надзора за паровыми котлами, отнимаетъ отъ водяного пара 83,33% содержащейся въ немъ воды. Въ случаѣ, если необходимо форсированное дѣйствіе или приходится пользоваться топливомъ очень низкаго качества, заводъ снабжаетъ свои котлы колосниковой рѣшеткой Графа; послѣдняя состоитъ изъ одной или нѣсколькихъ плоскихъ коробокъ изъ листового желѣза, которыя располагаются нѣсколько наклонно и въ которыя вставляются круглыя или

продолговатыя фурмы для впуска воздуха въ топку. Черезъ плоскія коробки проходитъ около фурмъ вода, поступающая изъ особой систерны, расположенной на возвышеніи, и послѣ подогреванія въ колосникахъ возвращающаяся опять въ эту систерну. Въ нижнюю часть послѣдней всегда протекаетъ холодная вода, доставляемая изъ водопровода или помпою, а

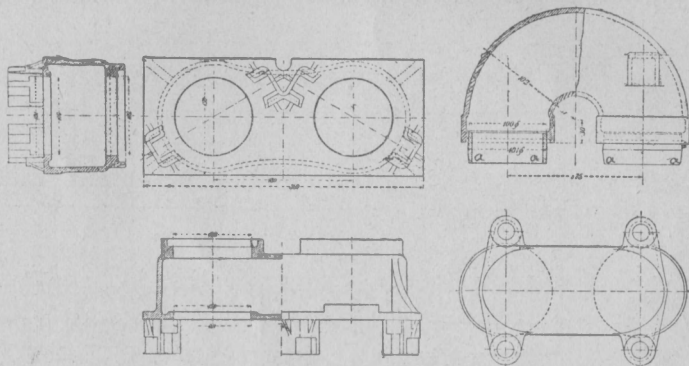


Рис. 61—63.

Рис. 64 и 65.

Соединительныя коробки котловъ Рута

Соединительные колпачки
коробокъ.

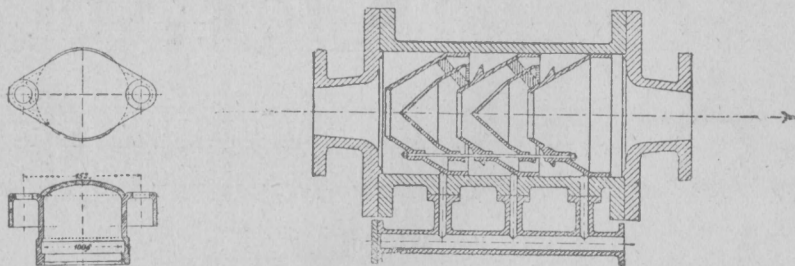


Рис. 66 и 67.

Рис. 68.

Соединительные
колпачки коробокъ.

Сепараторъ Элерса.

изъ ея верхней части берется теплая вода для питанія котла. При испытаніяхъ этой колосниковой рѣшетки, произведенныхъ проф. Пинцгеромъ въ ахенскомъ Техническомъ Институтѣ, оказалось, что при сжиганіи въ часъ на 1 кв. футѣ колосниковой рѣшетки 24,4 фунт. угля испаряется 9,06 фунт. воды на 1 фунтъ угля.

Глава II.

Котлы съ водяными камерами.

Относящіеся къ этой группѣ котлы заключаютъ въ себѣ трубки, вставляемыя на обоихъ концахъ въ общую камеру или въ нѣсколько камеръ. Трубки закрѣпляются въ стѣнкахъ камеръ обыкновенно раскаткой, а потому не могутъ расширяться такъ свободно, какъ въ котлахъ изъ элементовъ. Поэтому послѣдніе обладаютъ преимуществомъ надъ ними по своей большей эластичности и могутъ выносить безъ течи болѣе быстрыя нагрѣванія и охлажденія. Наоборотъ, котлы съ водяными камерами, обладая лучшею циркуляціею воды, допускаютъ болѣе сильное форсированіе, а также обладаютъ болѣею паропроизводительностью. Въ новѣйшихъ котлахъ тѣаго рода вода, подогрѣтая въ нижнихъ рядахъ трубокъ, располагаемыхъ по большей части съ подъемомъ въ $10 - 15^{\circ}$, течетъ въ переднюю водяную камеру, а оттуда чрезъ паросушитель или чрезъ верхнія трубки, проводяція уже паръ, поступаетъ обратно въ заднюю водяную камеру. Между трубками не требуется никакихъ связей для скрѣпленія двухъ водяныхъ камеръ.—достаточно той крѣпости, какую даетъ раскатка трубокъ въ трубныхъ доскахъ; добавляетъ еще скрѣпленіе паросушитель, съ которымъ склепываются въ большинствѣ случаевъ обѣ водяныя камеры.

5. Котлы Альбана.

Водотрубный котель, построенный въ 1843 г. въ Плау, въ Мекленбургѣ, талантливымъ, но еще не вполне оцѣненнымъ д-ромъ Альбаномъ, слѣдуетъ признать за первый котель

такого рода, оказавшіяся надежнымъ. Этотъ котель изображенъ на рис. 69 и 70. Впрочемъ Бургъ упоминаетъ о привилегированномъ въ Англіи еще въ 1824 г. водотрубно́мъ котлѣ съ вертикальными трубками, который былъ изобрѣтенъ Муромъ, повидимому не-специалистомъ, но судя по одной уже приложенной схемѣ, представляется въ высшей степени сомнительнымъ, можно ли было бы вообще выполнить его при тогдашнихъ техническихъ средствахъ. Даже и у этого котла были предшественники, такъ какъ американецъ Рамсей, приобрьвшій себѣ извѣстность опытами съ реакціонными двига-

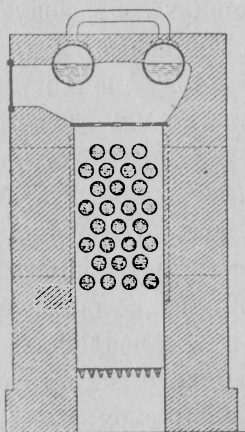


Рис. 69.

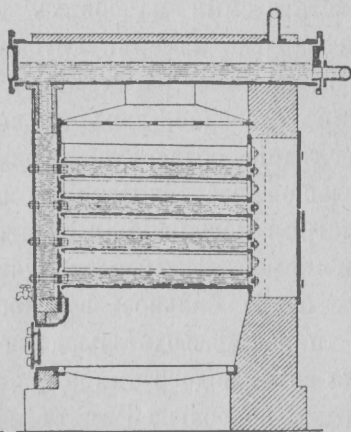


Рис. 70.

Котель Альбана.

телями, бралъ въ Англіи привилегіи на водотрубные котлы еще въ 1788 г.; за нимъ слѣдовалъ его соотечественникъ Стевенсъ «съ дикобразнымъ» котломъ, рисунокъ котораго можно еще встрѣтить въ старыхъ англійскихъ учебникахъ механики. Но эти котлы потерпѣли неудачу такъ же, какъ и англійскія формы водотрубнаго котла, проектированныя въ двадцатыхъ и тридцатыхъ годахъ специально для уличныхъ локомотивовъ Ганкокомъ, Семмерсомъ и Оглемъ, Дансомъ, Мэсерономъ и Гербеємъ по образцу ихъ современника Альбана; причину неудачи слѣдуетъ искать въ томъ, что у этихъ котловъ не было хорошихъ сепараторовъ и отдѣльныхъ паросушителей.

У первого пригоднаго для примѣненія котла Альбана водяная камера оказывается только на переднемъ концѣ; какъ показываютъ рис. 71—74, на заднемъ концѣ его трубки за-

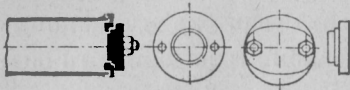


Рис. 71—74.

Задній конецъ трубки котла Альбана.

купорены круглыми припаянными крышками, въ которыхъ были сдѣланы круглыя горловины для чистки, особымъ образомъ закрываемыя. Такимъ образомъ онѣ могли свободно расши-

ряться и для лучшаго утилизованія поднимающихся кверху горячихъ газовъ онѣ были расположены не параллельными рядами, лежащими одинъ надъ другимъ, какъ въ котлахъ изъ элементовъ, а перемѣщались діагонально при закрѣпленіи въ трубной доскѣ. Чтобы вообще могла происходить циркуляція воды въ этомъ котлѣ, концы мѣдныхъ трубокъ въ стѣнкѣ передней водяной камеры были открыты не вполне. — для каждой трубки были вырѣзаны въ трубной доскѣ по два овальныхъ отверстія, изъ которыхъ чрезъ нижнее могла входить въ трубку вода, а чрезъ верхнее могъ выходить паръ. Изъ рис. 75 можно видѣть внутреннее устройство водяной камеры, крышка которой предполагается снятою. Выходящая изъ трубокъ каждого ряда смѣсь пара и воды должна была течь по особымъ направляющимъ рейкамъ по лѣвую сторону водяной камеры и отсюда могла уходить въ расположенный сверху сепараторъ. Послѣдній соединялся двумя трубками въ нижней и верхней части съ расположеннымъ на одинаковой высотѣ

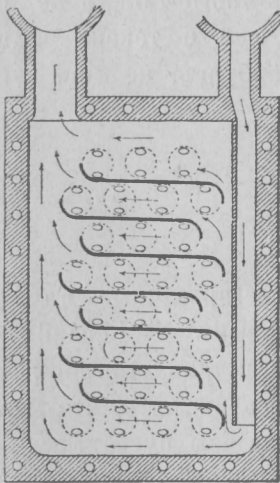


Рис. 75.

Водяная камера котла Альбана.

паросушителемъ, изъ котораго брали паръ для машины. Нижняя часть паросушителя на правой сторонѣ соединялась каналомъ съ водяной камерой, благодаря чему попадающая въ него

изъ сепаратора вода могла возвращаться въ котель подъ самый нижній рядъ трубокъ. Питательная вода доставлялась въ сепараторъ. Трубки закрѣплялись въ трубныхъ доскахъ посредствомъ винтовъ съ длинными плоскими головками; эти болты снабжались на заднемъ концѣ

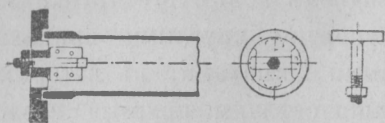


Рис. 76 — 78.

Закрѣпленіе трубокъ въ трубной доскѣ.

приклепываемыми къ трубкамъ надѣлками и легко могли отниматься для чистки (рис. 76 — 78).

Такъ какъ нѣсколько лѣтъ спустя Альбанъ могъ получить изъ Англіи сварныя желѣзныя трубки, то онъ взялъ послѣднія вмѣсто мѣдныхъ и тогда придавъ своему котлу двѣ водяныя камеры, по одной на каждомъ концѣ трубокъ. На этотъ котель слѣдуетъ смотрѣть, какъ на прототипъ тѣхъ водотрубныхъ котловъ съ двумя водяными камерами, къ описанію которыхъ сейчасъ перейдемъ. Альбанъ построилъ много такихъ котловъ для отопленія торфомъ, но въ такой еще и теперь бѣдной промышленностью странѣ, какъ Мекленбургъ, не могъ найти никакой почвы для своихъ идей.

6. Котлы Гейне.

Водотрубный котель Гейне, привилегированный въ Германіи въ 1877 г. и построенный Борсигомъ въ Берлинѣ, во многомъ походитъ на описанный выше котель Альбана. Его главные усовершенствованія заключались въ томъ, что между стѣнками каждой водяной камеры поставлены пустотѣлыя болтовья связи, чрезъ отверстія которыхъ можно чистить трубки помощію струи пара и которыя вмѣстѣ съ тѣмъ даютъ возможность обнаруживать поврежденія трубокъ по выходу изъ нихъ пара или воды, когда происходитъ разрывъ трубки. Затѣмъ Гейне стремился достигъ болѣе полного отдѣленія воды отъ пара при помощи перегородки надъ впускными отверстіями водяныхъ камеръ въ паросушитель и наконецъ, чтобы лучше утилизировались горячіе газы и не могли уходить прямо въ

дымовую трубу, онъ придалъ имъ нѣсколько извилистый путь при помощи огнеупорныхъ кирпичей, положенныхъ на трубкахъ.

Въ 1890 г. въ адмиралтейскихъ мастерскихъ въ Килѣ былъ построенъ для буксирнаго парохода *Fohn* котель, довольно близко напоминающій описанный котель Гейне, но впрочемъ

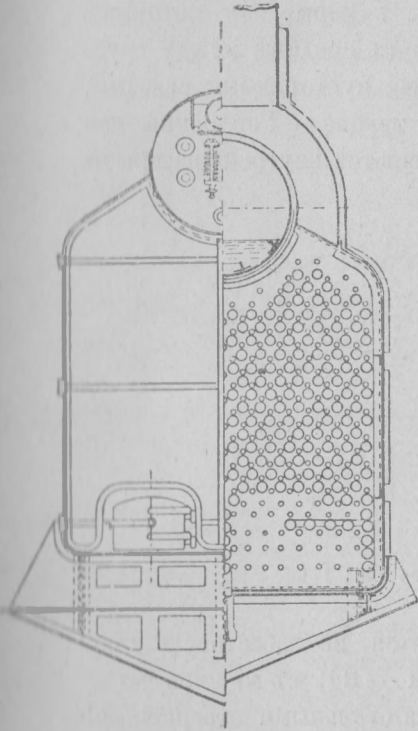


Рис. 79.

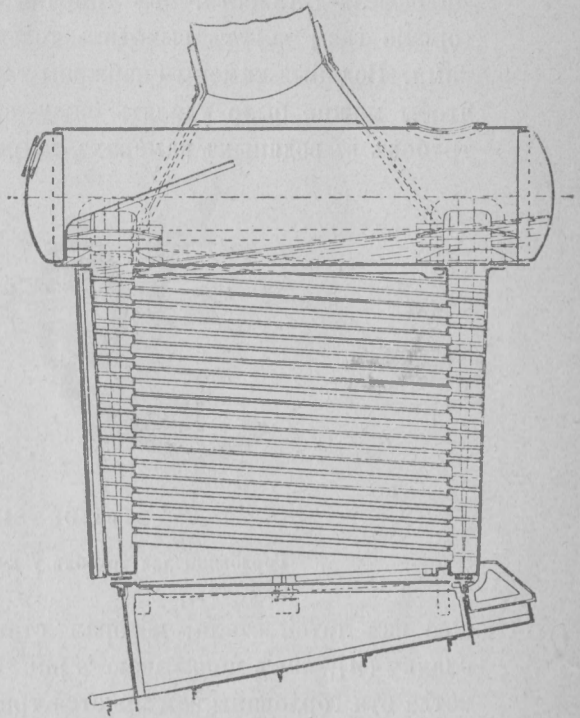


Рис. 80.

Котель типа Гейне.

лучше приспособленный къ условіямъ судовой службы. Этотъ котель изображенъ на рис. 79 и 80. Въ котлѣ Гейне трубы поднимались отъ топки къ заднему концу, а здѣсь они опускаются къ заду, какъ это впрочемъ стали дѣлать съ тѣхъ поръ во всѣхъ судовыхъ котлахъ. Паросушитель меньше, чѣмъ у котловъ Гейне, но зато число водогрѣйныхъ трубокъ значительно больше; затѣмъ, для экономіи мѣста въ вышину, паро-

сушитель расположенъ здѣсь ближе къ трубкамъ. У котла двѣ топки, ограниченныя двумя боковыми и однимъ среднимъ вертикальнымъ рядомъ трубокъ. Самый нижній горизонтальный рядъ трубокъ расположенъ въ 1 ф. 8 дм. надъ колосниковой рѣшеткой, какъ можно видѣть на рис. 79; трубки этого ряда прикрыты шамотомъ съ обѣихъ сторонъ приблизительно до середины топки, благодаря чему образуются, какъ и въ котлѣ Лаграфеля-д'Аллеста, двѣ топочныхъ камеры, изъ которыхъ горячіе газы могутъ выходить только въ срединѣ между трубками. Водяныя камеры снабжены также пустотѣлыми связями, чтобы можно было удалять сажу съ трубокъ. Горловины для трубокъ въ водяныхъ камерахъ закрываются внутреннею крыш-

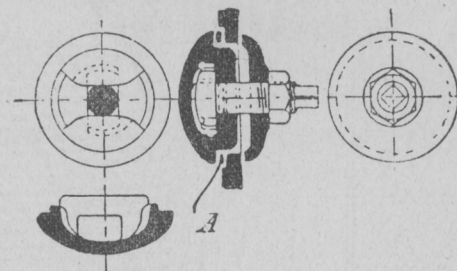


Рис. 81—84.

Горловины для трубокъ у котла типа Гейне.

кою изъ литой стали, которая ставится на азбестовую прокладку (А), какъ показываютъ рис. 81—84; въ нижней части котла эти горловины замѣняются тремя овальными отверстіями. Въ паросушителѣ также имѣется перегородка поверхъ отверстія передней водяной камеры и надъ этой перегородкой ставится паровая труба. На рисункахъ можно видѣть, какъ скрѣпляется паросушитель съ водяными камерами.

Вѣсъ котла на пароходѣ *Fohn* со всѣми приборами, но безъ воды, равняется $8\frac{1}{2}$ тон.; сюда прибавляется $2\frac{1}{2}$ тонны воды, такъ что полный вѣсъ — 11 тоннъ. На пробѣ машина компаундъ развила 234 индик. лош. силы при давленіи пара въ котлѣ въ 112 фунт. Расходъ угля составлялъ при этомъ 24 фунта на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки въ часъ и

2.6 фунта на 1 лош. силу въ часъ. На 1 тонну вѣса котла развивалась 21 лош. сила и на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки 9,3 лош. силы, т. е. гораздо меньше, чѣмъ въ бельевилевскихъ котлахъ, но при указанныхъ условіяхъ котель достигъ уже предѣла своей паропроизводительности; при обыкновенной работѣ котель необходимо отоплять очень умеренно, если желаютъ, чтобы онъ дѣйствовалъ безъ поврежденій, но тогда будетъ сгорать всего около $14\frac{1}{2}$ фунт. угля въ часъ на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки, причемъ число оборотовъ машины уменьшается съ 181, какъ было на пробѣ, до 120 и отъ 1 тонны вѣса котла получается меньше лош. силъ, чѣмъ отъ шотландскихъ котловъ.

7. Котлы Бюттнера.

Рейнскій заводъ трубчатыхъ котловъ Бюттнера и К^о въ Юрдингенѣ на Рейнѣ построилъ котель съ водяными каме-

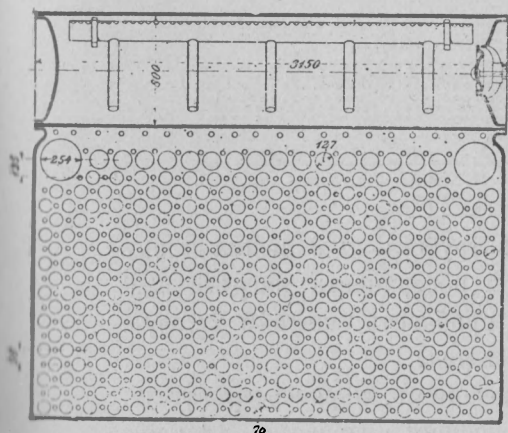


Рис. 85.

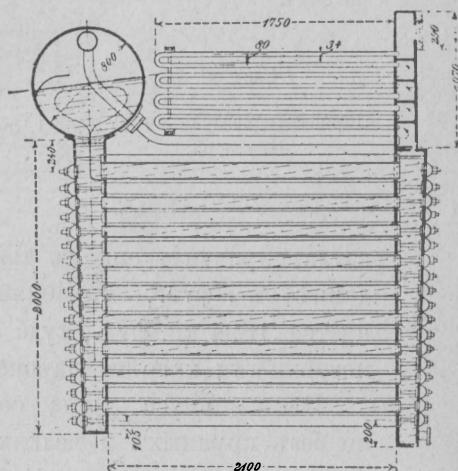


Рис. 86.

Котель Бюттнера.

рами, изображенный на рис. 85 и 86. Главное достоинство этого котла заключалось по мнѣнію строителей въ привилегированномъ для нихъ приспособленіи для возбужденія быстрой

циркуляции, которое было выработано опытами надъ дѣйстви-
тельно построенными котлами. Такъ какъ доброкачественность
водотрубнаго котла, можно сказать, пропорціональна быстротѣ,
съ какой движется вода чрезъ его трубки, то было обращено
вниманіе на то, чтобы вода не теряла своей скорости въ
верхней части котла, рис. 86, и чтобы не приходилось снова
приводить ее въ движеніе для обратнаго теченія. Дѣйстви-
тельно, при неизмѣнномъ соединеніи достигается большая ско-
рость. Надъ котломъ расположенъ пароперегрѣватель, рис. 88,
устроенный такимъ образомъ, что паръ въ его трубкахъ при-
обрѣтаетъ скорость въ 30 фут., что конструкторъ котла
считаетъ необходимымъ какъ для прочности, такъ и для над-
лежащей активности трубокъ. У изображеннаго на рисункахъ

Рис. 87.

Паросушитель, видъ снизу.

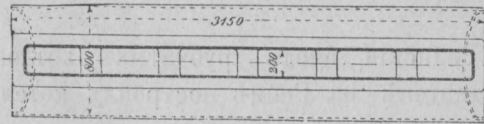
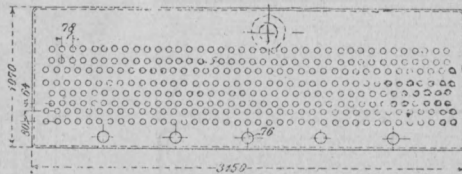


Рис. 88.

Пароперегрѣватель котла
Бютнера.



котла, при внутреннемъ діаметрѣ трубокъ въ 3 дюйма и ихъ
длинѣ въ 7 фут., омываемая водой поверхность нагрѣва рав-
няется 1894 кв. фут., куда надо прибавить еще 645 кв. фут.
поверхности нагрѣва пароперегрѣвателя.

Вѣсъ корпуса котла со включеніемъ пароперегрѣвателя,
но безъ крупныхъ и мелкихъ приборовъ, равняется 14 тон.;
сюда прибавляется еще $3\frac{1}{2}$ тонны воды. Если котель сохра-
нить тѣже размѣры и только увеличится длина его трубокъ
до $9\frac{1}{2}$ фут., то его нагрѣвательная поверхность возрастетъ
до 2346 кв. фут. и поверхность пароперегрѣвателя до 818 кв.
фут., а вѣсъ котла увеличится только до $15\frac{1}{2}$ тон., вѣсъ же
воды достигнетъ 6,7 тон., такъ что тогда онъ будетъ состав-
лять около $\frac{1}{4}$ вѣса котла со всѣми приборами. Чтобы при-

способить котель для службы на судахъ, т. е. чтобы уменьшить его вѣсъ, строители предполагаютъ еще больше уменьшить размѣры трубокъ и убавить такимъ образомъ количество заключающейся въ котлѣ воды. Къ сожалѣнію мнѣ не удалось получить никакихъ свѣдѣній о томъ, какихъ результатовъ достигли съ этимъ котломъ. Судя по хорошимъ условіямъ циркуляціи, можно ожидать, что котель допускаетъ форсированіе дѣйствія.

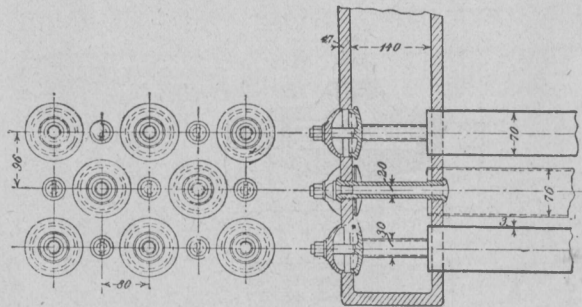


Рис. 89.

Рис. 90.

Горловины для трубокъ въ котлѣ Бютнера.

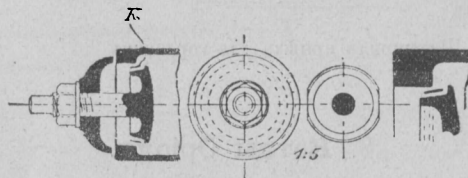


Рис. 91 — 94.

Закупориваніе трубокъ въ котлѣ Бютнера.

Крышки горловинокъ у трубокъ (рис. 89 и 90) ставятся на металлическихъ прокладкахъ. Связи, распредѣленныя между трубками и сдѣланныя пустотѣлыми для чистки трубокъ снаружи, закупориваются маленькими пробками.

Кромѣ котловъ съ двумя водяными камерами, которымъ ввѣдъ теперь отдаетъ предпочтеніе, онъ строитъ также котлы съ одной водяной камерой и съ циркуляціонными трубками,

какіе будутъ описаны въ слѣдующей главѣ. Задніе концы трубокъ въ послѣднихъ котлахъ закрываются, какъ показано на рис. 91 — 94. Чтобы можно было вынимать крышку вонъ изъ трубки, ея выступающій внутри запечикъ, препятствующій вытаскиванію, нѣсколько спиливается съ двухъ сторонъ, а для плотности соединенія между крышкой и донышкомъ крышки прокладывается мѣдное кольцо *К*. — Для такого закупориванія трубокъ пригодна также изображенная на рис. 95 и 96 крышка съ шарниромъ Герига и Лейкса въ Дармштадтѣ.

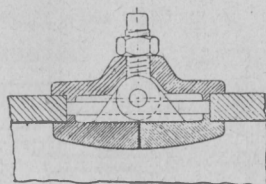


Рис. 95.

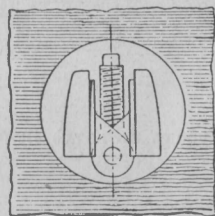


Рис. 96.

Шарнирная крышка для горловинъ.

8. Котлы Оріоля.

Котлы, какіе строятъ Оріоль въ Нантѣ, довольно близко походятъ на только что описанный котель Гейне, какъ это можно видѣть изъ рис. 97 и 98. По сравненію съ тѣмъ онъ представляетъ тотъ недостатокъ, что стѣнки его водяныхъ камеръ параллельны, тогда какъ въ котлѣ на *Fohn*'ѣ онѣ расходились кверху соотвѣтственно образуемому въ трубкахъ количеству пара. Его паросушитель расположенъ не внутри кожуха котла, а сбоку (см. рис. 98 наверху справа), причемъ дѣлается одинъ общій паросушитель у двухъ котловъ, расположенныхъ одинъ противъ другого въ одной кочегарнѣ. Скрѣп-

леніе водяныхъ камеръ и устройство крышекъ ихъ горловинокъ такое же, какъ и у котла Гейне. Въ виду малой площади колосниковой рѣшетки у котловъ бываетъ только одна топка; образующіеся на колосниковой рѣшеткѣ горячіе газы могутъ идти прямо въ дымовую трубу. Въ котлѣ Оріоля, какъ и въ бельвилевскомъ, водою бывають наполнены только нижніе ряды трубокъ, благодаря чему водяное пространство очень мало и котель оказывается очень легкій. Но такъ какъ у

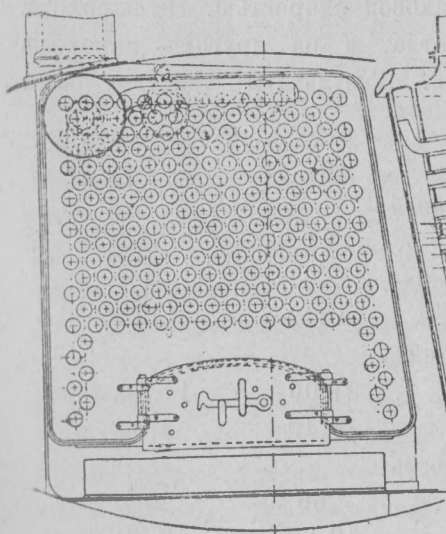


Рис. 97.

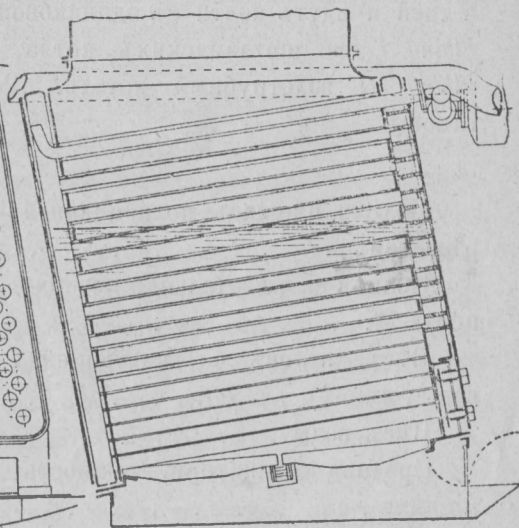


Рис. 98.

Котель Оріоля.

Этихъ котловъ нѣтъ такихъ питательныхъ и паросушительныхъ приспособленій, какими снабжаются бельвилевскіе котлы, то во время дѣйствія, даже при самомъ слабомъ форсированіи отопленія, они подвергаются большимъ колебаніямъ въ давленіи пара. Они не могутъ быть особенно надежны на практикѣ, судя по тому обстоятельству, что, не смотря на свой незначительный вѣсъ, во Франціи они не примѣняются больше для миноносцевъ въ такихъ размѣрахъ, какъ прежде. Въ 1893 г. Оріоль поставилъ свои котлы на пароходъ *Mitidjah*

въ 1160 тоннъ водоизмѣщенія, но относительно полученныхъ при этомъ результатовъ ничего неизвѣстно.

Очень интересный опытъ произвелъ въ послѣднее время заводъ Шихау въ Эльбингѣ съ водотрубнымъ котломъ, очень похожимъ на оріолевскій. У фирмы имѣются два одинаковыхъ грузовыхъ парохода съ одинаковыми машинами тройного расширенія; эти пароходы совершаютъ правильные рейсы между Эльбингомъ и Рурортомъ, проходя по каналу императора Вильгельма, причемъ употребляютъ на каждый рейсъ около 5 дней и идутъ почти съ одинаковой скоростью. На пароходѣ *Elbing I* два шотландскихъ котла, а на другомъ пароходѣ *Elbing II* водотрубный котель. Результаты дѣйствія были таковы: —

	<i>Elbing I.</i>	<i>Elbing II.</i>
Полная площадь колосниковой рѣшетки	24	52 кв. ф.
Полная нагрѣвательная поверхность	1249	1743 » »
Вѣсъ котловъ со включеніемъ воды	21,00	14,36 тон.
Вѣсъ воды.	9,40	4,80 »
Средняя индикаторн. мощность машинъ	260	280 л. с.
Мощность на 1 т. вѣса котловъ.	12,38	19,42 » »
Средній расходъ угля на 1 инд. лош. силу въ часъ	1,95	2,44 фун.

Итакъ котель Оріоля доставляетъ при обыкновенномъ дѣйствіи на 1 тон. своего вѣса приблизительно столько же лош. силъ, сколько котель Гейне на *Föhn*'ѣ доставилъ при пробѣ, но къ сожалѣнію при одной и той же мощности онъ расходуетъ угля на $\frac{1}{4}$ больше шотландскаго котла, а потому онъ былъ снятъ съ упомянутаго парохода и замѣненъ котломъ послѣдняго типа.

9. Котлы Лаграфеля-д'Аллеста.

Въ противоположность вышеописаннымъ котламъ этого типа, трубы въ котлахъ Лаграфеля-д'Аллеста, которые строятся компаніей Фрейссине въ Марсель, располагаются параллельно, а не діагонально однѣ надъ другими, какъ представлено на рис. 99—101. Промежутки между трубками нижняго ряда закрыты наложенными лекальными кирпичами изъ шамота, такъ что топки представляютъ собою вполнѣ закрытыя камеры. Котлы ставятся попарно одинъ около другого и горячіе газы выходятъ изъ топки cadaго котла въ середину между котлами, гдѣ, благодаря прикрывающему сверху огнеупорному своду, образуется хорошая огневая камера. Отсюда газы расходятся въ обѣ стороны въ промежутки между трубками и, такъ какъ промежутки между трубками верхняго ряда также заложены шамотными кирпичами, то газы должны уходить въ дымовую трубу чрезъ дымовую камеру сбоку котла, подъ паросушителемъ. Чтобы горячіе газы отдавали трубкамъ теплоту въ достаточной степени, боковые промежутки между рядами трубокъ закрыты щитомъ отъ верха до нижней трети. Стрѣлка на рис. 99 указываетъ путь горячихъ газовъ. Благодаря такому устройству, горѣніе въ котлѣ Лаграфеля-д'Аллеста бываетъ замѣтно лучше, чѣмъ во всѣхъ другихъ водотрубныхъ котлахъ, какъ показываютъ результаты испытаній, какія только производились надъ ними до сихъ поръ. Чтобы устранить упомянутое уже при бельвилевскихъ котлахъ прогибаніе трубокъ, Лаграфель и д'Аллестъ берутъ для нижняго ряда трубокъ и для крайнихъ рядовъ внутренней огневой камеры трубы Серва, снабжаемыя для большей крѣпости внутренними ребрами. Съ примѣненіемъ такихъ трубокъ для водотрубныхъ котловъ послѣдніе слѣдуетъ питать естественно совершенно чистой водой. Чтобы развальцовать достаточно крѣпко эти трубы въ трубныхъ доскахъ, прокладываютъ внутри между стѣнкой трубы и катками машинки тонкую проволоку. Остальныя гладкія трубы тянутся теперь изъ стали безъ сварки; прежде, какъ еще и на французскомъ броненосцѣ

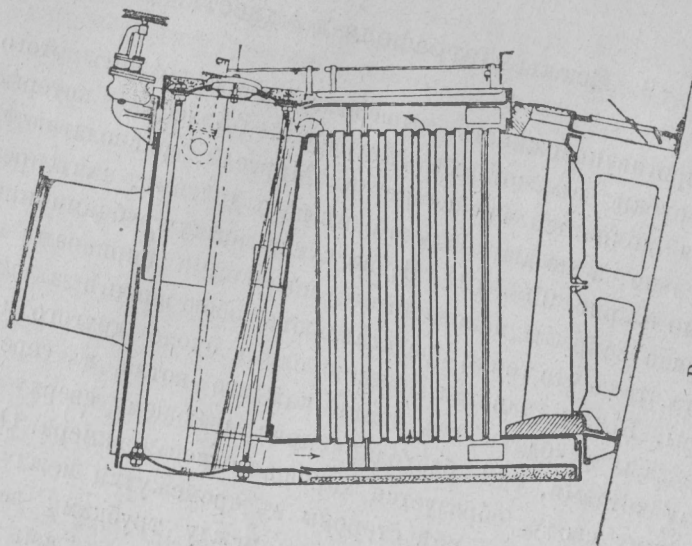


Рис. 100.

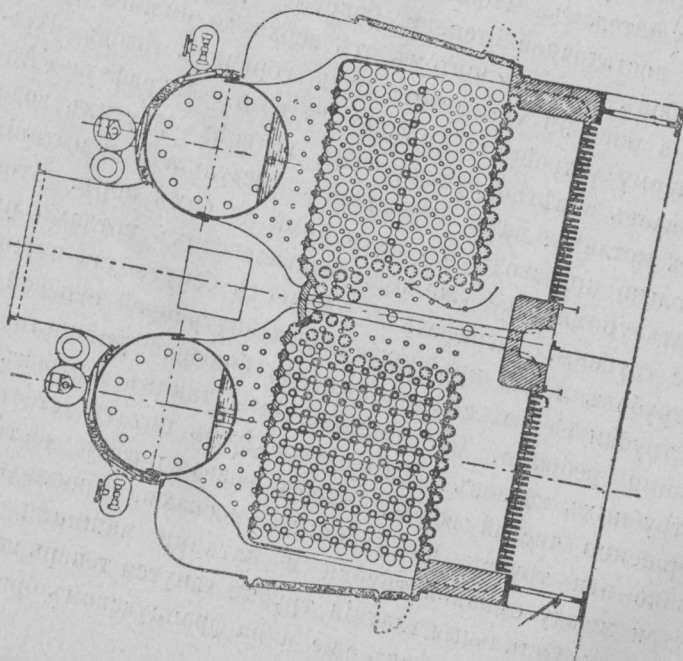


Рис. 99.

Котель Лаграфедя-д'Алеста,

Jaureguiberry, онѣ были сварныя и именно этому обстоятельству слѣдуетъ приписать то, что во время пробы одна трубка разорвалась по сваркѣ на длинѣ 10 дюймовъ, вслѣдствіе чего 9 человекъ были настолько сильно обварены горячей котельной водой, что они умерли отъ ожоговъ. Кромѣ того въ послѣднее время трубы не дѣлають уже равномерной толщины, — у задней водяной камеры, гдѣ содержится только вода, онѣ бываютъ соотвѣтственно уже, чѣмъ у передней, гдѣ по нимъ проходить смѣсь воды и пара.

Крышки трубныхъ горловинъ, штампованныя изъ листовой стали, имѣють форму, представляющую на рис. 101. Болты,

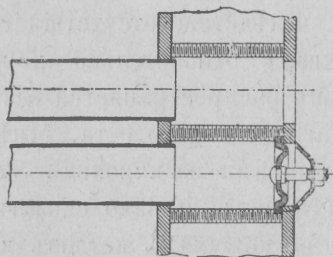


Рис. 101.

Часть водяной камеры котла
Лаграфеля-д'Аллеста.

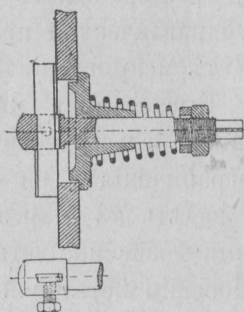


Рис. 102 и 103.

Ножъ для чистки краевъ
горловинъ.

соединяющіе внутреннюю крышку съ наружнымъ колпакомъ, бываютъ обыкновенно также стальные, а въ котлахъ, тщательно устроенныхъ, изъ особой не окисляющейся бронзы, чтобы впослѣдствіи было легко отнимать гайки. Крышки ставятъ на асбестовое кольцо около $\frac{1}{16}$ д. толщиной, которое предварительно опускають въ олифу, чтобы оно легко отставало при отниманіи крышки. Чтобы можно было быстро очищать и выравнивать края горловины, къ которымъ прилегаетъ это кольцо, если къ нему пристанетъ старая прокладка, для каждого котла отпускается заводомъ ножъ, изображенный на рис. 102 и 103.

Вода въ котлахъ держится на такой высотѣ, чтобы въ холодномъ состояніи котла она нѣсколько покрывала дно паросушителя. Тогда во время дѣйствія передъ передней водяной камерой образуется высокая волна пара и воды, простирающаяся за середину паросушителя. Автоматическаго регулятора питаія не имѣется.

При постройкѣ котла, прежде чѣмъ вставить въ него трубки, закрываютъ ихъ отверстія особыми крышками и подвергаютъ паросушитель и водяныя камеры гидравлической пробѣ подъ давленіемъ въ 310 фунт. на кв. д., чтобы убѣдиться въ плотности всѣхъ швовъ. Затѣмъ уже вставляютъ и развальцовываютъ трубки. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ (въ послѣднее время) просверливаютъ дыры для трубокъ и горловинъ послѣ этой гидравлической пробы, чтобы устранить всякія неплотности отъ искривленія стѣнокъ вслѣдствіе отсутствія скрѣпленій. Высказанная мною похвала относительно хорошаго выполненія бельвилевскихъ котловъ распространяется безъ всякаго ограниченія и на котлы Лаграфеля-д'Аллеста. Мнѣ пришлось видѣть въ Марселѣ подъ парами на пароходѣ *Stamboul* компаніи Фрейссине четыре такихъ котла и надо сказать, что въ отношеніи котельной работы по кожухамъ котловъ и кирпичной кладкѣ въ топкахъ они были построены дѣйствительно гораздо прочнѣе, чѣмъ надо.

Французское адмиралтейство производило 6- и 3-часовое испытаніе паропроизводительности котловъ Лаграфеля-д'Аллеста на броненосцѣ *Carnot*; при температурѣ питательной воды соотвѣтственно въ 25° и 21° Ц. и давленіи пара въ 50 и 43 фунт. на кв. д., сжигая 12 фунт. хорошаго кардифскаго угля на 1 кв. футѣ колосниковой рѣшетки въ часъ, получали испареніе въ 10,67 фунт. воды на 1 фунтъ угля, но оно понизилось до 8,75 фунт., когда горѣніе усилили до 36 фунт. на 1 кв. фут. рѣшетки въ часъ. Дѣйствительное рабочее давленіе этихъ котловъ равняется 215 фунт. на кв. д. и каждый котелъ вѣсилъ съ принадлежностями, но безъ воды, 11,7 тоннъ, вѣсъ же воды равнялся 3.1 тон. Подобные же результаты получили на броненосцѣ береговой обороны *Bouvines*, гдѣ при сжиганіи 15 фунт. угля на 1 кв. футѣ колосниковой рѣшетки

въ часъ испарялось 10 фунт. воды на 1 фунтъ угля, а при сожиганіи 36 фунт. угля 9,2 фунт. воды. На крейсерѣ *Chasseloup-Laubat* котлы съ принадлежностями вѣсятъ 335 т., а вода въ нихъ 53 т., т. е. около одной шестой части вѣса котловъ.

Котель Лаграфеля - д'Аллеса допускаетъ форсированное отопленіе въ такой же системѣ, какъ и шотландскій котель. Какъ и у бельвилевскихъ котловъ, къ его питательной водѣ прибавляется известковый растворъ и именно около 7 фунт. на 1000 инд. лош. силъ въ 24 часа, если котлы содержатъ прѣсную воду и питаются только опрѣсненной водой. Каждые 8 часовъ слѣдуетъ сильно продувать эти котлы какъ съ поверхности, такъ и со дна. Въ нихъ совсѣмъ не должно быть соли, даже въ количествѣ, допускаемомъ въ бельвилевскихъ котлахъ. Если соль попадетъ въ котлы отъ течи въ холодильники, то содержаніе соли въ нихъ не должно переходить за 2‰ и въ крайнихъ случаяхъ должно быть не больше 3 — 4‰, но тогда надо вывести изъ дѣйствія нѣсколько котловъ и форсировать другіе, чтобы усилить циркуляціи воды въ нихъ и затруднить образованіе накипи. Кромѣ того котлы, какъ и бельвилевскіе, огъ времени до времени выщелачиваются содой; для этой цѣли вводятъ въ котлы на 1 т. воды 13 фунт. соды, растворенной въ водѣ, но чтобы растворъ не дѣйствовалъ на мегаллъ помпъ, готовятъ его такъ, чтобы на 1 ведро воды приходилось около 5 фунт. соды. Затѣмъ разводятъ пары въ котлахъ и поддерживаютъ въ теченіе 2 — 3 часовъ давленіе въ 25 — 35 фунт. на кв. д., а потомъ производятъ полное продуваніе котловъ. Промываніемъ удаляютъ грязь, какая остается въ незначительномъ количествѣ въ трубкахъ или въ паросушителѣ.

Представляетъ затрудненіе удаленіе сажи подъ парами; производятъ это струей пара, щетками и выгребаніемъ падающей внизъ сажи. Каждый промежутокъ между трубками банятъ около 3 минутъ, причемъ уровень воды въ котлѣ отъ потери пара опускается дюйма на 4.

По результатамъ, какіе дала практика до сихъ поръ, котель Лаграфеля-д'Аллеса представляется однимъ изъ самыхъ надежныхъ между судовыми водотрубными котлами съ прямыми труб-

ками. Впрочемъ онъ очень чувствителенъ къ быстрой разводкѣ паровъ, хотя при своемъ дѣйствіи не въ такой степени нуждается въ сложныхъ приспособленіяхъ, какъ бельвилевскій котель. Кромѣ того, онъ всегда долженъ отопляться очень равномерно, если не желаютъ, чтобы происходили значительныя и внезапныя колебанія въ давленіи пара. Слѣдуетъ впрочемъ замѣтить, что котель содержитъ довольно много воды. При пробѣ форсированнымъ ходомъ французскаго броненосца *Je-tappes*, когда машины развили 9250 индик. лош. силъ, расходъ угля равнялся $2\frac{1}{4}$ фунт. на 1 инд. лош. силу въ часъ. причемъ сжигалось 35 фунт. угля на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки въ часъ. Когда котлы работали при болѣе умѣренномъ горѣнніи и сжигалось всего 26 фунт. угля на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки въ часъ, расходъ угля получился въ 2 фунта на 1 инд. лош. силу въ часъ при 7711 инд. лош. силахъ. Съ шотландскими котлами при подобныхъ условіяхъ получается расходъ угля ниже этого. На французскомъ крейсирѣ *Chasseloup-Laubat* во время пробы форсированнымъ ходомъ машины развили 9700 инд. лош. силъ.; такъ какъ котлы этого крейсера вѣсятъ 335 т., то на 1 т. вѣса котловъ приходится 29 инд. лош. силъ, что превосходитъ результаты, какіе получались до сихъ поръ съ шотландскими котлами. Самые лучшіе результаты дали произведенныя 3-го и 18-го марта 1896 г. пробы французскаго миннаго крейсера *Casabianca*, одинаковаго по постройкѣ съ *D'Iberville*; эти результаты таковы, какъ мы сообщили въ Марсели: —

Продолжительность пробы въ часахъ .	6	6	$3\frac{1}{2}$	24
Число котловъ въ дѣйствіи	2	8	8	8
Индикат. лош. силы машинъ	440,9	1901	5005,9	3475,7
Часовой расходъ угля на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки въ фунт. . . .	11	9	33	20
Расходъ угля на 1 индик. лош. силу въ часъ въ фунт.	1,59	1,5	2,13	1,82

Котлы Лаграфеля-д'Аллеста установлены на слѣдующихъ судахъ французскаго флота: на броненосцахъ 1-го класса *Charles Martel*, *Carnot*, *Jauréguiberry* и *Masséna* по 24 котла, на броненосцахъ береговой обороны *Jemappes*, *Bouvines* и *Valmy* по 16 котловъ, на крейсерахъ 2-го класса *Du Chayla*, *Cassard* и *D'Assas* по 20 котловъ, на минныхъ крейсерахъ *Foudre* 24 котла, *D'Iberville* и *Casabianca* по 8 котловъ. Такъ какъ эти 244 котла поставлены на упомянутыя суда, которыя развиваютъ скорость отъ 17 до 22 узловъ, при машинахъ отъ 5000 до 15000 инд. лош. силахъ, то это можно принять за доказательство того, что котлы удовлетворяютъ предъявляемымъ имъ требованіямъ. Напротивъ того, въ коммерческомъ флотѣ они получили примѣненіе только на четырехъ небольшихъ французскихъ судахъ (на одномъ 2 котла, на двухъ по 4 и на четвертомъ 8).

* Въ настоящее время можно сказать, что эти котлы, какъ и всѣ другіе съ водяными камерами во всю ширину котла, отходятъ въ область исторіи, хотя недалеко еще время, когда ими увлекались и считали ихъ надежными и вполнѣ пригодными для военныхъ судовъ. Въ самомъ дѣлѣ этимъ только можно объяснить, почему, напримѣръ, во французскомъ флотѣ поставили ихъ сразу на нѣсколько большихъ судовъ (гдѣ теперь рѣшено, кажется, замѣнить ихъ другими), предварительно не испытавъ ихъ сколько нибудь основательно и не убѣдившись, удовлетворяютъ ли эти котлы современнымъ условіямъ службы котловъ на судахъ (впрочемъ, какъ увидимъ ниже, подобнымъ же образомъ поступаютъ во французскомъ флотѣ относительно котловъ Никлосса и Нормана-Сигоди).

Большія плоскія стѣнки водяныхъ камеръ этихъ котловъ возвращаютъ насъ къ давно оставленнымъ прямоствѣннымъ котламъ и котелъ изъ трубокъ, вставленныхъ въ стѣнки такихъ камеръ, уже *à priori* представляется ненадежнымъ при теперешнихъ высокихъ давленіяхъ пара и форсированномъ отопленіи. Одинъ старшій механикъ французскаго флота даетъ въ «*la Marine Française*» слѣдующій категорическій отзывъ объ этихъ котлахъ: — «Всѣ механики пришли къ тому заключенію, что котлы съ прямыми трубками, закрѣпленными въ

двухъ трубныхъ доскахъ, опасны; все, что сдѣлаютъ въ нихъ для ихъ усовершенствованія, будетъ только пальятивомъ». *

10. Котлы Штейнмюллера.

Заводъ трубчатыхъ котловъ Штейнмюллера въ Гуммерсбахѣ (въ Рейнской провинціи) построилъ за послѣдніе 25 лѣтъ

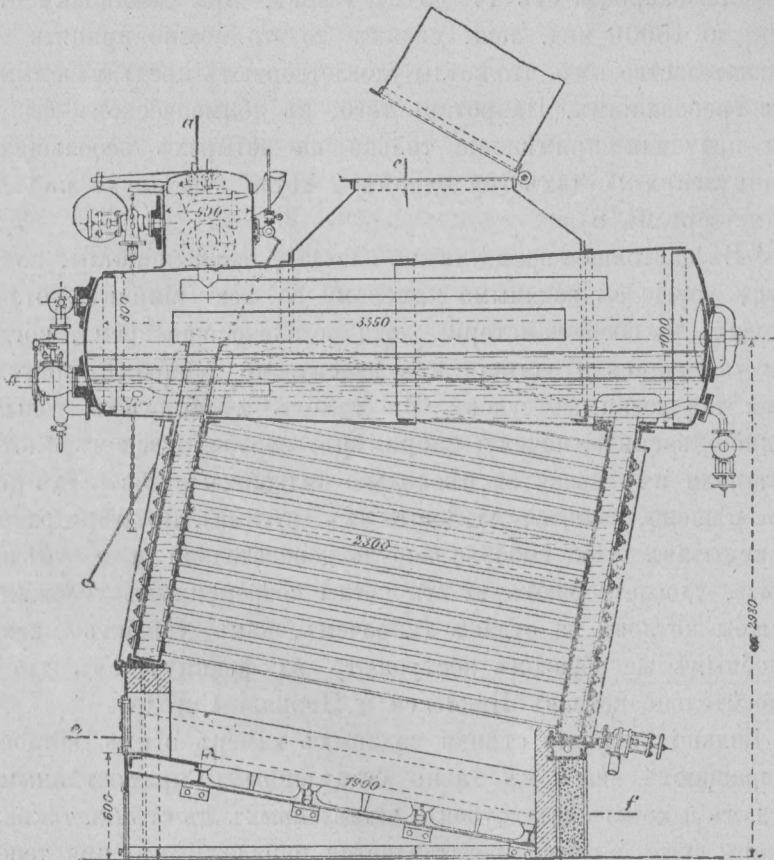


Рис. 104.

Котель Штейнмюллера, продольный разѣзь.

большое число береговыхъ водотрубныхъ котловъ, пользующихся извѣстностью въ Германіи, а въ послѣднее время рѣ-

шилъ заняться постройкой судовыхъ котловъ. Изображенный на рис. 104 — 107 котелъ былъ проектированъ для буксирнаго парохода *Torgau* эльбской пароходной компаніи и предназначался для машины въ 760 инд. лош. силъ. Подражая испытаннымъ на практикѣ котламъ Лаграфеля-д'Аллеста, строители старались образовать въ котлѣ возможно просторную огневую камеру. Впрочемъ по циркуляціи горячихъ газовъ этотъ котелъ отличается отъ упомянутыхъ котловъ, какъ можно видѣть изъ сравненія съ рис. 99. Заслуживаетъ вниманіе привиле-

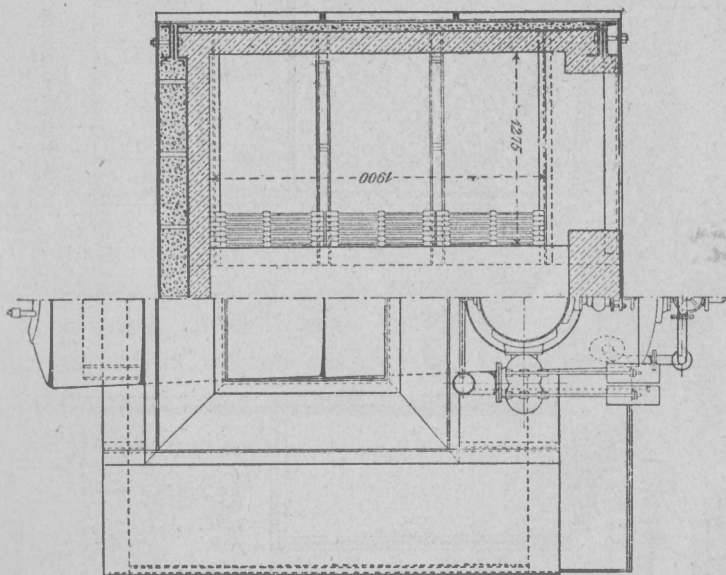


Рис. 105.

Котелъ Штейнмюллера, планъ и разрѣзъ по *ef*.

гированный способъ прикрытія боковыхъ стѣнокъ котла плотно одна къ другой поставленными трубками, діаметръ которыхъ больше, чѣмъ у прочихъ водогрѣйныхъ трубокъ. Чтобы можно было устроить такую стѣнку изъ трубокъ, каждая вторая трубка снабжается вварнымъ донышкомъ, рис. 108 и 109, въ которое ввинчивается и развальцовывается короткая трубка одинаковаго діаметра съ обыкновенными водогрѣйными трубками. Свободные концы этихъ тонкихъ трубокъ раскатываются

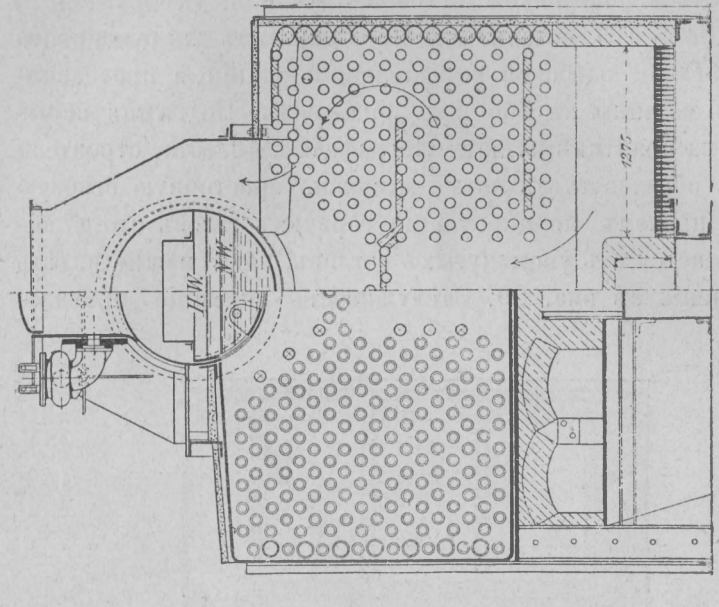


Рис. 106.

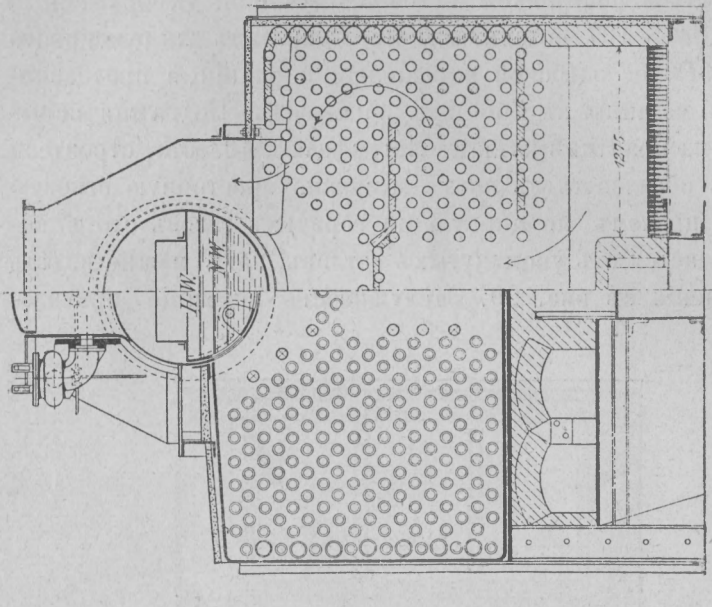


Рис. 107.

Котель Штейнмюллера.

въ трубныхъ доскахъ, какъ и остальные трубки. Для заполнения промежутковъ прокладываются чугунныя немного коническія кольца.

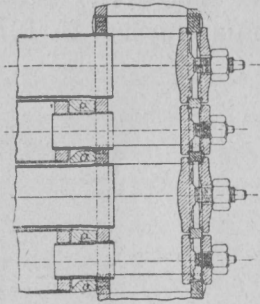


Рис. 108.

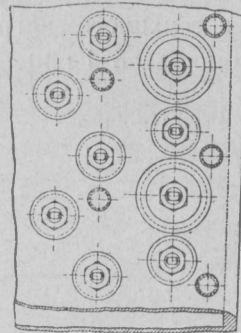


Рис. 109.

Боковой рядъ трубокъ въ котлѣ Штейнмюллера.

Какъ показываютъ рис. 110 и 111, описываемый здѣсь котель занимаетъ на суднѣ помѣщеніе въ 20 фут. длиной и 8 ф. высотой съ проходами по бокамъ въ $11\frac{1}{2}$ фут. Такъ какъ на палубѣ сдѣлана надстройка, то оказалось возможнымъ снабдить котель еще паровымъ колпакомъ.

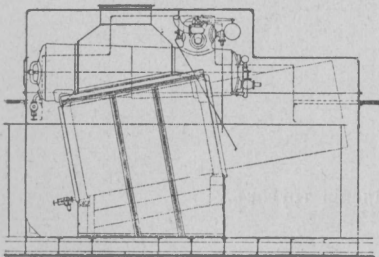


Рис. 110.

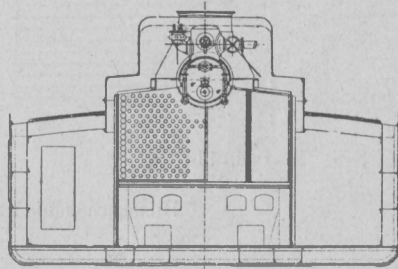


Рис. 111.

Расположеніе котла Штейнмюллера на суднѣ.

Выходящая изъ трубокъ смѣсь пара и воды поступаетъ сначала въ резервуаръ съ отверстиями снизу, открытый также на концѣ (рис. 104); здѣсь отдѣляется отъ пара вода. Затѣмъ

паръ идетъ по расположенной подъ нѣбомъ паросушителя трубъ въ паропроницаемо закрытый отъ послѣдняго паровой колпакъ, на которомъ поставленъ стопорный клапанъ.

Площадь колосниковой рѣшетки у котла равняется 52 кв. фут., а поверхность нагрѣва — 1560 кв. фут., — отношеніе между ними равно 1:30. Водогрѣйныя трубки въ $8\frac{1}{2}$ фут.

Рис. 112.

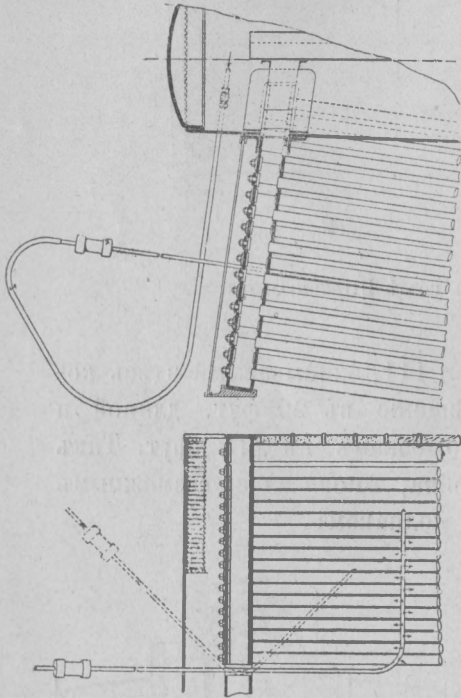


Рис. 114.

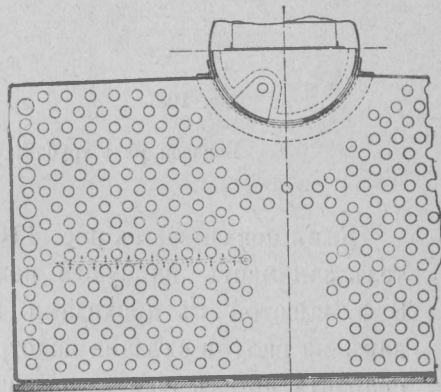


Рис. 113.

Приспособленіе для баненія трубокъ.

длиной, а потому при длинѣ кочегарни въ 20 фут. легко можно мѣнять ихъ и чистить. Диаметръ трубокъ— $2\frac{3}{8}$ дюйм., а боковыхъ трубокъ, образующихъ перегородки, $3\frac{3}{4}$ д. Котель съ принадлежностями вѣситъ (безъ воды) около $17\frac{1}{3}$ тоннъ и вода въ немъ 5 тоннъ. Если прибавить сюда вѣсъ дымовой трубы, кочегарныхъ площадокъ и кочегарнаго инструмента, то получится полный вѣсъ около $25\frac{1}{2}$ тоннъ и тогда котель

доставлялъ бы около 30 инд. лош. силъ на 1 т. своего вѣса, т. е. былъ бы такой же паропроизводительности, какъ и французскіе водотрубные котлы. При этомъ въ котлѣ, работающемъ при давленіи пара въ 170 фут. на кв. д., должно было бы сжигаться, какъ и въ послѣднихъ котлахъ, около 36 фунт. угля на 1 кв. футѣ площади колосниковъ въ часъ и котелъ долженъ былъ бы доставлять около $7\frac{1}{2}$ — $7\frac{3}{4}$ фунт. пара на 1 кв. ф. поверхности нагрѣва въ часъ, что по испытаніямъ строителей можно достигъ безъ всякаго напряженія котла.

Рис. 112—114 изображаютъ приспособленіе, какимъ снабжается котелъ для баненія трубокъ.

11. Котлы Ярроу.

Изображенный на рис. 115 и 116 котелъ я видѣлъ осенью 1893 г. строящимся на заводѣ Ярроу въ Лондонѣ. Онъ отли-

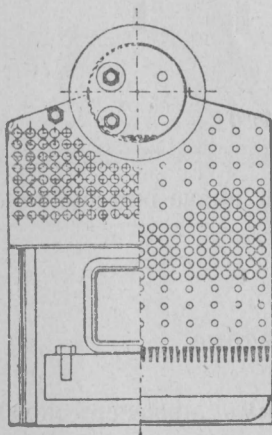


Рис. 115.

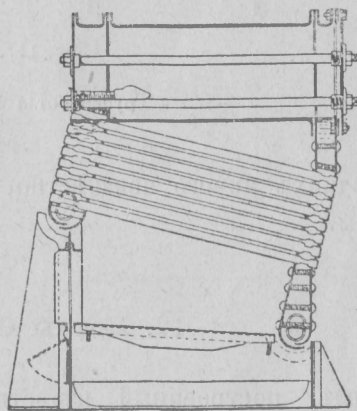


Рис. 116.

Котелъ Ярроу.

чается отъ котловъ Гейне и Ориоля только тѣмъ, что у него нѣтъ связей между стѣнками водяныхъ камеръ. Трубки раскатываются между четырьмя стѣнками камеръ; между обѣими стѣнками каждой водяной камеры сверху и снизу онѣ снабжены

продольными прорѣзами и на концахъ закупорены пробками на рѣзбѣ, какъ можно видѣть на рис. 117, изображающемъ одну трубку котла.

Чтобы горячіе газы не уходили прямо изъ топки въ дымовую трубу, Ярроу ставитъ надъ трубками перегородку или вмѣсто того онъ предполагаетъ снабжать трубки наружными ребрами (на подобіе внутреннихъ реберъ у трубокъ Серва) и при помощи такихъ реберъ закрывать въ нѣкоторыхъ мѣстахъ промежутки между трубками.

Эти котлы представляютъ тѣже недостатки, какъ и котелъ Оріоля, такъ какъ они содержатъ очень мало воды.

Ярроу изготовилъ нѣсколько такихъ котловъ для англійскихъ миноносцевъ, но повидимому онъ не получилъ съ ними особенно удовлетворительныхъ результатовъ; по крайней мѣрѣ

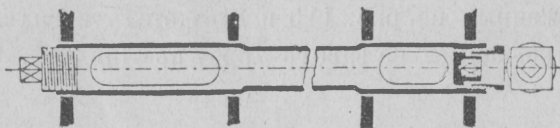


Рис. 117.

Трубка котла Ярроу.

о послѣднихъ ничего неизвѣстно, а иначе они были бы опубликованы.

12. Котлы Ситона.

Котелъ, построенный извѣстнымъ инженеръ-механикомъ Ситономъ изъ Гуля, состоитъ, какъ можно видѣть на рис. 118 и 119, изъ четырехъ отдѣльныхъ частей, соединяющихся съ общимъ горизонтальнымъ цилиндрическимъ паросушителемъ. Каждая отдѣльная часть котла оканчивается сверху слегка наклоненнымъ къ задней сторонѣ цилиндромъ, который патрубкомъ соединяется съ расположеннымъ сверху поперекъ этихъ цилиндровъ паросушителемъ. Съ передней стороны каждый такой цилиндръ снабженъ просторной водяной камерой, отъ

которой идутъ водогрѣйныя трубки къ задней водяной камерѣ съ наклономъ около $14^{\circ}/_{0}$. Эти заднія водяныя камеры сообщаются съ верхнимъ цилиндромъ только по вертикальной трубѣ обратной воды, идущей отъ самой нижней части камеры. Колосниковая рѣшетка расположена подъ четырьмя группами трубокъ и ихъ водяными камерами, у которыхъ боковыя стѣнки скрѣплены между собой связями. Большія водяныя камеры, какія имѣются на переднемъ и заднемъ концѣ

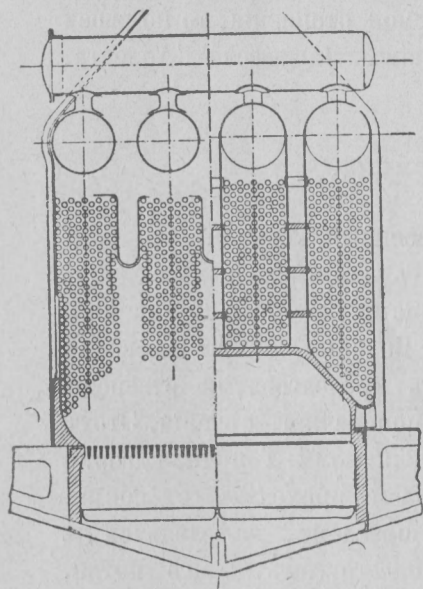


Рис. 118.

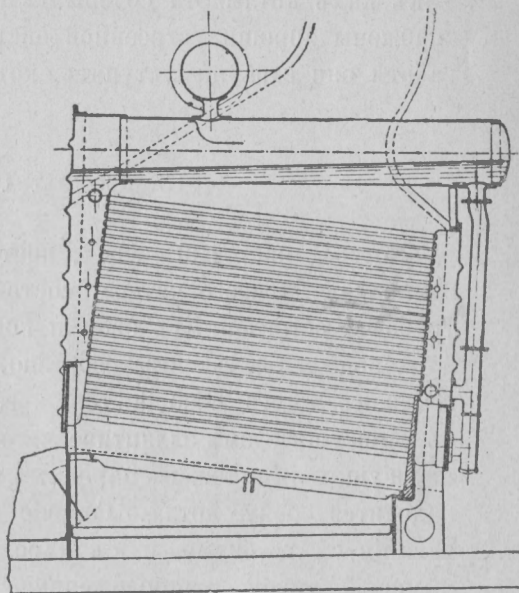


Рис. 119.

Котель Ситона.

у другихъ котловъ, Ситонъ подраздѣляетъ на четыре небольшихъ и, главнымъ образомъ, узкихъ камеры, чтобы обходиться безъ связей. Съ передней и задней стороны у камеръ имѣются крышки изъ ребристаго или волнистаго желѣзнаго листа. Снявъ такую крышку, получаютъ доступъ къ концамъ всѣхъ трубокъ данной камеры для осмотра или чистки послѣднихъ, подобно тому, какъ у холодильника съ поверхностнымъ охлажденіемъ, и въ этомъ заключается главное достоинство разсма-

триваемаго котла. Кромѣ того Ситонъ старался устроить возможно большую и высокую топку, такъ какъ въ средней части трубы расположены у него на высотѣ около 21 — 24 дюйм. надъ колосниковой рѣшеткой. Щиты и плотно пригнутыя одна къ другой трубы заставляютъ горячіе газы проходить довольно извилистый путь, прежде чѣмъ попасть въ дымовую трубу. Результаты испытаній этихъ котловъ не опубликованы, а также неизвѣстно, сколько ихъ построено и какъ они дѣйствуютъ. Такъ какъ котлы эти содержатъ сравнительно много воды и снабжены хорошо устроенной системой отопленія, то по своей работѣ они едва ли уступать котламъ Лаграфеля-д'Аллеста.

13. Котлы Гольца.

Котель, рис. 120 — 122, построенный Гольцомъ въ Гамбургѣ для парового катера, состоитъ изъ нѣсколькихъ рядовъ трубокъ, вставленныхъ обоими концами въ водяныя камеры и расположенныхъ зигзагообразно. Водяныя камеры на своемъ верхнемъ концѣ сообщаются чрезъ продолговатыя отверстія съ паросушителемъ эллиптическаго поперечнаго сѣченія. Этотъ паросушитель снабженъ паровымъ колпакомъ. Топочная дверца находится сбоку котла. Горячіе газы проходятъ въ соприкасаниі съ трубками и съ паросушителемъ, направляясь въ дымовую трубу, расположенную на другомъ концѣ котла. Трубки можно очищать отъ сажи чрезъ отверстія, вырѣзанныя сбоку въ кожухѣ котла и закрытыя заслонками. Упомянутый котель предназначается для давленія въ 100 фунт.; площадь его колосниковой рѣшетки—4,2 кв. ф. и поверхность нагрѣва 113 кв. ф., такъ что отношеніе между этими поверхностями равно 1:27. Въ примѣненіи имѣется много котловъ такого рода; между прочимъ ими пользуется для своихъ извѣстныхъ очень быстроходныхъ небольшихъ пароходовъ компанія Des Vignes & C^o. въ Теддингтонѣ.

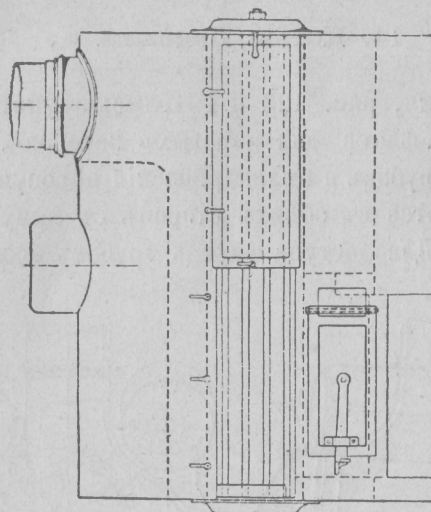


Рис. 122.

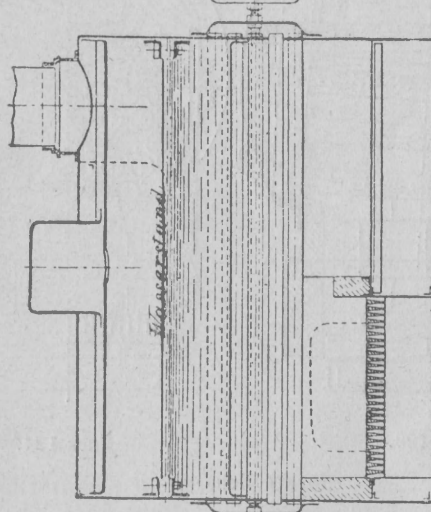


Рис. 121.

Котель Гольца.

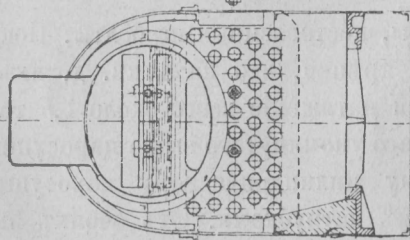


Рис. 120.

14. Котлы Пенелля.

Котель Пенелля, рис. 123 и 124, весьма употребительный въ французскомъ флотѣ для паровыхъ катеровъ, заключаетъ въ себѣ батарею трубокъ и цилиндрическій паросушитель, которые всѣ соединяются съ обѣихъ сторонъ съ выпуклыми водяными камерами. Для доступа внутрь трубокъ можно отнимать

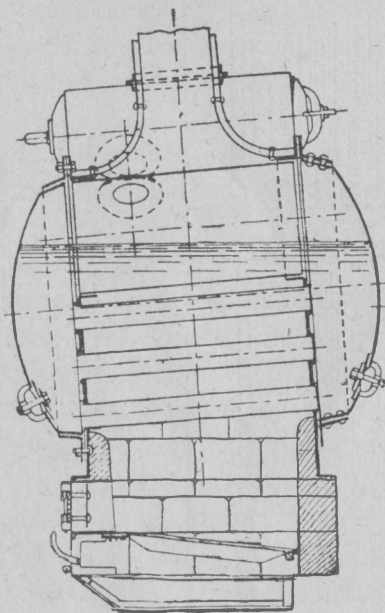


Рис. 123.

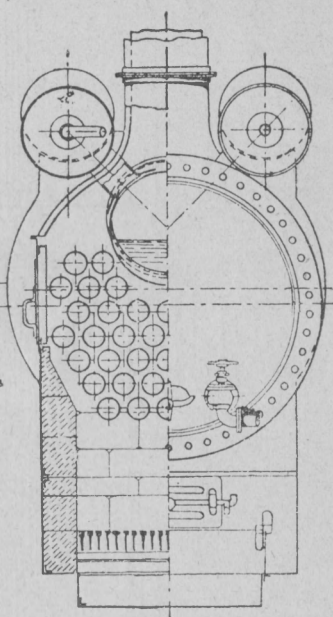


Рис. 124.

Котель Пенелля.

обѣ водяныя камеры, поставленныя на болты. Послѣднихъ такъ много и они такъ крѣпки, что на 1 кв. д. ихъ поперечнаго сѣченія приходится натяженіе всего около 1,7 тонны. Съ обѣихъ сторонъ главнаго упомянутаго выше паросушителя имѣется еще по добавочному цилиндрическому паросушителю, соединенному съ первымъ патрубками. Отъ обоихъ этихъ добавочныхъ паросушителей идетъ общая паровая труба въ машину. Между ними проходитъ дымовая труба.

Эти котлы должны быть очень надежные; они работают при давлении въ 100 фунт., снабжаются колосниковой рѣшеткой въ 2,36 кв. ф. при поверхности нагрѣва въ 57 кв. ф. (отношеніе между ними—1:24) и вѣсятъ со всѣми приборами и водой всего 1,29 тонны, откуда на воду приходится 0,12 тонны, т. е. $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{11}$ полного вѣса.

* Эти котлы, введенные въ употребленіе во французскомъ флотѣ (для паровыхъ катеровъ) въ 1874 г., чрезъ нѣсколько лѣтъ послѣ того были оставлены.*

15. Котлы Тоуна.

Тоунъ, бывшій старшій инженеръ-механикъ флота Соединенныхъ Штатовъ, а теперь директоръ фирмы Camp & Sons

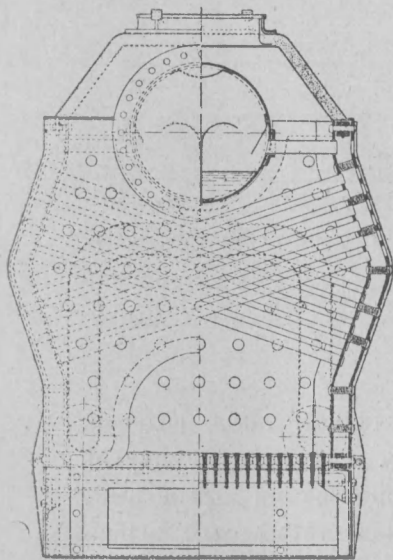


Рис. 125.

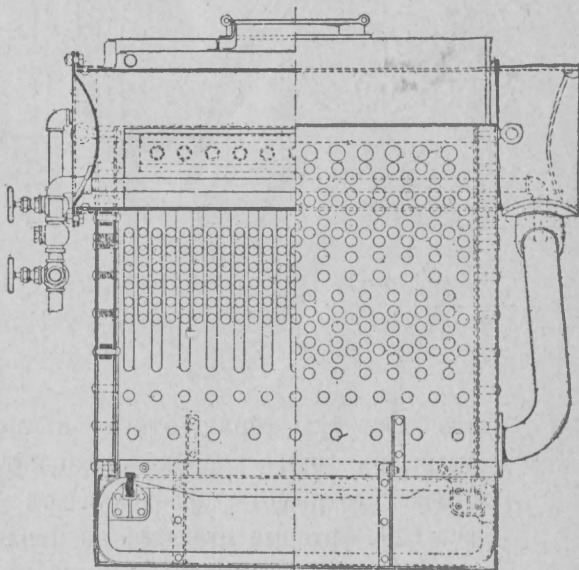


Рис. 126.

Котель Тоуна.

въ Филадельфій, построилъ котель, рис. 125—128, принадлежащій также къ этой группѣ. Впрочемъ водяныя камеры соединены здѣсь въ одну камеру, которая въ формѣ четырех-

угольной коробки окружаетъ весь котель. Водяныя камеры соединяются съ паросушителемъ съ каждой стороны рядомъ трубокъ, которые закрѣпляются раскаткой какъ въ трубной доскѣ водяныхъ камеръ, такъ и въ стѣнкѣ паросушителя. Къ послѣднему приклепывается для этой цѣли накладка съ каждой стороны. Трубки располагаются параллельными рядами, которые проходятъ, перекрещиваясь между собой. Чтобы можно было развальцовывать стальные трубы въ трубныхъ доскахъ и, слѣдовательно, чтобы послѣднія были расположены подъ прямымъ угломъ къ осямъ трубокъ, трубнымъ доскамъ пришлось при-

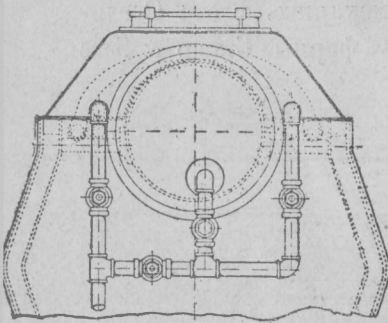


Рис. 127.

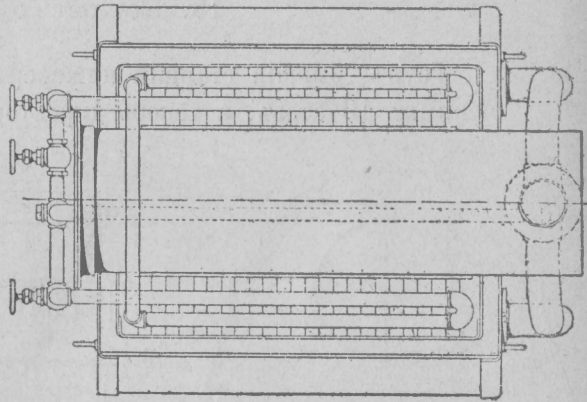


Рис. 128.

τ Котель Тоуна.

дать изогнутую форму, откуда и получились такія водяныя камеры въ формѣ коробки около котла. Для доступа внутрь трубокъ устроены горловинки съ коническими крышками, рис. 129, которые ставятся съ проложеніемъ мѣднаго кольца около $\frac{1}{16}$ д. толщиной (отверстіе въ стѣнкѣ остается цилиндрическимъ). Наружный кожухъ, устроенный изъ двухъ стальныхъ листовъ, заполняется кремнекислой ватой или магнезиевымъ камнемъ. У задней стѣнки котла имѣются двѣ широкихъ мѣдныхъ трубы обратной воды между паросушителемъ и обѣими нижними сторонами водяныхъ камеръ. Чтобы еще усилить циркуляцію воды, питательная труба прокладывается въ

паросушитель до начала трубы обратной воды и здѣсь оканчивается сопломъ съ отверстіемъ около $\frac{1}{8}$ д., рис. 126. Сверху водогрѣйныхъ трубокъ, съ обѣихъ сторонъ паросушителя, расположень подогреватель питательной воды, состоящій изъ нѣсколькихъ трубъ, между которыми проходятъ горячіе газы.

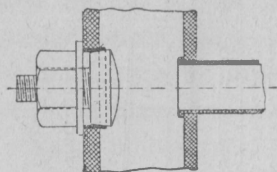


Рис. 129.

Горловина и ея крышка въ котлѣ Тоуна.

Изображенный здѣсь котель работаетъ при давленіи въ 140 фунт. на кв. д.; площадь его колосниковой рѣшетки равняется 6,5 кв. ф., а поверхность нагрѣва—150 кв. ф.,—отношеніе между ними 1 : 23. Котлы Тоуна примѣняются въ сѣверо-американскомъ флотѣ на паровыхъ катерахъ, но они не особенно надежны, а потому вытѣсняются котлами Уорда, которые будутъ описаны ниже.

16. Котлы Мошера.

Котель, построенный недавно Мошеромъ въ Нью-Йоркѣ и изображенный на рис. 130 и 131, нельзя, строго говоря, причислить къ описываемымъ здѣсь котламъ въ виду его кривыхъ трубокъ, но такъ какъ онъ въ извѣстномъ отношеніи стоитъ ближе къ только что описанному котлу Тоуна, чѣмъ къ другимъ котламъ съ кривыми трубками, то онъ долженъ быть включенъ сюда.

Обѣ его водяныя камеры поддерживаютъ по паросушителю, расположенному внутри кожуха котла. Изогнутыя трубки идутъ, поднимаясь снизу изъ каждой камеры, доходя почти до противоположной стороны, а затѣмъ поворачиваются къ своему паросушителю, лежащему надъ соотвѣтствующей водяной камерой. Точно также проходятъ и трубки, изображенныя пунктирными линіями на рис. 131 и образующія только одинъ рядъ для прикрытія задней стѣнки котла. Такимъ образомъ въ одномъ наружномъ кожухѣ соединены, собственно говоря, два котла, въ другихъ отношеніяхъ ничѣмъ не связанные

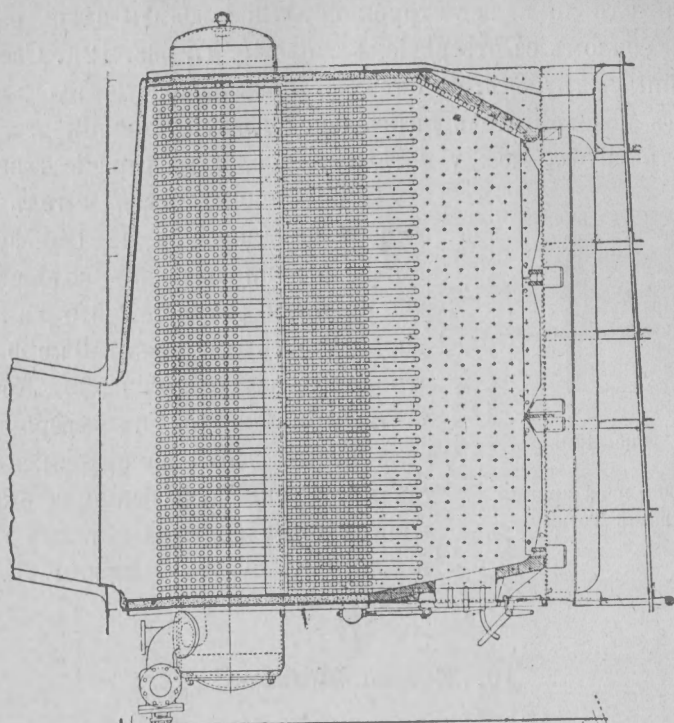


Рис. 131.

Котель Мошера.

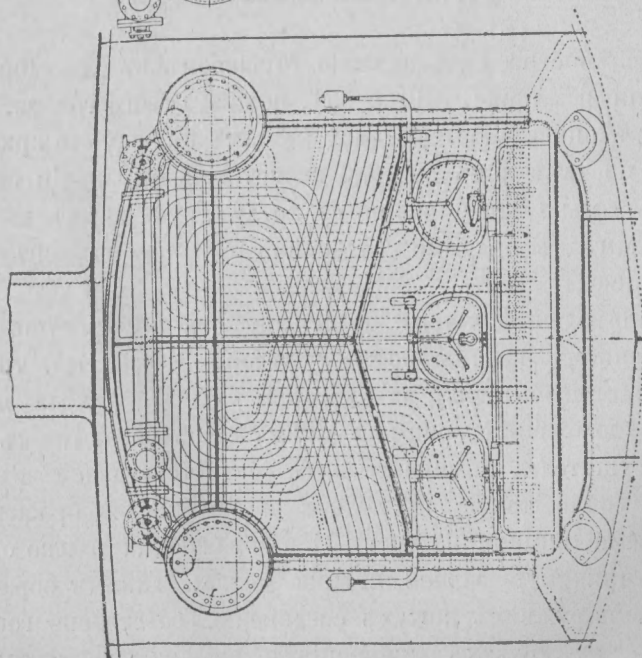


Рис. 130.

между собой за исключеніемъ паровой и питательной трубъ, общихъ для обѣихъ частей; ихъ трубы проходятъ въ перемежку, перекрещиваясь между собой. Благодаря этому, котель обладаетъ такой же большой эластичностью, какъ и котлы безъ водяныхъ камеръ.

Котель заключаетъ въ себѣ очень просторную топку съ тремя дверцами. Между отдѣльными группами трубокъ расположены щиты (рис. 130), заставляющіе горячіе газы распределяться на обѣ стороны къ паросушителямъ, прежде чѣмъ они попадаютъ въ дымовую трубу.

Какъ показываетъ рис. 132, для трубокъ съ наружнымъ діаметромъ въ 1 дюймъ, отверстія въ водяныхъ камерахъ закрываются не крышками, а пробками на рѣзьбѣ. Чтобы увеличить крѣпость стѣнки паросушителя въ нижней его части,

Рис. 133.

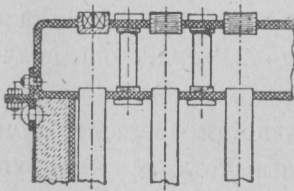


Рис. 132.

Водяная камера котла
Мошера.

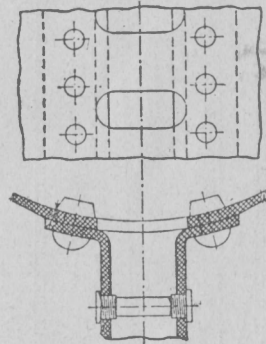


Рис. 134.

Соединеніе водяной камеры съ паросушителемъ въ котлѣ Мошера.

ослабленной прорѣзами, ведущими въ водяныя камеры, а также склепываніемъ (рис. 133 и 134), ея толщина увеличена здѣсь до $\frac{1}{2}$ дюйма, тогда какъ въ другихъ мѣстахъ она всего $\frac{5}{16}$ д.

Мошеръ построилъ 6 такихъ котловъ для американскихъ миноносцевъ № 3, 4 и 5. Эти котлы предназначались для работы при давленіи въ 250 фунт. на кв. д. и должны были выдержать пробу подъ давленіемъ въ 360 фунт., состоящую въ томъ, что они наполняются до самаго верха водой и затѣмъ

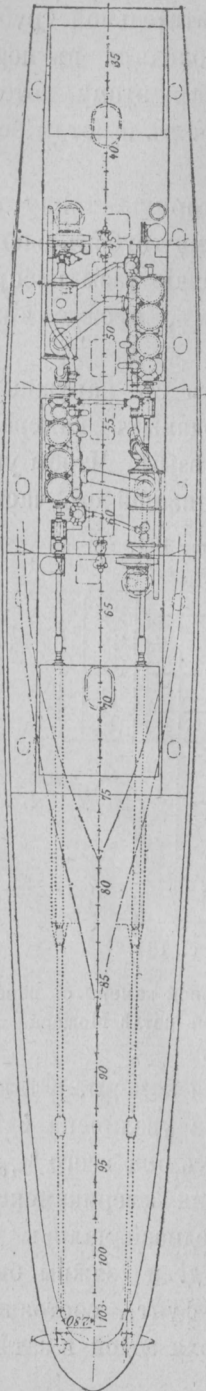


Рис. 135.
Американскій миноносецъ съ котлами Мошера.

нагрѣваются. По установкѣ на миноносцы они должны были подвергнуться еще разъ пробѣ подъ давленіемъ въ 360 фунт. Два котла на каждомъ миноносцѣ доставляютъ паръ двумъ четырехцилиндровымъ машинамъ тройного расширенія (съ 2 цилиндрами низкаго давленія), которыя во время пробы форсированнымъ ходомъ должны развить около 2 000 инд. лош. силъ при 412 оборотахъ въ минуту. Такъ какъ въ каждомъ котлѣ площадь колосниковой рѣшетки всего въ 47 кв. фут. при 2 560 кв. ф. поверхности нагрѣва, то на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки должны получить 21 инд. лош. силу, т. е. котлы должны были бы по производительности превзойти лучшіе водотрубные котлы съ кривыми трубами.

Какъ можно видѣть на рис. 135, котлы установлены на миноносцахъ въ двухъ отдѣльныхъ кочегарняхъ впереди и позади машинъ, благодаря чему каждый котелъ и каждая машина находится въ особомъ водонепроницаемомъ отдѣленіи.

* 17. Котлы Пти и Годара.

Эти котлы французской постройки довольно близко напоминаютъ котлы предыдущей системы, а потому они на томъ же основаніи, какъ и тѣ,

описываются въ числѣ системъ разсматриваемой категоріи, хотя ихъ водогрѣйныя трубки кривыя. Какъ показываетъ поперечный разрѣзъ котла на рис. 136, его трубки изогнуты зигзагообразно и всѣ ихъ колѣна наклонены къ горизонту для облегченія циркуляціи воды; оба конца трубокъ вставлены въ водяныя камеры, которыя въ своей верхней части сообщаются съ паросушителемъ, снабженнымъ щитами для отдѣленія воды отъ пара. Топка устраивается впереди батарей трубокъ, представляя собою выложенную кирпичемъ ка-

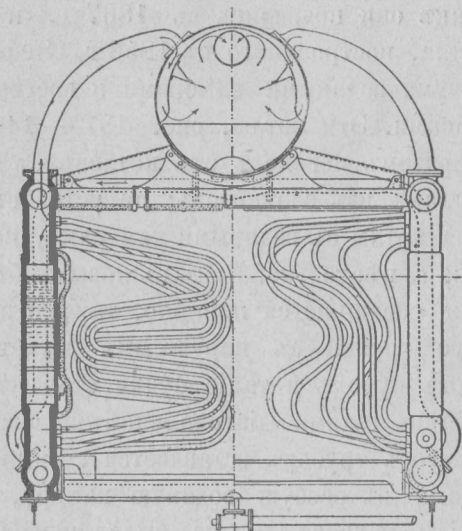


Рис. 136.

Котель Шти и Годара.

меру. На рис. 136 справа показана форма трубокъ въ рядахъ, ближайшихъ къ топкѣ.

Котлы этой системы были поставлены во Франціи на миноносцы № 73 и *Bouët-Willautex*, подвергнуты довольно обстоятельнымъ испытаніямъ и забракованы вслѣдствіе перегоранія трубокъ, ближайшихъ къ топкѣ, и неудобства управленія котлами; при ходѣ подъ форсированной тягой топочная камера, выступающая изъ котла, такъ сильно нагревается коче-

гарню, что работа кочегаровъ составитъ затруднительной до невозможности.

Впрочемъ на *Bouët-Willamez* этотъ котель, передѣланный для нефтяного отопленія, служить до сихъ поръ.*

18. Котлы Бабкока-Вилькокса.

Котлы Бабкока-Вилькокса относятся къ самымъ раннимъ водотрубнымъ котламъ, находящимся въ примѣненіи до сихъ поръ, такъ какъ они появились въ 1867 г. и ведутъ свое начало отъ котла, построеннаго въ 1856 г. Стефенсомъ Вилькоксомъ, съ двумя водяными камерами и слегка изогнутыми S-образно трубками. Эти котлы, рис. 137 — 140, образуютъ нѣкоторымъ образомъ переходъ отъ котловъ съ водяными камерами къ котламъ изъ элементовъ; по устройству они походятъ вполне на котлы съ водяными камерами, но послѣднихъ у нихъ не двѣ, а нѣсколько. Какъ въ новыхъ бельвилевскихъ котлахъ трубки соединяются попарно, такъ и здѣсь каждая двѣ или четыре трубки съ наружнымъ діаметромъ въ $\frac{13}{16}$ дюйма образуютъ пучокъ и такіе пучки ставятся одинъ надъ другимъ рядами въ взаимно-діагональномъ положеніи. Каждый такой рядъ пучковъ трубокъ вставляется своими передними и задними концами въ особую водяную камеру, причемъ для того, чтобы ряды трубокъ можно было располагать плотно одинъ около другого при діагональномъ расположеніи пучковъ трубокъ, эти коробки дѣлаются съ волнообразными боковыми стѣнками, какъ можно видѣть на рис. 141—143 (такое устройство мы встрѣтимъ въ котлахъ Никлосса). Изъ каждой этой водяной камеры идутъ двѣ или одна трубка къ общему цилиндрическому паросушителю, который бываетъ наполненъ до половины водой. Трубки, идущія отъ переднихъ водяныхъ камеръ, соединяются съ паросушителемъ приблизительно на высотѣ уровня воды въ немъ. Если для каждой водяной камеры имѣется двѣ такихъ трубки, то верхняя доставляетъ паръ, образующійся въ трубкахъ, а нижняя — неиспарившуюся увлеченную паромъ воду, если таковая бываетъ. По трубамъ, идущимъ отъ

самой нижней части паросушителя въ заднія водяныя камеры,

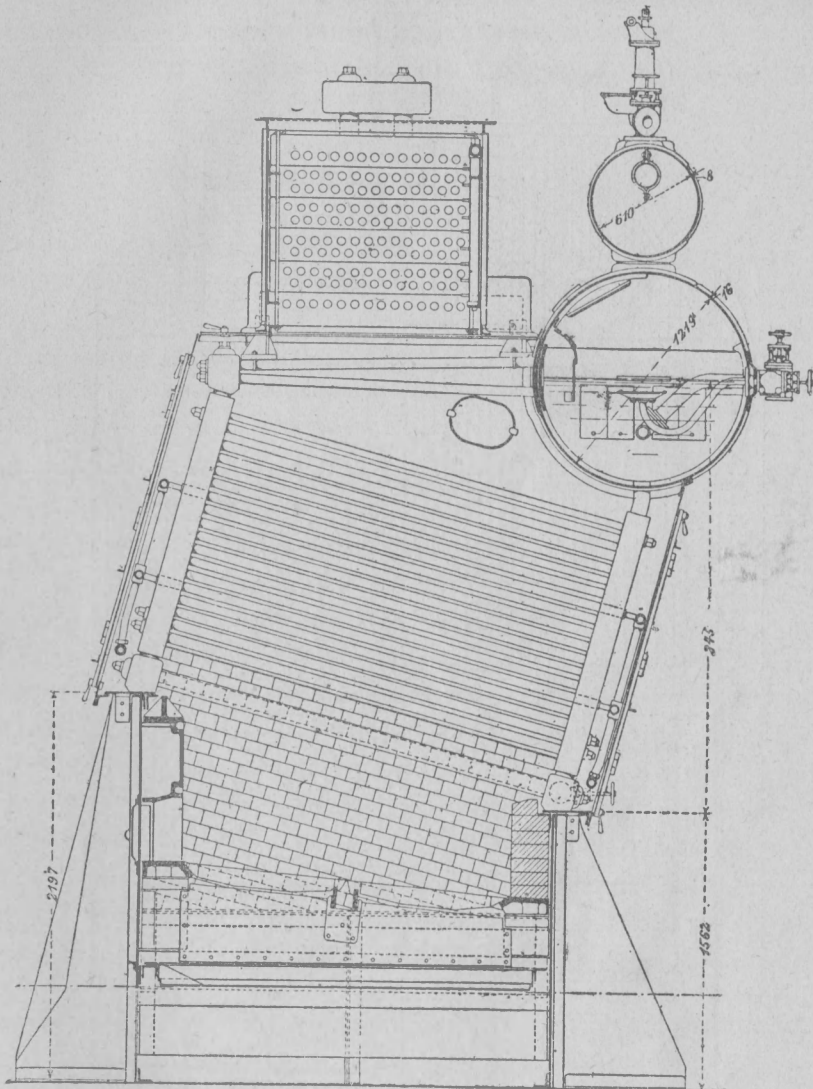


Рис. 137.

Котель Бабкока-Вилькокса.

неиспарившаяся вода поступает обратно въ водогрѣйныя
трубки. Кромѣ расположенныхъ наклонно трубокъ, котель
Буслей. Судовые водотрубные котлы.

бываетъ окруженъ, какъ кожухомъ, нѣсколькими плотно по-

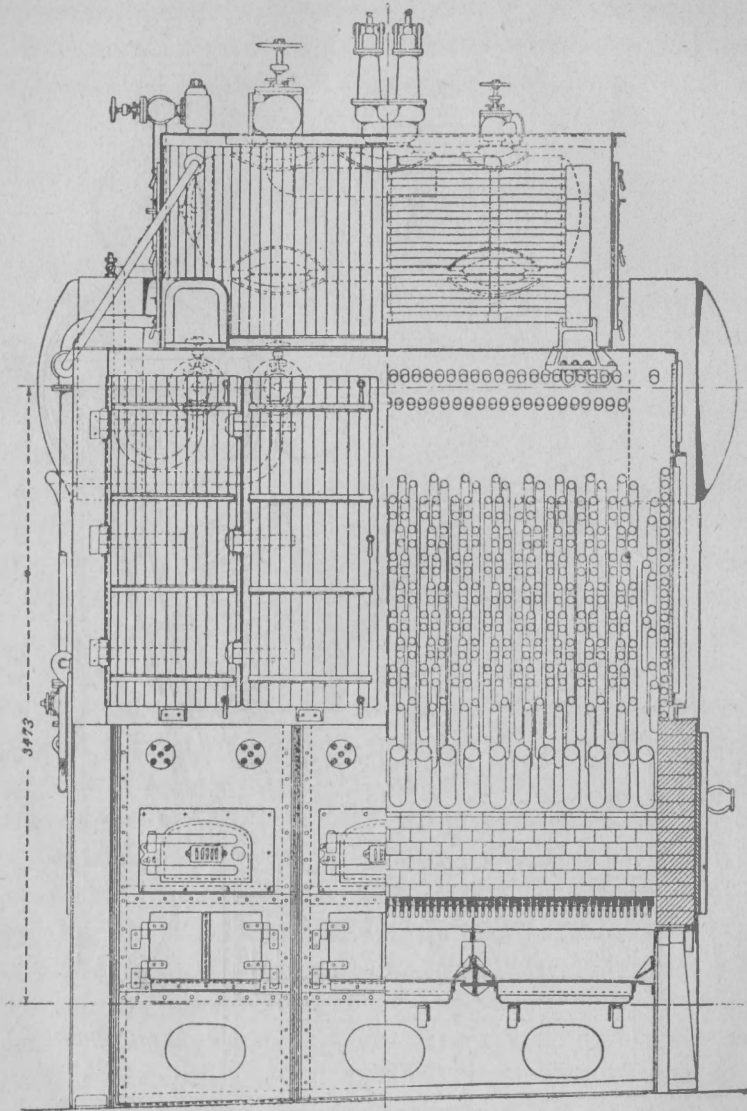


Рис. 138.

Котель Бабкока-Вилькокса.

ставленными одна около другой горизонтальными трубками, а иногда также и вертикальными. Эти трубки вставляются спе-

реди и сзади или соответственно снизу и сверху въ двѣ четырехугольныя водяныя коробки, причемъ переднія или верхнія

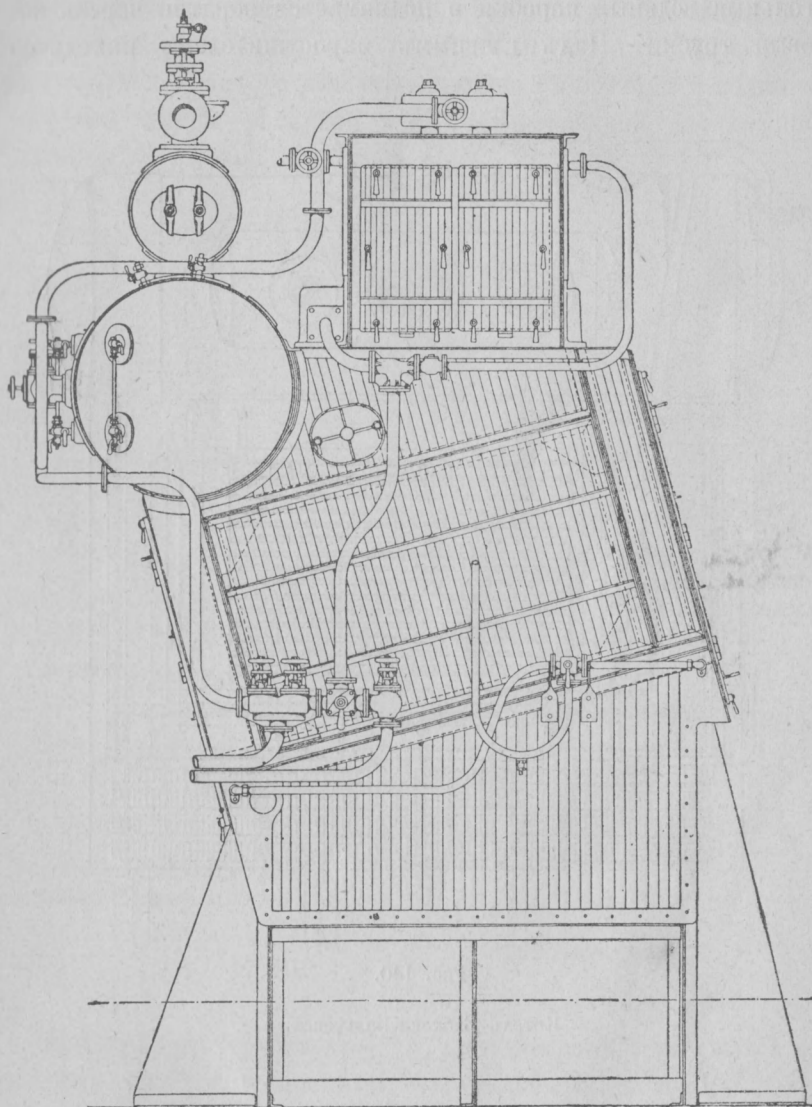


Рис. 139.

Котель Бабкока-Вилькокса.

коробки соединяются по двумъ вертикальнымъ или горизонтальнымъ трубамъ съ водянымъ пространствомъ паросушителя.

*

Циркуляція воды въ нихъ происходитъ такимъ образомъ: вода вытекаетъ изъ паросушителя по 3 или 4 трубамъ въ четырехугольныя водяныя коробки и поднимается обратно черезъ боковыя трубки. Надъ главнымъ паросушителемъ находится

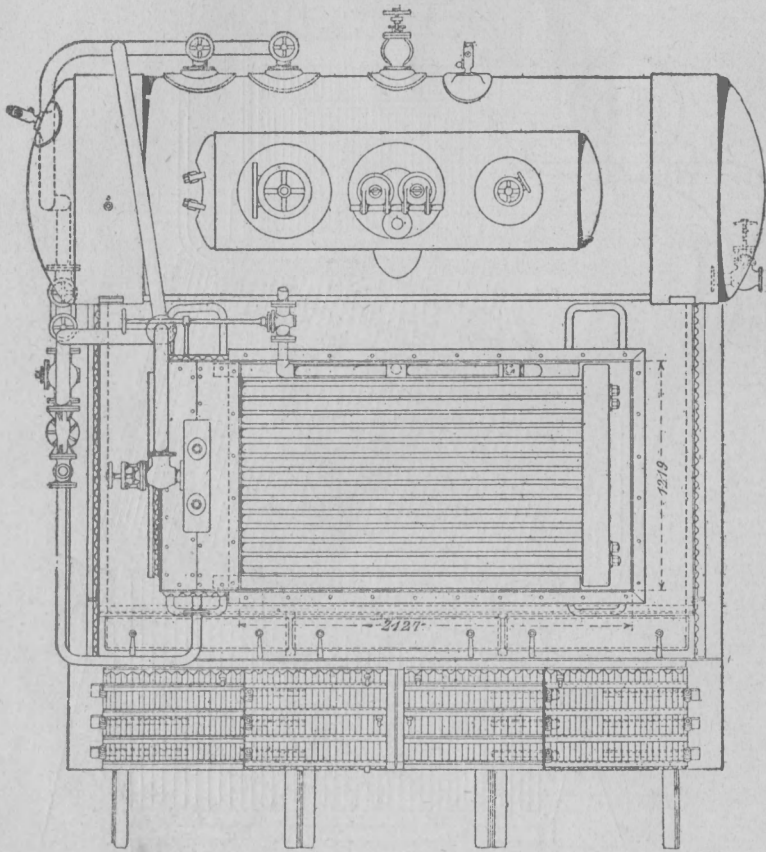


Рис. 140.

Котель Бабкока-Вилькокса.

второй паросушитель, соединяющійся съ нимъ двумя патрубками, а въ стоящей передъ нимъ дымовой трубѣ помѣщается большой подогреватель питательной воды.

Крышки для трубныхъ горловинокъ въ водяныхъ камерахъ показаны на рис. 144 и 145; это коническія пробки съ гай-

ками въ видѣ колпачковъ для облегченія ихъ сниманія; онѣ ставятся на металлическія прокладки. Въ каждой водяной камерѣ имѣется внизу горловина для чистки, для закрыванія которой снаружи ставится выдавленный изъ стального листа выпуклый колпакъ, а изнутри крышка съ болтомъ и колпакообразной гайкой (рис. 146 и 147); прокладкой для крышки служитъ азбестовый картонъ.

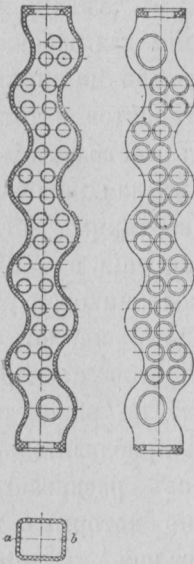


Рис. 141—143.

Водяная камера котла
Бабкока-Вилькокса.

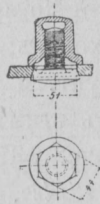


Рис. 144—145.

Крышка трубныхъ
горловинъ.

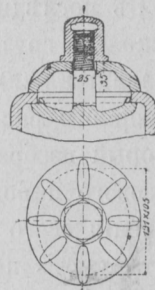


Рис. 146—147.

Крышка горловинъ
водяныхъ камеръ.

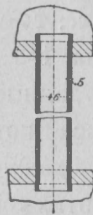


Рис. 148 и 149.

Закрѣпленіе трубокъ.

Водогрѣйныя трубы въ $1\frac{13}{16}$ д. діаметромъ вставляются въ водяныя камеры, сваренныя изъ стальныхъ листовъ и получающія прессованіемъ волнистую форму; эти трубы такъ же, какъ и трубы обратной воды въ $3\frac{1}{2}$ д. діаметромъ между водяными камерами и паросушителемъ, закрѣпляются въ соответствующихъ стѣнкахъ раскаткой (рис. 148 и 149).

Котелъ представляетъ собою во всѣхъ отношеніяхъ видо-

измѣненное для судовыхъ цѣлей и усовершенствованное устройство прежняго берегового котла этого рода.

Въ отличіе отъ другихъ водотрубныхъ котловъ, какіе были описаны выше, котлы Бабкока - Вилькокса можно строить такой же большой величины, какой бываютъ обыкновенные судовые котлы съ 3 и 4 топками, — для этой цѣли берутъ только большое число водяныхъ камеръ съ трубками и ставятъ ихъ плотно одну около другой.

Въ послѣднее время эти котлы поставили въ Англіи на нѣсколько грузовыхъ пароходовъ; они рассчитаны для рабочаго давленія въ 200 — 210 фунт. и примѣняются при машинахъ четверного расширенія. Къ этимъ котламъ относится и тотъ, который изображенъ на рис. 137 — 140; онъ построенъ для грузового парохода *Norman Isles*, но рассчитанъ для рабочаго давленія всего въ 170 фунт. На пароходѣ два такихъ котла доставляютъ паръ для машины тройного расширенія въ 1350 инд. лош. с. Въ каждомъ котлѣ площадь колосниковой рѣшетки 59 кв. ф. и поверхность нагрѣва 2493 кв. ф., — отношеніе между ними равно 1 : 42. Вѣсъ котла съ принадлежностями, но безъ воды и безъ подогревателя, равняется 23¹/₂ тон.; вода вѣситъ 5 т., т. е. составляетъ приблизительно ¹/₅ полного вѣса. Итакъ на 1 т. вѣса котловъ развивается около 24 инд. лош. с., а данные Гоудена, по которымъ на пароходѣ *Nero* на 1 т. вѣса котловъ развивалось въ морѣ всего 10,8 инд. лош. с., окажутся вѣрными только тогда, какъ увѣряютъ строители этихъ котловъ, когда къ вѣсу котловъ прибавятъ 9 тоннъ вѣса питательныхъ системъ съ водой.

Что касается до паропроизводительности котловъ Бабкока - Вилькокса, то на американской яхтѣ *Reverie* получили испареніе 9,28 фунт. воды на 1 ф. угля на 8-часовой пробѣ при рабочемъ давленіи въ 205 фунт. на кв. д. и при сжиганіи 15 (анг.) фунт. угля на 1 кв. футѣ колосниковой рѣшетки въ часъ, т. е. при очень умѣренномъ отопленіи. Наоборотъ, котель этого рода, испытанный механиками сѣверо-американскаго флота, далъ испареніе всего 7—7¹/₂ фунт. воды на 1 ф. угля при сжиганіи 44—47 (анг.) фунт. угля на 1 кв. футѣ колосниковой рѣшетки въ часъ. Этотъ котель вѣсилъ съ водой

22,34 т., а одна вода 4,28 т. или около $\frac{1}{3}$ полного вѣса. Такой же котель въ 180 инд. лош. с. поставленъ на англійскую яхту *Eleanor*.

Для большей простоты и дешевизны въ котлахъ построенныхъ въ послѣднее время яхтъ горловины водяныхъ камеръ закрываются не крышками, а пробками, какъ въ миноносныхъ

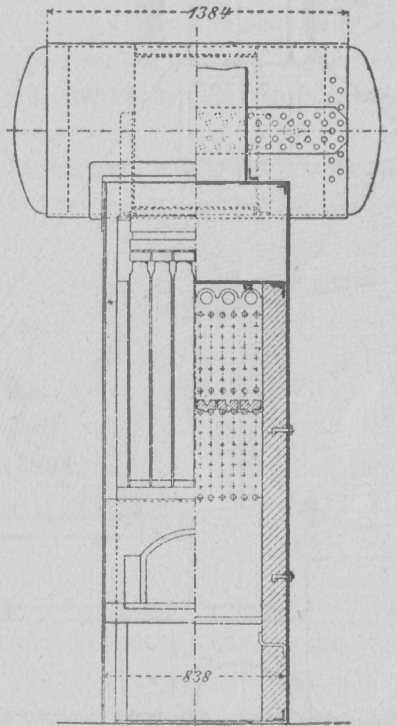


Рис. 150.

Котель Гейторна.

котлахъ Мошера (рис. 132); это нововведеніе находитъ теперь много примѣненій въ Сѣверной Америкѣ.

Строители котловъ Бабкока-Вилькокса утверждали, что отъ 1 т. вѣса котловъ можно получить 77 инд. лош. силъ, но этого котлы до сихъ поръ не оправдали, доставивъ, напри- мѣръ, всего 20,6 инд. лош. с. на американскомъ пароходѣ

Zenith-City, гдѣ они вѣсятъ 78,87 т. и доставляютъ 1626 инд. л. с.; поэтому на ихъ большое примѣненіе для военныхъ судовъ можно разсчитывать также мало, какъ и относительно слѣдующихъ котловъ. При той необычайной энергіи, какую

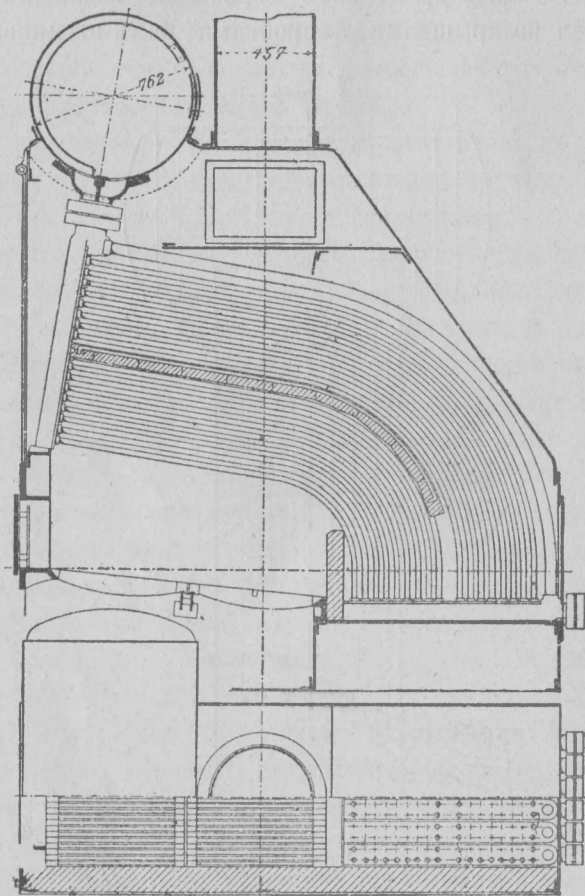


Рис. 151 и 152.

Котель Гейторна.

проявляютъ строители этихъ котловъ, и при тѣхъ успѣхахъ, какихъ они достигли съ самаго начала на грузовыхъ пароходахъ въ родѣ *Norman Isles* и др. относительно уменьшенія вѣса, котлы Бабкока-Вилькокса должны были бы найти скоро

большой спросъ на коммерческихъ судахъ. Теперь во флотѣ Соединенныхъ Штатовъ они ставятся для пробы на двухъ канонерскихъ лодкахъ съ машинами по 1000 инд. лош. с., а также на перестраивающемся старомъ крейсерѣ *Chicago* съ машиной въ 5 000 инд. л. с.

* Въ англійскомъ флотѣ эти котлы ставятся на канонерскую лодку *Sheldrake*. *

19. Котлы Гейторна.

Котлы Гейторна строятся заводомъ Михэна и сыновей близъ Глазгова. Заключая въ себѣ изогнутыя трубки, они

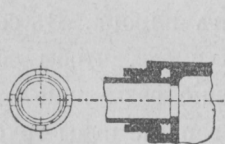


Рис. 153 и 154.

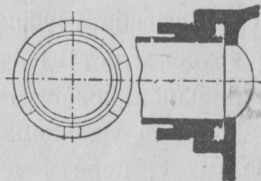


Рис. 155 и 156.

Закрѣпленіе трубокъ въ котлѣ Гейторна.

такъ же, какъ и котелъ Мошера, не могли бы быть причислены къ этой группѣ котловъ, если бы не представляли нѣкотораго сходства съ котлами Бабкока-Вилькокса. Какъ и послѣдніе, они заключаюгъ въ себѣ съ обѣихъ сторонъ водогрѣйныхъ трубокъ отдѣльныя водяныя камеры, рис. 150—152, причемъ къ каждой данной парѣ водяныхъ камеръ относятся два ряда трубокъ, расположенныхъ параллельно одинъ около другого. Трубки изогнуты на своемъ заднемъ концѣ такимъ образомъ, что заднія водяныя камеры располагаются горизонтально, а переднія почти вертикально. Какъ показываютъ рис. 153 и 154, трубки ввинчиваются въ водяныя камеры съ кольцами въ рѣзьбѣ; для этой цѣли трубки утолщаются на своихъ концахъ и снабжаются мелкой нарѣзкой, — 16 нитокъ на 1 дюймѣ. На эту нарѣзку навинчивается кольцо

и затѣмъ послѣднее само ввинчивается въ выступъ съ внутренней нарѣзкой у водяной камеры, гдѣ сдѣлано только 12 нитокъ на 1 дюймѣ. Вслѣдствіе разницы въ нарѣзкѣ, трубка при завинчиваніи кольца втягивается внутрь, пока ея конецъ не упрется въ дно выступа водяной камеры, и здѣсь образуется плотное металлическое соединеніе безъ всякой прокладки. На переднихъ водяныхъ камерахъ поддерживается паросушитель, въ которомъ для каждой изъ камеръ имѣется по два отверстія. Черезъ переднее отверстіе поднимается паръ изъ трубокъ въ кольцеобразную камеру паросушителя, а черезъ заднее вытекаетъ вода обратно въ нижнія водяныя камеры по трубамъ обратной воды, которыя вставляются, какъ показано на рис. 155 и 156, такимъ же способомъ, какъ водогрѣйныя трубки.

Подъ трубками расположена колосниковая рѣшетка; на ея концѣ, у изгиба трубокъ, поставленъ порогъ. Въ середину батареи трубокъ вставленъ шамотный щитъ, чтобы образующіеся на колосниковой рѣшѣткѣ горячіе газы шли у порога внизъ, а затѣмъ уже попадали черезъ верхніе ряды трубокъ въ дымовую трубу, передъ устьемъ которой поставленъ еще щитъ изъ листового желѣза.

Испытывая парообразование котла Гейторна, профессора Барръ и Уаткинсонъ нашли, что при сжиганіи 12 фунт. угля на 1 кв. футѣ колосниковой рѣшетки въ часъ на 1 фунтъ угля испарялось 8,6 фунт. воды, а при сжиганіи 88 фунт. угля въ часъ на той же площади испарялось 7,24 фунт. воды на 1 фунтъ угля. Послѣдняя цифра представляется необычайно выгодной при такой высокой степени форсированія. вмѣстѣ съ 0,6 т. воды, испытываемый котелъ вѣситъ 4,25 т., такъ что вѣсъ воды составляетъ $\frac{1}{7}$ полного вѣса котла. Строители утверждаютъ, что котелъ для миннаго крейсера съ 2000 кв. фут. поверхности нагрѣва вѣсилъ бы 14,2 т. Такихъ котловъ пришлось бы поставить на крейсеръ 4; его машина могла бы тогда развить около 4000 инд. лш. с., такъ что на 1 т. вѣса котловъ приходилось бы 70 инд. л. с., чего уже достигли при лучшихъ котлахъ съ кривыми трубками, какіе будутъ описаны ниже. Конечно еще неизвѣстно, оправдаются ли въ дѣйствительности эти обѣщанія.

20. Котлы Мартина.

Когда въ пятидесятыхъ годахъ Мартинъ былъ начальникомъ механической части во флотѣ Соединенныхъ Штатовъ, онъ ставилъ почти на всѣ суда водотрубные котлы своей системы, рис. 157 и 158. Это были въ нѣкоторомъ родѣ котлы съ 2 водяными камерами, хотя обѣ онѣ образуютъ только одно пространство. Они вели свое начало естественно отъ извѣстныхъ уже тогда коробчатыхъ котловъ съ дымогарными трубками, расположенными надъ топками; они строились съ нѣсколькими расположенными рядомъ топками, напр. съ

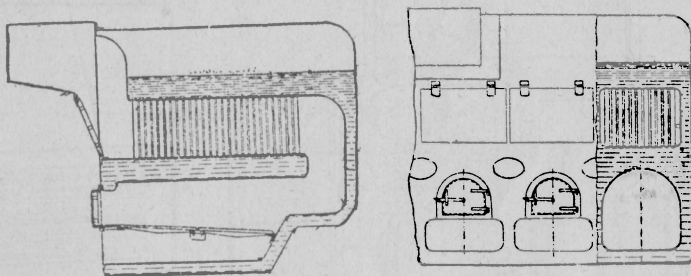


Рис. 157 и 158.

Котель Мартина.

семью на корветѣ *Lackawanna*. Однако къ концу шестидесятыхъ годовъ начали оставлять эти котлы, такъ какъ оказалось, что они хуже огнетрубныхъ котловъ. Поверхность нагрѣва у нихъ была нѣсколько больше, чѣмъ у послѣднихъ, но они были гораздо тяжелѣе и дороже, а кромѣ того не всегда можно было обезпечить равномерное расширеніе для ихъ различныхъ частей, вслѣдствіе чего развивались натяженія, которыя приводили къ течу трубокъ, — поврежденіе, которое можно было исправить только послѣ вывода изъ дѣйствія и опоражниванія котла. И дѣйствительно эта затруднительность доступа къ водогрѣйнымъ трубкамъ вызывала непрерывныя жалобы со стороны машинной команды и привела наконецъ къ тому, что эти котлы были оставлены.

21. Котлы Шихау.

Когда въ Америкѣ только что появились котлы Мартина и ихъ усиленно рекламировали, какъ особенно хорошіе генераторы пара, стали строить ихъ и въ Европѣ. Рис. 159 и 160 представляютъ такой водотрубный котель, построенный въ 1857 г. заводомъ Шихау въ Эльбингѣ и отличающійся отъ

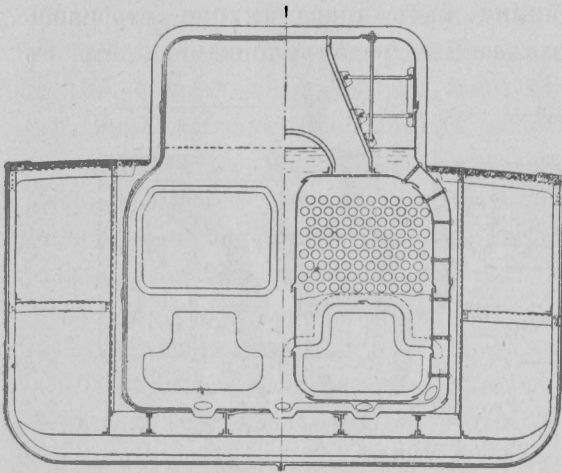


Рис. 159.

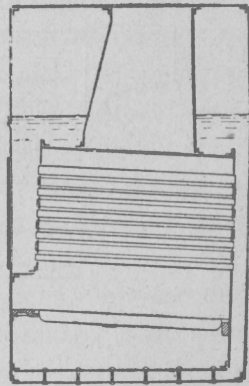


Рис. 160.

Котель Шихау.

котловъ Мартина только тѣмъ, что трубы въ немъ горизонтальныя, а не вертикальныя. Какъ и въ Америкѣ, отъ этихъ котловъ вернулись обратно къ огнетрубнымъ котламъ вслѣдствіе невозможности прекращать течъ трубокъ во время дѣйствія и заводъ Шихау вскорѣ долженъ былъ замѣнить свои водотрубные котлы огнетрубными. Сравненія результатовъ дѣйствія котловъ того и другого рода на нѣсколькихъ пароходахъ показали, что при равной поверхности нагрева послѣдніе котлы приблизительно на 30% экономнѣе водотрубныхъ.

* 22. Котлы Де-Дюна-Бутона-Трепарду.

Установленные на нѣсколькихъ французскихъ миноносцахъ, эти котлы отличаются отъ всѣхъ вышеописанныхъ системъ цилиндрической формой. Какъ показываетъ вертикальный разрѣзъ на рис. 161, котелъ представляетъ собою вертикальный цилиндръ съ топкой въ нижней части, надъ

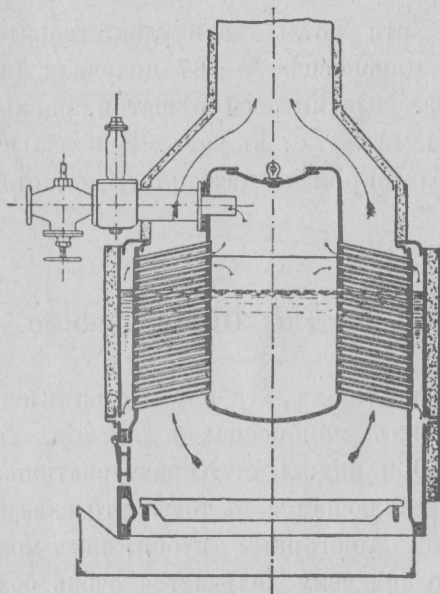


Рис. 161.

Котелъ Де-Дюна-Бутона-Трепарду.

которой расположена центральная цилиндрическая водяная камера довольно большого діаметра, съ радіально расходящимися отъ нея водогрѣйными трубками. Другими своими концами послѣднія вставлены въ наружную водяную цилиндрическую камеру кольцеобразнаго сѣченія въ планѣ, образующую корпусъ котла, обшитый конечно теплонепроницаемымъ матеріаломъ.

Такое устройство уже à priori нельзя признать рациональнымъ въ отношеніи прочности и способности выдерживать высокія давленія пара. Практика показала, что верхнія трубки, содержащія одинъ паръ, скоро прогораютъ, а кромѣ того часто текутъ соединенія всѣхъ трубокъ, даже водяныхъ, съ центральной камерой. Затѣмъ котель содержитъ слишкомъ большое количество воды для водотрубнаго котла, а потому онъ оказывается довольно тяжелымъ: около 0,38 т. на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки, причемъ вода составляетъ 12% полного вѣса.

На пробахъ эти котлы дали удовлетворительные результаты: такъ на миноносцѣ № 167 получили 1133 инд. л. с. при 43,57 кв. ф. колосниковой рѣшетки, расходуя 2,56 англ. фунт. угля на 1 инд. л. с. въ часъ. При дальнѣйшей службѣ котлы дали неблагопріятные результаты, а потому ихъ больше не заказывали. *

* 23. Котлы Шарля-Бабино.

Подобно предыдущимъ, эти котлы поставлены на нѣсколькихъ французскихъ миноносцахъ: *Sarrazin*, *Tourbillon* и на 6 другихъ по 1000 инд. л. с. Характеристичная особенность ихъ устройства заключается въ томъ, что сквозь водогрѣйныя трубки проходятъ дымогарныя трубки, какъ можно видѣть на рис. 162, благодаря чему получается очень большая поверхность нагрѣва, но при этомъ затрудняется циркуляція воды, образующійся паръ задерживается у поверхностей нагрѣва и послѣднія подвергаются опасности перегрѣванія. Въ силу послѣдняго обстоятельства котлы представляются крайне опасными при томъ форсированіи отопленія, какому они подвергаются на миноносцахъ. Послѣ нѣсколькихъ аварій съ этими котлами вслѣдствіе перегоранія трубокъ нижнихъ рядовъ катастрофа на *Sarrazin* заставила французское морское министерство забраковать совсѣмъ эти котлы. *

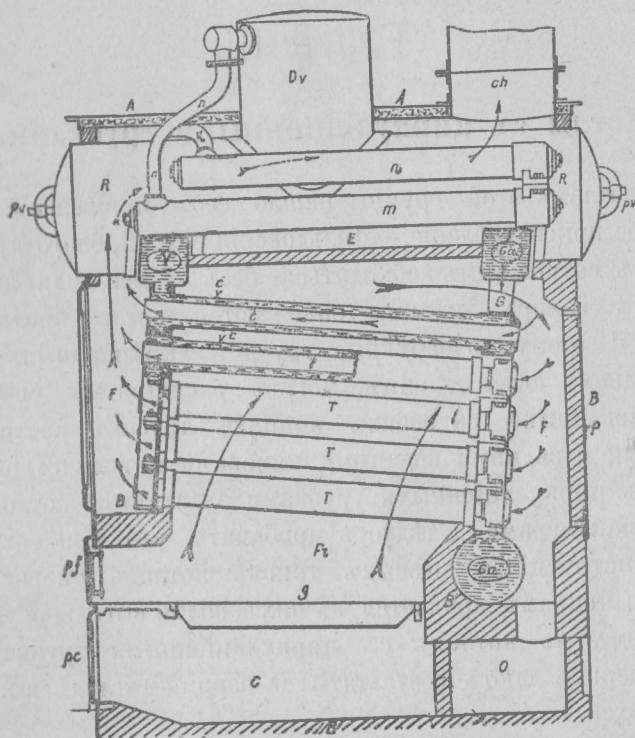


Рис. 162.

Котелъ Шарля-Бабію.



Глава III.

Котлы съ циркуляционными трубками.

Въ котлахъ этой группы нашло себѣ примѣненіе давно извѣстное приспособленіе, — фильдовскія трубки, благодаря чему оказалось возможнымъ обходиться безъ задней или заднихъ водяныхъ камеръ, какими снабжаются котлы предыдущей группы. Поэтому водогрѣйныя трубки, закрѣпленныя только на переднемъ своемъ концѣ, могутъ расширяться свободнѣе развальцованныхъ на обоихъ концахъ трубокъ котловъ съ передними и задними водяными камерами и вслѣдствіе этого котлы съ циркуляционными трубками эластичнѣе котловъ съ водяными камерами. Слѣдуетъ прибавить, что при современныхъ конструкціяхъ разныхъ типовъ котловъ съ водяными камерами топкамъ придается въ нихъ болѣе выгодное устройство, чѣмъ въ котлахъ съ циркуляционными трубками, а потому первые даютъ результаты на первый взглядъ выгоднѣе послѣднихъ.

24. Котлы Вальтера.

Кромѣ описанныхъ выше (§ 4) котловъ Рута, котельный заводъ Вальтера и К^о въ Калькѣ строятъ также котлы съ циркуляционными трубками, какіе представлены на рис. 163—171. Водяная камера ставится наклонно, чтобы трубки, расположенныя съ наклономъ около 10° , можно было вставлять въ трубную доску подъ прямымъ угломъ. Чтобы устранить выскакиваніе трубокъ, закрѣпляемыхъ при помощи конической оправки, онѣ удерживаются въ своемъ положеніи стальными

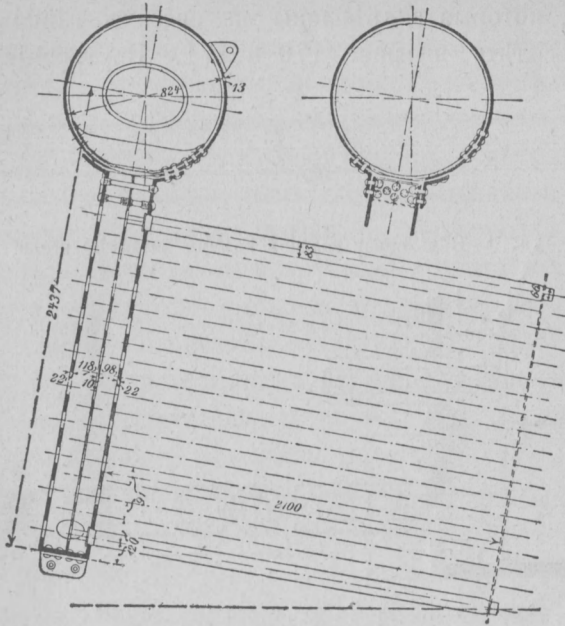


Рис 163 и 164. — Котель Вальтера; соединеніе паросушителя съ водяной камерой.

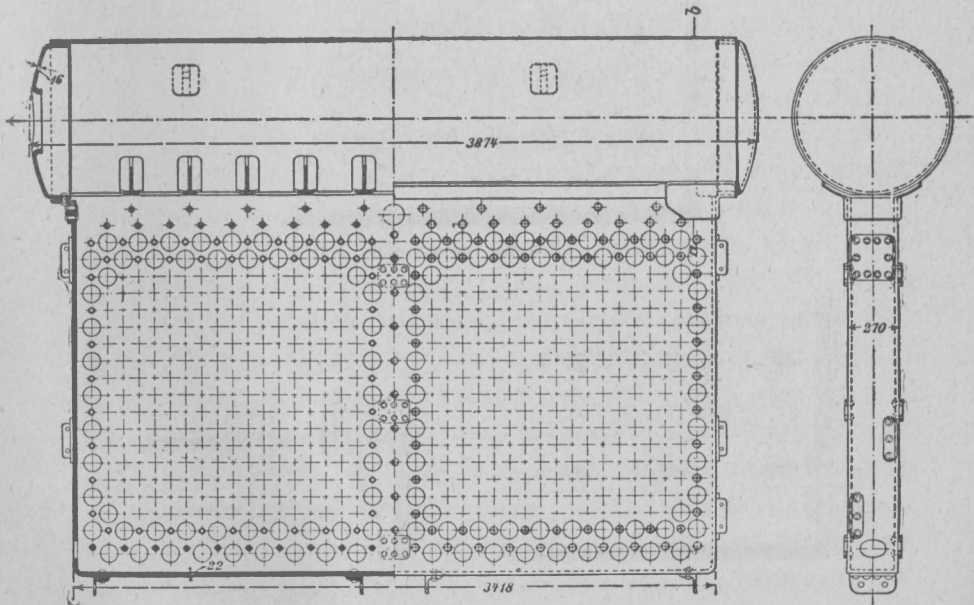


Рис. 165 и 166. — Котель Вальтера. Паросушитель и водяная камера.

Буслей. Судовые водотрубные котлы.

снабжены на своемъ концѣ фланцемъ въ $3\frac{3}{4}$ дм. діаметромъ, чтобы, вынувъ эти трубы, можно было также вынуть и водогрѣйныя трубы, вставленныя на конусъ съ наибольшимъ діаметромъ въ $3\frac{11}{16}$ дм. Такимъ образомъ фланцы заполняютъ отверстія въ перегородкѣ водяной камеры, скрѣпленной связями. Небольшія стальные накладки, прилепанныя къ фланцу и прижимаемыя гайками на связяхъ къ перегородкѣ (рис. 169), не позволяютъ внутреннимъ трубамъ сдвигаться съ мѣста. Кромѣ того эти трубы недалеко отъ своего конца поддерживаются тремя маленькими вставками изъ листовой связи. Рис. 163 — 167 показываютъ прочное соединеніе водяной камеры съ паросушителемъ и скрѣпленіе связями этого цилиндра, разрѣзаннаго въ мѣстѣ его соединенія съ водяной камерой для возможно безпрепятственной циркуляціи воды. Изображенный здѣсь котелъ былъ проектированъ для машины въ 800 инд. лош. силъ.

25. Котлы Дюрра.

Дюссельдорфъ-Ратингенскій котельный заводъ, бывшій Дюрра и К°, въ Ратингенѣ строитъ уже съ 1883 г. котлы въ родѣ изображеннаго на рис. 172—176. У котла этого завода имѣется только впереди водяная камера, сваренная изъ стальныхъ листовъ, со стѣнками, скрѣпленными связями обыкновеннымъ способомъ; на заднихъ концахъ трубы закупорены и поддерживаются желѣзной стѣнкой, покрытой шамотомъ. Эта стѣнка прикрѣплена къ желѣзной рамѣ, которая вмѣстѣ съ тѣмъ служить основаніемъ для дымоходовъ. Для закупориванія заднихъ концовъ трубокъ служатъ пустотѣлыя коническія пробки, которыя вставляются въ коническое гнѣздо въ трубкахъ и закрѣпляется снаружи болтомъ и гайкой, какъ показано на рис. 176. Чтобы эти пробки не могли проскакивать при частомъ вставленіи и выниманіи, онѣ снабжаются кольцеобразными надѣлками. Будучи пустотѣлыми, онѣ обладаютъ достаточной упругостью. Въ трубныя доски трубы вставляются не подъ прямымъ угломъ, какъ во всѣхъ описан-

ныхъ выше котлахъ, а съ нѣкоторымъ наклономъ. Поэтому трубы снабжаются наварными кольцами, которые обтачиваются на конусъ на особыхъ токарныхъ станкахъ и затѣмъ вставляются въ соотвѣтственно разверленные отверстія въ

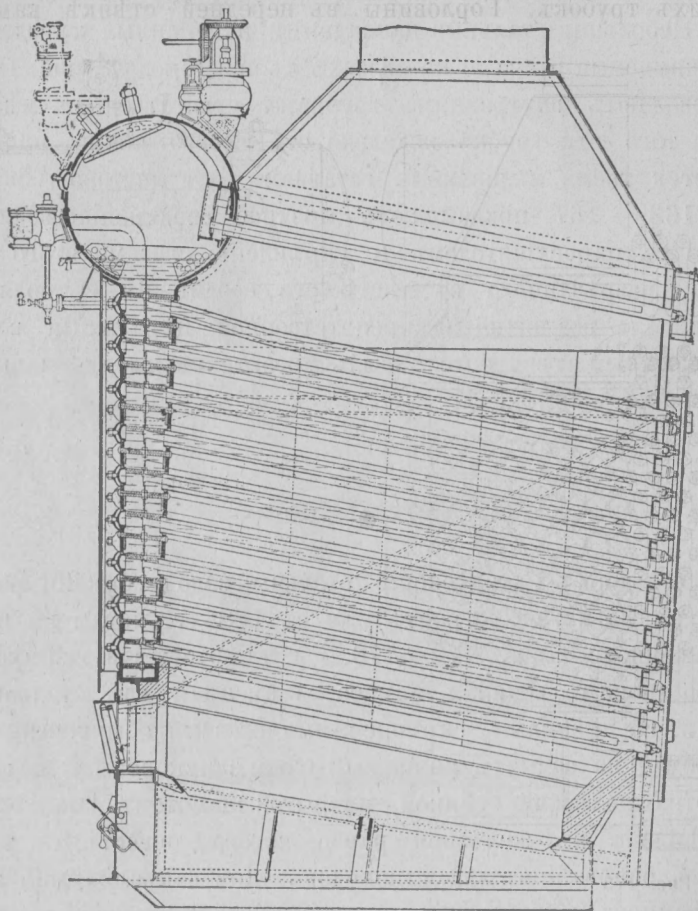


Рис. 172.

Котель Дюрра.

трубной доскѣ. Дюрръ примѣняетъ такое довольно дорогое устройство съ тою цѣлю, чтобы не ставить наклонно свои водяныя камеры, а при этомъ можно лучше укрѣплять ихъ, и чтобы горячіе газы не дѣйствовали на мѣста соединенія тру-

бокъ съ трубной доской, а проходили бы параллельно трубной доскѣ.

Водяная камера раздѣляется на двѣ части перегородкой, въ которую вставляются нѣсколько расширенные концы внутреннихъ трубокъ. Горловины въ передней стѣнкѣ камеры

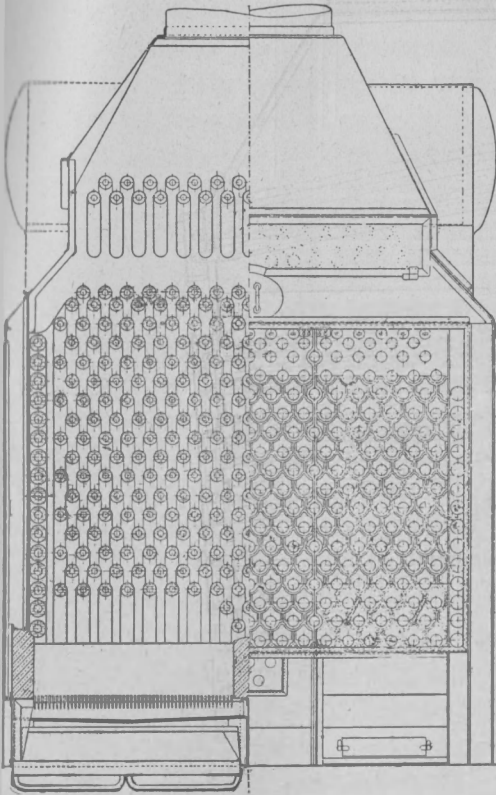


Рис. 173.

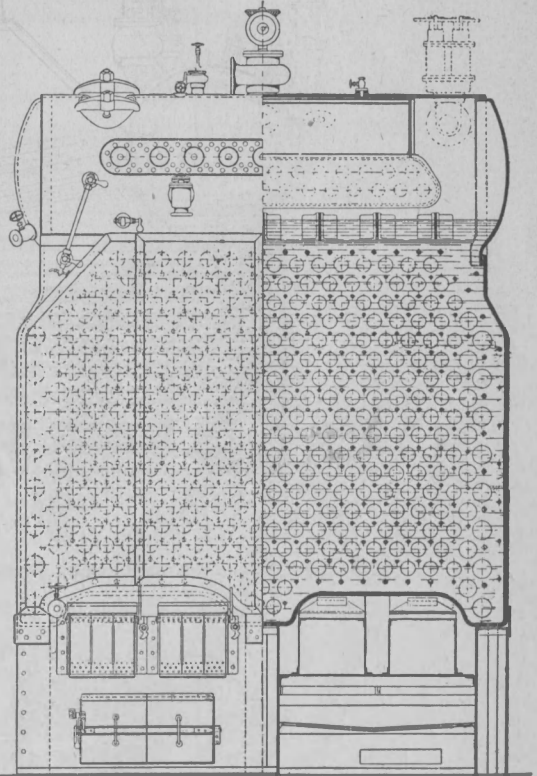


Рис. 174.

Котель Дюрра.

закрываются полыми крышками, которыя, будучи снабжены металлической прокладкой, остаются плотными и тогда, когда при искривленіи стѣнки камеры горловины теряютъ свою круглую форму.

Съ водяной камерой соединяется паросушитель. Вставленные въ него водогазѣйныя трубки служатъ для сушки пара.

Чтобы обеспечить правильную циркуляцію пара, верхняя камера этихъ трубокъ, расположенная внутри паросушителя,

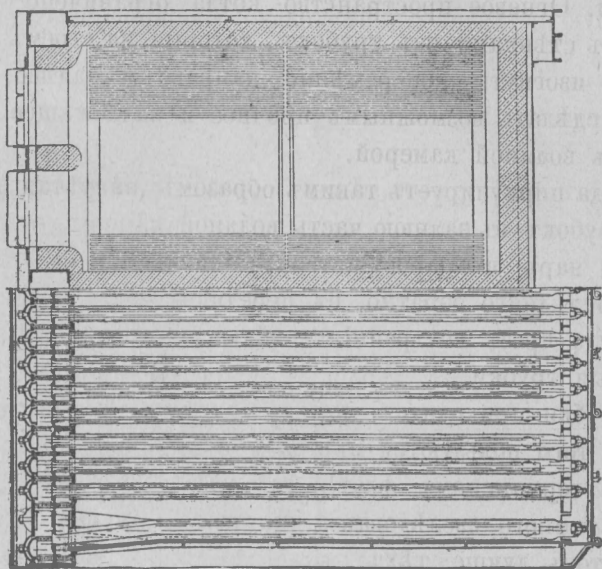


Рис. 175.

Котель Дюрра (горизонтальныя сѣченія).

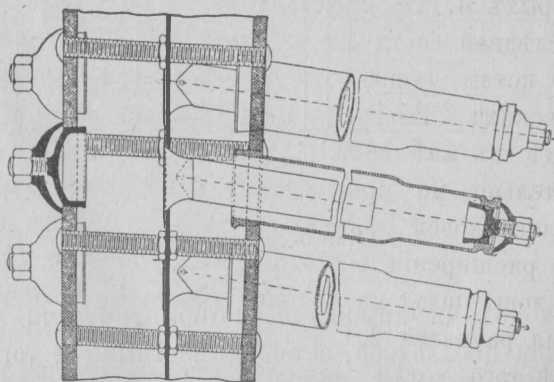


Рис. 176.

Водяная камера и трубки котла Дюрра.

раздѣляется такимъ же способомъ, какъ и нижняя, и паросушительныя трубки устроены такъ же, какъ и водогрѣйныя. Паръ берутъ для машинъ изъ задняго отдѣленія верхней камеры. Огневое пространство котла ограничено съ обѣихъ сторонъ стѣнками изъ трубокъ, которыя на своемъ переднемъ концѣ изогнуты попеременно направо и налево, рис. 175, чтобы сдѣлать возможнымъ прочное и надлежащее соединеніе ихъ съ водяной камерой.

Вода циркулируетъ такимъ образомъ: нагрѣтая вода течетъ изъ трубокъ въ заднюю часть водяной камеры, откуда поднимается паръ въ паросушитель. Неиспарившаяся вода течетъ изъ послѣдняго обратно въ переднюю часть водяной камеры и оттуда чрезъ внутреннія трубки поступаетъ опять въ водогрѣйныя трубки.

Трубки приходится чистить главнымъ образомъ щетками; кромѣ того пользуются иногда и струей пара.

Въ германскомъ флотѣ, гдѣ надъ котлами Дюрра производится много изслѣдованій, надѣются достигъ съ ними результатовъ лучше тѣхъ, какіе получили до сихъ поръ съ однимъ такимъ котломъ на небольшомъ грузовомъ пароходѣ *Rhein*.

Этотъ котелъ, изображенный на рис. 177—180, при рабочемъ давленіи пара 200 фунт. на кв. дм. вѣситъ 21,98 тон., изъ которыхъ 4,1 т. приходится на воду; такимъ образомъ вѣсъ послѣдней составляетъ около пятой части вѣса котла, такъ что котлы Дюрра содержатъ воды въ три раза больше бельвилевскихъ. Во время 6-часовой пробы при форсированномъ ходѣ въ маѣ 1894 г. котелъ работалъ довольно удовлетворительно, но при сжиганіи 24 фунт. угля на 1 кв. футѣ колосниковой рѣшетки въ часъ онъ развилъ въ машинѣ тройное расширенія всего 350 инд. лош. силъ или меньше 16 инд. лош. силъ на 1 тонну своего вѣса; при этомъ расходъ угля равнялся 2,4 фунт. на 1 инд. лош. силу въ часъ.

Послѣ того котлы Дюрра были значительно усовершенствованы, а именно діаметръ водогрѣйныхъ трубокъ уменьшенъ съ $4\frac{1}{2}$ дм. до $3\frac{1}{4}$ дм., а разстояніе между ихъ центрами съ $9\frac{7}{8}$ дм. до $6\frac{1}{8}$ дм. Кромѣ того паросушитель, который

прежде располагали параллельно водогрѣйнымъ трубкамъ, рис. 177, теперь располагается параллельно водяной камерѣ, рис. 172, благодаря чему удобнѣе устанавливать котлы на суднѣ. Скрѣпленія, какія требуются при этомъ для паросуши-

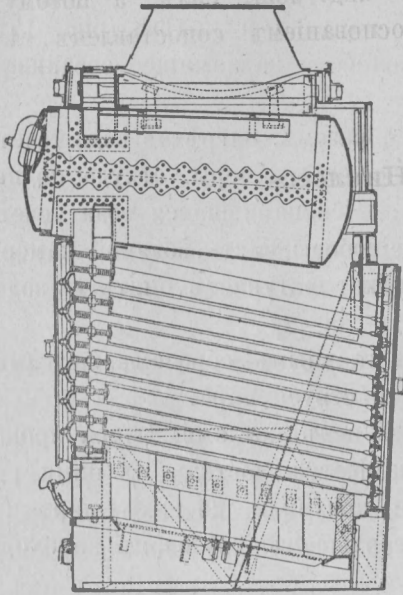


Рис. 177.

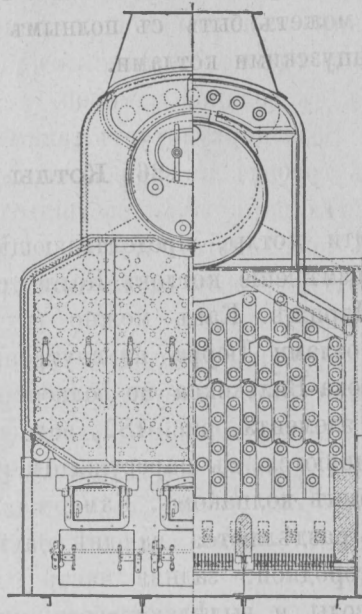


Рис. 178.

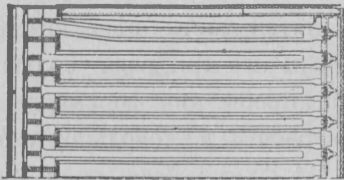


Рис. 179.

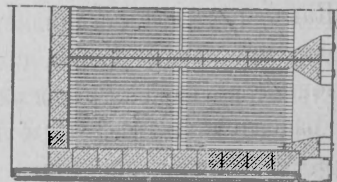


Рис. 180.

Котель Дюрра старого образца.

теля, показаны на рис. 172 и 174. Такой судовой котель, работающій при давленіи пара въ 215 фунт., для машины около 800 инд. лош. силъ, изображенъ на рис. 172—175. Площадь его колосниковой рѣшетки около 54 кв. фут.,

а поверхность нагрѣва — 2400 кв. ф.; онъ вѣситъ 20,76 т., а вода въ немъ 4,6 т.; на 1 фунтъ угля въ немъ испарялось 7,85 фунт. воды отъ 0° Ц. при сжиганіи 48 фунт. угля на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки въ часъ. На 1 т. своего вѣса онъ развиваетъ больше 30 инд. лош. силъ, а потому онъ можетъ быть съ полнымъ основаніемъ сопоставленъ съ французскими котлами.

26. Котлы Никлосса.

Эти котлы, представляющіе собою усовершенствованное видоизмѣненіе котловъ Колле, строятся Ж. и А. Никлоссомъ въ Парижѣ. Какъ можно видѣть на рис. 181, они сходны съ котлами Дюрра по внутреннимъ трубкамъ и съ котлами Бабкока-Вилькокса по волнообразнымъ отдѣльнымъ для каждаго элемента, рис. 182, водянымъ камерамъ. Послѣднія всѣ соединяются съ паросушителемъ, который снабженъ еще на срединѣ колпакомъ. Камеры выдѣланы изъ ковкаго чугуна. Онѣ раздѣляются на двѣ части отлитой за одно съ ними перегородкой; задняя часть служитъ для перехода нагрѣтой воды и выдѣляющагося изъ нея пара въ паросушитель, а по передней проходитъ обратно изъ послѣдняго неиспарившаяся вода (рис. 183).

Какъ чрезъ двѣ стѣнки водяныхъ камеръ, такъ и чрезъ перегородку просверливается для каждой трубки отверстіе, рис. 184, наклонное къ трубной стѣнкѣ. Въ наружныхъ стѣнкахъ отверстія разсверливаются на конусъ и притомъ наибольшій діаметръ задняго конического отверстія точно соотвѣтствуетъ наименьшему діаметру передняго отверстія. Какъ и въ котлахъ Дюрра, трубы вставляются въ трубныя доски съ нѣкоторымъ наклономъ; на заднемъ концѣ онѣ суживаются и закупориваются при помощи колпакообразныхъ гаекъ такимъ образомъ, чтобы эти гайки не выступали за наибольшую окружность трубы, чтобы послѣднія можно было вытаскивать впередъ. Передніе концы трубокъ вставляются въ трубныя доски особыми надѣлками изъ ковкаго чугуна, рис. 185 и 187, которыя

строители называют «фонарями» и снабжают коническими приточками. Задніе концы фонарей, вставляемые въ заднюю трубную доску, бываютъ крѣпкіе и толстые, а передніе, наоборотъ, тонкіе для приданія имъ большей упругости. Всѣ

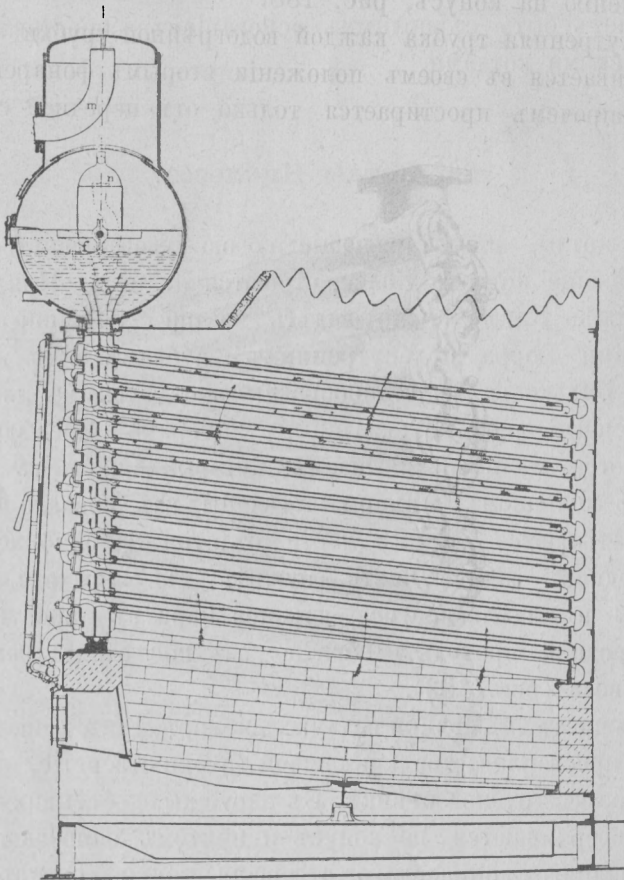


Рис. 181.

Котель Никлосса.

фонари обтачиваются по одному образцу, такъ что ихъ можно переставлять. Средняя часть фонаря вставляется плотно въ перегородку, а впереди и позади послѣдней дѣлаются прорѣзы въ наружной окружности фонаря сверху и снизу для свободной

циркуляціи воды, рис. 187. Трубки навинчиваются на тонкіе концы у приточенныхъ корпусовъ фонарей такимъ образомъ, чтобы стыкъ приходился точно на серединѣ поперечнаго сѣченія трубной доски и поддерживался бы плотнымъ благодаря соединенію на конусъ, рис. 188.

Внутренняя трубка каждой водогрѣйной трубки, рис. 189, удерживается въ своемъ положеніи вторымъ фонаремъ, который впрочемъ простирается только отъ передней стѣнки до

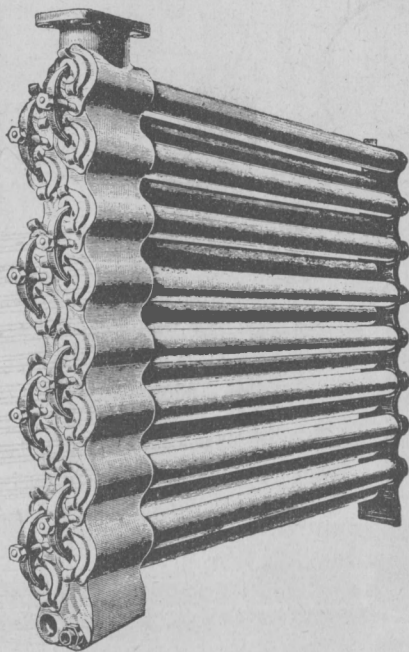


Рис. 182.

Элементъ котла Никлосса.

перегородки водяной камеры и ввинчивается впереди въ большой фонарь, рис. 184 и 187. Внутреннія трубки выдѣлываются изъ тонкихъ листовъ; они состояются изъ двухъ половинокъ (рис. 191) на особыхъ станкахъ и соединяются со своимъ фонаремъ склепываніемъ и раздаваніемъ конца, рис. 190.

Водогрѣйныя трубки располагаются попарно и каждая пара закрѣпляется одной скобой; вынимать ихъ и замѣнять новыми

можно очень скоро, а именно, если котелъ холодный и пустой. то на это требуется всего двѣ минуты.

Патрубокъ для соединенія водяной камеры съ паросушите-

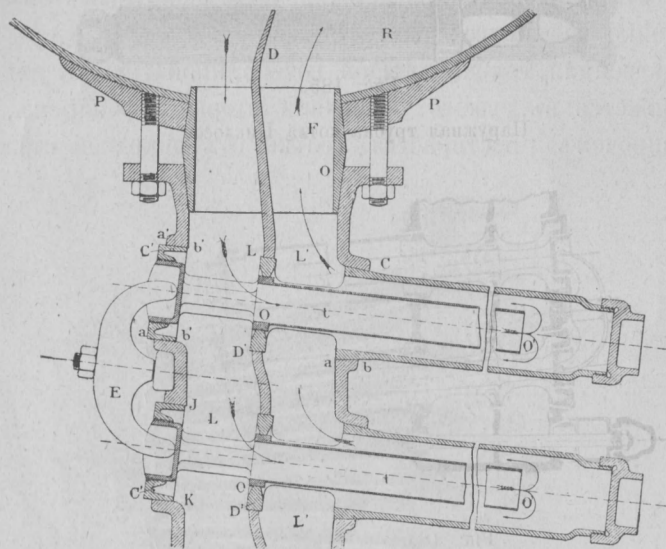


Рис. 183.

Водяная камера котла Никлосса, ея верхняя часть.

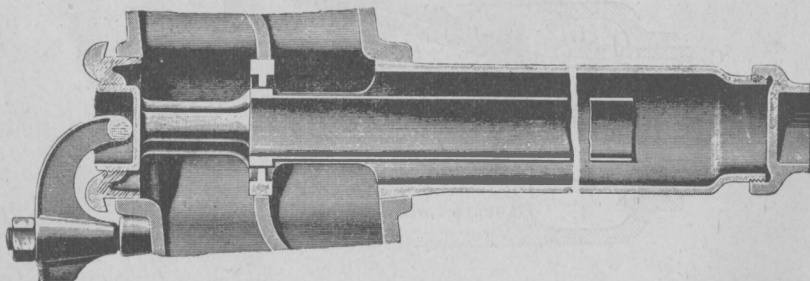


Рис. 184.

Способъ вставленія трубокъ въ котлѣ Никлосса.

лемъ расширяется кверху на конусъ (рис. 183'), чтобы паръ уходилъ съ возможно незначительной скоростью и имѣлъ достаточно времени для высушиванія. Снизу отдѣльные водяныя

камеры соединяются трубой, чтобы можно было продуть котель. Питательная вода поступает въ паросушитель по трубкѣ *AK*, рис. 192, въ особое его отдѣленіе, въ которомъ



Рис. 185.

Наружная трубка котла Никлосса.

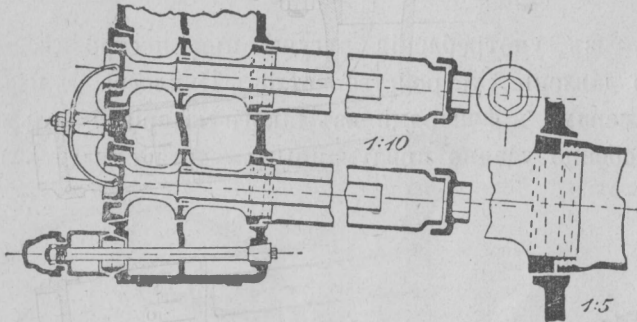


Рис. 186.

Нижняя часть водяной камеры.

Рис. 188.

Соединеніе наружной трубки съ ея фонаремъ.

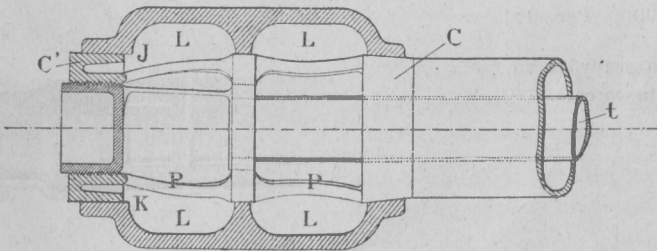


Рис. 187.

Фонарь трубокъ.

задерживаются нечистоты и которое вслѣдствіе этого должно часто чиститься; здѣсь расположены желобки *B* для продуванія; затѣмъ питательная вода попадаетъ въ переднія части водяныхъ камеръ. Паровая труба идетъ отъ колпака.

Въ виду того, что въ Германіи фирмы, пріобрѣвшія себѣ извѣстность въ этой области, не желаютъ гарантировать для своего ковкого чугуна крѣпость на растяженіе въ 23 тонна на кв. дм., и въ виду общаго стремленія все болѣе и болѣе

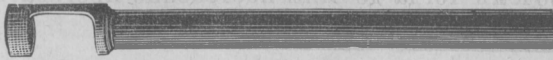


Рис. 189.

Внутренняя трубка котла Никлосса.

выводить изъ употребленія чугунъ при постройкѣ котловъ высокаго давленія, устройство котловъ Никлосса съ ихъ водяными камерами и фонарями изъ такого матеріала нельзя признать особенно удачно придуманнымъ. хотя слѣдуетъ приба-

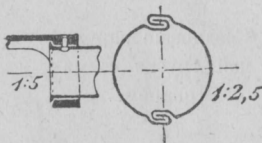


Рис. 190. Рис. 191.

Внутренняя трубка котла
Никлосса.

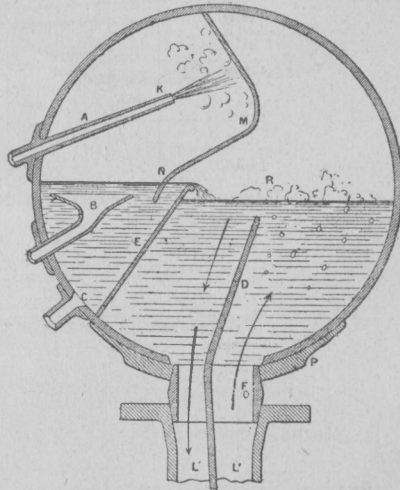


Рис. 192.

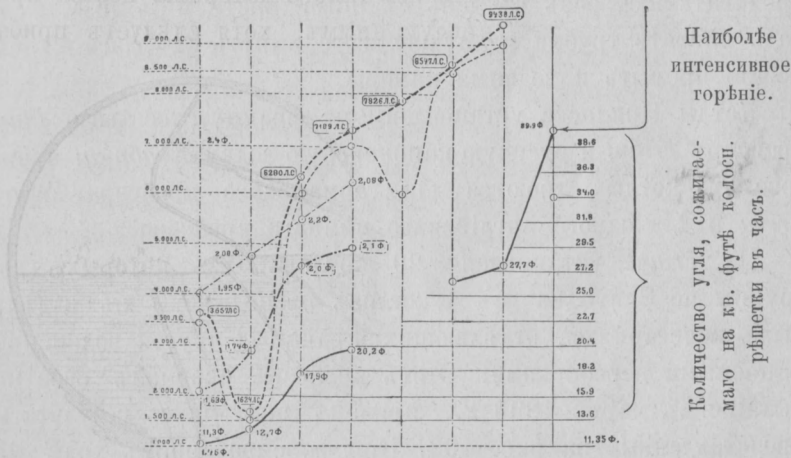
Паросушитель котла Никлосса.

вить, что примѣняемый для этихъ котловъ ковкій чугунъ оказывался совершенно надежнымъ при пробахъ на изгибъ и ударами. Кромѣ того большая токарная работа надъ фонарями, которая, какъ видѣлъ я самъ, выполняется очень чисто и тщательно, такъ же, какъ и кропотливо точная котельная ра-

бота надъ кожухами, кирпичная кладка въ топкахъ и пр., дѣлаютъ котлы довольно дорогими.

Какъ и котлы Дюрра, они могутъ выдерживать сильное форсированіе въ противоположность котламъ съ водяными камерами; впрочемъ тогда должны постепенно прогибаться ниж-

В р е м я.	94 г.	94 г.	95 г.	94 г.	95 г.	95 г.	95 г.	95 г.
	12	21	20	28	19	19	15	13
	XII	XII	IV	XII	IV	IV	III	IV
Продолжительность въ часахъ. . .	6	6	18	6	6	3	4	4



Индик. лош. силы. { — — — предполагаемая заранее
— — — дѣйствительно полученная

Расходъ угля на 1 инд. { — . . . — предполагаемый заранее
л. с. въ часъ. { — . . . — дѣйствительно полученный

Рис. 193. — Пробы крейсера *Friant*.

ніе ряды трубокъ, какъ и въ бельвилевскихъ котлахъ, что однако можно устранить вѣроятно введеніемъ трубокъ Серва, какъ и въ котлахъ Лаграфеля-д'Аллеста. Внутреннія трубы не подперты, что впрочемъ и не нужно, потому что во время дѣйствія онѣ подвергаются непрерывному сотрясенію.

При неравномерномъ отопленіи котлы подвергаются довольно сильнымъ колебаніямъ давленія вслѣдствіе малаго вѣса заключающейся въ нихъ воды, хотя они, какъ и шотландскіе котлы, могутъ дѣйствовать безъ бельвилевскихъ питательныхъ и паросушительныхъ приспособленій.

Главное преимущество котловъ заключается въ томъ, что большая часть неисправностей можетъ устраняться съ передней стороны котла; кромѣ того трубки банятся оттуда же струей пара чрезъ промежутки между водяными камерами, начиная съ верхнихъ рядовъ.

Когда котлы Никлосса питаются прѣсной водой, они не требуютъ никакого особаго ухода за собой; достаточно будетъ продувать ихъ разъ въ день съ поверхности и съ низа. Если надо чистить трубки, то лучше всего вынуть ихъ вонъ и тогда можно промыть и водяныя камеры.

Котлы Никлосса установлены на французское авизо *Elan*, крейсеръ *Friant* и русскую канонерскую лодку *Храбрый*; кромѣ того эти котлы строятся для германскаго крейсера *Ersatz Freya* и для одного англійскаго миннаго крейсера.

На *Friant* установлено 20 котловъ, изъ которыхъ двѣ группы по 8 и одна изъ 4 котловъ расположены въ отдѣльныхъ кочегарняхъ, отдѣляющихся одна отъ другой водонепроницаемыми переборками. Этотъ крейсеръ окончилъ свое испытаніе въ мартѣ 1895 г., причемъ получились результаты, представленные на рис. 193. При форсированномъ ходѣ машины развили 9 438 инд. лош. силъ при сжиганіи 29 фунт. угля въ часъ на 1 кв. футѣ колосниковой рѣшетки. При этомъ расходъ угля составляетъ 2,2 фунт. на 1 инд. л. силу въ часъ. При сжиганіи 21 фунта угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки въ часъ машины развили 7 189 инд. л. силъ при расходѣ угля 2.1 фунт. на 1 инд. л. силу, т. е. все еще болѣе сравнительно съ цилиндрическими котлами. При болѣе умеренномъ отопленіи котловъ, когда сжигалось 12 фунт. угля въ часъ на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки, расходъ угля понизился до 1,7 фунт. въ часъ на 1 инд. л. с., тогда какъ на *Casabianca* при котлахъ Лаграфеля-д'Аллеста расходовали всего 1½ фун. При болѣе сильномъ форси-

рованіи сожигалось въ часть 42 фун. угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки безъ вдуванія сжатого воздуха поверхъ колосниковъ, на что строители котловъ указываютъ, противупоставляя свои котлы бельвилевскимъ въ этомъ отношеніи. При наибольшемъ форсированіи были въ дѣйствиі только двѣ заднія группы котловъ, причемъ получили 6 842 инд. лш. с. При этомъ двѣ группы работали съ различной степенью форсирования: одна развивала всего 15,5 инд. лш. с. на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки, тогда какъ другая доставляла 17,2 инд. л. с., такъ что по мнѣнію строителей котловъ совокупная мощность должна была бы получиться больше 11001 инд. л. с., если бы всѣ котлы были въ дѣйствиі.

Такъ какъ котлы съ водою по даннымъ Никлосса вѣсятъ 318,94 т., то на пробѣ форсированнымъ ходомъ они доставили 29,6 инд. л. с. на 1 т. своего вѣса, т. е. немного превосшли наибольшую продуктивность, какая получена до сихъ поръ съ шотландскими котлами. Вѣсъ воды въ котлахъ равняется 47 т., т. е. составляетъ около $\frac{1}{17}$ части полнаго вѣса, тогда какъ въ бельвилевскихъ котлахъ онъ составляетъ $\frac{1}{17}$ — $\frac{1}{19}$ часть.

Весной 1894 года Кеннеди и Энвинъ произвели въ Темсъ-Диттонѣ обстоятельныя испытанія парообразовательной способности котловъ Никлосса, причемъ оказалось, что при сожиганіи $15\frac{1}{2}$ фун. угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки въ часть испаряется 8,68 фун. воды на 1 фун. угля. По всѣмъ этимъ даннымъ котлы Никлосса относятся къ наиболѣе производительнымъ водотрубнымъ котламъ съ прямыми трубками, но превосходствомъ надъ лучшими изъ этихъ котловъ они не обладаютъ.

* На происходившихъ въ прошломъ году испытаніяхъ испанскаго крейсера *Cristobal Colon*, гдѣ установлены 24 котла Никлосса, расходъ угля получился около 1,8 фун. на 1 инд. л. с. въ часть, т. е. больше, чѣмъ въ бельвилевскихъ котлахъ. Здѣсь, вѣроятно для уменьшенія вѣса, котлы соединены попарно общимъ паросушителемъ, который, надо полагать, имѣетъ довольно большой діаметръ, — это уже регрессъ для водотрубныхъ котловъ.

Вообще можно замѣтить, что котлы Никлосса, представляясь неблагонадежными вслѣдствіе слишкомъ большого примѣненія въ нихъ такого ненадежнаго матеріала, какъ ковкіи чугуны (на водяные камеры довольно сложной формы и большихъ размѣровъ, а также на наконечники трубокъ), имѣютъ до сихъ поръ довольно мало спроса для военныхъ судовъ.*

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

КОТЛЫ СЪ КРИВЫМИ ТРУБКАМИ.

Глава IV.

Котлы съ горизонтальными коллекторами.

Въ настоящее время эта группа котловъ насчитываетъ самое большое число представителей, которые всѣ отличаются отъ другихъ водотрубныхъ котловъ большою упругостью, дѣлающею возможною быструю разводку пара. Обыкновенно у нихъ бываетъ два нижнихъ коллектора, рѣдко три или четыре, а иногда и одинъ, а верхнихъ коллекторовъ одинъ или два, которые соединяются между собою изогнутыми какимъ либо способомъ трубками. Всѣ относящіеся сюда котлы содержатъ очень мало воды, находящейся всегда въ сильной циркуляціи; это единственные котлы, обнаружившіе на пробахъ такую продуктивность, какой не могли достигъ до сихъ поръ ни съ какимъ другимъ типомъ котловъ. Наоборотъ, всѣ они представляютъ затрудненіе въ большей или меньшей степени относительно осмотра, чистки и перемѣны поврежденныхъ трубокъ.

27. Котлы Дю-Тампля.

Типъ котловъ, какіе строятся компаніей Дю-Тампля въ Шербургѣ, испытывался первый разъ на французскомъ миноносцѣ № 20. Этотъ котелъ представленъ на рис. 194 и 195. Онъ состоитъ изъ верхняго расположеннаго по срединѣ паросушителя съ колпакомъ и двухъ нижнихъ расположенныхъ по бокамъ водяныхъ ящиковъ или коллекторовъ; отъ нихъ идутъ вверхъ трубки къ паросушителю, который бываетъ на половину наполненъ водой. Стальные трубы съ наружнымъ діаметромъ въ 1 дм. образуютъ, по четыре, почти параллельную между собою

группу. Они всё изогнуты зигзагообразно и закрѣпляются въ верхнемъ цилиндрѣ и водяныхъ коробкахъ раскаткой, причемъ

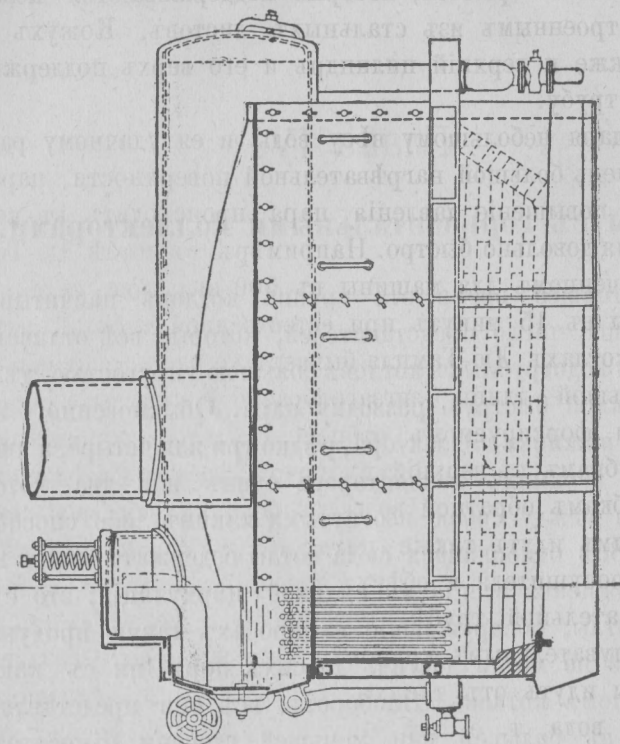


Рис. 195.

Первоначальная форма котловъ Дю-Тампля.

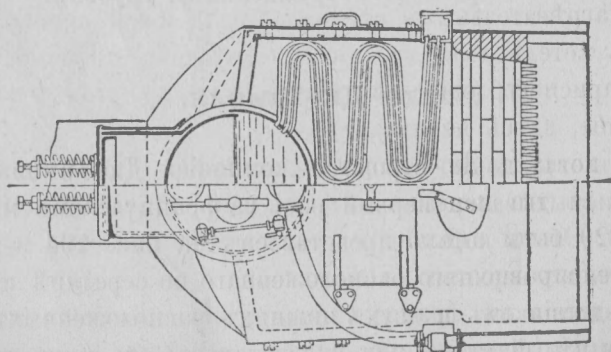


Рис. 194.

для предохраненія отъ вытаскиванія на нихъ навинчиваются внутри гайки. Отъ паросушителя идетъ впереди котла къ каж-

дой изъ двухъ водяныхъ коробокъ большая труба обратной воды; Дю-Тамплъ первый ввелъ эти трубы. Топка выложена изъ огнеупорныхъ кирпичей, которые поддерживаются кожухомъ котла, устроеннымъ изъ стальныхъ листовъ. Кожухъ окружаетъ также и верхній цилиндръ и его верхъ поддерживаетъ дымовую трубу.

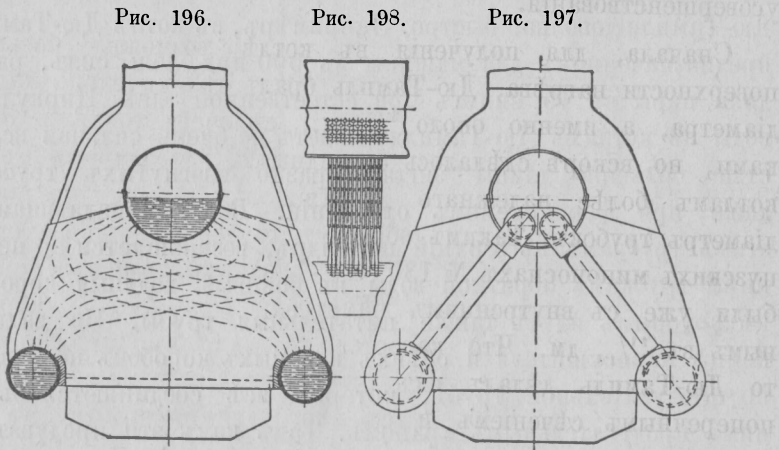
Благодаря небольшому вѣсу воды и ея удачному раздѣленію по очень большой нагрѣвательной поверхности, парообразование и повышеніе давленія пара происходитъ въ котлахъ Дю-Тампля довольно быстро. Напримѣръ, въ котлѣ Дю-Тампля, предназначенномъ для машины въ 500 инд. лош. силъ, разводили пары въ 45 минутъ при естественной тягѣ. Циркуляція воды въ котлахъ Дю-Тампля бываетъ не очень сильная вслѣдствіе большой длины зигзагообразно изогнутыхъ трубокъ, даже при форсируемомъ отопленіи. Вода, попадающая по этимъ трубкамъ въ верхній цилиндръ, возвращается по переднимъ трубкамъ обратной воды въ боковыя водяныя коробки, къ которымъ идутъ также питательныя трубы. На заднемъ концѣ паросушителя и обѣихъ водяныхъ коробокъ поставлено по продувальной трубѣ, которыя всѣ соединяются съ однимъ продувательнымъ краномъ. Такъ какъ эти продувательныя трубы идутъ отъ такихъ частей, гдѣ находится самая спокойная вода, т. е. гдѣ могутъ осаждаться нечистоты, то послѣднія не трудно удалять изъ котла, а образованія осадковъ на нагрѣвательныхъ поверхностяхъ можно не опасаться, такъ какъ котелъ долженъ питаться только прѣсной водой. Особыхъ приспособленій для питанія, какъ у другихъ котловъ этой группы, здѣсь не имѣется.

Двумъ котламъ Дю-Тампля на миноносцѣ № 20 пришлось выдержать въ два первыхъ года службы 27 переходовъ, изъ которыхъ 20 были сдѣланы съ большою скоростью, причемъ особыхъ неисправностей не оказалось.

Впослѣдствіи въ французскомъ флотѣ снабдили котлами Дю-Тампля цѣлый рядъ миноносцевъ. Французскіе спеціальныя журналы утверждали, что котелъ для 500 инд. л. с. вѣситъ всего 5,5 т., но это представляется сомнительнымъ, принимая во вниманіе наивыгоднѣйшіе результаты, какіе получены до

сихъ поръ съ новѣйшими котлами этой группы. Что касается до прочности и легкости исправленій котловъ Дю-Тампля, то ихъ трубки вслѣдствіе своей большой длины повидимому не должны быть особенно прочны, а потому котель теперь преобразованъ, приблизившись по своей формѣ больше къ котлу Нормана.

Болѣе новая форма котловъ Дю-Тампля изображена на рис. 196 и 197. Трубки взаимно перекрещиваются, такъ что



Котель Дю-Тампля съ перекрещивающимися трубками.

выходящія изъ лѣваго нижняго коллектора вставляются въ верхній коллекторъ справа. Ихъ расположеніе на нижнемъ и верхнемъ коллекторахъ показываетъ рис. 198. Концы трубокъ въ верхнемъ коллекторѣ лежатъ ниже уровня воды и снабжены навинченными гайками подобно тому, какъ и въ котлахъ Рида. Подобные усовершенствованные котлы Дю-Тампля установлены на французскій мореходный миноносецъ *Mangini*, а также на 5 миноносокъ, которыя должны быть распределены на большихъ судахъ въ качествѣ минныхъ катеровъ.

* Выработывая свой котель, майоръ Дю-Тамплъ сначала имѣлъ въ виду его примѣненіе къ воздухоплаванию, такъ какъ онъ много работалъ надъ устройствомъ аэроплана, снабженнаго паровой машиной и винтовыми двигателями.

На эти опыты онъ пожертвовалъ все свое состояніе, но его аэропланъ успѣха не имѣлъ и теперь забытъ, тогда какъ выработанный для него котелъ пережилъ своего изобрѣтателя и послужилъ прототипомъ для цѣлаго ряда другихъ системъ котловъ разсматриваемой категоріи.

Дю-Тампль сразу придалъ своему котлу такое общее устройство, которое остается безъ измѣненія до сихъ поръ, — съ теченіемъ времени въ него вводились только детальныя усовершенствованія.

Сначала, для полученія въ котлѣ возможно большой поверхности нагрѣва, Дю-Тампль бралъ трубки очень малаго діаметра, а именно около $\frac{3}{8}$ дм., съ очень тонкими стѣнками, но вскорѣ сдѣлалось очевиднымъ, что для обезпеченія котламъ болѣе надежнаго дѣйствія необходимо увеличить діаметръ трубокъ. Такимъ образомъ трубки котловъ на французскихъ миноносцахъ № 130 — 144, заказанныхъ въ 1889 г., были уже съ внутреннимъ діаметромъ въ $\frac{1}{2}$ дм. и наружнымъ въ $\frac{11}{16}$ дм. Что касается до водяныхъ коллекторовъ, то Дю-Тампль дѣлалъ ихъ чугунными, съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ и съ нѣсколькими горловинами для осмотра на ихъ наружной сторонѣ.

Такой котелъ, рис. 194 и 195, заключалъ въ себѣ много недостатковъ, которые дѣлали его непрочнымъ и недолговѣчнымъ. Циркуляція воды въ очень крутыхъ изгибахъ трубокъ не могла происходить съ достаточной быстротой и вслѣдствіе этого легко образовались въ трубкахъ осадки и накипь, особенно въ ихъ нижнихъ колѣнахъ, смежныхъ съ водяными коллекторами, а также задерживались у стѣнокъ трубокъ пузырьки пара, образуя скопленія, извѣстныя подъ названіемъ *паровыхъ камеръ* и опасныя въ отношеніи прогорания трубокъ; съ засореніемъ трубокъ циркуляція еще больше замедлялась и эти условія скоро приводили къ прогоранію трубокъ. Въ результатѣ плаванія миноносцевъ съ этими котлами Дю-Тампля сопровождалось непрерывнымъ рядомъ поврежденій послѣднихъ, что указывало на безусловную необходимость усовершенствованій въ ихъ устройствѣ; поврежде-

нія котловъ доходили, напиримѣръ, до того, что нижнія части трубокъ совершенно расплавлялись.

Важнымъ недостаткомъ этихъ первоначальныхъ котловъ Дю-Тампля была также недостаточная высота ихъ топковъ; газы уходили изъ послѣднихъ не вполне сгорѣвшими, по-

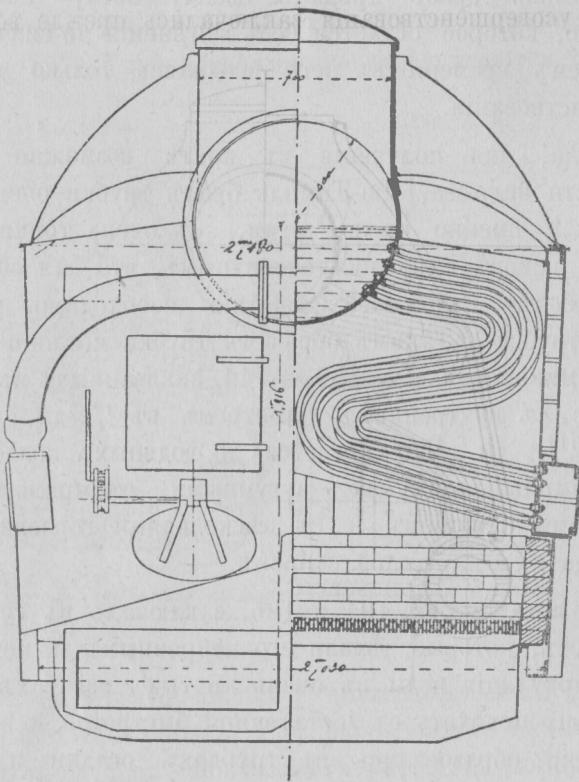


Рис. 199.

Котель Дю-Тампля.

падали въ дымовыя трубы при форсированной тягѣ еще при высокой температурѣ, загорались въ нихъ и изъ дымовыхъ трубъ выбрасывались цѣлыя снопы пламени. Во всякомъ случаѣ, какъ въ этомъ отношеніи, такъ и въ отношеніи полезнаго дѣйствія, котлы Дю-Тампля были не хуже локомотивныхъ, зимѣнныхъ ими.

Съ 1890 г. въ котлы Дю-Тампля начинаютъ вводить постепенно усовершенствованія, часть которыхъ принадлежитъ механикамъ, управлявшимъ заводомъ Дю-Тампля съ того времени, а другая довольно значительная часть выработана Норманомъ, отъ котораго впоследствии была заимствована и фирмой Дю-Тампля.

Эти усовершенствованія заключались прежде всего въ по-

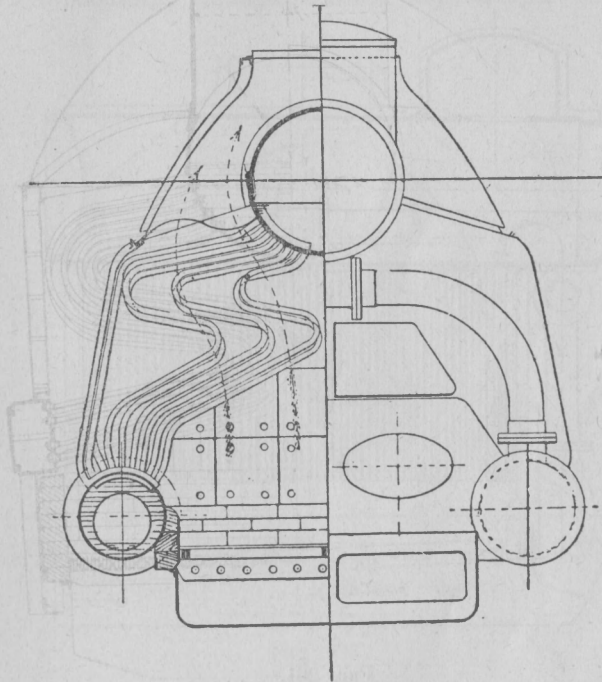


Рис. 200.

Котель Дю-Тампля.

степенномъ увеличеніи діаметра трубокъ и упрощеніи ихъ зигзагообразной формы. Такъ уже на второй группѣ французскихъ миноносцевъ съ котлами Дю-Тампля взяли для послѣднихъ трубки бѣльшаго, но не одинаковаго по длинѣ діаметра, а именно въ $\frac{3}{4}$ дм. въ нижнемъ колѣнѣ и въ $\frac{15}{16}$ дм. въ четырехъ другихъ, увеличивъ вмѣстѣ съ тѣмъ ихъ толщину; примѣняя такіа трубки неодинаковаго діаметра, имѣли

въ виду облегчить выдѣленіе пара изъ ихъ верхнихъ колѣнъ. Въ 1893 г. наружный діаметръ трубки довели до 1 дм. въ нижней части и $1\frac{3}{16}$ дм. въ верхней при одинаковой толщинѣ въ $\frac{3}{8}$ дм. Въ настоящее время котлы Дю-Тампля снабжаются трубками одинаковаго діаметра въ $1\frac{3}{8}$ дм.

Затѣмъ въ отношеніи упрощенія зигзагообразной формы трубокъ прежде всего стали изгибать ихъ не на пять колѣнъ,

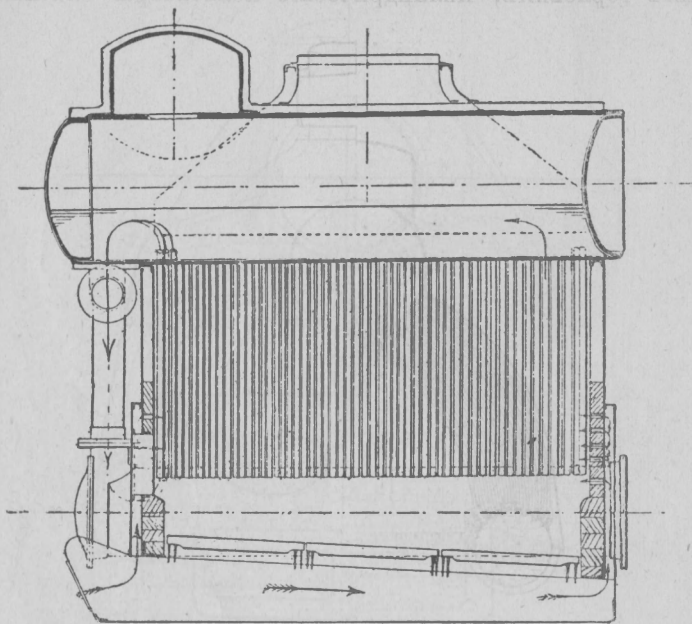


Рис. 201.

Котель Дю-Тампля.

а всего на три, какъ представлено на рис. 199. Котлы такого образца поставлены на большое число французскихъ миноносцевъ (*Chevalier, Lancier, Corsaire, Mousquetaire* и др.), а также на нѣсколько нашихъ миноносцевъ. Такой формы трубокъ, согнутой на три колѣна, фирма Дю-Тампля придерживалась до 1896 г.

Важнымъ усовершенствованіемъ котловъ была также замѣна чугунныхъ четырехугольных водяныхъ коллекторовъ

цилиндрическими, склепанными изъ стальныхъ листовъ. Независимо отъ своей неудовлетворительности въ отношеніи прочности и крѣпости, прежніе коллекторы были неудобны еще въ томъ отношеніи, что заставляли придавать нижнему колѣну трубокъ направление, близкое къ горизонтальному, въ ущербъ топочной камерѣ, которой оказывалось невозможнымъ придать достаточную высоту. Въмѣсто нѣсколькихъ боковыхъ горловинъ, цилиндрическіе коллекторы снабжаются

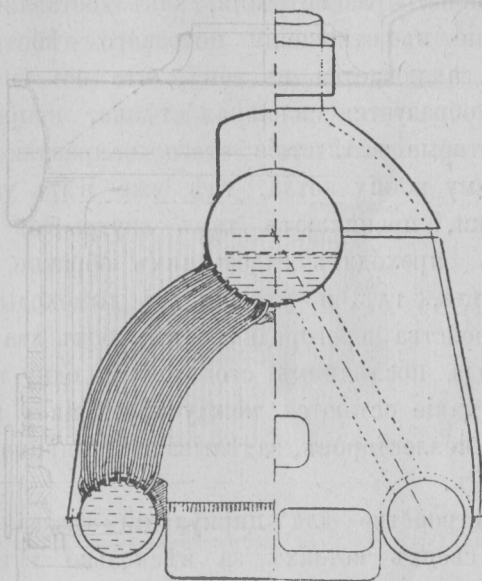


Рис. 202.

Новѣйшая форма котловъ Дю-Тампля (типъ Дю-Тампля-Гюйо).

только одной на переднемъ днищѣ. Такимъ образомъ форма котла на рис. 200 и 201 представляется значительно усовершенствованной по сравненію съ формой на рис. 199; трубки поднимаются отъ водяныхъ коллекторовъ вертикально, придавая топочной камерѣ высоту гораздо больше, чѣмъ на рис. 199. Въ этихъ котлахъ подъ дымовой трубой ставили щитъ, чтобы направлять горячіе газы къ концамъ батарей трубокъ для равномернаго нагрѣванія послѣднихъ какъ въ серединѣ батареи, такъ и на концахъ.

Въ настоящее время фирма Дю-Тампля совсѣмъ отказалась отъ зигзагообразнаго изгиба трубокъ, ограничиваясь дугообразнымъ изгибомъ, какъ можно видѣть на рис. 202, а кромѣ того трубки въ котлѣ расположены такимъ образомъ, что горячіе газы проходятъ чрезъ батареи трубокъ въ продольномъ направленіи, а не поперечномъ, какъ прежде, благодаря чему получается *котелъ съ обратнымъ ходомъ дыма*, очень важное нововведеніе въ водотрубныхъ котлахъ, заслуживающее болѣе подробнаго разсмотрѣнія, какъ доставляющее очевидное улучшеніе въ отношеніи полезнаго дѣйствія котла. Устройство это заключается въ томъ, что изъ внутреннихъ рядовъ трубокъ образуется сплошная стѣнка, непроницаемая для газовъ, которые вслѣдствіе этого направляются вдоль топки къ заднему концу котла, гдѣ уже нѣтъ упомянутой сплошной стѣнки, проникаютъ тамъ внутрь той и другой батареи трубокъ, проходятъ сквозь нихъ обратно къ переднему концу котла, гдѣ и уходятъ въ дымоходы дымовой трубы. Для устройства перегородки изъ трубокъ два крайнихъ внутреннихъ ряда послѣднихъ сводятся въ одну плоскость, а промежутки, какіе остаются между трубками у паросушителя и водяныхъ коллекторовъ, задѣлываются кирпичной кладкой или азбестомъ.

Такое же устройство для циркуляціи газовъ Нормантъ примѣнилъ въ своихъ котлахъ за нѣсколько лѣтъ раньше фирмы Дю-Тампля, но это изобрѣтеніе принадлежитъ, кажется, инженеръ-механику Гюйо, а потому новѣйшая форма котловъ Дю-Тампля извѣстна подъ названіемъ котловъ Дю-Тампля-Гюйо. Въ концѣ 1896 г. заказаны были для двухъ французскихъ миноносцевъ котлы этой формы и слѣдующихъ размѣровъ: поверхность нагрѣва 1130 кв. ф., площадь колосниковой рѣшетки — $24\frac{1}{2}$ кв. ф., наружный діаметръ трубокъ — $1\frac{1}{32}$ дм., ихъ толщина около $\frac{3}{32}$ дм., вѣсъ пустого котла съ дымовой трубой и принадлежностями 5,7 т. и вѣсъ воды въ немъ 1,4 т.

Въ заключеніе надо указать еще одну характерную особенность котловъ Дю-Тампля, которая была принята съ самаго начала и удерживается заводомъ до сихъ поръ; это спо-

способъ закрѣпленія трубокъ въ стѣнкахъ коллекторовъ, который состоитъ въ томъ, что на конецъ трубокъ навинчивается коническая втулка *N*, рис. 203, которая вставляется въ отверстіе въ стѣнкѣ *M* коллектора, и гайка *I*, зажимающая трубку въ отверстіи. Благодаря такому способу закрѣпленія облегчается выниманіе и вставленіе трубокъ; вынувъ лопнувшую трубку, всегда бываетъ легко закупорить ея отверстіа; въ этомъ заключается важное преимущество такого устройства, но оно представляетъ то неудобство, что въ стѣнкахъ коллекторовъ приходится дѣлать большія отверстія и разставлять трубки на большіе промежутки, не говоря уже объ ослабленіи концовъ трубокъ нарѣзкой. Достоинство такой системы закрѣпленія наглядно выказалось при аваріи на французскомъ

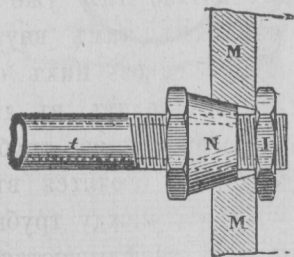


Рис. 203.

Способъ закрѣпленія трубокъ въ котлѣ Дю-Тампля.

миноносца *Chevalier* въ 1894 г.: вслѣдствіе упущенной изъ котла воды, стѣнки его паросушителя подверглись постоянному расширенію въ томъ мѣстѣ, гдѣ вставлены трубки и съ одной только стороны, такъ что образовалось продольное выпучиваніе довольно значительной высоты; всѣ отверстія для трубокъ сдѣлались овальными съ большою осью въ плоскости, перпендикулярной къ оси паросушителя; не смотря на это, всѣ втулки и гайки трубокъ остались на мѣстѣ и соединенія даже не потекли.

Котлы Дю-Тампля установлены на довольно большомъ числѣ миноносцевъ, какъ французскихъ, такъ и нашихъ, а кромѣ того въ англійскомъ флотѣ ихъ поставили на мин-

ную лодку *Spanker* (3000 инд. л. с.). Однако въ послѣднее время спросъ на эти котлы замѣтно уменьшился, — вездѣ отдають предпочтеніе котламъ Нормана.*

28. Котлы Дю-Тампля — Нормана.

При часто повторяющихся форсированныхъ ходахъ французскихъ миноносцевъ съ прежними котлами Дю-Тампля обнаружилось, что при сильномъ парообразованіи прерывается

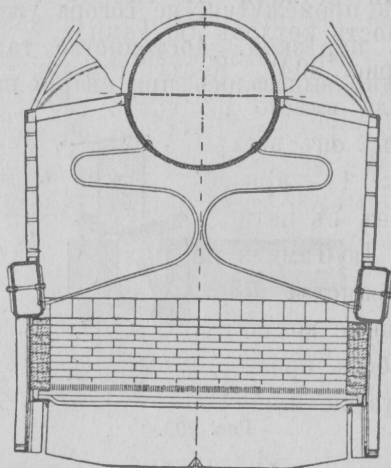


Рис. 204.

циркуляція воды въ длинныхъ трубкахъ, потому что большое количество пара, образующееся въ расположенныхъ горизонтально частяхъ трубокъ, не уходитъ кверху въ паросушитель, а направляется въ нижніе коллекторы, гдѣ давленіе бываетъ нѣсколько ниже, вслѣдствіе чего соотвѣтствующія мѣста трубокъ перегрѣваются. Въ виду этого Норманъ изъ Гавра предложилъ для этихъ котловъ улучшенную форму трубокъ, рис. 204, и такіе котлы получили примѣненіе на многихъ французскихъ миноносцахъ подъ названіемъ котловъ Дю-Тампля—Нормана. Норманъ укоротилъ вдвое длину трубокъ и удвоилъ ихъ число, такъ что поверхность нагрѣва осталась та же самая. вмѣстѣ

съ тѣмъ онъ расположилъ нижнюю часть трубокъ круче, затѣмъ изогнулъ ее по дугѣ большаго радіуса и тѣмъ облегчилъ подниманіе пузырьковъ пара. Отношеніе діаметра трубокъ къ длинѣ, составлявшее у прежнихъ котловъ Дю-Тампля 1 : 320, въ котлахъ Дю-Тампля — Нормана приведено въ 1 : 160.

Эти котлы надежнѣе своихъ предшественниковъ. Прежде всего ихъ поставили на миноносцы *Lancier* и *Перновъ*, а потомъ ихъ установили также на быстроходный миноносецъ *Forban*, о которомъ упоминалось въ введеніи.

* Во Франціи котлами Дю-Тампля-Нормана называется не та разновидность котловъ Дю-Тампля, которую указываетъ здѣсь авторъ (рис. 204). Когда Норманъ началъ строить котлы Дю-Тампля вмѣсто локомотивныхъ для заказываемыхъ ему миноносцевъ, онъ ввелъ въ нихъ сразу слѣдующія усовершенствованія: 1) упростилъ форму трубокъ, уменьшивъ число ихъ колѣнъ съ пяти до трехъ и придавъ имъ форму, какъ у котловъ Дю-Тампля на рис. 200, 2) увеличилъ высоту топочнаго пространства и 3) сталъ строить цилиндрическіе склепанные водяные коллекторы; вмѣстѣ съ тѣмъ онъ ввелъ закрѣпленіе трубокъ простой раскаткой. Такіе котлы поставлены на французскіе миноносцы *Flibustier*, *Ariel* и нѣсколько другихъ*.

29. Котлы Нормана.

Послѣ того какъ Норманъ изъ Гавра предложилъ вышеупомянутое усовершенствованіе котловъ Дю-Тампля, онъ и самъ началъ строить котлы, изображенные на рис. 205 и 206. Паросушитель, снабженный колпакомъ, соединяется съ двумя нижними коллекторами большимъ числомъ трубокъ, вставленныхъ въ него снизу и сверху уровня воды; эти трубы прежде были мѣдныя или латунныя, а теперь берутся стальные. Отъ паросушителя, въ который вводится питательная вода, идутъ на заднемъ и переднемъ концѣ котла по двѣ большихъ трубы къ нижнимъ коллекторамъ, которые служатъ для послѣднихъ

питательными трубами. Такъ какъ въ остальномъ эти котлы мало отличаются отъ описываемыхъ ниже котловъ Торникрофта, то дальнѣйшее описаніе будетъ излишне; надо только упомянуть еще, что нижніе коллекторы теперь выдѣляются изъ стали, какъ сообщилъ мнѣ Норманъ при моемъ посѣщеніи его завода, когда онъ строилъ французскіе миноносцы № 201—

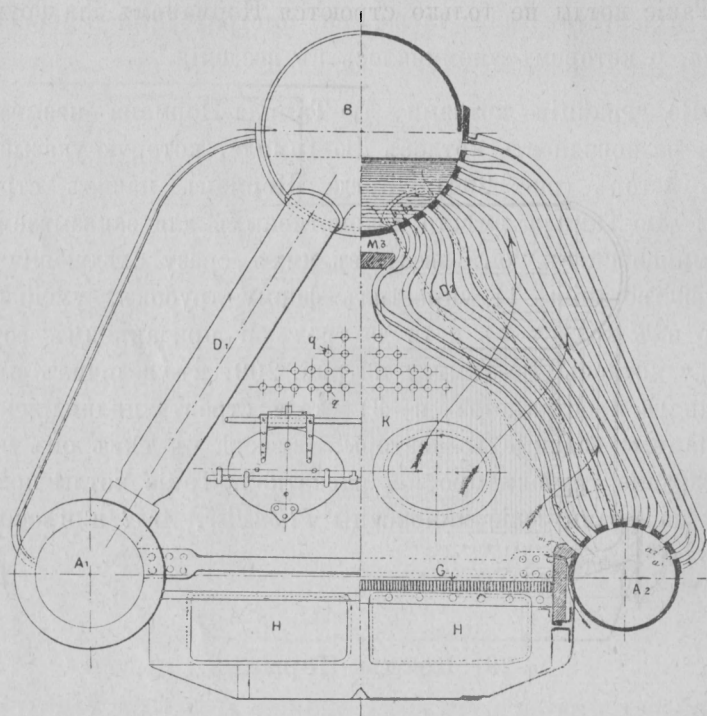


Рис. 205.

Котель Нормана.

205 вмѣстѣ съ машинами и котлами. Уже у котловъ миноносцевъ № 183—185 онъ старался устроить просторныя топки и улучшить горѣніе. Онъ достигъ этого, прикрывъ трубки сверху, какъ показываетъ рис. 205 и 206, на большей части длины котла, а также ограничивъ сзади топку стѣнкой изъ шамота. Горячіе газы могутъ уходить изъ образующейся такимъ обра-

зомъ топки только между трубками, расположенными у топочныхъ дверецъ, и вытягиваются отсюда по промежуткамъ между трубками, горизонтально въ обѣ стороны, въ дымовую трубу, расположенную на другомъ концѣ. Чтобы нагрѣвались не только верхнія, но и нижнія части трубокъ, часть горячихъ газовъ должна выходить изъ топки чрезъ маленькія отверстія, сдѣланныя снизу въ отдѣляющихъ перегородкахъ.

Такіе котлы не только строятся Норманомъ для француз-

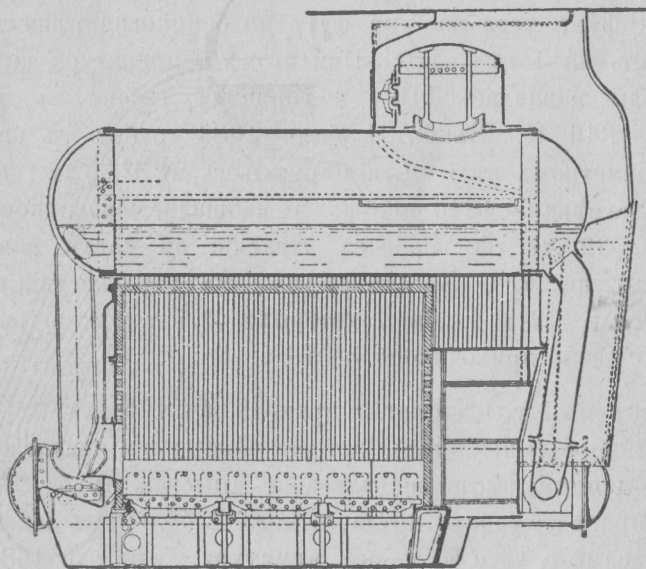


Рис. 206.

Котель Нормана.

скихъ миноносцевъ, но они примѣнены также Пэльмеромъ и Томсономъ для англійскихъ минныхъ крейсеровъ.

Норманъ всегда снабжаетъ свои котлы подогревателемъ питательной воды, въ которомъ послѣдняя пріобрѣтаетъ температуру выше 115° Ц., нагрѣваемая паромъ изъ золотниковой коробки низкаго давленія. Этому сильному нагрѣванію питательной воды, а также необычайно сильному сжатію пара въ цилиндрахъ его машинъ, которыя для этой цѣли снабжаются

особыми клапанами, приписываетъ онъ экономичные результаты, полученные съ его новыми миноносцами, на которыхъ по его даннымъ до скорости въ 15 узловъ расходуется всего 1.2 фунт. угля на 1 инд. л. с. въ часъ и до 25 узловъ всего $2\frac{1}{4}$ фунт.

На французскомъ миноносцѣ № 185 съ котломъ, какъ на рис. 205 и 206, на пробѣ форсированнымъ ходомъ машина развила 1680 инд. лош. силъ, въ то время какъ при давленіи воздуха въ $3\frac{1}{2}$ дм. столба воды расходовалось въ часъ 78 фунт. угля на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки или 1.7 фунт. на 1 инд. л. с. При этомъ температура питательной воды равнялась 116° , а горячихъ газовъ въ дымовой трубѣ — 340° Ц. Въ котлѣ было 1284 трубки съ внутреннимъ діаметромъ въ 1 дм. и наружнымъ въ $1\frac{3}{16}$ дм.; поверхность нагрѣва — 1840 кв. ф. и площадь колосниковой рѣшетки — 39 кв. ф. Рабочее давленіе въ котлѣ равнялось 200 фунт. на кв. д. Котелъ въ готовомъ для дѣйствія состояніи вѣсилъ 13,3 т., изъ которыхъ 2,7 т., т. е. около $\frac{1}{5}$ полного вѣса, приходилось на воду.

Итакъ на 1 т. вѣса котла приходилось 126 инд. л. силъ, — необычайно большое число, которое вызываетъ предположеніе, что въ данный вѣсъ не включена дымовая труба, а также другія принадлежности котла, — можетъ быть, онъ заключаетъ только самый котелъ и его арматуру, или что 1680 инд. лош. силъ представляютъ наибольшую, а не среднюю мощность машины во время пробы. На это отчасти указываетъ уже и то, что на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки должно развиваться 43 инд. лош. силы. т. е. на 10,8 больше, чѣмъ получили въ 1895 г. на построенныхъ Томсономъ англійскихъ минныхъ крейсерахъ *Rocket*, *Shark* и *Surly*, каждый съ 4 котлами Нормана. Машины этихъ судовъ развили на пробахъ форсированнымъ ходомъ въ среднемъ 4210 инд. лош. силъ, откуда, при площади колосниковыхъ рѣшетокъ въ 165 кв. фут., приходится $25,5$ инд. л. с. на 1 кв. ф. ихъ площади. Вѣсъ котловъ къ сожалѣнію неизвѣстенъ, такъ что мощность машинъ на 1 т. ихъ вѣса опредѣлить нельзя. Если принять

здѣсь за мѣрило число лош. силъ, развиваемыхъ на 1 кв. футъ площади колосниковыхъ рѣшетокъ, то получили бы около 80 инд. лош. силъ на 1 т. вѣса котловъ и слѣдовательно котель Нормана принадлежитъ къ числу самыхъ производительныхъ современныхъ водотрубныхъ котловъ.

* Для возможнаго упрощенія формы трубокъ въ своихъ котлахъ и увеличенія топочнаго пространства, Норманъ при-

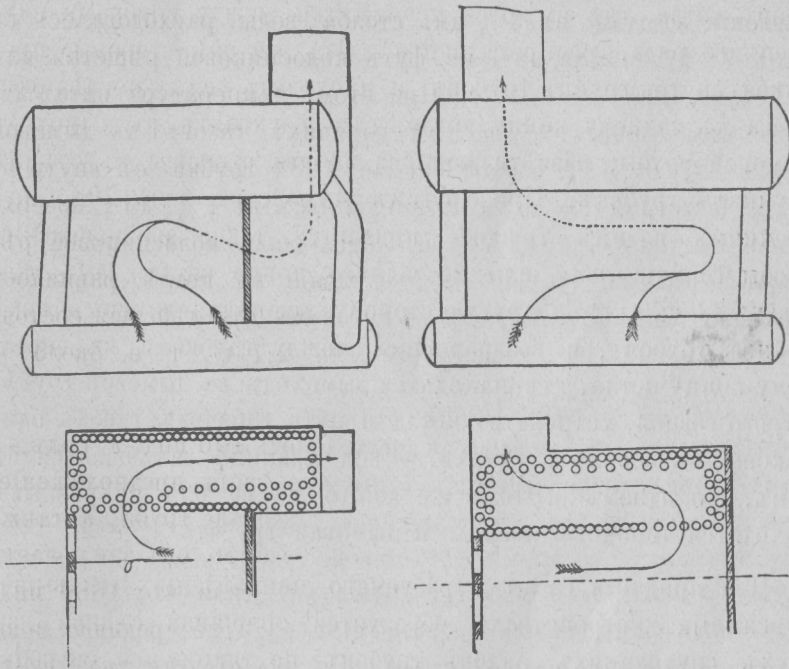


Рис. 207.

Рис. 208.

Двѣ системы устройства котловъ Нормана.

даетъ трубкамъ только такую кривизну, какая необходима для сообщенія имъ надлежащей упругости и для того, чтобы ихъ концы вставлялись въ коллекторы нормально къ поверхности послѣднихъ; кромѣ того внутреннимъ рядамъ трубокъ придается нѣкоторая кривизна въ верхней части для образованія какъ бы свода надъ топкой и для поддерживанія мостика изъ кирпичей подъ паросушителемъ (рис. 205).

Чтобы по возможности удлинить путь горячихъ газовъ между трубками такой упрощенной формы, Норманъ придаетъ имъ продольное движеніе, примѣняя для этого одно изъ двухъ устройствъ, которыя представлены на рис. 207 и 208 и одно изъ которыхъ изобрѣтено имъ въ 1890 г., а другое въ 1893 г. При первомъ изъ нихъ, рис. 207 горячіе газы, встрѣчая на заднемъ концѣ топки кирпичную стѣнку и сплошную перегородку изъ трубокъ по бокамъ, направляются къ переднему концу котла, гдѣ имѣются промежутки между трубками внутреннего ряда, распредѣляются здѣсь на обѣ стороны, проникая внутрь группъ трубокъ, и проходятъ между послѣдними снова къ заднему концу котла, гдѣ и уходятъ въ дымоходъ дымовой трубы, развѣтвляющійся на два отростка къ обѣимъ группамъ трубокъ. При другомъ устройствѣ, рис. 208, внутреннимъ рядамъ трубокъ дается такое расположеніе, чтобы горячіе газы шли до задняго конца котла, тамъ распредѣлялись въ ту и другую сторону, проникая внутрь обѣихъ группъ трубокъ, и возвращались между трубками къ переднему концу котла, гдѣ находится дымоходъ къ дымовой трубѣ. Строго говоря, устройство котла и путь горячихъ газовъ одинаковы въ обоихъ случаяхъ, — вся разница заключается въ томъ, на одномъ и томъ же концѣ котла или на разныхъ находятся топочныя дверцы и дымовая труба.

Для приданія газамъ требуемаго направленія при вышеописанныхъ устройствахъ образуется сплошная стѣнка изъ двухъ внутреннихъ рядовъ трубокъ по такому же способу, какъ и въ новѣйшихъ котлахъ Дю-Тампля (стр. 142). Такая же сплошная стѣнка образуется и изъ двухъ наружныхъ рядовъ трубокъ съ каждой стороны для устраненія лучеиспусканія внаружу. Кромѣ того приблизительно на разстояніи четверти длины котла отъ дымохода расположены между трубками сверху и до половины ихъ высоты поперечные тонкіе стальные листы, отклоняющіе струи горячихъ газовъ книзу и обезпечивающіе болѣе равномерное нагрѣваніе трубокъ.

Трубки закрѣпляются въ стѣнкахъ коллекторовъ раскаткой. Употребляютъ цѣльно-тянутыя трубки изъ мягкой стали

наилучшаго качества; даже и въ случаѣ разрыва такіа трубы даютъ очень небольшое отверстіе, благодаря чему подобныя аваріи не могутъ представлять серьезной опасности для кочегаровъ.

Нормановскіе котлы, которые въ послѣднее время начинаютъ замѣтно вытѣснять изъ употребленія котлы Дю-Тампля, поставлены на большемъ числѣ французскихъ миноносцевъ, на нашемъ минпомѣ крейсерѣ *Абрекз* и заказаны для нѣсколькихъ нашихъ миноносцевъ. Главныя данныя для этихъ котловъ (рис. 207) на *Forban* таковы: площадь колосниковой рѣшетки 44 кв. ф., поверхность нагрѣва 2314 кв. ф., наружный діаметръ трубокъ $1\frac{1}{32}$ дм., ихъ толщина $\frac{1}{8}$ дм.. Вѣсъ котла съ принадлежностями и дымовой трубой 12,4 т., вѣсъ воды въ немъ 3,165 т. На пробѣ, при ходѣ со скоростью 31,02 уз., сжигали около 64 англ. фунт. угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки въ часъ, причемъ получили около 50 инд. л. с. на 1 кв. ф. рѣшетки, такъ что расходъ угля на 1 инд. л. с. въ часъ равнялся 1,3 англ. фунт.

Котлы Нормана получили примѣненія и на большихъ судахъ. Такъ они установлены на англійскомъ крейсерѣ 3-го класса *Pelorus* въ 2100 т. водоизмѣщенія: всѣхъ котловъ тамъ 8; площадь колосниковыхъ рѣшетокъ равняется 350 кв. ф., поверхность нагрѣва 15800 кв. ф.; трубки стальные, цѣльно-тянутыя, цинкованныя снаружи, какъ и во всѣхъ нормановскихъ котлахъ англійской постройки; рабочее давленіе пара въ котлахъ 300 фунт., а въ машинахъ оно уменьшается до 250 фунт. На пробѣ форсированнымъ ходомъ машины крейсера развили 7028 инд. л. с.*

30. Котлы Нормана-Сигоди.

Вышеописанные котлы Норманъ строилъ до сихъ поръ только для миноносцевъ, но теперь, когда по строительной программѣ французскаго морскаго министерства на 1896/97 гг. его котлы ставятся также на крейсеръ 1 класса *Jeanne-d'Arc*

въ 11000 т. водоизмѣщенія и на минныя авизо *Dunois* и *La Hire* въ 896 т. водоизмѣщенія, т. е. когда надо устанавливать котлы группами, онъ водоизмѣнилъ ихъ по предложенію своего друга, желѣзнодорожнаго инженера Сигоди, придавъ имъ устройство, при которомъ изъ двухъ простыхъ котловъ образовался двойной на подобіе того, какъ и при цилиндрическихъ котлахъ, причемъ какъ нижніе коллекторы, такъ и верхніе соединяются одинъ съ другимъ широко

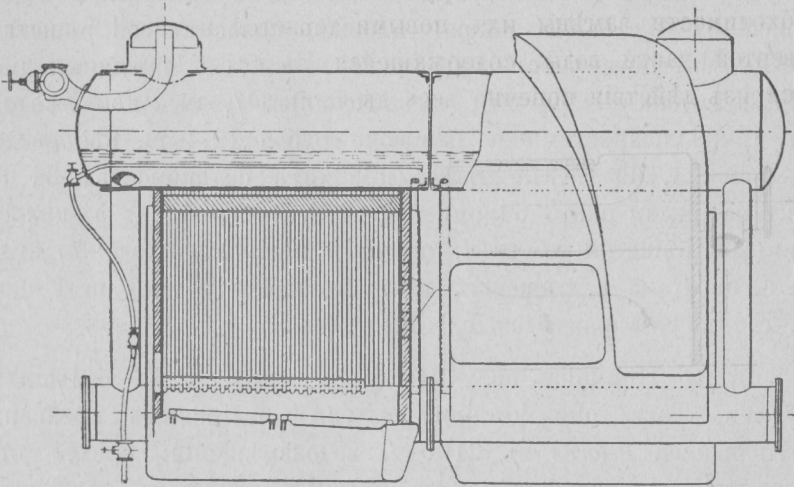


Рис. 209.

Котель Нормана-Сигоди.

кими трубами. При этомъ приходится бороться съ колебаніями давленія и уровня воды, какія всегда бываютъ въ котлахъ съ малымъ водянымъ пространствомъ, и затрудняется правильное распредѣленіе питательной воды. Если съ одной помпой соединяются нѣсколько котловъ, то помпа подаетъ воду всегда въ котель съ наименьшимъ давленіемъ, гдѣ и безъ того бываетъ самый высокій уровень воды вслѣдствіе обусловливаемаго этимъ обстоятельствомъ незначительнаго парообразованія. Хотя котлы, снабженные подобными соединительными трубами, образуютъ, собственно говоря, одинъ котель, но

питательная вода доставляется имъ отдѣльно, чтобы надежнѣе поддерживалось равномерное парообразование.

* Двойные котлы Нормана-Сигоди, рис. 209 и 210, снабжаются коллекторами, трубами обратной воды и водогрѣйными трубками увеличенныхъ діаметровъ; верхній коллекторъ или паросушитель дѣлается одинъ общій для всего двойного котла и тянется по всей его длинѣ, а водяныя коллекторы раздѣляются на серединѣ длины глухой перегородкой, такъ что въ случаѣ неисправности трубокъ въ одной изъ батарей и необходимости замѣны ихъ новыми теряется немного больше четвертой части воды, содержащейся въ котлѣ, хотя выводится изъ дѣйствія конечно весь двойной котель. Примѣненіе

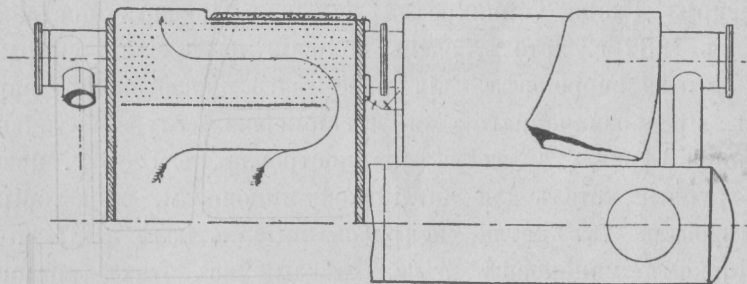


Рис. 210.

Котель Нормана-Сигоди.

подобныхъ двойныхъ котловъ не даетъ такой большой экономіи въ вѣсѣ, какъ примѣненія двойныхъ цилиндрическихъ котловъ. Надо думать, что при паросушителяхъ около 19 фут. длиной должны приниматься какія либо приспособленія для поддержанія правильнаго уровня воды на качкѣ.

Основные данныя относительно котловъ Нормана-Сигоди для упомянутаго выше крейсера *Jeanne-d'Arc* таковы: — Давленіе пара—245 фунт. на кв. дм., число котловъ—13, площадь колосниковыхъ рѣшетокъ въ одномъ котлѣ—101 кв. ф. и поверхность нагрѣва—4617,5 кв. ф., наружный діаметръ трубокъ— $1\frac{3}{16}$ дм., ихъ число въ котлѣ—1994, полный вѣсъ котла съ водой (приблизительно) $33\frac{3}{4}$ т., вѣсъ воды

около 6 т.; машины крейсера должны развивать 28500 инд. лош. силъ.

Кромѣ этого крейсера котлы Нормана-Сигоди ставятся на слѣдующія французскія суда: крейсеръ *C₃* — 285000 инд. л. с., *D₂* и *D₃* — по 17100 инд. л. с., *Châteaurenault* — 24000 инд. л. с., *Dupetit-Thouars*, *Gueydon* и неимѣющій еще названія — по 20000 инд. л. с., минные крейсера *Dunois* и *La Hire* по 6400 инд. л. с., минныя авизо *Durandal* и *Hallebarde* — по 4800 инд. л. с.*

31. Котлы Торникрофта.

Фирма Джона Торникрофта и К^о въ Чисвикѣ построила еще въ 1882 г. котелъ, очень похожій на прежній спиральный котелъ Геррешофа, для маленькаго плоскодоннаго парохода, предназначеннаго для миссіонерской службы во внутренней Африкѣ, а затѣмъ она построила въ 1886 г. новый водотрубный котелъ для англійской миноноски, за которымъ послѣдовали два котла, испробованные въ іюлѣ 1887 г. на испанскомъ миноносцѣ *Ariete*. Каждый изъ этихъ котловъ, рис. 211 и 212, состоитъ главнымъ образомъ изъ верхняго горизонтальнаго цилиндрическаго паросушителя, двухъ нижнихъ, расположенныхъ съ обѣихъ сторонъ топки, также горизонтальныхъ водяныхъ цилиндровъ, двухъ большихъ трубъ обратной воды между верхнимъ коллекторомъ и нижними и большого числа тонкихъ водогрѣйныхъ трубокъ.

Какъ у большей части новѣйшихъ водотрубныхъ котловъ, питательная вода поступаетъ въ нижнюю часть паросушителя, течетъ по трубамъ обратной воды въ нижніе коллекторы и изъ послѣднихъ попадаетъ въ водогрѣйныя трубки, въ которыхъ она испаряется, уходя въ верхнюю часть паросушителя. Нормальный уровень воды долженъ находиться приблизительно на серединѣ паросушителя, хотя этого строго не придерживаются. Чтобы паросушитель возможно лучше исполнялъ свое назначеніе, — отдѣлялъ отъ пара увлеченную съ нимъ воду, онъ не долженъ подвергаться непосредственному дѣйствію горя-

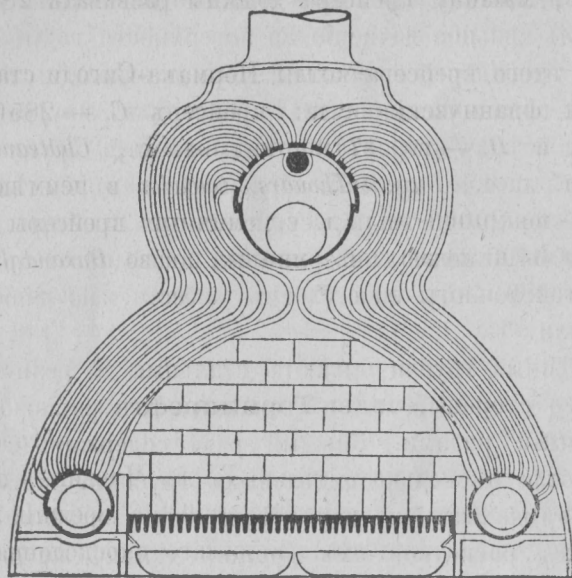


Рис. 211.

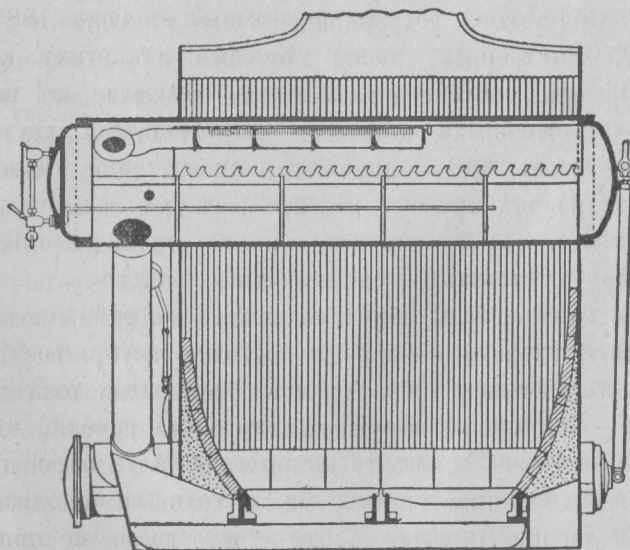


Рис. 212.

Первый типъ котловъ Торникрофта.

чихъ газовъ, потому что иначе происходящее тамъ испареніе вызывало бы сильное волненіе на поверхности воды. Для этой цѣли всѣ трубы своей верхней частью огибають паросушитель, какъ показывается рис. 211. Такъ какъ внутренніе ряды трубокъ съ обѣихъ сторонъ плотно подходятъ другъ къ другу въ серединѣ котла, то онѣ образуютъ какъ бы нѣбо надъ тонкой и прикрываютъ паросушитель отъ пламени. Въ первыхъ котлахъ нижнюю поверхность послѣдняго прикрывали отъ лучистой теплоты еще слоемъ асбеста, но впослѣдствіи это оставили.

Водогрѣйныя трубы бываютъ стальные и, если смотрѣть на нихъ со стороны, то онѣ оказываются расположенными вертикальными рядами. Каждый рядъ содержитъ съ каждой стороны котла нѣсколько отдѣльныхъ трубокъ, вставленныхъ въ котель въ шахматномъ порядкѣ, причемъ онѣ закрѣпляются въ стѣнкахъ раскаткой ихъ концовъ такимъ же способомъ, какъ и дымогарныя трубы. Двѣ наружныя трубы cadaго ряда сейчасъ же за мѣстомъ своего закрѣпленія изогнуты такимъ образомъ, что онѣ прилегають одна къ другой, образуя плотное прикрытіе, устраняющее выходъ горячихъ газовъ внаружу. Внутреннія трубы сохраняють до паросушителя свое положеніе, обусловливаемое ихъ шахматнымъ расположеніемъ въ трубныхъ доскахъ, и допускають прохожденіе горячихъ газовъ чрезъ промежутки между ними. Число внутреннихъ рядовъ трубокъ можно измѣнять какъ угодно, — оно зависить только отъ поверхности цилиндра, въ какую ихъ можно вставлять. Поднимающіеся между водогрѣйными трубками горячіе газы обходятъ вмѣстѣ съ ними около паросушителя и уходятъ наверху въ дымовую трубу. Вся батарея трубокъ заключена въ кожухъ изъ тонкихъ листовъ, который прикрытъ со стороны наружныхъ трубокъ шамотомъ и азбестомъ, а снаружи снабженъ покрышкой изъ азбестоваго картона. Свободное пространство между трубками занято спереди топочною дверцей, а сзади заложено огнеупорными кирпичами, которыми прикрыта также стѣнка, выступающая въ топку около нижнихъ коллекторовъ, чтобы защитить ее отъ непосредственнаго дѣйствія пламени.

Какъ уже упоминалось выше, котлы съ горизонтальными и наклонными прямыми трубками легко подвергаются вскипанію, но у котловъ разсматриваемой группы это случается рѣдко. Чѣмъ быстрѣе происходитъ само по себѣ парообразование въ водотрубныхъ котлахъ, тѣмъ быстрѣе вода врывается въ паросушитель, настолько же быстро вытекая оттуда чрезъ трубы обратной воды въ нижніе коллекторы, и такимъ образомъ тѣмъ лучше бываетъ циркуляція. Такъ какъ при этомъ паръ производитъ взаимно уничтожающееся давленіе какъ внизъ на воду въ нижнихъ коллекторахъ, такъ и вверхъ на воду въ паросушителѣ, то все-таки поддерживается разность въ удѣльномъ вѣсѣ смѣси воды и пара въ водогрѣйныхъ трубкахъ и чистой воды въ пространствѣ двухъ трубъ обратной воды, и эта разность производитъ непрерывную и очень сильную циркуляцію. Такъ какъ котлы съ особенно сильной циркуляціей имѣютъ стремленіе производить влажный паръ, то Торникрофтъ старается отдѣлить воду отъ пара механическимъ путемъ при выходѣ смѣси изъ трубокъ въ паросушитель.

Важный недостатокъ котловъ Торникрофта — почти полная ихъ недоступность для исправленій. Если одна изъ внутреннихъ трубокъ придетъ въ негодность, то надо вырѣзать всѣ крайнія трубки, находящіяся въ одномъ рядѣ съ нею, такъ что для перемѣны трубки всегда приходится опорожнять и остуживать котель. Торникрофтъ утверждаетъ, что его котлы требуютъ мало исправленій, потому что онъ обладаетъ очень хорошей циркуляціей воды и большою упругостью, вслѣдствіе чего течъ трубокъ случается рѣдко. Практика, кажется, подтверждаетъ это его мнѣніе, потому что до сихъ поръ течъ и перегрѣваніе отдѣльныхъ трубокъ происходитъ не часто, хотя наблюдаютъ перегрѣваніе верхнихъ частей трубокъ при слишкомъ низкомъ уровнѣ воды.

Профессоръ Кеннеди испытывалъ паропроизводительность котла Торникрофта вышеописаннаго устройства и нашелъ, что при естественной тягѣ можно преобразовать 13,4 фунт. воды въ 100° Ц. въ паръ той же температуры на 1 фунтъ угля (правильнѣе было бы сказать: чистаго топлива), теоретическая парообразовательная способность котораго равняется

по анализу 15,41 фунт., такъ что котелъ обладаетъ полезнымъ дѣйствіемъ, равнымъ 0,87, — необычайно высокое число и мало вѣроятное, если принять въ расчетъ результаты, полученные съ этими котлами на миноносцѣ *Cushing*. При послѣднихъ изслѣдованіяхъ, произведенныхъ Лорингомъ, бывшимъ инженеръ-механикомъ сѣверо-американскаго флота, въ самомъ выгодномъ случаѣ, при сжиганіи 9 фунт. угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки, испарялось всего 10,55 фунт. воды на 1 фунтъ угля при влажности пара въ 8,09%, а при самомъ сильномъ горѣніи по 78 фунт. угля на 1 кв. футѣ колосниковой рѣшетки это число понижалось до 5,3 фунт. воды. Котелъ, надъ которымъ производились эти опыты, содержалъ 2 т. воды на 11 т. полного вѣса, т. е. вода составляла $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ вѣса котла. По даннымъ Торникрофта такіе котлы при форсированныхъ пробахъ должны доставлять 68 инд. лош. силъ на 1 т. ихъ вѣса. что представляется очень преувеличеннымъ, судя по приводимымъ ниже офиціальнымъ даннымъ. Что въ нихъ можно разводить пары въ 15—20 минутъ, не опасаясь течи трубокъ отъ слишкомъ быстрого нагрѣванія, это видѣлъ я самъ.

Эти котлы между прочимъ ставились не только на миноносцы англійскаго, испанскаго, французскаго и сѣверо-американскаго флота, но и на большіе суда, какъ напримѣръ на англійскій минный крейсеръ *Speedy*, датскій крейсеръ *Geyser*, а также на германскій броненосецъ *Aegir*. Судя по такимъ примѣненіямъ, котлы должны давать удовлетворительные результаты. Особенно хорошій отзывъ дало о нихъ датское морское вѣдомство по поводу пробы *Geyser*'а, хотя тамъ получили только 39 инд. лош. силъ на 1 т. вѣса котловъ, тогда какъ на *Speedy* по даннымъ Торникрофта должно развиваться 52 инд. лош. силы. Между тѣмъ англійскій главный инженеръ-механикъ Дерстонъ сообщаетъ на засѣданіи Института Гражданскихъ Инженеровъ, что на *Speedy* въ 1893 г. получили при 24,7 инд. л. с. на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки 43,9 инд. лош. с. на 1 т. вѣса котловъ, т. е. на 8 инд. л. с. меньше, чѣмъ указалъ Торникрофтъ. На *Geyser*'ѣ котлы съ водой вѣсятъ 108,2 т., а одна вода 17,4 т., т. е.

около $\frac{1}{6}$ вѣса котловъ; и такъ здѣсь получается приблизительно такое же отношеніе, какъ и у котловъ Никлосса.

Такъ какъ извѣстно, что стальные трубы ржавѣютъ гораздо легче прежнихъ желѣзныхъ трубокъ, то Торникрофтъ пробовалъ замѣнить ихъ мѣдными и латунными. Та и другая попытка, которыя предпринимались главнымъ образомъ въ датскомъ флотѣ, окончились неудачей вслѣдствіе недостаточной крѣпости матеріала при высокой температурѣ (особенно легко перегрѣвались трубы въ верхнихъ частяхъ, по которымъ проходитъ паръ). Послѣ этого Торникрофтъ сталъ оцинковывать внутри стальные трубы, въ чемъ онъ достигъ успѣха послѣ многихъ опытовъ (онъ производилъ цинкованіе передъ изгибомъ). Впрочемъ теперь выяснилось, что эта тонкая цинковая оболочка, распределенная по большой поверхности, растворяется кислотами, содержащимися въ котельной водѣ; во время продолжительнаго бездѣйствія образуется водородъ, который, прійдя въ соприкасаніе съ неосторожно введеннымъ въ него пламенемъ, воспламеняется и можетъ причинить опасность. Теперь внутреннее цинкованіе трубокъ оставлено.

Опаснѣе внутреннихъ развѣданій трубокъ наружныя обожженія, происходящія отъ употребленія струи пара для удаленія сажи и гораздо труднѣе устранимыя; Торникрофтъ предлагаетъ противъ этого наружное цинкованіе стальныхъ трубокъ. Не всю сажу между трубками можно удалить помощію баненія паромъ, — часть ея всегда падаетъ внизъ и при бездѣйствіи котла, въ соединеніи съ сыростью отъ баненія трубокъ паромъ, особенно при нѣскольکو сѣрнистомъ углѣ, образуется осадокъ, пристающій къ поверхностямъ нижнихъ частей трубокъ и сильно развѣдающій ихъ.

Остальныя вліянія, вредно дѣйствующія на прочность котловъ, какъ напримѣръ образованіе жирowychъ кислотъ, предотвращаютъ уменьшеніемъ смазки цилиндровъ, введеніемъ фильтровъ въ линію питательныхъ трубъ, цинковыми пластинами, введеніемъ соды и пр., точно также, какъ образованіе внутри трубокъ осадковъ, причиняющихъ прогораніе трубокъ, устраниаютъ питаніемъ котловъ исключительно прѣсной водой.

Но всѣ эти мѣры предосторожности требуютъ очень большой внимательности и аккуратности отъ прислуги.

Новые котлы Торникрофта отличаются отъ своихъ выше-

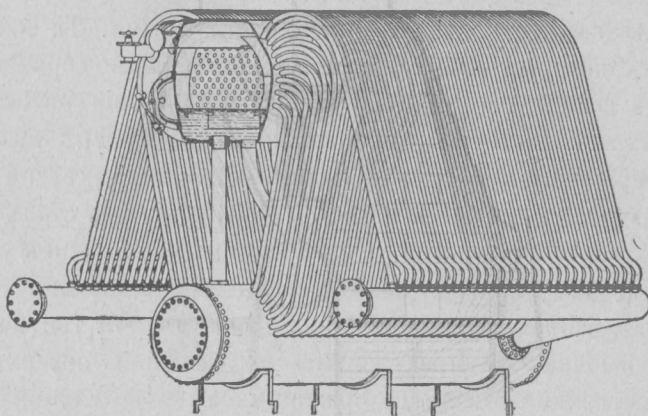


Рис. 213.

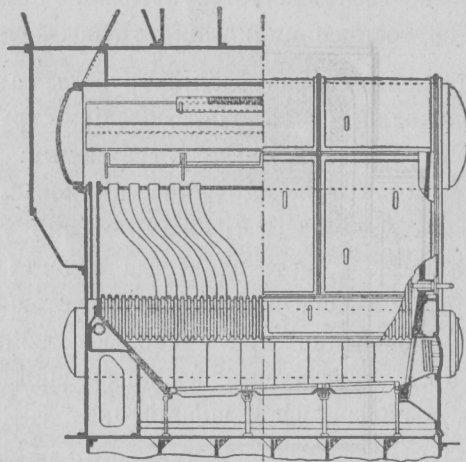


Рис. 214.

Второй типъ котловъ Торникрофта.

описанныхъ предшественниковъ тѣмъ, что у нихъ вмѣсто двухъ нижнихъ коллекторовъ имѣется только одинъ, какъ можно видѣть на рис. 213 — 217. Въ серединѣ между верх-

нимъ и нижнимъ коллекторами расположенъ рядъ толстыхъ S-образно изогнутыхъ трубокъ, рис. 214, которыя замѣняютъ

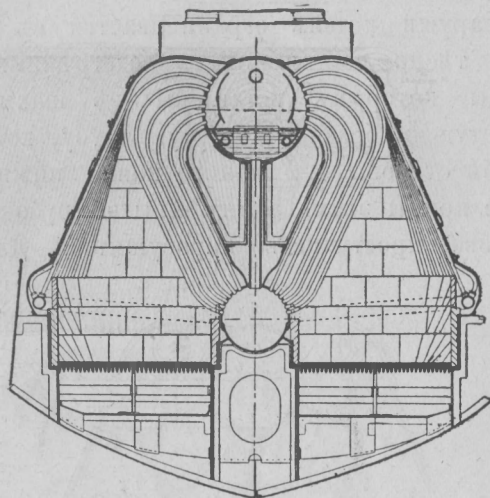


Рис. 215.

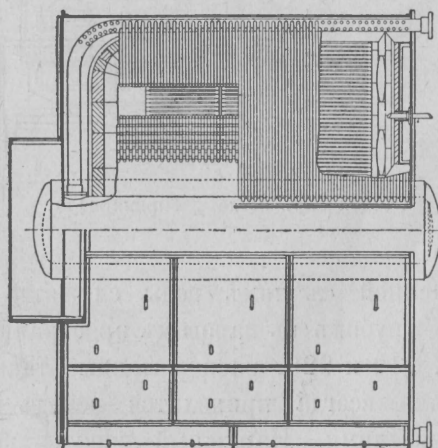


Рис. 216.

Второй типъ котловъ Торникрофта.

прежня расположенныя внѣ кожуха котла трубы обратной воды. Около нихъ съ обѣихъ сторонъ расположены водогрѣй-

ныя трубки, идущія отъ нижняго коллектора къ паровому пространству паросушителя; затѣмъ съ каждой стороны слѣдуетъ просторная топка съ очень значительной колосниковой рѣшеткой. Снаружи котель ограничивается съ каждой стороны рядомъ тѣсно поставленныхъ водогрѣйныхъ трубокъ, нижніе концы которыхъ вставлены въ шахматномъ порядкѣ въ толстую U-образно изогнутую трубу, которая отвѣтвляется въ обѣ стороны отъ задняго конца нижняго коллектора. Верхніе концы этихъ водогрѣйныхъ трубокъ вставлены также въ паровое пространство паросушителя. Для отдѣленія

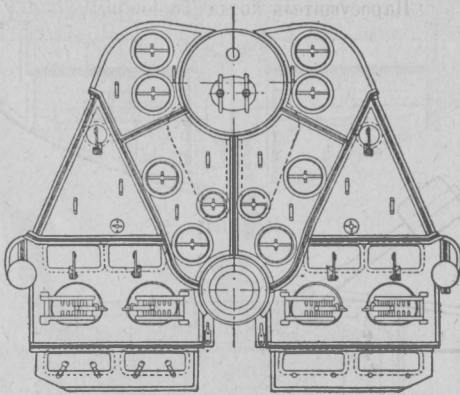


Рис. 217.

Второй типъ котловъ Торникрофта.

пара отъ увлеченной съ нимъ воды служатъ поставленные передъ концами трубокъ въ паровомъ пространствѣ маленькіе угольники, рис. 219 и 220, расположенные такимъ образомъ, что задняя полка всегда приходится передъ промежуткомъ между двумя передними. Наружный кожухъ котла устроенъ изъ стальныхъ листовъ, обложенныхъ асбестовымъ картономъ. Горячіе газы входятъ въ промежутки средняго пучка трубокъ снизу, потому что сверху путь для нихъ затрудненъ плотно прижатыми другъ къ другу средними частями трубокъ наружнаго ряда. Изъ середины пучка они могутъ выходить вверхъ и на задній конецъ въ дымовую трубу.

Рис. 218.

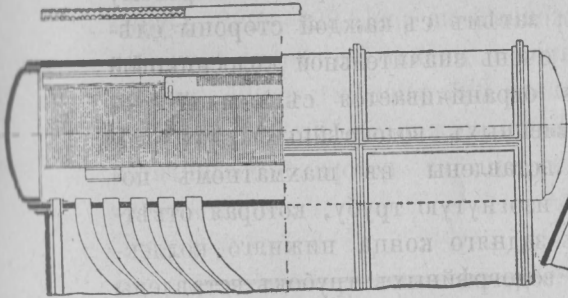


Рис. 219.

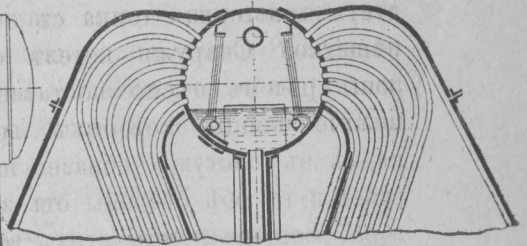


Рис. 220.

Паросушитель котла Торникрофта.

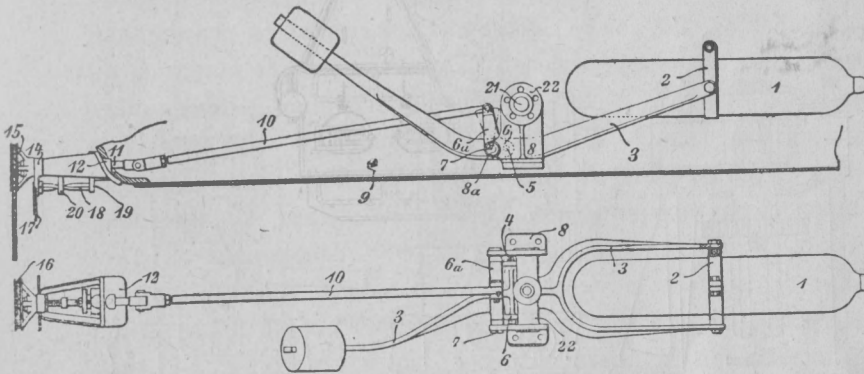


Рис. 221.

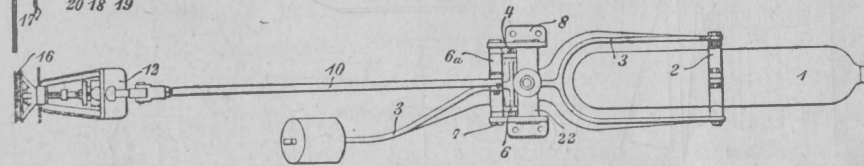


Рис. 222.

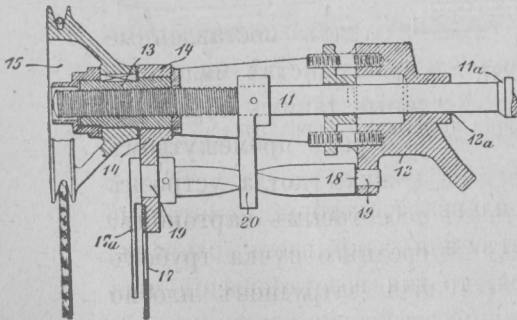


Рис. 223.

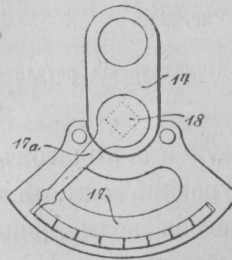


Рис. 224.

Автоматический регулятор питания въ котлахъ Торникрофта.

*

Для равномернаго питанія котла имѣется автоматическій регуляторъ питанія, изображенный на рис. 221—228. Существуютъ двѣ его формы: старая и новая. Въ обоихъ случаяхъ коробка 8 питательнаго клапана 22, рис. 221 и 225, укрѣпляется въ паросушителѣ. Какъ можно видѣть на рис. 226 и 227, это двойной клапанъ, штокъ котораго соединяется

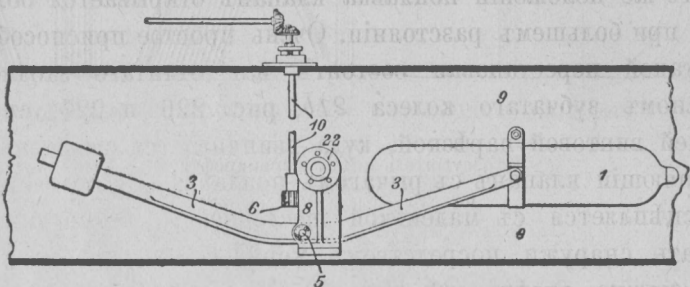


Рис. 225.

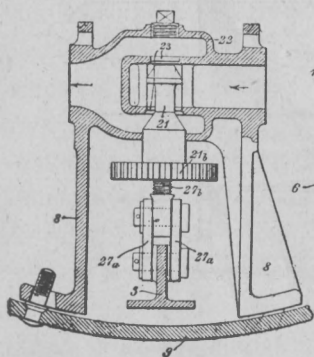


Рис. 226.

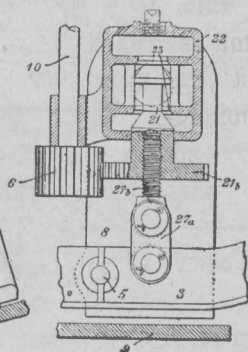


Рис. 227.

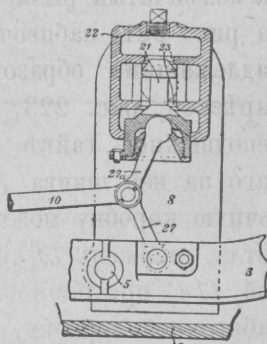


Рис. 228.

Автоматическій регуляторъ питанія въ котлахъ Торникрофта.

серьгой 27а съ рычагомъ 3 поплавка 1, который, смотря по высотѣ уровня воды, открываетъ или закрываетъ клапанъ. Если уровень воды понижается, то для возстановленія нормальной высоты при форсированномъ дѣйствіи въ котель слѣдуетъ вводить въ единицу времени гораздо больше воды, чѣмъ при умѣренномъ отопленіи котла, когда расходъ пара незна-

чительнѣе. Поэтому для того, чтобы уровень воды поддерживался всегда на одной высотѣ, при одинаковомъ опусканіи поплавка клапанъ долженъ открываться больше при форсированномъ ходѣ и меньше при маломъ ходѣ машины. Для этой цѣли устроено приспособленіе для измѣненія разстоянія клапана отъ рычага поплавка: если оно короче, то при одномъ и томъ же положеніи поплавка клапанъ открывается больше, чѣмъ при большемъ разстояніи. Очень простое приспособленіе для такой перестановки состоитъ изъ отлитого заодно съ клапаномъ зубчатого колеса 21*b*, рис. 226 и 227, съ внутренней винтовой нарѣзкой, куда ввинчивается стержень 27*b*, соединяющій клапанъ съ рычагомъ поплавка. Зубчатое колесо 21*b* сцепляется съ маленькой шестерней 6, которую можно вращать снаружи посредствомъ коническихъ колесъ и пр., какъ можно видѣть изъ рис. 225. Того же самого можно достигъ посредствомъ колѣнчатого рычага, введеннаго между клапаномъ и рычагомъ поплавка, рис. 228. Дѣйствующая на колѣнчатый рычагъ тяга 10 идетъ прямо къ изображенной на рис. 221 набивочной коробкѣ 12 и съ нею соединяется надлежащимъ образомъ стержень 11. Послѣдній снабженъ нарѣзкой, рис. 223, помощью которой его можно двигать въ неподвижной гайкѣ 13, вращаемой посредствомъ заклиненпаго на ней шкива 15 или другимъ способомъ. Чтобы набивочную коробку можно было набивать и во время дѣйствія котла, стержень 11 снабженъ внутри котла конической надѣлкой 11*a*, пригнанной къ соответствующей поверхности 12*a* набивочной коробки, такъ что ею можно прикрывать послѣднюю, какъ клапаномъ. На стержнѣ 11 насаженъ рычажокъ 20, который задѣваетъ за винтообразно скрученный четырехгранный стержень 18, поворачиваетъ его при своемъ перемѣщеніи и тѣмъ приводитъ въ движеніе стрѣлку 17*a*, которая даетъ возможность установить по шкалѣ, рис. 224, определенное разстояніе между клапаномъ и рычагомъ поплавка. Въ новомъ торникрофтовскомъ автоматическомъ питателѣ рычагъ поплавка поддерживается на оси 5, рис. 226—228, находящейся въ клапанной коробкѣ, а при прежнемъ устройствѣ, рис. 221 и 222, винтового стержня, рис. 227, или колѣн-

чатого рычага, рис. 228, не было, — соединеніе между клапаномъ и рычагомъ поплавка было неизмѣнное, при посредствѣ такой серьги, какъ 27а на рис. 226; измѣненіе открытія клапана достигалось тѣмъ, что рычагъ поплавка находился уже не въ клапанной коробкѣ, — его точка вращенія 5 поддерживалась короткимъ плечомъ колѣнчатого рычага 6а, рис. 221, для оси котораго подшипникъ расположенъ на клапанной коробкѣ. Болѣе длинное плечо колѣнчатого рычага соединяется съ тягой 10, идущей къ вышеупомянутой наби-

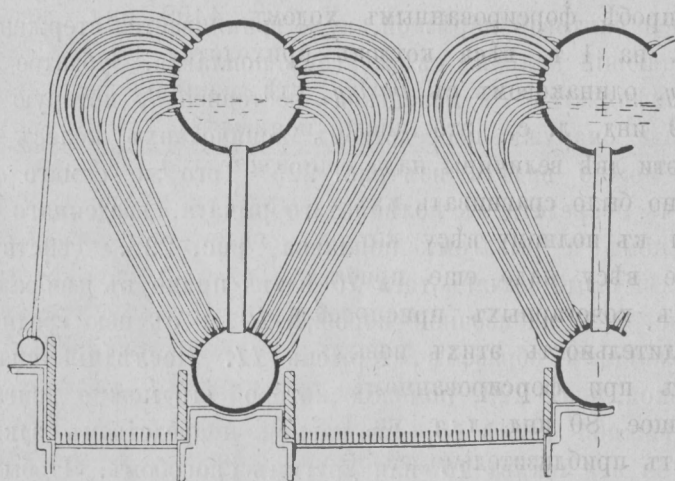


Рис. 229.

Соединеніе котловъ Торникрофта въ группу.

вочной коробкѣ 12. Когда точка вращенія рычага поплавка поднимается или опускается посредствомъ колѣнчатого рычага, измѣняется разстояніе между рычагомъ поплавка и клапаномъ, но къ сожалѣнію измѣняются также положеніе поплавка и высота уровня воды, тогда какъ при новѣйшемъ устройствѣ то и другое остается совершенно безъ измѣненія.

Торникрофтъ принялъ для котловъ новую форму по слѣдующимъ двумъ причинамъ: во-первыхъ, чтобы удобно получать колосниковую рѣшетку больше, чѣмъ при прежней формѣ, и затѣмъ чтобы имѣть въ распоряженіи водотрубные котлы,

изъ которыхъ легко можно образовать цѣлыя батареи котловъ въ тѣхъ случаяхъ, когда надо получить возможно большую мощность при наименьшемъ вѣсѣ.

* Соединеніе этихъ котловъ въ батареи производится, какъ показано на рис. 229.*

По свѣдѣніямъ Торникрофта эти котлы, установленные сначала на *Daring*, а затѣмъ на нѣсколько англійскихъ минныхъ крейсеровъ, снабженные регуляторами питанія, работаютъ хорошо и безъ вскипанія. При полномъ вѣсѣ въ 48,5 т. со включеніемъ воды, но безъ дымовыхъ трубъ, они развили на пробѣ форсированнымъ ходомъ 4409 инд. лош. силъ, т. е. на 1 т. вѣса котловъ приходится 91 инд. л. с. На *Decoy*, одинаковомъ съ *Daring*, гдѣ машины развили только 4049 инд. л. с., это число понижается до 83 инд. л. с. Но эти двѣ величины надо еще нѣсколько уменьшить, чтобы можно было сравнивать ихъ съ другими числами, относящимися къ полному вѣсу котловъ, потому что къ указанному выше вѣсу надо еще прибавить вѣсъ дымовыхъ трубъ и всѣхъ кочегарныхъ приспособленій. Поэтому средняя производительность этихъ новыхъ котловъ Торникрофта составляетъ при форсированномъ трехчасовомъ дѣйствіи, самое большое, 80 инд. л. с. на 1 т. ихъ вѣса, т. е. они превосходятъ приблизительно на 30 инд. л. с. на 1 т. ихъ вѣса наилучшіе изъ имѣемыхъ до сихъ поръ локомотивныхъ котловъ. Надо однако прибавить здѣсь, что всѣ вышеуказанныя замѣчанія о прежнихъ торникрофтовскихъ котлахъ относительно ихъ недоступности, затруднительности ихъ чистки и содержанія остаются въ силѣ и для этихъ новыхъ котловъ. Несмотря однако на это, надо сказать, что котлы Торникрофта особенно пригодны для полученія блестящихъ результатовъ на пробахъ; если бы они и при дѣйствительной службѣ дѣйствовали настолько же хорошо, какъ на пробахъ новыхъ англійскихъ минныхъ крейсеровъ, то слѣдовало бы признать, что они представляютъ замѣчательный прогрессъ въ устройствѣ судовыхъ водотрубныхъ котловъ.

Наконецъ для паровыхъ шлюпокъ и небольшихъ плоскодонныхъ рѣчныхъ пароходовъ Торникрофтъ строитъ котлы

еще такой формы, какъ на рис. 230 и 231, т. е. заключающіе въ себѣ только половину новаго котла. Колосниковую рѣшетку образуютъ водогрѣйныя трубы, которыя вслѣдствіе проходящаго по нимъ очень быстрого потока воды сохраняютъ болѣе низкую температуру, чѣмъ обыкновенные колосники. Нагаръ пристаётъ къ болѣе холоднымъ трубкамъ не такъ крѣпко, какъ къ горячимъ колосникамъ, благодаря чему

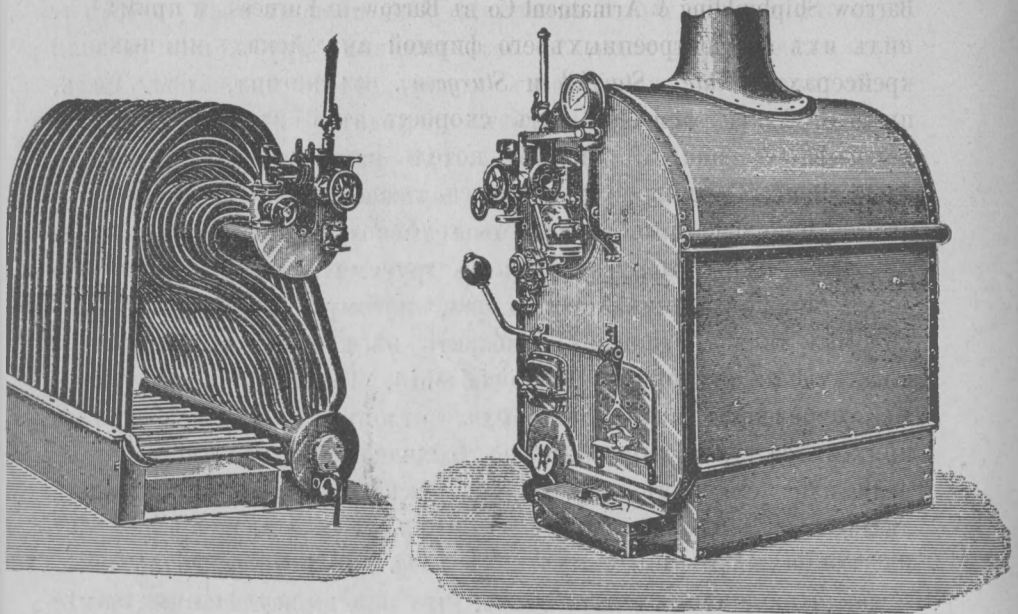


Рис. 230.

Рис. 231.

Шлюпочный котель Торникрофта.

устраняется большое затрудненіе въ уходѣ за маленькими котлами.

Приблизительно въ 10 лѣтъ, прошедшихъ съ появленія перваго торникрофтовскаго котла, построено ихъ для военныхъ судовъ различныхъ странъ больше, чѣмъ на 200000 инд. лош. с., а потому они вмѣстѣ съ бельвилевскими котлами относятся къ самымъ распространеннымъ на судахъ.

* Въ послѣднее время котлы Торникрофта получили при-

мѣненія и на большихъ судахъ, а именно ихъ поставили на англійскіе крейсера 3-го класса *Proserpine* и *Prometheus* (2100 т. водоизмѣщенія, 7000 инд. л. с., типа *Pelorus*).*

32. Котлы Блекиндена.

Эти котлы проектировалъ Блекинденъ, директоръ завода Barrow Shipbuilding & Armament Co въ Barrow-in-Furness, и примѣнилъ ихъ на построенныхъ его фирмой англійскихъ минныхъ крейсерахъ *Skate*, *Starfish* и *Sturgeon*, изъ которыхъ *Starfish* при 4000 инд. лощ. с. далъ скорость въ 27,97 узл. Какъ показываютъ рис. 232 и 233, котель Блекиндена представляетъ очень большое сходство съ котломъ Ярроу, который будетъ описанъ ниже. Впрочемъ трубы въ немъ не прямыя, а слегка изогнуты и вставлены такимъ образомъ, что ихъ легко можно вынимать чрезъ расположенныя противъ ихъ концовъ въ паросушителѣ бронзовыя пробки и чрезъ соответствующія крышки въ обшивкѣ котла (рис. 234). Поэтому для перемѣны какой либо трубы въ серединѣ батареи не приходится уже вытаскивать всѣ трубы, находящіяся впереди или позади въ томъ же рядѣ, что Блекинденъ выставяетъ, какъ самое важное преимущество своего котла. Трубы на концахъ развальцовываются и изгибаются такимъ образомъ, что во всемъ котлѣ встрѣчаются только двѣ формы кривизны, — это значительно облегчаетъ снабженіе запасными трубками. Затѣмъ онѣ ставятся такимъ образомъ, что промежутки между ними нигдѣ не бываютъ больше $\frac{1}{2}$ дм., а кромѣ того, благодаря шахматному расположенію трубокъ, эти промежутки перекрываются такимъ образомъ, что даже при сильныхъ форсированіяхъ выбрасыванія искръ не бываетъ. Благодаря незначительности изгиба трубокъ, дѣлается возможной ихъ чистка щетками и скребками какъ изнутри, такъ и снаружи.

Котлы вѣсятъ около 13 — 16 фунт. на 1 кв. ф. поверхности нагрѣва и доставляютъ въ часъ количество пара больше своего вѣса. Нѣсколько котловъ, соединенныхъ въ

одну группу на английскихъ минныхъ крейсерахъ, развиваютъ 80 инд. л. с. на 1 т. своего вѣса и слѣдовательно стоять на одной высотѣ съ наилучшими котлами этого рода. При испытаніяхъ относительно быстроты разводки пара вода

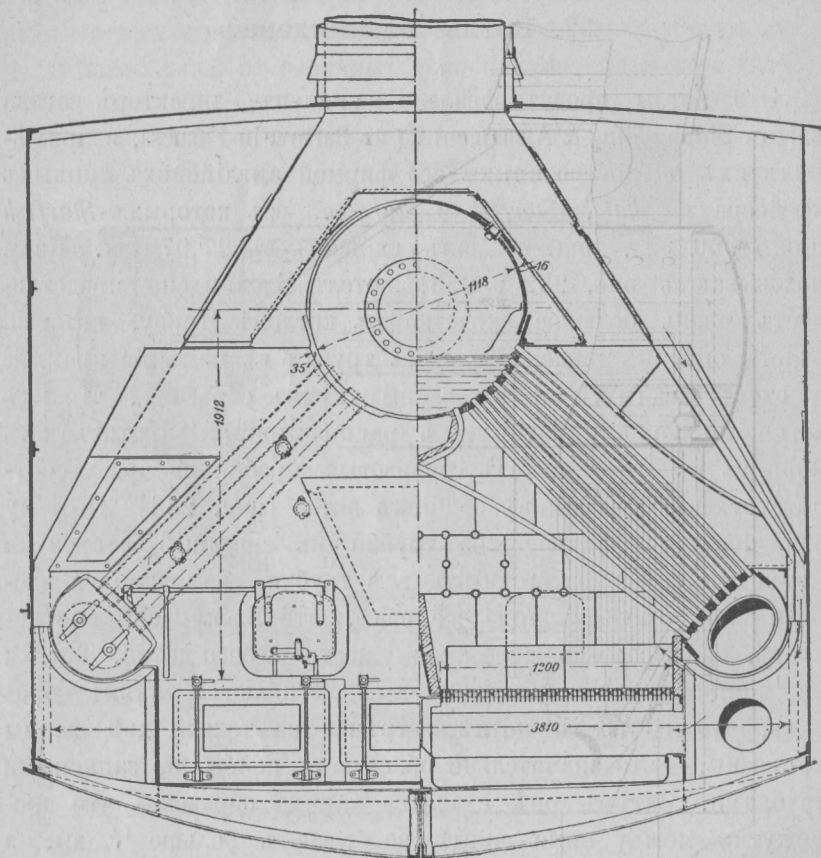


Рис. 232.

Котель Блекиндена.

въ 15° Ц. преобразовывалась въ 20 минутъ въ паръ въ 200° Ц. Впрочемъ самъ Блекинденъ не рекомендуетъ разводить паръ быстрѣе, чѣмъ въ 1 часъ. Кромѣ того эти котлы въ теченіе часа выдержали безъ всякаго вреда для себя форсированную тягу при давленіи воздуха въ 5½ дм. столба

воды. Послѣ такого форсированія подвергли ихъ испытанію относительно ихъ нечувствительности къ внезапнымъ пере-мѣнамъ температуры, а именно сразу выгребли жаръ и вы-пустили воду ниже концовъ трубокъ въ паросушитель, послѣ

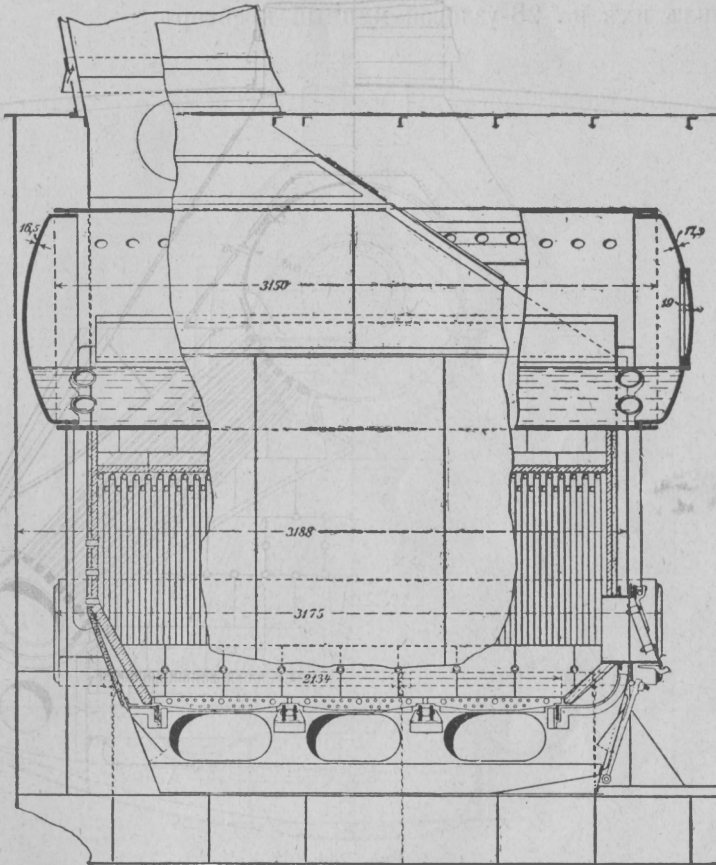


Рис. 233.

Котель Блекиндена.

чего донка сейчас же накачала въ паросушитель холодной воды; трубки при этомъ не потекли.

Во время бездѣйствія котлы лучше всего сохранять на-полненными известковой водой, потому что они строятся

такимъ образомъ, чтобы въ нихъ не могъ задерживаться воздухъ, и тѣмъ устраняется возможность ржавленія.

Кромѣ англійскаго флота, котлы Блекиндена получили примѣненіе въ послѣднее время въ итальянскомъ флотѣ, для котораго Stabilimento Odero въ Sestri Ponente близъ Генуи поставилъ ихъ на 28-узловой минный крейсеръ.

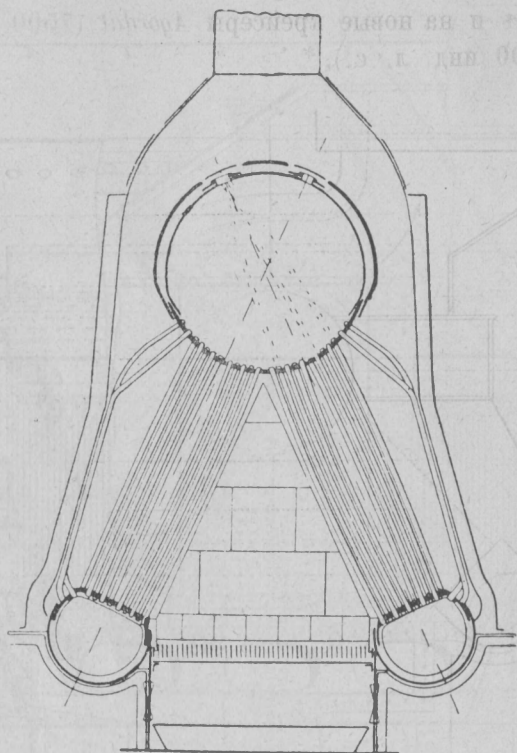


Рис. 234.

Способъ выниманія трубокъ въ котлѣ Блекиндена.

* Блекинденъ нѣсколько измѣнилъ въ послѣднее время устройство своихъ котловъ, придавая водогрѣйнымъ трубкамъ изгибъ въ одну сторону, а именно внутрь топки, какъ можно видѣть на рис. 235, причемъ для ихъ выниманія и вставленія требуется не два ряда пробокъ, какъ при прежнемъ устройствѣ

(рис. 234), а только одинъ, расположенный въ средней продольной плоскости котла.

Котлы Блекиндена проникли уже и на большія суда, а именно ихъ поставили на англійскіе крейсера *Romane* и *Rac-tolus* типа *Pelorus*. Въ итальянскомъ флотѣ, кромѣ упомянутой выше установки на минный крейсеръ, ихъ предполагаютъ поставить на минный крейсеръ *Minerva* взамѣнъ локомотивныхъ котловъ и на новые крейсера *Agordat* (7500 инд. л. с.) и *Coatit* (8000 инд. л. с.). *

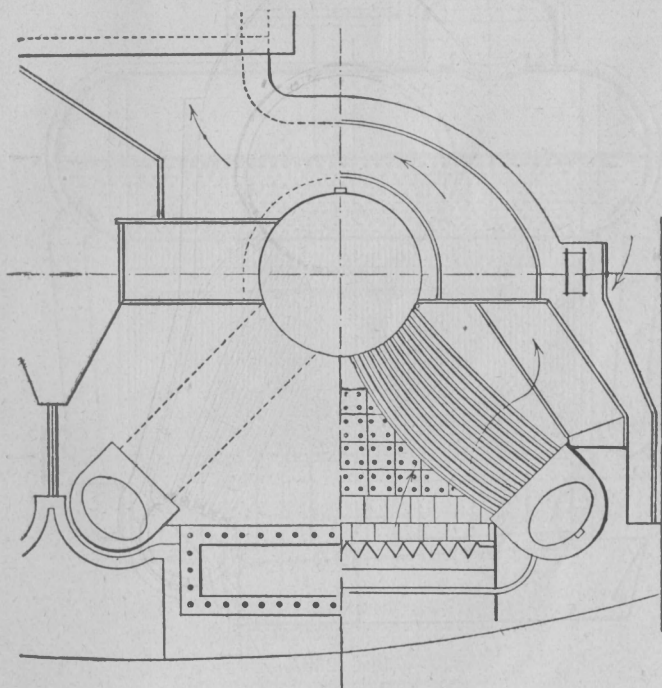


Рис. 235.

Новая форма котловъ Блекиндена.

33. Котлы Рида.

Эти котлы, рис. 236 и 237, поставлены заводомъ *Palmers Shipbuilding Co* въ Ярроу на англійскіе минные крейсера *Janus*, *Porcupine* и *Lighting*, изъ которыхъ послѣдній

далъ на трехчасовой пробѣ форсированнымъ ходомъ 27,944 узловъ вмѣсто 27. Подобно Норману и Блекиндену, Ридъ снабжаетъ каждый котель 4 большими трубами обратной воды, по 2 на переднемъ и заднемъ концѣ, между паросушителемъ и водянымъ коллекторомъ. Особенность этихъ котловъ заклю-

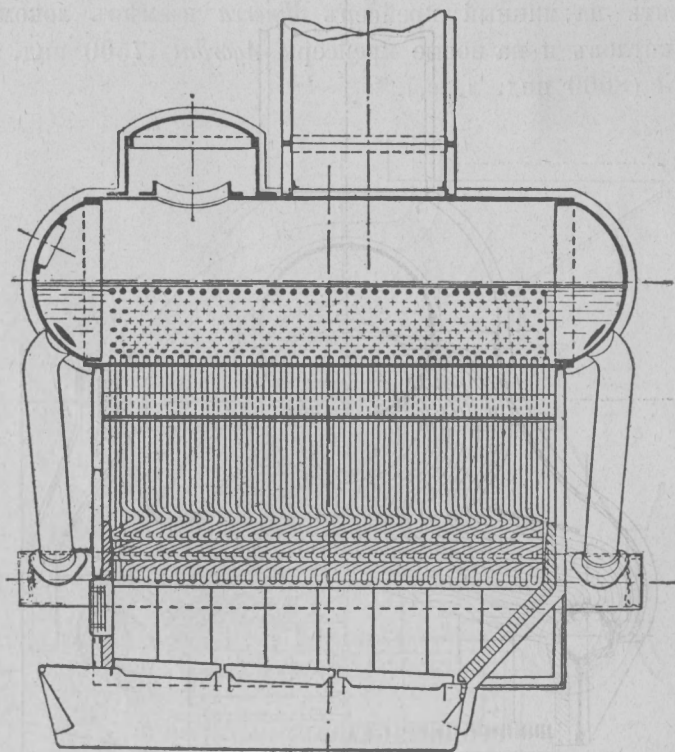


Рис. 236.

Котель Ридъ.

чается въ способѣ закрѣпленія трубокъ, представленномъ на рис. 240, а также въ волнистой формѣ изгиба трубокъ внутренняго ряда, рис. 238 и 239. Трубки вставляются въ отверстия трубныхъ стѣнокъ съ нѣкоторымъ зазоромъ, причемъ снаружи на нихъ навинчивается для сообщенія непроницаемости полушарообразныя втулки, снабженныя шести-

граннымъ приливомъ, а изнутри онѣ закрѣпляются гайкой. На 3 вышеупомянутыхъ судахъ сдѣлано больше 30,000 такихъ закрѣпленій трубокъ и всѣ они хорошо держались на пробахъ при форсированіи тяги до $5\frac{1}{2}$ дм. столба воды, а именно не дали никакой течи. На трубкахъ расположены

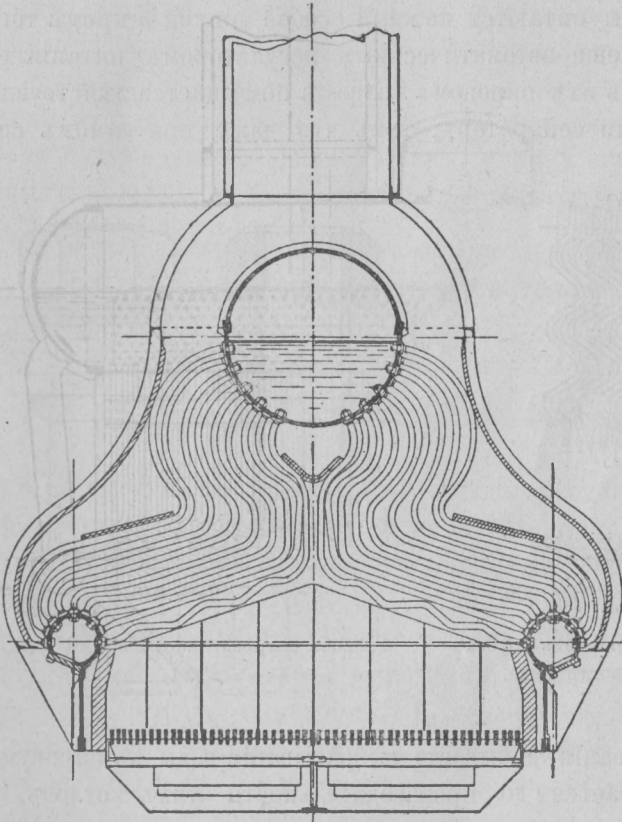


Рис. 237.

Котель Рида.

три показанные на рис. 237 щита для болѣе правильнаго распредѣленія поднимающихся горячихъ газовъ. Кожухъ котла устроенъ изъ двойныхъ стальныхъ листовъ съ воздушнымъ промежуткомъ между ними. Внутренній листъ обложенъ асбестовымъ картономъ. Эта обшивка настолько хорошо удерж-

живаешь тепло при форсированных ходахъ, что къ наружному листу можно прикладывать руку. Нижняя часть кожуха вблизи колосниковой рѣшетки облицована огнеупорнымъ кирпичемъ. У топки 3 дверцы, которыя соединены съ дверцей поддувала, закрывающей тягу, такимъ образомъ, что при открываніи однѣхъ закрывается другая и обратно.

Котлы питаются каждый особой донкой и кромѣ того снабжаются еще автоматическимъ регуляторомъ питанія системы Рида. Въ ихъ паровомъ колпакѣ помѣщается дѣйствующій механически сепараторъ, такъ что даже при самомъ сильномъ

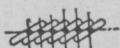


Рис. 238 и 239.

Внутренній рядъ трубокъ
въ котлѣ Рида.

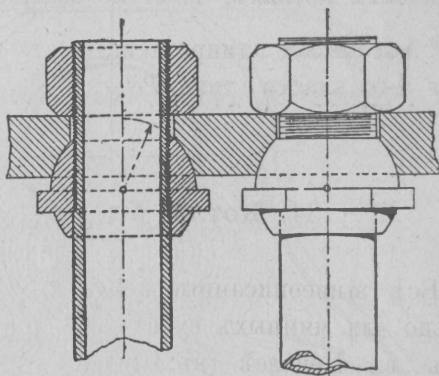


Рис. 240.

Способъ закрѣпленія трубокъ въ котлѣ
Рида.

форсированіи не бываетъ выбрасыванія воды въ паровую трубу. Что касается до производительности этихъ котловъ, то при испытаніи на берегу въ одномъ изъ нихъ испарилось въ часъ 12,6 т. воды, т. е. почти столько же, сколько вѣситъ самый котелъ, а во время 6-часового испытанія паропроизводительности съ кардифскимъ углемъ должны были получить испареніе 12 фунт. воды на 1 фунтъ угля; впрочемъ это было бы возможно при самомъ умѣренномъ отопленіи котла, причемъ здѣсь разумѣють, какъ это обыкновенно принято дѣлать въ Англіи, преобразование воды въ 100° Ц. въ паръ той же температуры. На пробѣгѣ *Porcupine* въ дѣйствиіи были только

2 котла при давлении воздуха около 4 дм. столба воды, причемъ машины развили 2800 инд. л. с. и судно дало скорость 23,79 узла. Но при этомъ надо замѣтить, что на официальной приѣмной 3-часовой пробѣ ни на одномъ изъ трехъ минныхъ крейсеровъ съ котлами Рида не получили въ среднемъ больше 4000 инд. л. с., будто-бы вслѣдствіе того, что слишкомъ малы машины. Всѣ котловъ со включеніемъ ихъ принадлежностей и обшивки равняется 13,25 т.; такъ какъ при этомъ ничего не сказано о водѣ, то это долженъ быть всѣ безъ воды, откуда оказывается, что на 1 т. вѣса котловъ приходится не больше инд. л. силъ машинъ, чѣмъ и при другихъ подобныхъ котлахъ, т. е. не больше 80 инд. л. с.

* Англійское адмиралтейство ставитъ котлы Рида на крейсера 3-го класса (типа *Pelorus*) *Pyramus* и *Pegasus*. *

34. Котлы Флеминга-Фергюсона.

Всѣ вышеописанные котлы этой группы предназначаются только для минныхъ судовъ, тогда какъ Флемингъ и Фергюсонъ въ Пейслеѣ (въ Шотландіи) поставили себѣ задачей придать своимъ котламъ (рис. 241 и 242) такое устройство, чтобы ихъ можно было примѣнять на коммерческихъ судахъ. Поэтому, для облегченія ухода за котлами, ихъ паросушители дѣлаются въ 6 фут. діаметромъ, а водяные коллекторы — въ 3 фута. Водогрѣйныя трубки употребляютъ желѣзныя, сварныя въ нахлестку, съ внутреннимъ діаметромъ въ 2 $\frac{1}{2}$ дм.; онѣ раскатываются въ трубныхъ стѣнкахъ и затѣмъ еще загибаются въ формѣ фланца. Изъ паросушителя идетъ виллообразная труба обратной воды къ каждому водяному коллектору. Три цилиндра котла вдѣлываются въ котельный кожухъ такимъ образомъ, что они поддерживаются только на немъ, совсѣмъ не нагружая своимъ вѣсомъ ни водогрѣйныхъ трубокъ, ни трубъ обратной воды, какъ это бываетъ въ нѣкоторыхъ другихъ относящихся къ этой группѣ котловъ. Трубки на своихъ верхнихъ концахъ расширены до діаметра въ

2 $\frac{1}{16}$ дм. и ихъ длина настолько невелика, что ихъ всѣ можно вставлять изъ паросушителя.

Такіе котлы построены для одного парохода подѣ наблюдениемъ англійскаго Ллойда и должны были дать хорошіе результаты при испытаніи ихъ паропроизводительности на берегу. Подобный котель, работающій при давленіи пара 245 фун. на кв. дм., съ колосниковой рѣшеткой въ 50 кв. ф. и поверхностью нагрѣва въ 1450 кв. ф., вѣситъ съ водой и

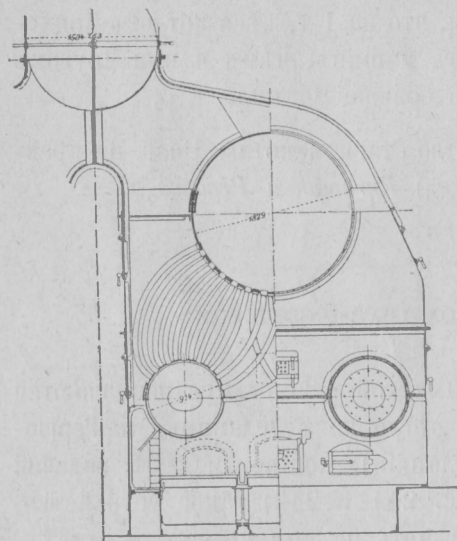


Рис. 241.

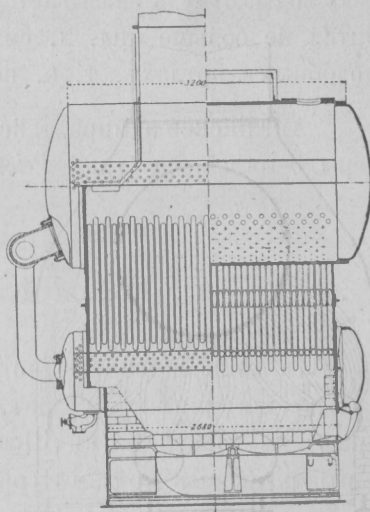


Рис. 242.

Ординарный котель Флеминга-Фергюсона.

арматурой, но безъ дымовой трубы, 30 т. или 0,6 т. на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки, т. е. приблизительно вдвое больше, чѣмъ построенные подобнымъ же образомъ котлы минныхъ судовъ съ болѣе тонкими трубками и гораздо меньшими водяными камерами. Къ сожалѣнію нѣтъ свѣдѣній о паропроизводительности этого котла, но по вышеприведеннымъ даннымъ можно считать 30 — 40 инд. л. с. на 1 т. вѣса котловъ, такъ что они не уступаютъ наилучшимъ изъ водотрубныхъ котловъ первыхъ трехъ группъ съ прямыми трубками.

Рис. 243 и 244 изображают двойной котель Флеминга-Фергюсона съ 4 водяными коллекторами и 3 топками съ каждой стороны; его можно строить также, какъ простой котель. Строители рекомендуютъ такіе котлы для большихъ коммерческихъ пароходовъ, на которыхъ приходится экономить мѣсто. Въ этихъ котлахъ горячіе газы проходятъ между трубками болѣе длинный путь, чѣмъ въ вышеописанныхъ котлахъ съ 2 водяными коллекторами, а потому можно ожи-

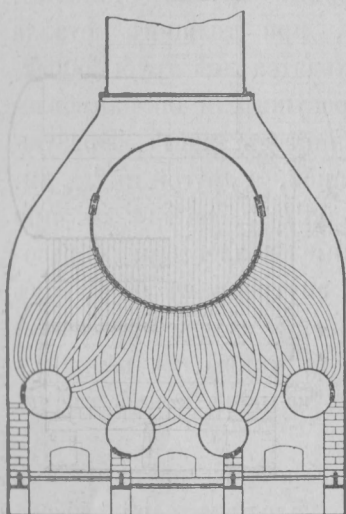


Рис. 243.

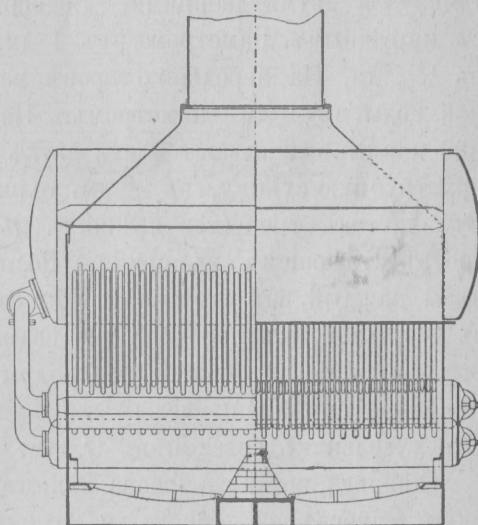


Рис. 244.

Двойной котель Флеминга-Фергюсона.

дать еще лучшаго утилизованія топлива въ нихъ. Изображенный здѣсь котель работаетъ при давленіи пара въ 275 фунт. на кв. дм.; площадь колосниковой рѣшетки въ немъ — 165 кв. ф., а поверхность нагрѣва — 5000 кв. ф., такъ что отношеніе между ними 1:30; онъ вѣситъ 110 т., почти 0,7 т. на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки, т. е. только немного меньше, чѣмъ шотландскій котель. Поэтому сомнительно, чтобы такіе котлы получили примѣненіе на коммерческихъ судахъ.

35. Котлы Мошера.

Мошеръ въ Нью-Йоркѣ строить для миноносокъ флота Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ котлы въ родѣ изображеннаго на рис. 245 и 246; они походятъ на торникрофтовскіе котлы, построенные для испанскаго миноносца *Ariete*, рис. 211 и 212, но только у нихъ имѣются два паросушителя вмѣсто одного. Въ нихъ устроена просторная топка съ двумя дверцами. Водогрѣйныя трубы стальные, съ наружнымъ діаметромъ въ 1 дм., при толщинѣ металла въ $\frac{1}{16}$ дм. На передней сторонѣ находятся двѣ трубы обратной воды въ 4 дм. діаметромъ. Паросушители по направленію длины склепываются изъ двухъ листовъ; листъ, образующій трубную стѣнку, въ $\frac{3}{8}$ дм. толщиной, а другой въ $\frac{3}{16}$ дм. Отъ листовъ требуется крѣпость въ $58\frac{1}{2}$ т. на кв. дм. при соотвѣтствующемъ удлинении. Водяные коллекторы образованы каждый изъ стальной трубы съ внутреннимъ діаметромъ въ $8\frac{1}{4}$ дм.; ихъ переднее дно сварное, а заднее приклепанное. Верхніе и нижніе цилиндры, а также оба верхнихъ цилиндра скрѣплены между собой на заднемъ концѣ въ четырехугольникъ связями въ $\frac{7}{8}$ дм.

Обшивка котла устроена такимъ образомъ: на наружные ряды трубокъ съ боковъ и сверху наложенъ слой азбеста въ $\frac{1}{2}$ дм. толщиной и на него слой войлока такой же толщины, сверху чего прикрѣпляется листъ стали въ $\frac{1}{32}$ дм. Снизу стѣнки защищены отъ жара шамотнымъ кирпичемъ, за которымъ слѣдуетъ слой азбеста въ $\frac{1}{2}$ дм. толщиной; то и другое скрѣпляется кожухомъ изъ стальныхъ листовъ въ $\frac{3}{32}$ дм. толщиной. Верхніе стѣнки котельнаго кожуха состоятъ изъ слоя азбеста въ $\frac{1}{2}$ дм. толщиной, за которымъ слѣдуетъ слой магнезиевой земли въ 2 дм. толщиной; сверху накладывается опять слой азбеста въ $\frac{1}{2}$ дм., къ которому прилегаютъ стальной листъ въ $\frac{3}{64}$ дм. толщиной.

Въ паросушителяхъ у концовъ трубокъ расположенъ щитъ, подъ которымъ проходитъ паровая труба, снабженная сверху мелкими отверстиями. Внутри этой трубы поставленъ

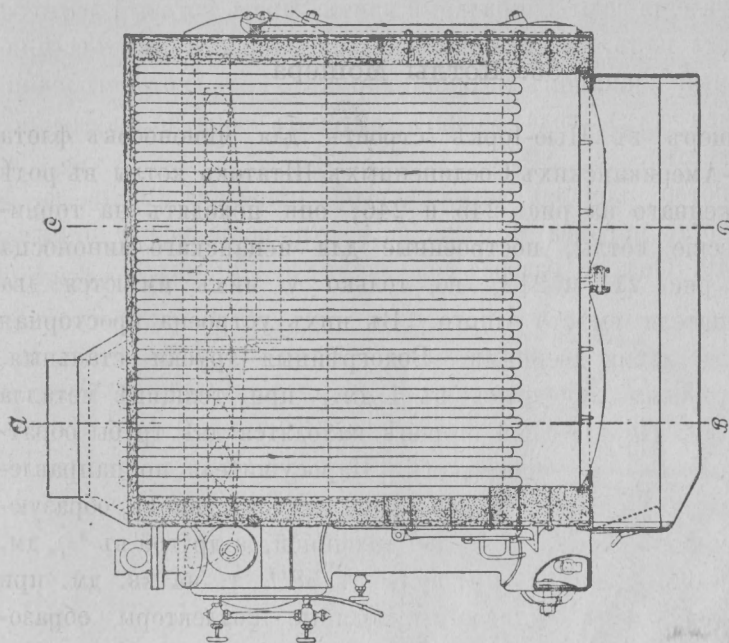


Рис. 245.

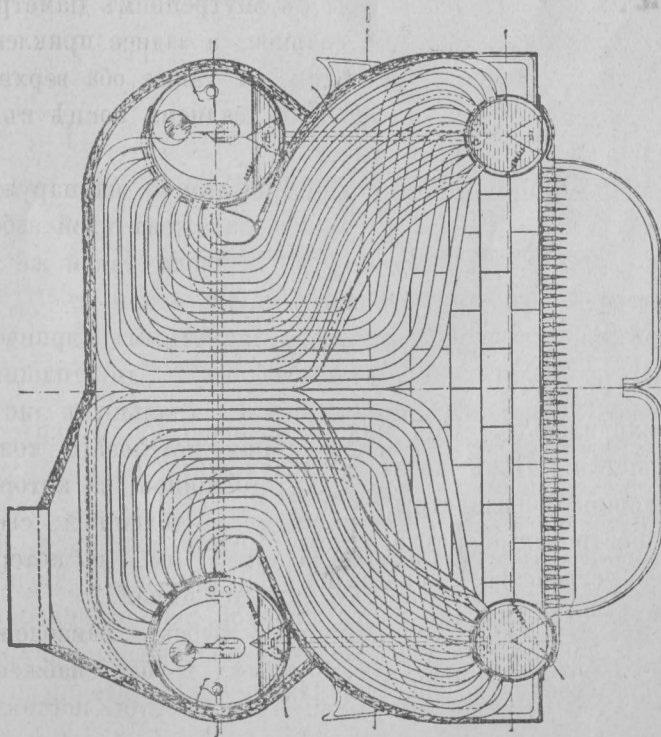


Рис. 246.

Котель. Момера.

для отдѣленія воды спиральный винтъ, чрезъ который долженъ проходить паръ, а у самой низкой ея части имѣется прикрываемый клапаномъ водяной карманъ, изъ котораго скопляющаяся тамъ вода можетъ вытекать обратно въ водяное пространство.

У котла площадь колосниковой рѣшетки 12 кв. ф. и поверхность нагрѣва 480 кв. ф.,—отношеніе между ними $= 1 : 40$. Онъ не развилъ ожидаемыхъ 200 инд. л. с.; при

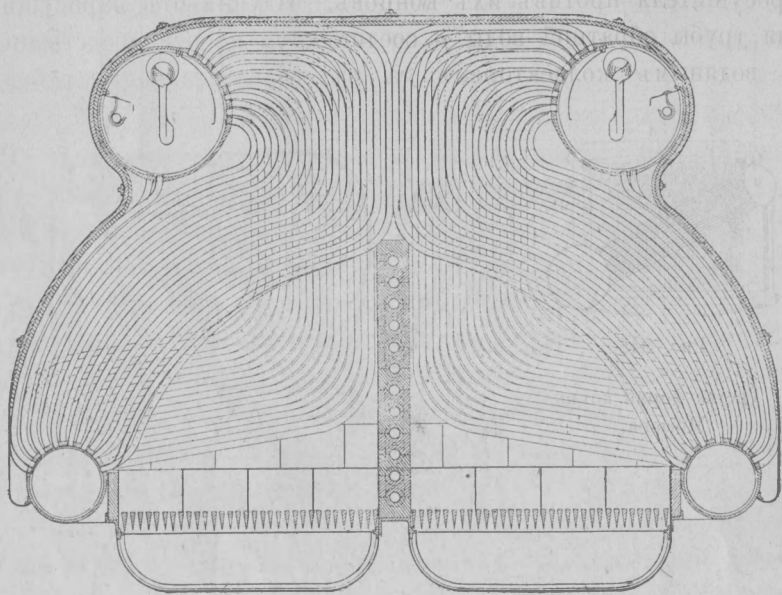


Рис. 247.

Вторая форма котла Мошера.

этомъ приходилось бы 16,7 инд. л. с. на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки. Всѣ котла и полученные на пробѣ инд. л. силы машины неизвѣстны.

Свои построенные позже котлы Мошеръ измѣнилъ, придавъ имъ устройство, показанное на рис. 247. Большая топка раздѣляется на двѣ части стѣнкой изъ огнеупорныхъ кирпичей и вмѣстѣ съ тѣмъ водяные коллекторы прикрыты отъ непосредственнаго дѣйствія пламени поставленными пе-

редъ ними стѣнками. Впрочемъ въ 1895 г. Мошеръ отказался и отъ этого котла и сталъ примѣнять уже описанный и изображенный на рис. 130 и 131 котель съ водяными камерами, а затѣмъ онъ взялъ привилегію на котель, изображенный на рис. 248. Его паросушитель *a* соединяется съ однимъ или нѣсколькими водяными коллекторами *b* прямыми водогрѣйными трубками *c*, которые, какъ и въ котлахъ Блекиндена, можно вынимать чрезъ особыя пробки, поставленныя въ стѣнкѣ паросушителя противъ ихъ концовъ. Идущія отъ паросушителя трубы обратной воды *p* соединяются не непосредственно съ водянымъ коллекторомъ, а съ горизонтальной трубой,

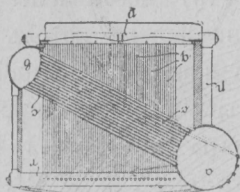


Рис. 248.

Третья форма котла
Мошера.

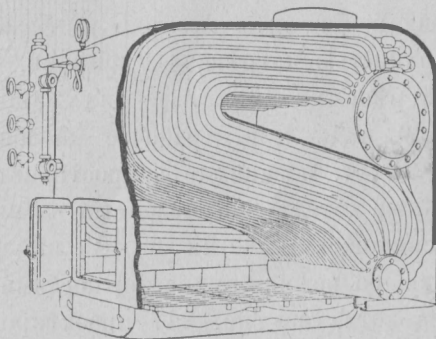


Рис. 249.

Катерный котель Мошера.

идущей къ послѣднему. Параллельно этой трубѣ расположена сверху труба *r*, ведущая къ паросушителю, и между этими двумя трубами поставлены водогрѣйныя трубки *q*. Послѣднія образуютъ боковую стѣнку топки; онѣ задерживаютъ лучеиспусканіе теплоты и вмѣстѣ съ тѣмъ увеличиваютъ поверхность нагрѣва.

Мнѣ неизвѣстно, какіе результаты получили съ этими новѣйшими котлами Мошера и вошли-ли они уже въ примѣненіе.

И Мошеръ раздѣляетъ пополамъ свой большой котель, рис. 247, по способу Торникрофта, рис. 230 и 231, причемъ такая половина котла, изображенная на рис. 249, образуетъ

катерный паровой котель. Впрочем колосниковая рѣшетка состоитъ здѣсь не изъ водогрѣйныхъ трубокъ, а изъ тонкихъ чугунныхъ колосниковъ. Во всякомъ случаѣ этотъ котель очень тяжелъ, а потому не можетъ быть пригоденъ для указаннаго примѣненія настолько же, какъ и торникрофтовскіи.

* По свѣдѣніямъ Мошера его котель, рис. 247, съ поверхностью нагрѣва въ 1100 кв. ф. былъ испытанъ проф. Ден-тономъ, причемъ на 1 фунтъ угля испарялось $8\frac{1}{2}$ фун. воды съ температурой 15° въ паръ въ 250 фун. давленія при давленіи воздуха въ $2\frac{1}{2}$ дм. столба воды и $1\frac{1}{2}\%$ влажности пара.

Котлы первой формы (рис. 245 и 246) поставлены на американскія яхты *Norwood* и *Feiseen*; на первой котель съ поверхностью нагрѣва въ 1000 кв. ф. и площадью колосниковой рѣшетки 26 кв. ф. для машины тройного расширенія въ 450 инд. л. с. (рабочее давленіе пара 200 фун.) вѣсить $2\frac{1}{3}$ т. и занимаетъ пространство въ $6 \times 7\frac{1}{4} \times 3\frac{1}{2}$ ф. Такой же котель, поставленный на миноноску, при 12,6 кв. ф. колосниковой рѣшетки и 485 кв. ф. поверхности нагрѣва, вѣсить со всѣми принадлежностями и водой около $1\frac{3}{4}$ т. Форма котла на рис. 247 проэктирована для минныхъ крейсеровъ; такой котель содержитъ 60 кв. ф. колосниковыхъ рѣшетокъ и 3015 кв. ф. поверхности нагрѣва; со всѣми принадлежностями и съ водой вѣсить около 14 т.; діаметръ водогрѣйныхъ трубокъ — $1\frac{1}{4}$ дм. Котлы этой формы предполагали поставить на 30-узловую яхту.*

36. Котлы Уорда.

И Уордъ изъ Чарльстона, слѣдуя требованію времени, нашелъ нужнымъ выработать котель, рис. 250, относящійся къ разсматриваемой группѣ, не довольствуясь своими извѣстными и довольно распространенными котлами съ кривыми трубками и вертикальными коллекторами, которые будутъ разсмотрѣны впослѣдствіи. У этого котла, какъ и мошеровскаго, два паросушителя, которые здѣсь расположены въ

среди́нѣ, одинъ около другого; какъ въ одной изъ формъ котловъ Дю-Тампля, рис. 196 и 197, они соединяются съ водяными коллекторами перекрещивающимися между собою рядами трубокъ. Водогрѣйныя трубки, вставленныя въ лѣвый водяной коллекторъ, идутъ къ правому паросушителю, а отъ праваго водяного коллектора къ лѣвому паросушителю. Трубки расположены въ 12 рядовъ; изъ нихъ наружный рядъ, ограничивающій котелъ сбоку, вставленъ въ паросушитель выше уровня воды, второй слѣдующій за нимъ рядъ ниже уровня воды и т. д. попеременно, такъ что 6 рядовъ кончаются,

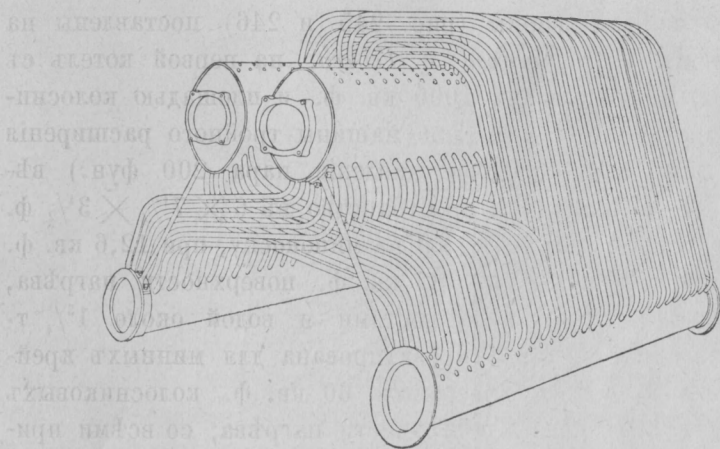


Рис. 250.

Котель Уорда.

какъ въ котлахъ Торникрофта, надъ водой, а 6 другихъ, какъ въ котлахъ Нормана, подъ водой. Кромѣ того паросушители и водяные коллекторы соединяются между собою трубами обратной воды и взаимно скрѣплены связями. Я не могъ узнать, гдѣ примѣняются эти котлы и надежны ли они.

* Два такихъ котла, каждый съ колосниковой рѣшеткой въ 50 кв. ф. и поверхностью нагрѣва въ 2000 кв. ф., поставлены на пароходѣ *Unique* на американскихъ озерахъ. Трубки въ нихъ желѣзныя, въ $1\frac{1}{2}$ дм. діаметромъ, очень толстыя. Всѣхъ два котла въ готовомъ для дѣйствія состоя-

ни около 18 т. и должны доставлять паръ при 225 фунт. давленія машинѣ четверного расширенія въ 1500—1800 инд. лош. с. Наружные размѣры котла: длина 9 ф., высота 8 ф. и ширина $9\frac{1}{2}$ ф.*

37. Котлы Бойера.

На Чикагской выставкѣ экспонировалась яхта *Rel* съ котломъ нью-іоркской фирмы L. Boyers Sons, изображеннымъ на

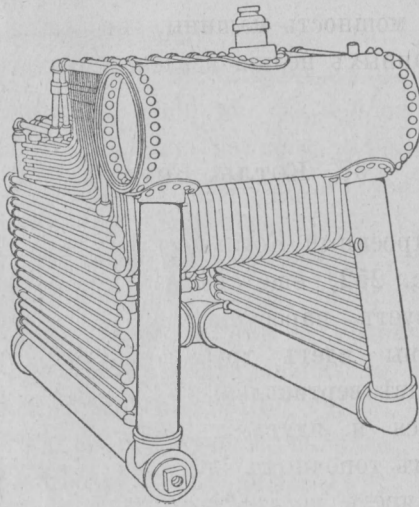


Рис. 251.

Котель Бойера.

рис. 251 и построеннымъ для давленія въ 300 фунт. на кв. дм. Этотъ котель состоитъ изъ двухъ коллекторовъ и одного паросушителя, расположеннаго перпендикулярно къ нимъ на переднемъ концѣ котла. Водяные коллекторы сзади соединяются между собою, а спереди двумя трубами обратной воды сообщаются съ паросушителемъ. Трубы обратной воды, водяные коллекторы и задняя соединительная труба одинаковаго діаметра. Въ заднюю соединительную трубу водяныхъ коллекторовъ вставлена батарея вертикальныхъ трубокъ, отъ которыхъ въ свою оче-

редь идутъ нѣсколько горизонтальныхъ Z-образно изогнутыхъ трубокъ, вставленныхъ въ паросушитель выше уровня воды. Отъ концовъ вертикальныхъ трубокъ также идутъ къ верхней части паросушителя подобныя же, но нѣсколько болѣе толстыя трубки. Боковыя стѣнки котла образуютъ ряды горизонтальныхъ трубокъ, которыя соединяются между собою и расположены такимъ же способомъ, какъ и въ котлѣ Геррешофа изъ элементовъ, рис. 49 и 50. Всѣ трубки желѣзныя.

Относительно этого котла извѣстно только, что онъ вѣситъ 2,125 т. и что яхта *Rex* на переходѣ изъ Альбани въ Нью-Йоркъ израсходовала всего 1000 англ. ф. угля. Такъ какъ неизвѣстны ни мощность машины, ни скорость хода яхты, то изъ этихъ данныхъ нельзя извлечь никакого заключенія.

38. Котлы Коульса.

Котель, построенный Коульсомъ изъ Нью-Йорка и изображенный на рис. 252, еще сложнѣе котла Бойера. Среднй цилиндръ образуетъ паросушитель; отъ него на срединѣ передней стороны идетъ труба обратной воды, развѣтвляющаяся на двѣ вертикальныхъ боковыхъ трубы, которыя внизу изгибаются и идутъ къ заднему концу котла вдоль поддувала, передъ топочнымъ порогомъ соединяются поперечной трубой и чрезъ послѣднюю соообщаются посредствомъ двухъ короткихъ патрубковъ съ настоящими водяными коллекторами. Послѣдніе расположены за топочнымъ порогомъ, на высотѣ колосниковой рѣшетки и отъ нихъ идутъ изогнутыя трубки къ паросушителю, въ который онѣ вставлены ниже и выше уровня воды. Изображенный здѣсь котель заключаетъ въ себѣ 12 рядовъ изогнутыхъ трубокъ съ каждой стороны, но смотря по величинѣ котловъ, въ нихъ бываетъ до 24 рядовъ. Отъ трубъ обратной воды, расположенныхъ вдоль поддувала, идутъ трубки, показанныя на рисункѣ налѣво впереди, причемъ трубка лѣвой трубы обратной воды кончается снизу на правой сторонѣ паросушителя, а трубка правой трубы обратной воды на лѣвой сторонѣ. Между каж-

дыми двумя изогнутыми трубками проходит трубка, идущая прямо кверху. Два ряда, образуемых послѣдними трубками, ограничиваютъ топочное пространство, снабженное двумя дверцами. Горячіе газы уходятъ изъ топки чрезъ довольно высокій порогъ на задній конецъ котла, въ пространство, заполненное водогрѣйными трубками, идущими отъ водяныхъ коллекторовъ; отсюда газы поднимаются вверхъ въ дымовую трубу. Цилиндры, расположенные около паросушителя и соединяющіеся съ нимъ, представляютъ собою коллекторы пара, въ которыхъ послѣдній еще нѣсколько высушивается.

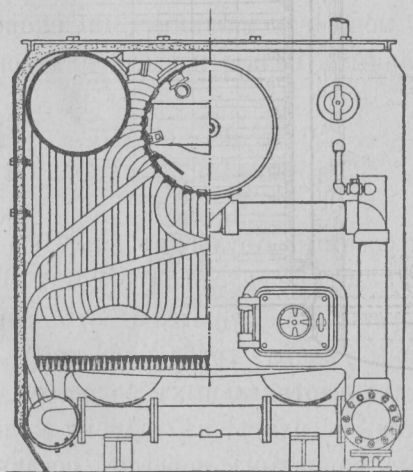


Рис. 252.

Котель Коульса.

Въ 1889 г. котель Коульса, которому впрочемъ было придано видоизмѣненное устройство, изображенное на рис. 253 и 254 (измѣненіе заключается главнымъ образомъ въ томъ, что боковые паровые коллекторы замѣнены пароперегрѣвательными трубками), механиками сѣверо-американскаго флота былъ подвергнутъ вмѣстѣ съ котломъ Уорда очень обстоятельнымъ испытаніямъ, причемъ оказалось, что онъ не превосходить послѣдняго по паропроизводительности. Вслѣдствіе этого на мониторѣ *Monterey* поставили котлы Уорда, о которыхъ будемъ говорить дальше. Съ тѣхъ поръ котлы

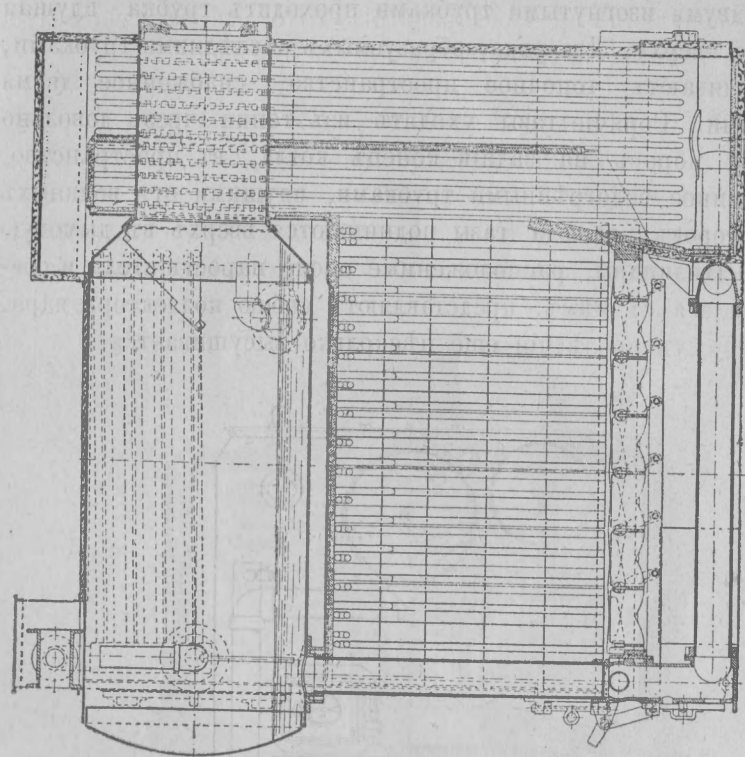


Рис. 254.

Вторая форма котловъ Коулса.

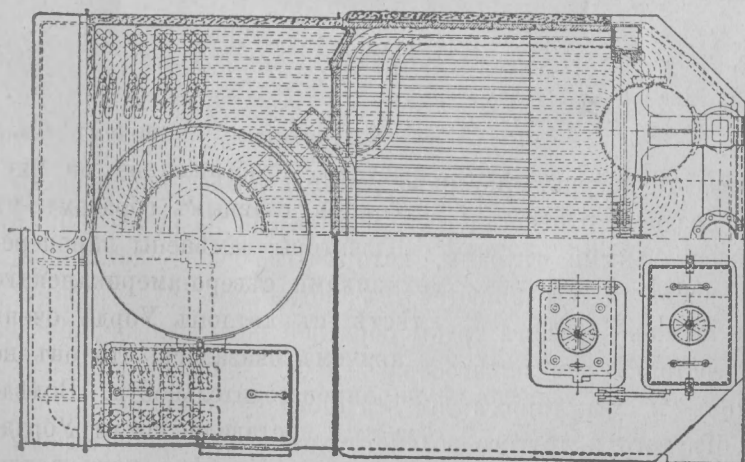


Рис. 253.

Уорда получили въ Соединенныхъ Штатахъ гораздо болѣе широкое распространеніе, чѣмъ котлы Коульса.

* 39. Котлы Робертса.

Эти американскіе котлы, рис. 255 и 256, поставлены на нѣсколькихъ яхтахъ, шлюпкахъ и др. мелкихъ судахъ. Какъ

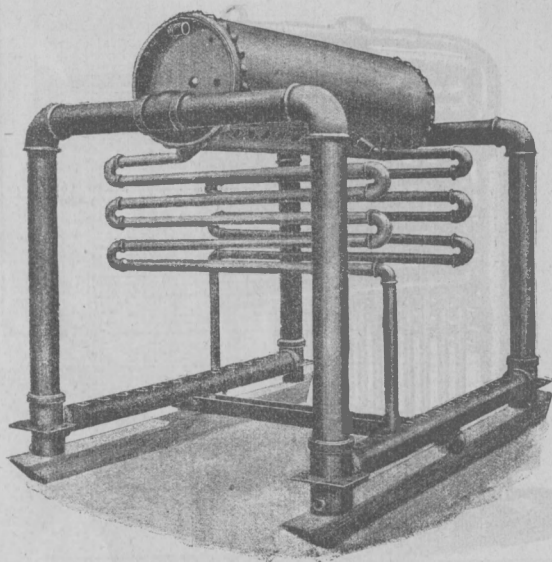


Рис. 255.

Остовъ котла Робертса съ двумя системами трубокъ.

можно видѣть на рис. 255, паросушитель котла, расположенный въ средней плоскости, соединяется на каждомъ концѣ съ горизонтальными трубами, которые съ боковъ котла сгибаются внизъ и соединяются съ водяными коллекторами, образуя такимъ образомъ трубы обратной воды. Водогрѣйныя трубки состоятъ изъ зигзагообразно соединенныхъ прямыхъ отростковъ и два такихъ зигзага показаны на рис. 255; трубки отъ того и другого водяного коллектора расположены попеременно между собой и вставляются въ нижнюю часть

паросушителя съ противоположной стороны отъ коллектора, изъ котораго выходятъ. Съ боковъ котла и сверху расположены (рис. 256) зигзагообразныя трубки пароперегрѣвателей, по которымъ проходитъ паръ изъ паросушителя передъ тѣмъ, какъ поступать въ паровую трубу; эти трубки съ той и другой стороны соединяются между собой на передней сторонѣ котла, гдѣ и находится стопорный клапанъ. Трубы обратной воды снабжены дежекторами на каждомъ концѣ. Поперечныя

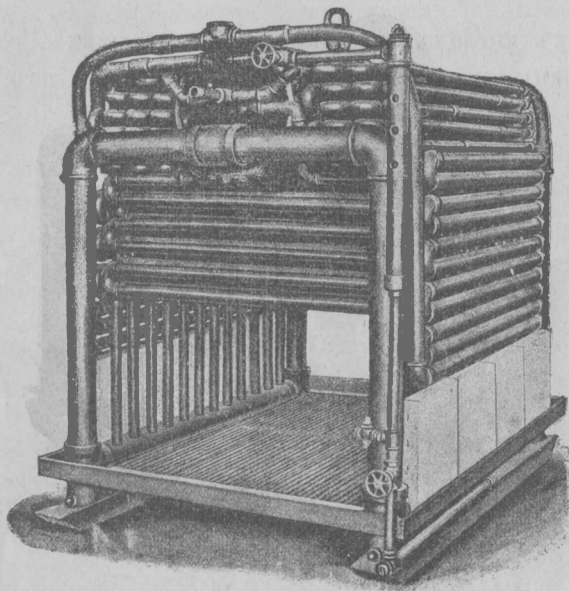


Рис. 256.

Котель Роберта безъ наружнаго кожуха.

и боковыя трубы, водяныя коллекторы, колѣна и тройники отливаются изъ мягкой стали, причемъ коллекторы дѣлаются большой толщины, такъ какъ водогрѣйныя трубки вставляются въ нихъ на рѣзбѣ. Для облегченія разборки трубокъ въ отверстіяхъ паросушителя и коллекторовъ сдѣлана нарѣзка въ лѣвую сторону. Всѣ колѣна трубокъ соединены въ зигзаги съ незначительнымъ подъемомъ для облегченія циркуляціи.

У одного изъ такихъ котловъ (на яхтѣ *El Primero*) главные

размѣры таковы: полная поверхность нагрѣва—1126 кв. ф., площадь колосниковой рѣшетки— $35\frac{1}{3}$ кв. ф., діаметръ водогрѣйныхъ трубокъ— $1\frac{1}{2}$ дм., полная длина котла 7 ф. и ширина 8 ф.; полный вѣсъ котла съ водой, но безъ дымовой трубы, 6 т. Котелъ доставляетъ паръ при давленіи въ 204 фунт. машинѣ тройного расширенія въ 236 инд. л. с.

40. Котлы Альми.

Въ этихъ котлахъ, какъ и въ предыдущихъ, всѣ соединенія сдѣланы на рѣзьбѣ и трубки состоятъ изъ прямыхъ

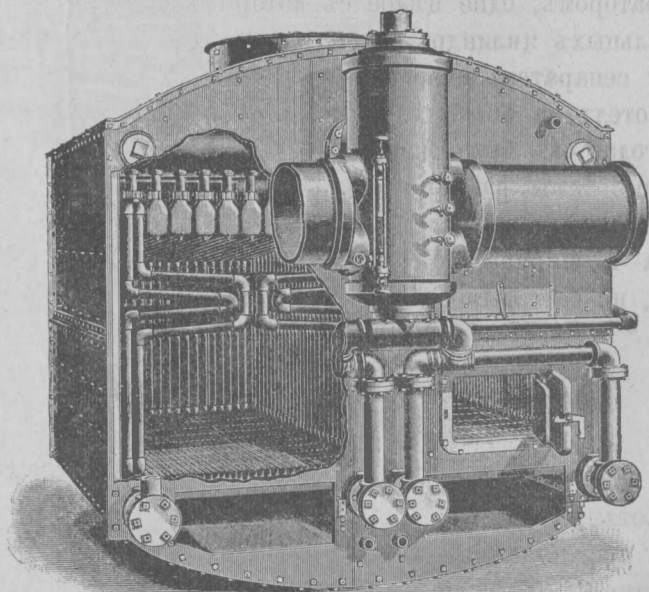


Рис. 257.

Двойной котель Альми.

колѣнъ. Котлы бываютъ ординарные и двойные, причемъ ихъ устройство въ сущности остается одинаковое. Котель второго рода, поставленный на американскую миноноску *Siletto*, изображенъ на рис. 257. Основаніемъ котла въ каждой его поло-

винѣ служить П-образный, идущій съ боковъ и сзади водяной коллекторъ, расположенный ниже колосниковой рѣшетки. Отъ боковыхъ его отростковъ поднимаются попарно вверхъ водогрѣйныя трубы, образующія два горизонтальныхъ колѣна на серединѣ высоты котла и соединяющіяся сверху съ боковыми вѣтвями также П-образнаго паросушителя, расположеннаго съ боковъ и впереди котла; какъ можно видѣть на рисункѣ, передъ соединеніемъ съ коллекторами пары трубокъ соединяются въ одну при посредствѣ вилкообразныхъ муфтъ. Въ переднюю часть паросушителя вставляются трубы, идущія отъ задней части водяного коллектора. Паросушители обѣихъ половинъ котла соединяются спереди съ вертикальнымъ сепараторомъ, одно цѣлое съ которымъ образуютъ два горизонтальныхъ цилиндра, расположенныхъ внѣ кожуха котла; снизу сепараторъ сообщается съ водяными коллекторами.

Котель на *Stiletto* служитъ вполне удовлетворительно уже три года; онъ былъ поставленъ взамѣнъ котла Геррешофа. Главные его размѣры таковы: — Поверхность нагрѣва — 1020 кв. ф., площадь колосниковой рѣшетки 29½ кв. ф., длина и ширина по 6,62 ф., высота 7 ф., вѣсъ съ приборами, но безъ дымовой трубы, 4,9 т. и вѣсъ воды въ немъ $\frac{5}{8}$ т. *

41. Котлы Уайта.

Котлы, какіе строятъ Уайтъ изъ Истъ-Коуса, рис. 258—260, представляютъ собою соединеніе третьей формы котла Торникрофта съ прежнимъ котломъ Дю-Тампля и котломъ Беллиса; устройство паросушителя и двухъ водяныхъ коллекторовъ заимствовано отъ Торникрофта, устройство расположенной между ними трубы обратной воды — отъ Дю-Тампля и наконецъ спирально скрученныя водогрѣйныя трубы отъ Беллиса. Колосниковая рѣшетка расположена очень низко, такъ что получается очень большое топочное пространство. Передняя и задняя стѣнки котла прикрыты тѣсно поставленными трубками съ простой формой изгиба, какъ можно ви-

дѣтъ на правой сторонѣ рис. 258. Рис. 259 показываетъ, что вдоль каждой боковой стѣнки котла расположенъ рядъ трубокъ съ небольшою кривизной, которыя, какъ видимъ на рис. 258, поставлены между спиральными трубками. Эти трубки также, какъ и тѣ, которыя расположены у концевыхъ стѣнокъ котла, суживаются на обоихъ своихъ концахъ, чтобы при ихъ тѣсномъ расположеніи получить достаточные для крѣпости промежутки въ трубной стѣнкѣ. Перегородки, образуемыя этими трубками, поддерживающими паросуши-

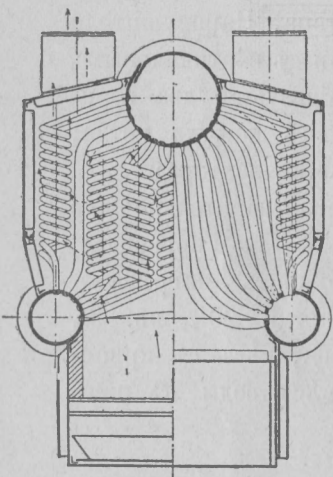


Рис. 258.

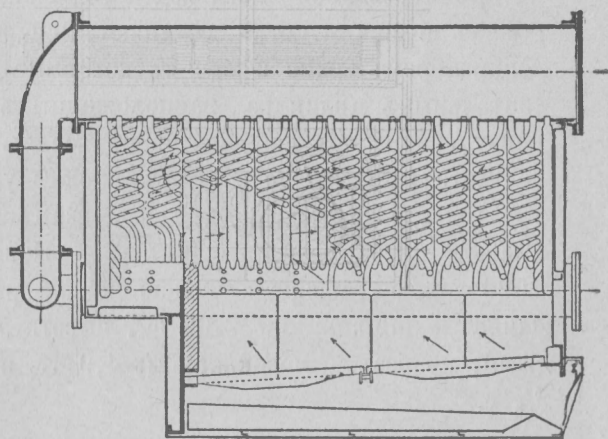


Рис. 259.

Котель Уайта.

тель, заставляють горячіе газы проходить по пути въ двѣ дымовыя трубы такъ, какъ показано стрѣлками на рис. 259—260.

Котлы Уайта поставлены на англійскіе минные крейсера *Conflict*, *Tenzer* и *Wizard*. Машины этихъ судовъ въ 250 т. водоизмѣщенія развили 4370, 4500 и 4400 инд. с., причемъ предназначенная скорость хода въ 27 узловъ была не вполнѣ достигнута.

Площадь колосниковой рѣшетки и поверхность нагрѣва въ этихъ котлахъ большія, но они представляютъ слѣдующій

недостатокъ: вода, входящая въ водяные коллекторы изъ расположенныхъ сзади трубъ обратной воды, столь быстро втягивается въ спиральныя трубы вслѣдствіе сильнаго парообразованія въ нихъ, что въ нѣкоторыя изъ трубокъ не попадаетъ достаточно воды, а потому онѣ скоро прогораютъ. Поэтому вмѣсто одной задней трубы обратной воды на каждой сторонѣ обоихъ водяныхъ коллекторовъ Уайтъ придумалъ ставить 4 или 5 и между ними располагать спиральныя трубы.

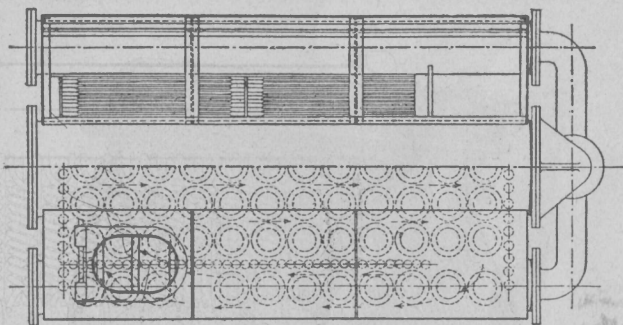


Рис. 260.

Котель Уайта (въ планѣ).

42. Котлы Ярроу.

Ярроу изъ Поплара (близъ Лондона) въ 1880 г. взялъ привилегію на котель, изображенный на рис. 261 и, строго говоря, не принадлежащій къ этой группѣ котловъ, такъ какъ онъ содержитъ не изогнутыя, а прямыя стальные трубы съ наружнымъ діаметромъ въ $1\frac{1}{8}$ дм., которыя расположены между паросушителемъ изъ двухъ половинъ, скрѣпленныхъ между собою болтами, и двумя водяными коллекторами. Послѣдніе полуцилиндрическіе: верхняя половина цилиндра отъ нихъ отрѣзана и вмѣсто нея прикрѣпляется къ нижней половинѣ цилиндра плоская крышка, представляющая трубную доску. Поэтому оба нижнихъ полуцилиндра, а также верхнюю половину паросушителя можно отнимать и тогда

вся батарея трубок дѣлается доступной для обстоятельнаго осмотра и чистки. Вообще Ярроу главнымъ образомъ стремился къ тому, чтобы обезпечить свободный доступъ внутрь трубокъ. Но при этомъ у котловъ оказывается недостатокъ, — слишкомъ малая эластичность и вслѣдствіе этого чувствительность къ быстрымъ нагрѣваніямъ и охлажденіямъ.

Первые котлы Ярроу этого рода, какъ можно видѣть на рис. 261, снабжались большими трубами обратной воды отъ паросушителя къ водянымъ коллекторамъ, которые были введены въ употребленіе Дю-Тамплемъ и которымъ Норманъ

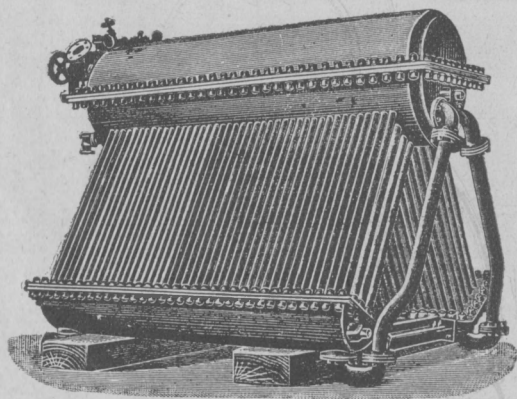


Рис. 261.

Котель Ярроу, первоначальная форма.

приписываетъ единственную и только въ котлахъ этой группы удовлетворительную циркуляцію воды, а потому онъ указываетъ на нихъ, какъ на одно изъ выдающихся открытій въ области конструирования новѣйшихъ паровыхъ котловъ. Но теперь Ярроу нашелъ, что въ трубахъ обратной воды совсѣмъ нѣтъ надобности и онъ не ставитъ ихъ у своихъ новѣйшихъ котловъ для экономіи въ вѣсѣ и помѣщеніи. Построенные на заводѣ «Вулканъ» въ Штеттинѣ миноносные котлы, о которыхъ будетъ еще упомянуто ниже, обнаружили хорошую циркуляцію воды и безъ этихъ трубъ. Извѣстный строитель Максимъ объясняетъ это разницей въ нагрѣ-

ваніи трубокъ, расположенныхъ ближе всего къ топкѣ и находящихся у наружныхъ сторонъ котла; послѣднія содержатъ всегда воду нѣсколько холоднѣе, чѣмъ самые внутренніе ряды трубокъ, по которымъ проходитъ только смѣсь горячаго пара и воды, а потому наружные ряды трубокъ сами собою принимаютъ на себя роль большихъ трубъ обрат-

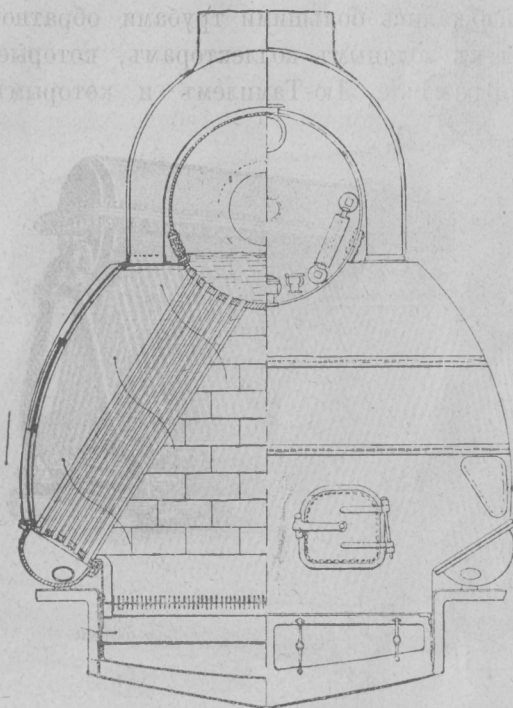


Рис. 262.

Новая форма котловъ Ярроу.

ной воды. Поэтому Максимъ также считаетъ совершенно излишними столь сильно восхваляемая Норманомъ трубы обратной воды и отрицаетъ какое либо ихъ значеніе. Насколько противоположны между собою взгляды на этотъ пунктъ у столь выдающихся строителей, настолько же они оказываются несогласными и относительно другого условія циркуляціи. Въ самомъ дѣлѣ Торникрофтъ считаетъ необ-

ходимымъ, чтобы трубки, идущія отъ водяныхъ коллекторовъ, вставлялись въ верхнюю часть паросушителя, надъ уровнемъ воды, потому что по его изслѣдованіямъ циркуляція бываетъ тогда вдвое сильнѣе, чѣмъ при вставленіи трубокъ ниже уровня воды. Его противники, т. е. всѣ остальные строители котловъ этого рода, нисколько не оспариваютъ

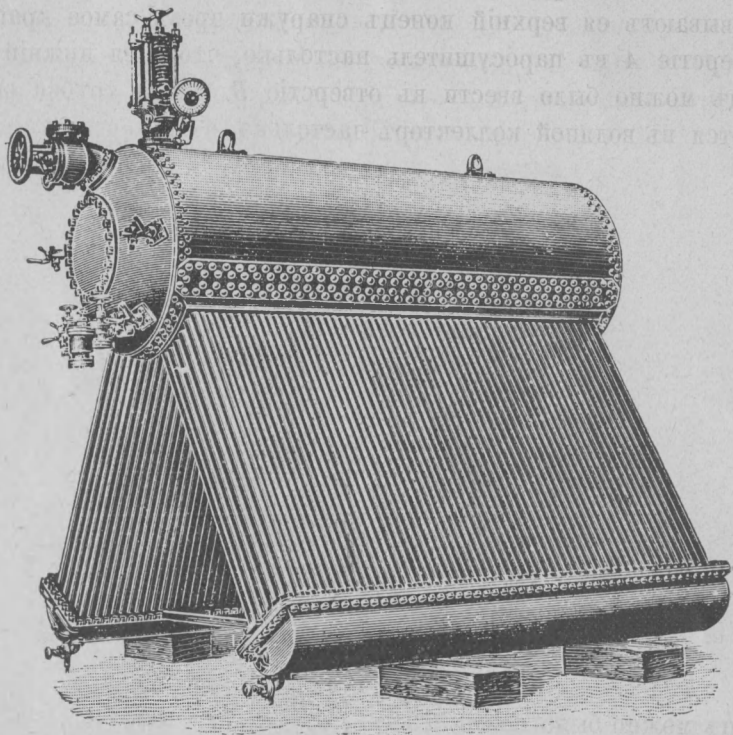


Рис 263.

Новая форма котловъ Ярроу.

этого обстоятельства, но ссылаются на то, что въ ихъ котлахъ циркуляція воды вполне достаточна даже при сильномъ форсированіи тяги и даже при отсутствіи трубъ обратной воды, считаемыхъ Торникрофтомъ необходимыми, и что при трубкахъ, вставленныхъ ниже уровня воды, безусловно устраняется опасность перегрѣванія верхнихъ частей трубокъ, проводящихъ только паръ.

Съ теченіемъ времени Ярроу значительно измѣнилъ устройство своихъ котловъ, а именно: паросушитель дѣлается уже не изъ двухъ половинъ, скрѣпляемыхъ болтами, а въ формѣ замкнутаго цилиндра, рис. 262 и 263. Чтобы можно было вынуть поврежденную трубку и вставить новую, Ярроу нѣсколько увеличилъ противъ прежняго діаметръ паросушителя. Если надо, напр., вставить трубку *GH*, рис. 264, то сначала всовываютъ ея верхній конецъ снаружи чрезъ самое крайнее отверстіе *A* въ паросушитель настолько, чтобы ея нижній конецъ можно было ввести въ отверстіе *B*. Тогда трубка опускается въ водяной коллекторъ настолько, чтобы ея верхній ко-

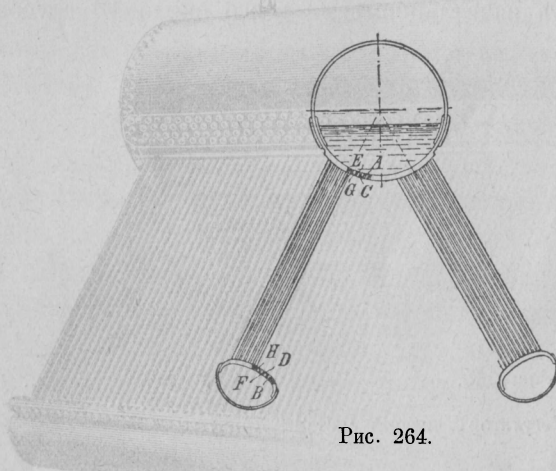


Рис. 264.

Способъ вставленія трубокъ въ котлѣ Ярроу.

нецъ можно было ввести въ отверстіе *C* для второго ряда трубокъ, и подобнымъ образомъ она переводится чрезъ положенія *CD*, *DE*, *EF*, *FG*, пока наконечъ не придетъ въ положеніе *GH*. Вынимается трубка обратнымъ путемъ, но само собою разумѣется, что сначала надо вынуть находящіяся передъ нею трубки соотвѣтствующихъ рядовъ. При этомъ для перемѣны трубки, находящейся въ серединѣ ряда, требуется 2 часа, считая съ того момента, когда котель будетъ опорожненъ и остынетъ, т. е. когда въ него можно будетъ влѣзать. Но на остыванія котла послѣ опоражниванія требуется, смотря по времени года, 2 — 3 часа, такъ что перемѣна трубки произ-

водится не скорѣе, чѣмъ въ котлѣ Торникрофта, гдѣ требуется 5 часовъ. Поэтому въ плаваніи всегда приходится довольствоваться закупориваніемъ трубокъ съ течью. Если же Ярроу утверждаетъ, что на пробѣ англійскаго миннаго крейсера *Hornet*, снабженнаго такими котлами, трубка, пришедшая въ негодность вслѣдствіе своего плохого качества, была перемѣнена въ 40 минутъ, то, на основаніи предыдущаго, это могла быть только наружная легко доступная трубка.

Трубки котловъ Ярроу развальцовываются въ трубныхъ стѣнкахъ не въ-ручную, а при посредствѣ гибкаго приводнаго вала или переноснаго электродвигателя. При работѣ въ-ручную въ часъ развальцовывали всего около 10 трубокъ,

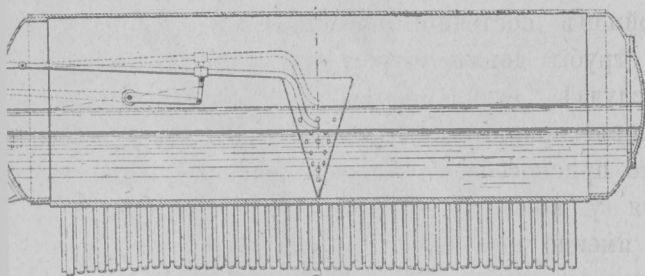


Рис. 265.

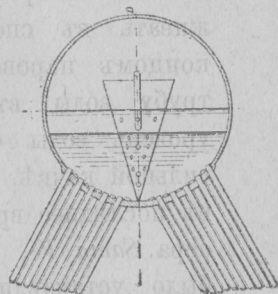


Рис. 266.

Регуляторъ питанія системы Ярроу.

тогда какъ теперь должны развальцовывать въ такое же время около 30. При этомъ устройство машинки для развальцовыванія измѣнилось: вращается уже не конусъ внутри патрона съ роликами, а самый патронъ съ роликами около неподвижнаго конуса.

Испытавъ въ послѣдніе годы различные автоматическіе регуляторы питанія и найдя, что всѣ они представляютъ извѣстные недостатки, Ярроу ставитъ теперь особую донку для каждаго котла, какъ это дѣлаютъ и другіе. Въмѣсто автоматическаго регулятора питанія онъ испыталъ недавно на одномъ маленькомъ суднѣ съ машиной въ 300 инд. л. с. приспособленіе, представленное на рис. 265 и 266, и полу-

чилъ удовлетворительный результатъ. Въ серединѣ паросушителя ставится конусъ изъ стального листа съ дырами, обращенный остриемъ внизъ, причемъ его верхняя кромка только немного выступаетъ надъ нормальнымъ уровнемъ воды. Надъ конусомъ находится конецъ паровой трубы донки. Пока уровень воды не доходитъ до отверстія паровой трубы, донка поддерживаетъ свой нормальный ходъ; если же вода поднимется и проникнетъ вмѣсто пара въ трубу и въ паровой цилиндръ донки, скорость поршня послѣдней быстро уменьшится и уровень воды скоро упадетъ, потому что у парового цилиндра объемъ больше, чѣмъ у водяного, и слѣдовательно изъ котла уходитъ больше воды, чѣмъ нагнетается въ него донкой. Конусъ изъ листа съ дырами имѣетъ цѣлью поддерживать въ спокойномъ состояніи поверхность воды надъ концомъ паровой трубы донки и устранить попаданіе въ трубу воды въ случаѣ, если произойдетъ вскипаніе или уровень воды будетъ принимать наклонное положеніе при сильной качкѣ. Это приспособленіе было нѣсколько измѣнено въ послѣднее время у котловъ аргентинскаго миннаго крейсера *Santa Fé*, а именно его устроили такъ, чтобы можно было устанавливать для какого угодно уровня воды между двумя предѣлами. Произведенныя съ нимъ испытанія дали удовлетворительные результаты.

Чтобы опровергнуть мнѣніе, что котлы съ прямыми трубами обладаютъ незначительной эластичностью, Ярроу подвергъ на заводѣ слѣдующему испытанію одинъ изъ котловъ миннаго крейсера *Hornet*: его заставили дѣйствовать при очень сильно форсируемой тягѣ, а затѣмъ быстро выгребли жаръ и сняли весь кожухъ, чтобы котелъ могъ быстро охладиться. Собравъ опять его кожухъ, развели снова пары съ большой скоростью и подняли ихъ давленіе до 170 фунт. Послѣ этой пробы котелъ не обнаружилъ никакихъ измѣненій формы и другихъ поврежденій. При пробѣ *Hornet*'а форсированнымъ ходомъ получили около 4000 инд. л. с.; поэтому, при полномъ вѣсѣ котловъ въ 42,8 т., приходится около 90 инд. л. с. на 1 т. ихъ вѣса. Но такъ какъ данный вѣсъ представляетъ по всей вѣроятности только одинъ вѣсъ котловъ съ водою,

не включая сюда дымоходы, дымовыя трубы и остальные принадлежности котельныхъ отдѣленій, то эту цифру надо уменьшить въ довольно значительной степени и въ дѣйствительности можно считать, самое большое, 80 инд. л. с. на 1 т. вѣса котловъ.

Штеттинскій заводъ «Вулканъ» поставилъ котлы Ярроу на построенные имъ въ 1895 г. китайскіе миноносцы; при форсированной тягѣ подъ давленіемъ воздуха въ $1\frac{5}{8}$ дм. столба воды, приче́мъ сжигалось 80 англ. фунт. кардифскаго угля въ часъ на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки, и при температурѣ питательной воды въ 50° Ц., въ этихъ котлахъ испарялось еще 7,6 фун. воды на 1 ф. угля. При форсированіи, доведенномъ до сжиганія 95 англ. фунт. угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки въ часъ паръ въ сепараторѣ на концѣ главной паровой трубы содержалъ всего 1% воды. Такъ какъ на пробахъ форсированнымъ ходомъ котлы не обнаруживали ни вскипанія, ни другихъ затрудненій, не смотря на то, что ими управляли не вполне опытные кочегары, то по мнѣнію завода «Вулканъ» *эти котлы Ярроу, въ виду простоты ихъ устройства, доступности и экономичности, принадлежатъ къ наилучшимъ изъ имѣющихся теперь водотрубныхъ котловъ.* Но при этомъ представляется только страннымъ, что изъ 5 построенныхъ у Ярроу въ 1893—94 гг. англійскихъ минныхъ крейсеровъ только одинъ *Hornet* далъ 27,31 узл. на трехчасовой пробѣ форсированнымъ ходомъ; совершенно одинаковый съ нимъ крейсеръ *Havock* съ локомотивными котлами далъ 26,17 узл. Оба судна въ 220 т. водоизмѣщенія при длинѣ въ 180 фут., которая у послѣдовавшихъ за ними судовъ увеличена до 190 ф. при одинаковомъ водоизмѣщеніи. Итакъ, несмотря на то, что три построенныхъ послѣдними судна *Charger*, *Hasty* и *Dasher* обладаютъ гораздо болѣе тонкими обводами, потому что ширина и углубленіе остаются тѣ же самыя, два первыхъ дали всего 26,08 узл., а послѣднее 26,21, вслѣдствіе чего они относятся къ самымъ тихоходнымъ судамъ этого рода. Изъ строящихся теперь 48 минныхъ крейсеровъ съ 30-узловымъ ходомъ англійское адмиралтейство ни одного не заказало Ярроу.

* Ярроу строить свои котлы на 500 и 900 или даже 1000 инд. л. с. Котлы послѣдняго размѣра поставлены между прочимъ на 3 голландскихъ крейсера (*Zeeland, Holland* и *Friesland*) совмѣстно съ шотландскими, а именно по 8 котловъ Ярроу и по 2 послѣднихъ, которыми предполагають пользоваться при обыкновенной службѣ, прибѣгая къ первымъ только при ходахъ съ большой скоростью. Эти котлы Ярроу состоятъ изъ стальныхъ трубокъ въ $1\frac{1}{8}$ дм. діаметромъ и 5 ф. длиной между трубными стѣнками, расположенныхъ въ 10 рядовъ въ каждой батарее; поверхность нагрѣва каждаго котла—2017 кв. ф., площадь колосниковой рѣшетки $40\frac{1}{4}$ кв. ф. и полный вѣсъ съ водой 11 т. Полная длина котла 11 ф. и высота $9\frac{1}{4}$ ф.

Австрійскій миноносецъ *Viper* съ двумя почти такими же котлами Ярроу далъ на пробѣ среднюю скорость 26.63 уз. при дутьѣ всего въ $\frac{3}{8}$ дм. столба воды. Поверхность нагрѣва въ двухъ этихъ котлахъ 3736 кв. ф. и площадь колосниковыхъ рѣшетокъ — 70 кв. ф. Машины развиваютъ около 2000 инд. л. с.

Въ послѣднее время Ярроу нашель, что его котель становится продуктивнѣе, если питать его не въ паросушитель, какъ дѣлалось до сихъ поръ, а въ водяные коллекторы и именно въ ихъ наружную часть, отдѣляемую отъ остального коллектора перегородкой и захватывающую три наружныхъ ряда трубокъ. Сравнительныя испытанія, произведенныя проф. Ламбертомъ и Гэддономъ изъ Royal Naval College, показали, что при указанномъ сейчасъ измѣненіи происходитъ нѣсколько лучшая утилизація теплоты топочныхъ газовъ. Ярроу объясняетъ это тѣмъ, что вслѣдствіе низкой температуры трубокъ наружныхъ рядовъ, по которымъ поднимается холодная питательная вода, отнимается больше теплоты отъ газовъ передъ самымъ выходомъ ихъ изъ промежутковъ между трубками въ дымоходы. Такимъ образомъ эти наружные ряды трубокъ, по его словамъ, играютъ роль экономайзера или подогревателя питательной воды, образующаго часть самаго котла.*

* 43. Котлы Филлипса.

Весьма сходные по общему виду съ котлами Ярроу, эти котлы слѣдовало бы отнести, строго говоря, къ категории котловъ съ циркуляціонными трубками и описываются они въ этой главѣ только въ виду того, что предназначаются для примѣненій, одинаковыхъ съ котлами разсматриваемой группы.

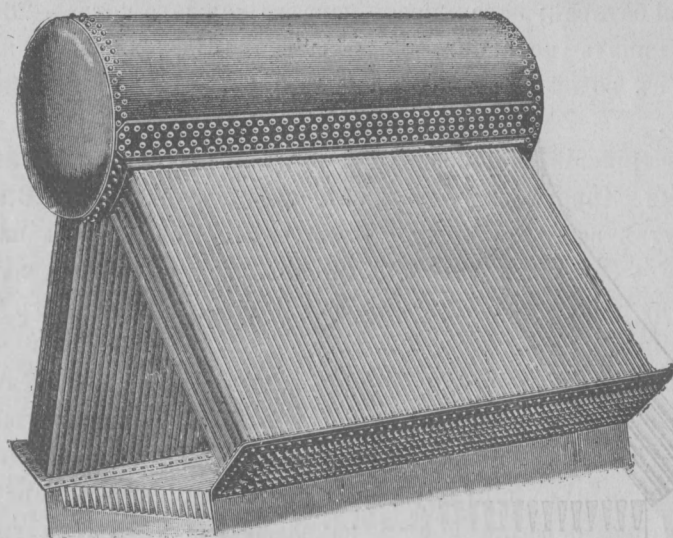


Рис. 267.

Котель Филлипса.

Какъ можно видѣть на рис. 267—269, котель Филлипса состоитъ изъ одного только паросушителя и двойныхъ водо-грѣйныхъ трубокъ, нижніе концы которыхъ вставлены въ листъ съ отверстиями, поддерживающій и предохраняющій ихъ отъ топочнаго жара; съ внутренней стороны этотъ листъ покрытъ тонкимъ слоемъ огнеупорной глины, смѣшанной съ асбестомъ. Эти нижніе концы трубокъ закупорены пробками на рѣзбѣ, снявъ которыя, можно вынимать внутреннія трубки для облегченія осмотра и чистки тѣхъ и другихъ трубокъ; внутрен-

нія трубки для удобства выниманія дѣлаются составными изъ 2 или 3 частей. Пробки для закупориванія нижнихъ концовъ трубокъ снабжаются маленькими продувательными клапанчиками *b*, рис. 269, для открыванія которыхъ достаточно только надавить на выступающій внаружу стержень.

Подобный котель съ поверхностью пагрѣва въ 400 кв. ф. вѣситъ въ готовомъ для дѣйствія состояніи всего 1 т.; его водогрѣйныя трубки стальныя въ $\frac{3}{4}$ дм. діаметромъ и $3\frac{1}{2}$ ф. длиной, а внутреннія трубки латунныя въ $\frac{7}{16}$ дм. діаметромъ;

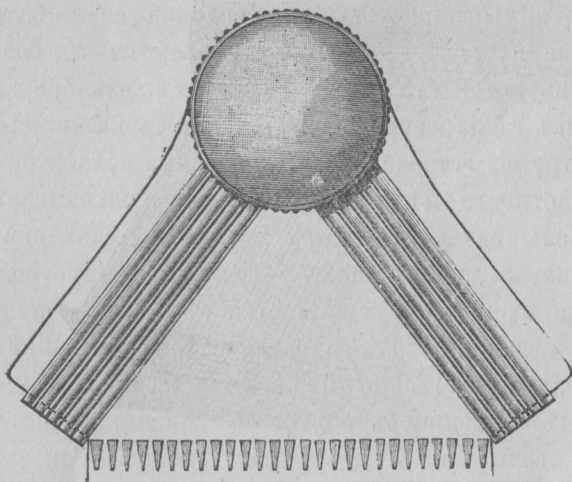


Рис. 268.

Котель Филиппа.

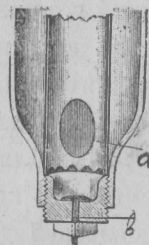


Рис. 269.

Оконечность трубки
котла Филиппа.

рабочее давленіе пара въ котлѣ 250—300 фун. Этотъ котель работаетъ исправно уже около года, причемъ его часто подвергаютъ сильной форсированной тягѣ, поливая кардифскій уголь на его колосниковой рѣшеткѣ пульверизируемыми нефтяными остатками.*

44. Котлы Петерсена-Макдональда.

Фрэзеръ въ Мильволѣ и заводъ Хоуольда въ Дитрихсдорфѣ близъ Кила строятъ котлы, на которые взяли привилегію въ Англіи Петерсенъ и Макдональдъ. Какъ можно видѣть на рис. 270 и 271, водогрѣйныя трубки, находящіяся между паросушителемъ и водяными коллекторами, расположены въ отдѣльныхъ рядахъ пучками, а именно въ изображенномъ котлѣ каждыя 9 трубокъ образуютъ пучокъ (рис. 272 и 273). Каждые 2 или 3 такихъ пучка, вставленныхъ концентрично въ водяное пространство паросушителя, соединяются въ батарею. Колпаки для пучковъ трубокъ выдѣляются въ большихъ котлахъ изъ литой стали, а въ малыхъ изъ бронзы; въ ихъ соединеніяхъ съ паросушителемъ, а также на концахъ соединительныхъ трубъ, вставленныхъ въ водяные коллекторы, проложены для плотности мѣдныя кольца, какъ показываетъ рис. 273. Для небольшихъ котловъ берутъ мѣдныя трубы, впаяваемые въ колпаки, а для большихъ — стальныя, діаметромъ не больше 1 дм., причемъ онѣ зажимаются въ слегка коническихъ отверстіяхъ тѣла колпаковъ гидравлическимъ давленіемъ. Средняя трубка служитъ связной и для этой цѣли ея концы загибаются въ видѣ запечиковъ внутри колпаковъ. У котла 4 трубы обратной воды, по 2 на каждомъ концѣ. Питаніе производится въ подогреватель, расположенный подъ паросушителемъ, т. е. какъ разъ надъ топкой, откуда подогревая вода перепускается въ паросушитель. Для этой цѣли подогреватель, маннесмановская труба, соединяется съ паросушителемъ мѣдной трубой, которая продолжается и въ паровомъ пространствѣ паросушителя, проходя на $\frac{2}{3}$ его длины, и снабжена тамъ отверстіями. Дѣйствию пламени въ этомъ котлѣ подвергаются только пучки трубокъ, паросушитель и подогреватель; что же касается до трубъ обратной воды, водяныхъ коллекторовъ и трубъ для соединенія послѣднихъ съ пучками трубокъ, то они отдѣляются отъ топочнаго пространства кирпичной кладкой или листами съ ребрами для задерживанія непроводящей тепла сажи.

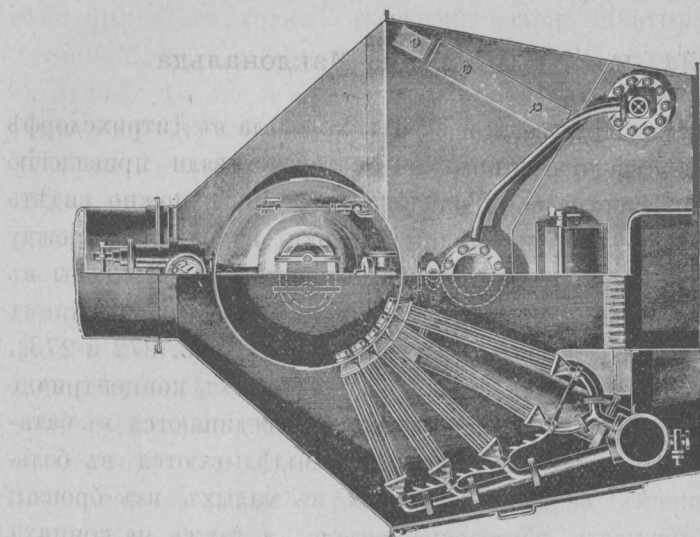


Рис. 271.

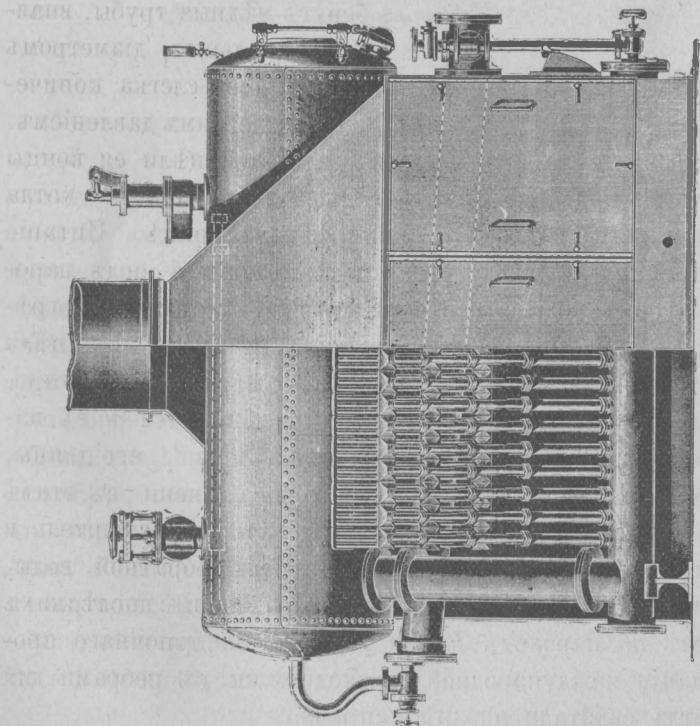


Рис. 270.

Котелъ Петерсена-Масдональда

При испытаніи. какое произвелъ Томасъ въ Англіи надъ однимъ котломъ Петерсена и Макдональда, въ 27 минутъ подняли пары до давленія въ 50 фунт. и въ 31 минуту до 140 фунт. Во время 6-часовой пробы сжигали 33 англ. фун. угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки въ часъ и при этомъ испарялось 9,3 фун. воды на 1 фунтъ угля. Такъ какъ температура питательной воды не указана, то можно предположить, что здѣсь разумѣтся, какъ обыкновенно у англичанъ, преобразование воды въ 100° въ паръ въ 100°, потому что иначе такое парообразование было бы совершенно необычайно высокимъ при этой степени форсированія. Испытываемый котелъ вѣсилъ 7,5 т. безъ воды, а вѣсъ послѣдней былъ 2,5 т., т. е. составлялъ $\frac{1}{3}$ полного вѣса и слѣдовательно былъ слишкомъ большой для водотрубныхъ котловъ этой группы. Мощность котла указана въ 400 инд. л. с., что



Рис. 272.

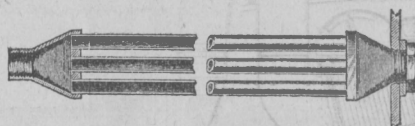


Рис. 273.

Пучокъ трубокъ котла Петерсена-Макдональда.

даетъ всего 40 инд. л. с. на 1 т. вѣса котла или около половины мощности котловъ Торникрофта, Нормана, Ярроу, Рида и Блекиндена. Это отчасти можетъ обуславливаться большимъ вѣсомъ воды, а отчасти также вѣсомъ винтовыхъ соединеній и прикрывающихъ щитовъ и вслѣдствіе этого котлы Петерсена и Макдональда такъ же, какъ и котлы Флеминга и Фергюсона, пригодны больше для коммерческихъ пароходовъ, чѣмъ для минныхъ судовъ. Важное преимущество котловъ заключается въ томъ, что ихъ можно разбирать на мелкія части и, подобно котламъ Рута, пересылать въ такія мѣста, куда существуетъ только выюнный способъ транспортированія. Заводъ Хоуольда въ Дитрихсдорфѣ построилъ такой котелъ на пароходѣ *Johann Schweffel* и другой для котельнаго зданія международной мореходной выставки въ Килѣ; оба эти котла работали вполне исправно.

45. Котлы Сампсона.

Котель Сампсона, рис. 274 и 275, построенный заводомъ Maudslay Sons & Field въ Лондонѣ, также не принадлежитъ, строго говоря, къ разсматриваемой группѣ котловъ вслѣдствіе того, что трубы въ немъ прямыя. Онъ заключаетъ въ себѣ два полуцилиндрическихъ паросушителя большихъ размѣровъ, тогда какъ два водяныхъ коллектора, соединенныхъ между собою на заднемъ концѣ трубой, сдѣланы очень узкими. Отъ каждаго паросушителя идутъ къ соответствующему водяному коллектору двѣ трубы обратной воды, одна на переднемъ

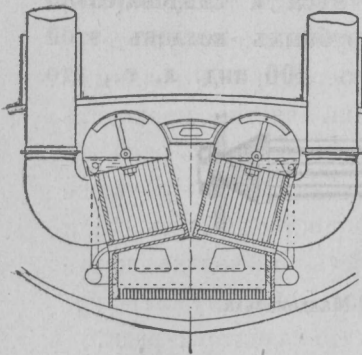


Рис. 274.

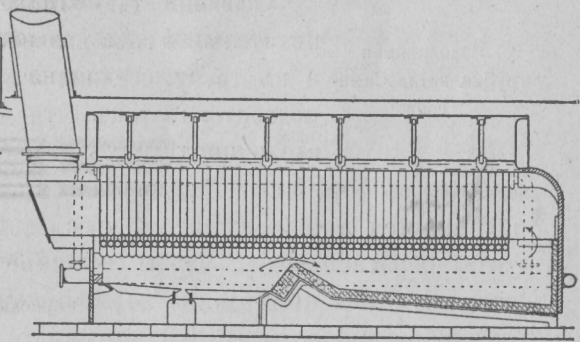


Рис. 275

Котель Сампсона.

концѣ и другая на заднемъ. Отъ каждаго водяного коллектора идетъ рядъ изъ 55 трубокъ съ небольшимъ колѣномъ, которыя ограничиваютъ съ обѣихъ сторонъ въ видѣ крыши топочное пространство и расположены параллельно плоскимъ днамъ паросушителей. Между этими днами и нижнимъ упомянутымъ сейчасъ рядомъ трубокъ расположены рядами трубки, которыя и надо считать водогрѣйными; въ каждомъ рядѣ ихъ 13, съ наружнымъ діаметромъ въ $1\frac{1}{2}$ дм. и длиною въ $2\frac{1}{4}$ фута. 12 внутреннихъ рядовъ прикрыты снаружи стѣнкой изъ стального листа, а тринадцатый рядъ находится внѣ дымохода, такъ что его трубки могутъ служить только трубами обратной воды.

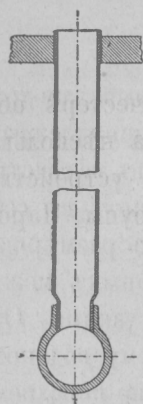


Рис. 276.

Водогрѣйная
трубка котла Самп-
сона.

Горячіе газы идутъ изъ топки чрезъ порогъ на задній конецъ котла, въ правую камеру, которая, какъ и топка, прикрыта сверху трубками, поставленными плотно одна къ другой въ видѣ крыши; на самомъ концѣ камеры газы поднимаются вверхъ и проходятъ сквозь обѣ группы водогрѣйныхъ трубокъ, попадая затѣмъ на переднемъ концѣ въ двѣ дымовыя трубы. Водогрѣйныя трубки сѣзуживаются на нижнихъ своихъ концахъ, которыми вставляются въ нижнія трубы и водяные коллекторы, какъ это показано на рис. 276.

Особенностью котла служить также то, что питательная вода вводится не въ паросушители, а въ трубу, соединяющую сзади оба водяныхъ коллектора, такъ что она частію проходитъ вдоль послѣднихъ и поступаетъ чрезъ расположенныя въ формѣ свода водогрѣйныя трубки, а частію также поднимается въ паросушитель чрезъ двѣ поставленныхъ сзади трубы обратной воды. Чтобы возстановить нѣсколько нарушаемую этимъ циркуляцію воды, приспособлены служить трубами обратной воды трубки наружнаго тринадцатаго ряда.

При чисткѣ топки и трубокъ можно вполнѣ отдѣлять одну половину котла, закрывъ регистръ дымовой трубы, а также регистровый клапанъ, расположенный у задней стѣнки надъ газовой камерой; тогда горячіе газы будутъ проходить только по дымоходу другой половины котла. Трубки чистятся щетками чрезъ устроенныя съ боковъ дверцы. Какъ и въ котлахъ Ярроу, здѣсь возможны внутренняя чистка и осмотръ прямыхъ трубокъ изъ паросушителя, а также въ нѣкоторой степени и изъ нижнихъ трубъ. Еще одно преимущество этихъ котловъ заключается въ томъ, что никакое соединеніе трубокъ не подвергнется непосредственному дѣйствію пламени.

О примѣненіяхъ этихъ котловъ и объ ихъ производительности не имѣется никакихъ свѣдѣній. На англійскихъ минныхъ судахъ они до сихъ поръ примѣненія не получили.

46. Котлы Мемфорда.

Въ 1895 г. Culver-street'скій заводъ въ Кольчестерѣ построилъ для паровыхъ катеровъ англійскаго флота нѣсколько котловъ Мемфорда, рис. 277. Въ общемъ ихъ устройство такое-же, какъ и у всѣхъ другихъ котловъ этой группы. Паро-

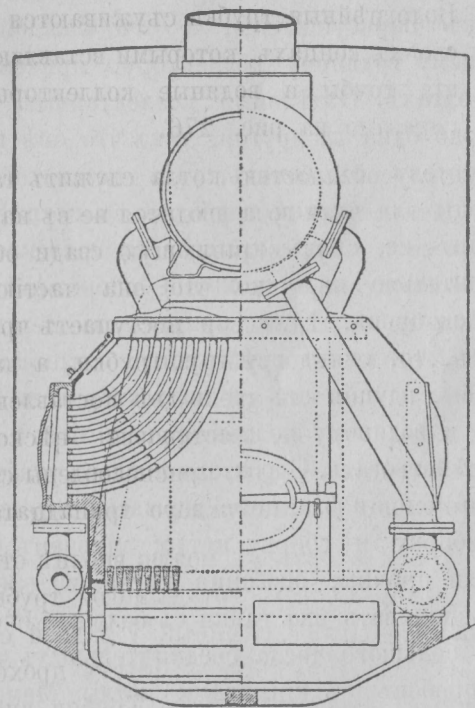


Рис. 277.

Котель Мемфорда.

сушитель соединяется съ двумя водяными коллекторами по двумъ трубамъ обратной воды на переднемъ концѣ котла и по большому числу водогрѣйныхъ трубокъ. У задней стѣнки между водяными коллекторами поставлена соединительная труба. Преимущество этихъ котловъ заключается въ особомъ расположеніи водогрѣйныхъ трубокъ. Последнія, изогнутыя по дугѣ

въ четверть круга, соединяются на каждой сторонѣ котла въ отдѣльныя — обыкновенно четыре — группы изъ нѣсколькихъ горизонтальныхъ и вертикальныхъ рядовъ. У каждой группы трубокъ имѣется верхняя и боковая коллекторная коробка, плоская, четырехугольная, сдѣланная изъ литой стали, со съемной крышкой. Въ трубныхъ стѣнкахъ этихъ коробокъ стальныя водогрѣбныя трубки, цинкованныя снаружи, закрѣпляются раскаткой. Отъ каждой верхней коллекторной коробки идетъ труба къ паросушителю, а отъ каждой боковой къ соответствующему водяному коллектору, причемъ эти трубы ставятся на болтахъ. Отдѣльныя коллекторныя коробки расположены близко одна къ другой, такъ что онѣ почти вполне закрываютъ котель съ боковъ. На незанятой ими части устроены дверцы для чистки трубокъ. Въ случаѣ течи трубки легко перемѣнить ее, снявъ крышку ея коллекторныхъ коробокъ; предварительно надо конечно опорожнить котель до водяныхъ коллекторовъ. Если придетъ въ негодность цѣлая группа трубокъ, то, снявъ эту группу, закрываютъ глухими фланцами трубы, идущія отъ ея коллекторныхъ коробокъ къ паросушителю и водяному коллектору, и послѣ этого котель опять можетъ дѣйствовать. Строители котловъ утверждаютъ, что соединенія при помощи фланцевъ держатся хорошо, не смотря на частую разборку и сборку котла; впрочемъ сомнительно, чтобы они были прочны, особенно когда во время дѣйствія приходится завинчивать ихъ гайки съ большою поспѣшностью.

Вслѣдствіе большого числа соединительныхъ трубъ и коллекторныхъ коробокъ съ крышками котлы Мемфорда оказываются тяжелѣе другихъ котловъ этого рода; нельзя даже сказать, за недостаткомъ достовѣрныхъ сравнительныхъ данныхъ, дѣйствительно ли они легче равносильныхъ локомотивныхъ котловъ, какъ утверждаютъ ихъ строители. Наводить на сомнѣніе въ этомъ то обстоятельство, что до сихъ поръ не опубликовано никакихъ вѣсовыхъ данныхъ, которыя очевидно не стали бы держать въ секретѣ, если бы онѣ представлялись выгодными.

Котель этой системы подвергали очень сильному форсированію, причемъ сжигали до 160 англ. фунт. угля въ часъ

на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки и въ котлѣ испарялось 5,5 т. воды за такой же промежутокъ времени. Не указано, какъ велико было при этомъ давленіе воздуха и какъ достигли такого высокаго парообразованія. Возможно еще допустить столь сильно форсируемое отопленіе, но оно не даетъ никакого указанія относительно мощности котла на 1 т. его вѣса, что особенно важно для небольшихъ легкихъ судовъ въ родѣ паровыхъ катеровъ и сторожевыхъ барказовъ. Поэтому надобно еще подождать свѣдѣній о томъ, какіе результаты дадутъ котлы при своей службѣ на катерахъ англійскихъ военныхъ судовъ.

Глава V.

Котлы съ вертикальными коллекторами.

Насколько велико число системъ котловъ въ предыдущей группѣ, настолько оно мало въ той, къ которой переходимъ теперь. Два разсматриваемыхъ здѣсь устройства не имѣютъ ничего общаго и никакой связи между собою, представляя вообще совершенно независимыя одно отъ другого по идеѣ изобрѣтенія. Первое изъ нихъ выдержало уже практическое испытаніе, а второе ожидаетъ еще своего осуществленія.

47. Котлы Уорда.

На Инженерномъ Конгрессѣ въ Чикаго Уордъ изъ Чарльстона сдѣлалъ замѣчательное сообщеніе о водотрубныхъ котлахъ извѣстной американской системы, мало знакомой европейскимъ механикамъ. Уордъ одинъ изъ самыхъ энергичныхъ сторонниковъ водотрубныхъ котловъ въ Новомъ Свѣтѣ и его котлы, находившіеся на выставкѣ, отличались отъ многочисленныхъ представителей другихъ сходственныхъ системъ своимъ прочнымъ устройствомъ. Кромѣ котловъ для минныхъ судовъ, какіе описаны въ § 36, Уордъ строитъ судовые котлы еще двухъ системъ, которые, при другомъ устройствѣ, предназначаются главнымъ образомъ для береговыхъ цѣлей; изъ нихъ котлы меньшаго образца предназначаются для паровыхъ катеровъ, рѣчныхъ пароходовъ и пр., а большаго образца — для военныхъ и коммерческихъ судовъ.

Малый котелъ Уорда, рис. 278 и 279, въ 1884 г. былъ подвергнутъ обстоятельнымъ испытаніямъ комиссіей изъ стар-

шихъ инженеръ-механиковъ флота Соединенныхъ Штатовъ, Ишервуда, Зеллера и Хента, послѣ чего его поставили на паровой катеръ, гдѣ до сихъ поръ остаются вполнѣ довольны имъ. Котель этотъ предназначается для высокаго давленія пара, вслѣдствіе чего его подвергли гидравлической пробѣ

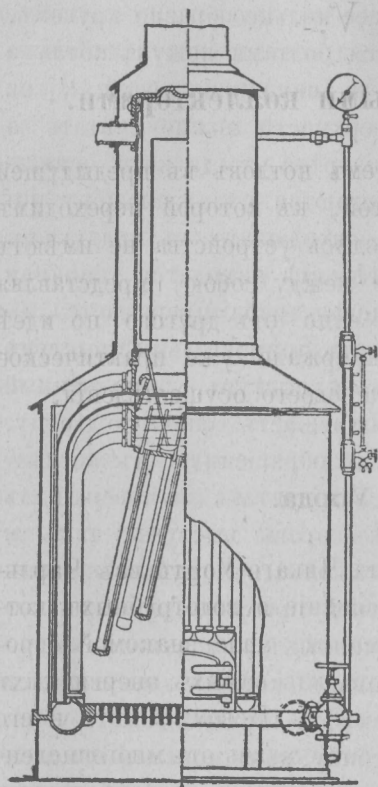


Рис. 278.

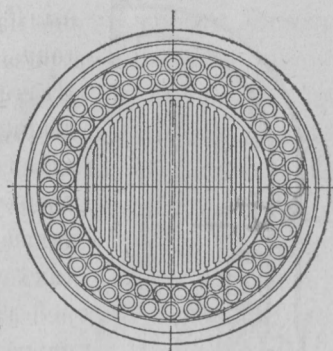


Рис. 279.

Катерный котель Уорда.

подъ давленіемъ въ 500 фунт. на кв. дм. Во время этой пробы, а также во время пробъ въ дѣйствиі, которыя производились 13 разъ по 24 часа, причеъ давленіе пара поднимали до 260 фунт. на кв. дм., нигдѣ не обнаружилось ни течи и никакихъ признаковъ формоизмѣненій или слабости отдѣльныхъ соединений.

Устройство котла въ общихъ чертахъ такое:—Надъ поддувало́мъ расположена кольцевая труба изъ литой стали, съ круглымъ поперечнымъ сѣченіемъ, внутренняя окружность которой снабжена приливами; на послѣднихъ лежитъ четырехугольное желѣзное кольцо, поддерживающее чугунные колосники. На наружной окружности кольцообразной трубы прилито горизонтальное Т-образное удлиненіе, идущее кольцообразно кругомъ, причемъ къ его фланцамъ крѣпятся болтами кожухъ котла и поддувала. Кольцевая труба бываетъ наполнена водой; $\frac{1}{4}$ ея

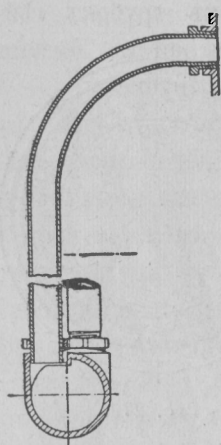


Рис. 280.

Водяной коллекторъ и
водогрѣйныя трубки
котла Уорда.

наружной поверхности можно считать за поверхность нагрѣва, тогда какъ остальные $\frac{3}{4}$ подвергаются охлаждающему потоку воздуха, входящаго въ поддувало. Въ томъ мѣстѣ, гдѣ находится топочная дверца, кольцевая труба прерывается, — здѣсь она дѣлаетъ прямоугольный выступъ кверху. Этотъ ея выступъ, наполненный также водою, окружаетъ топочную дверцу, такъ что только обращенную къ послѣдней грань нельзя считать за поверхность нагрѣва. Какъ этотъ выступъ, такъ и остальная часть кольцевой трубы снабжены на своей верхней поверхности двумя рядами расположенныхъ въ шахматномъ порядкѣ приливовъ, въ которые ввинчиваются посредствомъ муфтъ вертикальныя трубки, окружающія топку, какъ показываетъ рис.

280. Верхніе концы этихъ трубокъ загнуты, такъ что онѣ вставляются горизонтально въ цилиндръ изъ литой стали четырьмя рядами, расположенными одинъ надъ другимъ также въ шахматномъ порядкѣ. Этотъ цилиндръ снабженъ такими же приливами, какъ и нижняя кольцевая труба, и въ нихъ трубки закрѣпляются совершенно одинаковымъ способомъ. У внутренняго цилиндра дно нѣсколько конусообразно и въ него вставлены три ряда подвѣсныхъ трубокъ, закрѣпленныхъ такимъ же способомъ, какъ и предыдущія. Нижній свободный конецъ этихъ трубокъ, заку-

поренный навинчивающимся колпачкомъ, находится въ топочномъ пространствѣ. Верхній конецъ каждой изъ этихъ трубокъ внутри цилиндра также закупоренъ вставленной въ него желѣзной пробкой и въ каждой такой трубкѣ закрѣплены двѣ латунныхъ трубочки, изъ которыхъ одна идетъ внизъ по подвѣсной трубкѣ, оканчиваясь на небольшомъ разстояніи отъ ея дна, а другая трубочка идетъ кверху; по длинной трубкѣ течетъ вода изъ внутренняго стального цилиндра на дно подвѣсной трубки и затѣмъ поднимается по послѣдней, выходя въ видѣ пара чрезъ верхнюю трубочку. Такимъ образомъ вся поверхность подвѣсныхъ трубокъ дѣйствуетъ, какъ поверхность нагрѣва. Такое устройство имѣетъ много сходства съ извѣстными фильдовскими трубками.

Внутри стального цилиндра имѣется отлитая за-одно съ нимъ и расположенная наклонно круговая перегородка, отдѣляющая отверстія двухъ верхнихъ рядовъ вертикальныхъ трубокъ отъ двухъ нижнихъ. Эта перегородка загибается сверху въ формѣ полукруга (рис. 278), благодаря чему кругомъ него образуется желобокъ съ узкой щелью внизу; въ этомъ желобкѣ оканчивается питательная труба. Поэтому поступающая въ котель питательная вода, вытекая изъ желобка, распредѣляется по наружному ряду вертикальныхъ трубокъ, опускается по нимъ въ нижнюю кольцевую трубу, поступая изъ нея по внутреннему ряду вертикальныхъ трубокъ въ нижнюю часть стального цилиндра и отсюда въ подвѣсныя трубки, откуда наконецъ уходитъ въ видѣ пара въ верхнюю часть цилиндра. Такимъ образомъ въ котлѣ происходитъ вполне непрерывная циркуляція воды, крайне быстрая, при очень незначительной массѣ воды относительно поверхности нагрѣва, такъ что для разводки пара требуется всего нѣсколько минутъ.

Паровое пространство сверху внутренняго стального цилиндра склепано изъ стального листа; въ его крышкѣ устраивается горловина. Въ него вставлены два внутреннихъ цилиндра; паръ поднимается въ самомъ внутреннемъ цилиндрѣ, проходитъ между нимъ и среднимъ цилиндромъ внизъ и затѣмъ изъ верхней части промежуточнаго пространства между среднимъ и наружнымъ цилиндрами можетъ попасть въ паровую трубу.

Такое устройство принято для отдѣленія воды отъ пара; отдѣляющаяся вода стекаетъ по трубкѣ въ дежкторный желобъ, расположенный въ нижней части водяного пространства стального цилиндра.

Вышеназванные механики отзываются весьма одобрительно о котлѣ Уорда на основаніи произведенныхъ ими испытаній. При невысокихъ давленіяхъ пара котель не обнаружилъ никакихъ признаковъ вскипанія, даже при такомъ форсированіи го-

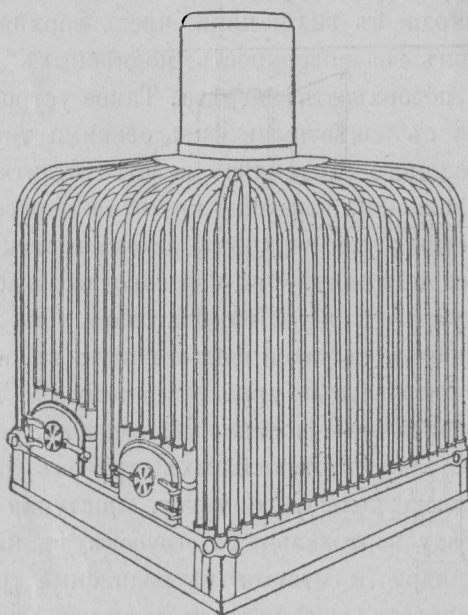


Рис. 281.

Вторая форма катерного котла Уорда.

рѣнія въ немъ, до какого никогда не доводятъ при обыкновенной службѣ котла. Его крѣпость рассчитана для давленій гораздо выше тѣхъ, какими можно пользоваться экономично. Не смотря на низкую дымовую трубу, тяга была достаточная. Его паропроизводительность была хороша, а быстрота парообразования замѣчательная. Паровое пространство производило достаточное перегрѣваніе пара и вмѣстѣ съ тѣмъ оно настолько просто по устройству, что можно рассчитывать на продолжительное исправное дѣй-

ствіе. Устройство котла для высокихъ давленій пара основано на совершенно правильныхъ расчетахъ, такъ что даже при грубомъ и неумѣломъ обращеніи можно безопасно доводить его до крайнихъ предѣловъ его паропроизводительности, какъ въ отношеніи давленія пара, такъ и горѣнія. Каждую трубку въ случаѣ надобности легко можно перемѣнить, не трогая другихъ, такъ что исправленія котла не затруднительны. Для котла требуется очень мало мѣста въ горизонтальной плоскости и его вѣсъ очень малъ, принимая во вниманіе высокое дав-

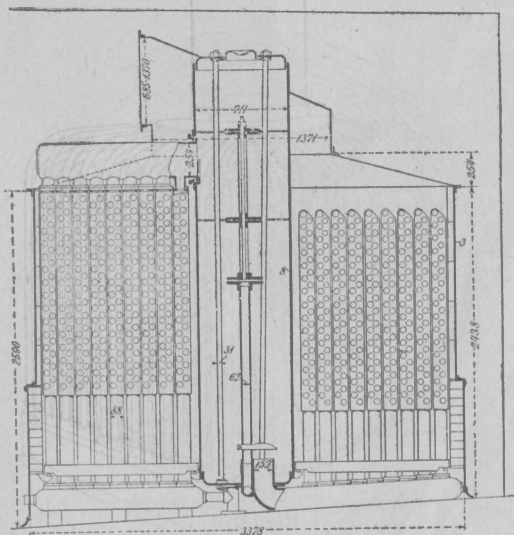


Рис. 282.

Котель Уорда.

леніе пара. Уходъ за котломъ во время дѣйствія такой-же, какъ и за всякимъ другимъ судовымъ котломъ,—для него не требуется никакихъ особо обученныхъ кочегаровъ и въ виду простоты его устройства продолжительность его службы можетъ зависѣть только отъ неустранимаго постепеннаго ржавленія.

Поэтому небольшіе котлы Уорда оказываются особенно пригодными для паровыхъ катеровъ, для которыхъ почти исключительно они теперь и примѣняются въ сѣверо-американскомъ флотѣ. Впрочемъ въ послѣдніе годы имъ придаютъ не круглую,

а квадратную форму въ планѣ, рис. 281, чтобы увеличить размѣры колосниковой рѣшетки и поверхности нагрѣва, а слѣдовательно и мощность котловъ.

Большіе котлы Уорда, рис. 282 и 283, работаютъ на сѣверо-американскомъ броненосцѣ береговой обороны *Monterey*. У средняго цилиндра этихъ котловъ, служащаго паровымъ коллекторомъ, поставлены подъ угломъ въ 180° два ряда толстыхъ вертикальныхъ трубъ изъ литой стали. Съ одной стороны цилиндра эти трубы поддерживаются на горизонтальной трубѣ,

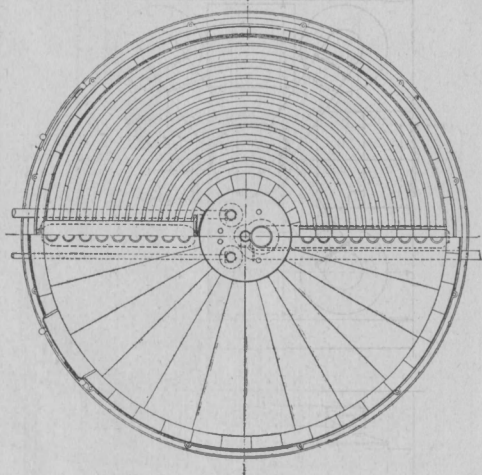


Рис. 283.

Котель Уорда.

соединяющейся съ ихъ нижними концами, а ихъ верхніе концы закупорены. Съ другой стороны цилиндра вертикальныя трубы соединяются на обоихъ своихъ концахъ съ горизонтальной трубой. Три горизонтальныхъ трубы вставлены своими внутренними концами въ средній цилиндръ, а ихъ наружные концы закупорены. Соотвѣтствующія вертикальныя трубы съ обѣихъ сторонъ цилиндра соединяются между собой въ плоскости, нѣсколько отклоняющейся отъ горизонтальнаго положенія, батареей изогнутыхъ по полукругу водогрѣйныхъ трубокъ, такъ что образуется столько пучковъ трубокъ, сколько

имѣется на каждой сторонѣ вертикальныхъ трубъ. Последнія снабжены ввинченными въ ихъ приливы патрубками съ лѣвой нарѣзкой; на концахъ трубокъ имѣется правая нарѣзка и соединеніе производится при помощи навинчиваемой на трубку муфты, такъ что можно мѣнять каждую трубку.

Питательная вода подводится снизу по оси средняго цилиндра и идетъ по внутренней трубѣ почти до уровня воды въ котлѣ, гдѣ она выходитъ чрезъ обращенную внизъ сѣтку.

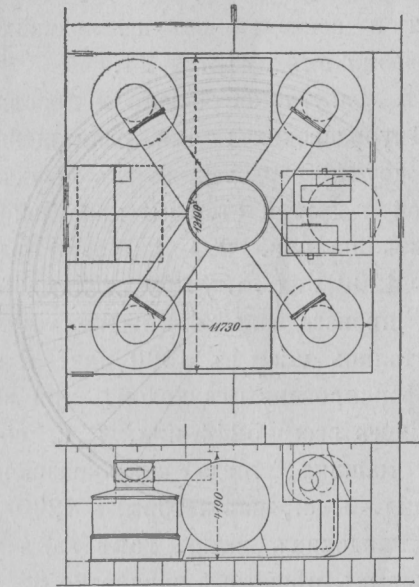


Рис. 284 и 285.

Расположеніе котловъ Уорда на *Monterey*.

При этомъ она устремляется опять внизъ, попадая по большей части въ нижнюю горизонтальную трубу, на которой стоятъ глухія вертикальныя трубы; незначительная ея часть попадаетъ въ противоположную горизонтальную трубу, въ которую вставлены открытыя вертикальныя трубы. Изъ закупоренныхъ сверху вертикальныхъ трубъ вода течетъ по кривымъ водогрѣйнымъ трубкамъ и выходитъ въ формѣ пара изъ открытыхъ сверху вертикальныхъ трубъ чрезъ верхнюю горизонтальную трубу

въ паровое пространство, проходить здѣсь чрезъ щитъ съ дырами въ формѣ сѣтки и затѣмъ попадаетъ въ паровую трубу. Отдѣляющаяся на сепараторномъ щитѣ вода падаетъ внизъ и снова начинаетъ прежній кругооборотъ.

Такъ какъ всѣ части котла могутъ расширяться независимо, то онъ обладаетъ достаточной эластичностью. Если снять горизонтальную трубу и верхъ кожуха котла, то можно вынимать изъ котла для осмотра и исправлений каждый пучокъ трубокъ съ его обѣими вертикальными трубами. Колосниковая рѣшетка чугунная и состоитъ изъ нѣсколькихъ круговыхъ секторовъ; на *Monterey* ихъ имѣется 24.

На броненосцѣ *Monterey* поставлено 2 простыхъ шотландскихъ котла и 4 уордовскихъ; они размѣщены по одному шотландскому и двумъ уордовскимъ въ двухъ котельныхъ отдѣленіяхъ съ той и другой стороны продольной переборки, какъ можно видѣть на рис. 284 и 285. Уордовскіе котлы должны развивать 4200 инд. л. с., — столько они доставили при испытаніяхъ, произведенныхъ инженеръ-механикомъ Лорингомъ; они считались даже въ 4500 инд. л. с. Однако на 4-часовой пробѣ форсированнымъ ходомъ при всѣхъ котлахъ получили въ среднемъ всего 5244 инд. л. с. со включеніемъ вспомогательныхъ машинъ, тогда какъ назначено было по контракту 5400 инд. л. с., изъ которыхъ 1200 должны были доставлять два шотландскихъ котла. Такъ какъ у послѣднихъ площадь колосниковыхъ рѣшетокъ равняется 88 кв. фут., то, считая 14 инд. л. с. на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки, можно допустить, что они доставили требуемая отъ нихъ 1200 инд. л. с., и остается только предположить, что уордовскіе котлы не развили ожидаемыхъ отъ нихъ 4200 л. с.; въ самомъ дѣлѣ, считая также у нихъ 14 инд. л. с. на 1 кв. ф. ихъ колосниковыхъ рѣшетокъ, равняющихся 295 кв. ф., слѣдовало бы получить отъ нихъ уже 4130 инд. л. с., то на 1 т. ихъ полного вѣса въ готовомъ для дѣйствія состояніи (указанъ въ 69,97 т.) приходилось бы всего 60 инд. л. с., а не 79,02, какъ рассчитывали на основаніи предварительныхъ испытаній. Послѣднія, при сжиганіи 55 фунт. угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки въ часъ, при температурѣ

питательной воды 10° Ц., температурѣ пара 100° и $12,48\%$ содержания воды въ парѣ, дали парообразование въ 6,6 фун. на 1 фунтъ угля, тогда какъ отъ одновременно испытывавшагося котла Торникрофта миноносца *Cushing* получили 7,53 фун. пара на 1 фунтъ угля при $3,89\%$ содержания воды въ парѣ, когда горѣніе было доведено до 40 фун. угля въ часъ на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки. Вода въ котлѣ Уорда, который испытывался, вѣсила 2.01 т. при общемъ вѣсѣ котла со включеніемъ воды въ 13,85 т., т. е. она составляла около $\frac{1}{7}$ вѣса котла.

Говорятъ, что равномерное питаніе котловъ Уорда на *Monterey* бываетъ затруднительно при форсированномъ ходѣ. Во всякомъ случаѣ сѣверо-американское морское министерство до послѣдняго времени ограничивалось этимъ первымъ опытомъ примѣненія на судахъ водотрубныхъ котловъ; только въ самое послѣднее время поставлены для пробы на старый крейсеръ *Chicago* котлы Бабкока-Вилькокса, а на новые миноносцы ставятся водотрубные котлы, описанные выше въ § 16.

48. Котлы Ленца.

Ленцъ въ Дюссельдорфѣ проектировалъ котель, изображенный на рис. 286—288, причемъ онъ высказывается слѣдующимъ образомъ о своемъ изобрѣтеніи: —

При конструированіи своего котла онъ руководствовался тою мыслию, что для обезпеченія полного горѣнія, какое не достигается ни въ теперешнихъ шотландскихъ, ни въ судовыхъ водотрубныхъ котлахъ, слѣдуетъ устраивать особую не слишкомъ низкую топку. Только тогда уголь сгораетъ въ углекислоту даже при толстомъ слое топлива на колосниковой рѣшеткѣ и горячіе газы приходятъ въ соприкасаніе съ водогрѣйными трубками, не покрытыми сажей, благодаря чему ихъ теплота утилизируется полнѣе, чѣмъ теперь, даже при сильномъ форсированіи. Въ настоящее время въ судовыхъ котлахъ вблизи слоя топлива находятся охлаждающія нагрѣвательныя поверхности, которыя понижаютъ температуру го-

рячихъ газовъ, препятствуютъ окисленію углерода доходить до высокой степени и вслѣдствіе возстановленія образующихся горячихъ газовъ приводятъ къ покрыванію сажей тепловоспринимающихъ поверхностей трубокъ, которыя приходится отчищать съ большимъ трудомъ при помощи пара. Итакъ потеря бываетъ двойная: во первыхъ, уменьшается передача теплоты водѣ въ котлѣ и, во вторыхъ, теряется въ видѣ сажи несгорѣвшій углеродъ. То и другое устраняется въ рассматри-

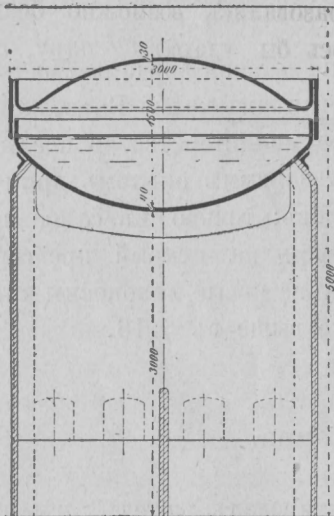


Рис. 286.

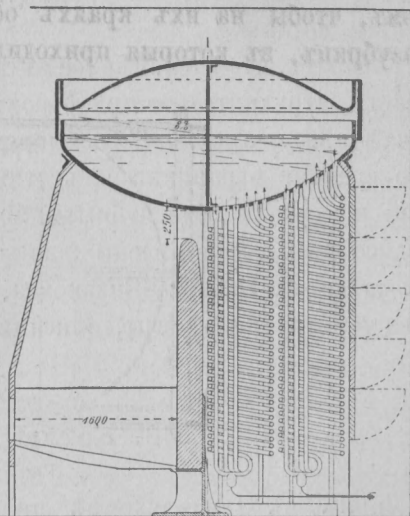


Рис. 287.

Котель Ленца.

ваемомъ котлѣ при помощи чечевицеобразнаго паросушителя, подъ передней половиной котораго расположена рѣшетка и топка, а подъ задней половиной газовая камера съ змѣевиками трубокъ. Здѣсь топка настолько велика, что уголь долженъ сгорать въ углекислоту даже при самомъ толстомъ его слоѣ на рѣшѣткѣ и сильно форсируемой тягѣ. Только по переходѣ чрезъ раскаленный топочный порогъ горячіе газы приходятъ въ соприкосновеніе съ водогрѣйными трубками, которыя остаются чистыми отъ сажи, потому что около нихъ проходятъ только углекислота и азотъ. Для обметанія золы въ задней вертикальной стѣнкѣ устроены дверцы.

Крышка у паросушителя изогнута вдвойнѣ, чтобы его всего можно было склепывать при помощи гидравлической клепальной машины. Перегородкой съ прорѣзанными въ ней щелями онъ раздѣляется на двѣ половины (рис. 287); въ задней половинѣ, гдѣ находятся горловина и питательный клапанъ, уровень воды бываетъ очень неспокойный, тогда какъ въ передней, сверху, долженъ получаться сухой паръ. Для освобожденія отъ воды пара, переходящаго изъ задней половины въ переднюю, щели въ раздѣлительной перегородкѣ продавлены такимъ образомъ, чтобы на ихъ краяхъ образовались возможно больше зазубринъ, въ которыя приходилось бы ударяться пару, про-

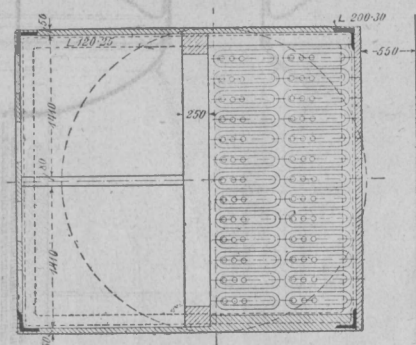


Рис. 288.

Котель Ленца.

ходящему через щели. Дно паросушителя образуетъ трубная стѣнка, въ которой трубы закрѣпляются раскаткой. Вертикальные толстыя трубы обратной воды расположены въ нѣкоторомъ прикрытіи отъ горячихъ газовъ внутри змѣвиковъ нагрѣвательныхъ трубокъ и вставляются внизъ въ дежекторныя коробки, которыя соединены между собою; ихъ можно продувать черезъ продувательный клапанъ. Отъ дежекторныхъ коробокъ идутъ вверхъ свитыя въ три спирали съ большимъ шагомъ (1 : 5,7) змѣвики трубокъ, въ которыхъ вода циркулируетъ съ такой быстротой, что накипь въ нихъ не образуется. Только въ трубахъ обратной воды, въ которыхъ вода сильно подогревается, выдѣляются осадки и собираются въ дежектор-

ныхъ коробкахъ. Впрочемъ прямыя трубы обратной воды можно чистить въ случаѣ надобности изъ паросушителя. Змѣевики трубокъ поддерживаются снизу такимъ образомъ, чтобы они могли свободно расширяться. Готовые змѣевики пробуютъ

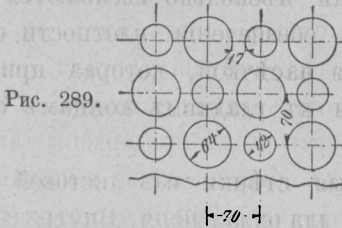


Рис. 289.

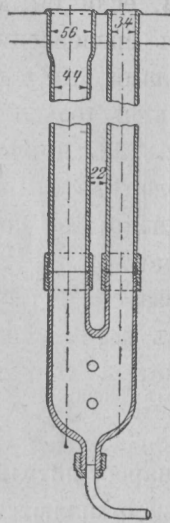


Рис. 290.

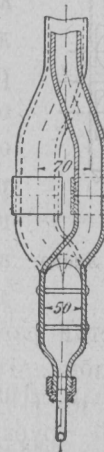


Рис. 291.

Съединѣніе *ab*.

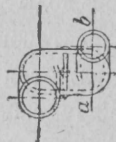


Рис. 292.

Трубки котла Ленца.

передъ тѣмъ, какъ вставлять ихъ, гидравлическимъ давленіемъ въ 2800 фунт. на кв. дм., подогрѣвая ихъ при этомъ.

Если вмѣсто змѣевиковъ надо примѣнить прямыя вертикальныя трубы, то ихъ можно ставить, какъ показано на

рис. 289—292, причемъ величина нагрѣвательной поверхности отъ этого не уменьшится. Трубки соединяются при помощи муфтѣ на рѣзбѣ съ дежекторными коробками изъ литой стали. Чтобы можно было пользоваться ключами газовыхъ трубъ для навинчиванія муфтѣ, трубки нѣсколько изгибаются надъ дежекторной коробкой. Для обезпеченія плотности соединеній концы трубокъ снабжаются насѣчкой, которая при навинчиваніи муфты прижимается къ гладкимъ концамъ отростковъ дежекторной коробки.

У кожуха котла двойныя стѣнки изъ листовой стали съ слоемъ воздуха между ними для охлажденія. Внутренняя стѣнка обложена картономъ, а наружная пробковой массой.

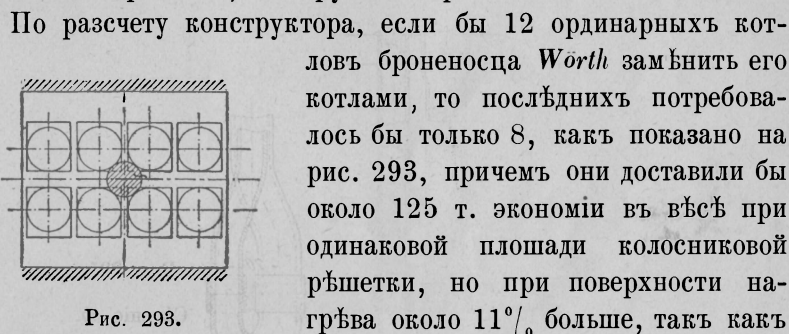


Рис. 293.

Расположеніе котловъ Ленца.

Вѣсъ котла Ленца въ готовомъ для дѣйствія состояніи на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки равняется 0,65 т. вмѣсто 0,81 т. для шотландскихъ котловъ. Изображенный на рис. 286—288 котелъ при полномъ вѣсѣ въ 31 т. содержалъ бы 4,1 т. воды, т. е. около $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{8}$ своего вѣса. Такъ какъ котлы Ленца оказываются одинаковаго вѣса съ котлами Флеминга-Фергюсона, то они могли бы быть пригодными для большихъ судовъ, а не для минныхъ. Испытаніе этихъ котловъ было бы желательно уже въ виду того, чтобы можно было выяснитъ, насколько практичны принципы, на которыхъ основано устройство этихъ котловъ.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637
TEL. 773-936-5000

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637
TEL. 773-936-5000

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637
TEL. 773-936-5000

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637
TEL. 773-936-5000

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637
TEL. 773-936-5000

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637
TEL. 773-936-5000

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637
TEL. 773-936-5000

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS
AND ARCHITECTURE
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637
TEL. 773-936-5000

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.

СМѢШАННЫЕ КОТЛЫ.

ОБЩІЯ ЗАКЛЮЧЕНІЯ.

Глава VI.

Смѣшанные котлы.

Названіе «смѣшанные котлы» стали давать въ послѣднее время такимъ котламъ, въ которыхъ имѣются какъ водогрѣйныя, такъ и дымогарныя трубки. Первыя располагаются всегда вблизи колосниковой рѣшетки, обыкновенно прямо въ топкѣ; поэтому имъ приходится выдерживать самую высокую температуру, а по дымогарнымъ трубкамъ проходятъ уже нѣсколько охладившіеся газы на пути въ дымовую трубу. Строители смѣшанныхъ котловъ исходятъ изъ того, что для самаго полного утилизованія теплоты горячихъ газовъ послѣдніе должны возможно полнѣе разсѣиваться по очень большой поверхности. Для осуществленія этой идеи изобрѣтатели отчасти вернулись опять къ прежней поверхности нагрѣва въ формѣ дымогарныхъ трубокъ.

49. Котлы Андерсона-Лайола.

Изображенный на рис. 294 и 295 смѣшанный котель построили Андерсонъ и Лайоль въ Глазговѣ. Онъ представляетъ собою двухсторонній котель, состоящій съ каждой стороны изъ цилиндрическаго огнетрубнаго котла и расположеннаго снизу водотрубнаго котла съ двумя камерами. При этомъ топка огнетрубнаго котла находится внутри водотрубнаго котла. Водогрѣйныя трубки разставлены довольно далеко одна отъ другой, чтобы горячіе газы проходили между ними безпрепятственно. Сверху на водогрѣйныхъ трубкахъ съ внутренней стороны расположенъ щитъ, чтобы горячіе газы направлялись

сначала къ передней стѣнкѣ, раньше чѣмъ они попадутъ чрезъ овальный каналъ во внутренней водяной камерѣ въ газовую камеру огнетрубнаго котла. Водотрубный котель по своему устройству совершенно одинаковъ съ котлами второй группы, а потому на немъ можно не останавливаться здѣсь.

Котель этого рода, построенный Андерсономъ и Лайоломъ, работаетъ при давленіи пара въ 170 футъ; при площади колосниковой рѣшетки въ 69 кв. ф. и поверхности нагрѣва въ 2340 кв. ф. (отношеніе между ними $= 1:34$), этотъ котель

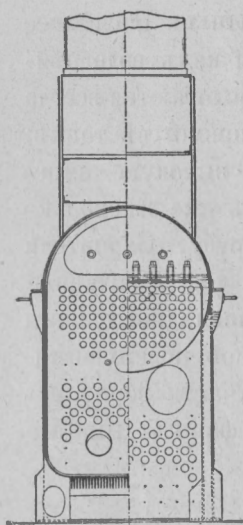


Рис. 294.

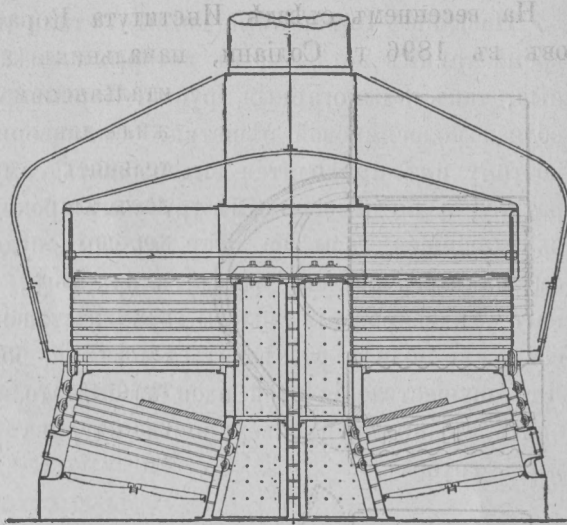


Рис. 295.

Котель Андерсона-Лайола.

вѣситъ въ готовомъ для дѣйствія состояніи, съ дымовой трубой и водой, 40 т. или около 0,6 т. на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки. Такимъ образомъ и этотъ котель надо отнести къ тяжелымъ, а потому онъ можетъ доставлять вѣроятно не больше 40 инд. л. с. на 1 т. своего вѣса. По предложенію извѣстнаго инспектора англійскаго Ллойда Стромейера котель подвергнуть 5-часовому испытанію, во время котораго, при сжиганіи 18 англ. фун. угля въ часъ на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки, 12,05 фунт. воды въ 100° Ц. преобразовалось

въ паръ въ 100° на 1 фунтъ угля. Теоретическая паропроизводительность употребляемаго кардифскаго угля равнялась 14,97 и получаемый паръ заключалъ меньше 1% влажности. Несмотря на такой очень благопріятный результатъ, котлы едва ли введутъ въ примѣненіе на коммерческихъ судахъ въ виду слишкомъ большой сложности устройства.

50. Котлы Соліани.

На весеннемъ сѣздѣ Института Корабельныхъ Инженеровъ въ 1896 г. Соліани, начальникъ кораблестроенія въ итальянскомъ флотѣ, предло-

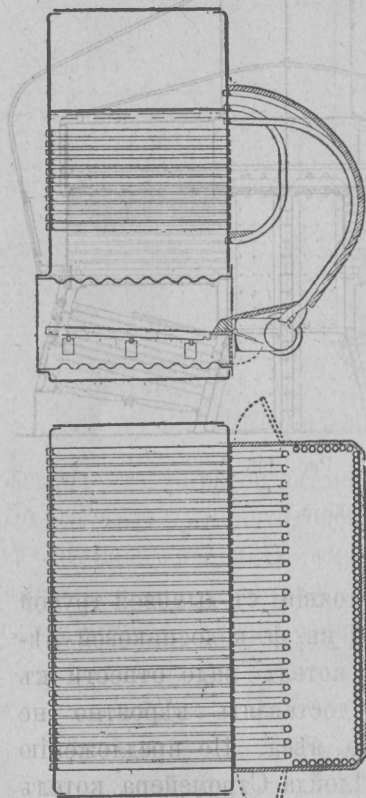


Рис. 296 и 297.

Смѣшанный ординарный котель
Соліани.

жилъ для повышенія производительности шотландскихъ котловъ, благонадежность которыхъ хорошо извѣстна. откинуть у нихъ газовыя камеры и водяное пространство около послѣднихъ, замѣнивъ ихъ водогрѣйными трубками. Рис. 296 и 297 представляютъ ординарный котель этого рода, въ которомъ заднюю газовую камеру образуютъ изогнутыя трубы, поднимающіяся снизу изъ большой трубы, соединенной съ водянымъ пространствомъ котла, а сверху вставленные въ паровое пространство котла. Рис. 298 и 299 представляютъ двойной котель подобнаго же рода, причемъ его устройство настолько ясно изъ рисунковъ, что никакого описанія не требуется. Въ своемъ докладѣ Соліани говорить, что водотрубные котлы

необходимы для современныхъ минныхъ судовъ, что они очень выгодны также для извѣстныхъ типовъ военныхъ судовъ большихъ размѣровъ, но что для коммерческихъ судовъ и для нѣкоторыхъ типовъ военныхъ имъ слѣдуетъ предпочесть все еще шотландскіе котлы. Поэтому между строителями замѣчается мало желанія нарушать простую и прочную форму шотландскаго котла усовершенствованіями въ родѣ предлагаемыхъ; надо еще прибавить, что котель Солиани едва ли можетъ быть пригоденъ для давленій выше 200 фунт. и что при разрывѣ одной водогрѣйной трубки придется во всякомъ случаѣ выпускать воду изъ котла, что

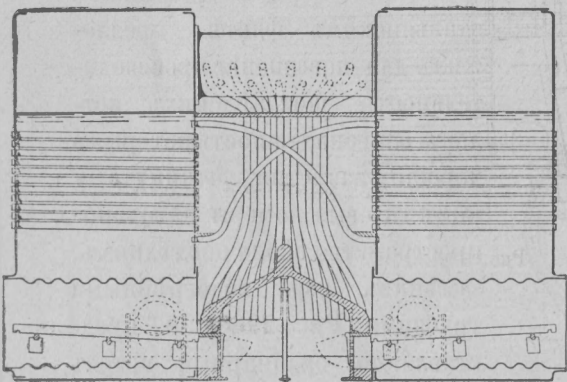


Рис. 298.

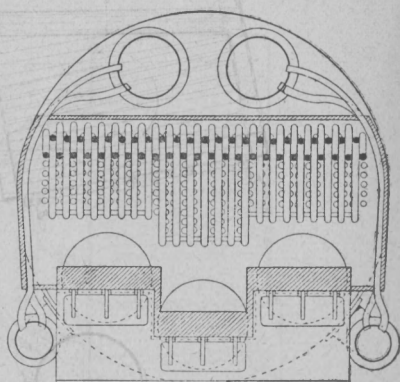


Рис. 299.

Смѣшанный ординарный котель Солиани.

въ виду большого водяного пространства котла будетъ гораздо хлопотливѣе, чѣмъ при простомъ водотрубномъ котлѣ съ его небольшимъ водянымъ пространствомъ. Наконецъ доступъ къ водогрѣйнымъ трубкамъ такого смѣшаннаго котла гораздо затруднительнѣе, чѣмъ у водотрубнаго котла, а потому ихъ не легко закупоривать.

51. Котлы Штроомана.

Андерсонъ и Лайоль, а также Солиани имѣли въ виду главнымъ образомъ соединеніе шотландскаго котла съ водотрубнымъ, а Штрооманъ изъ Кельна поставилъ себѣ задачей

прежде всего сдѣлать производительнѣе локомотивный котель, пристроивъ къ нему водотрубный котель съ двумя камерами. Рис. 300—305 показываютъ такой котель для миноносца; онъ

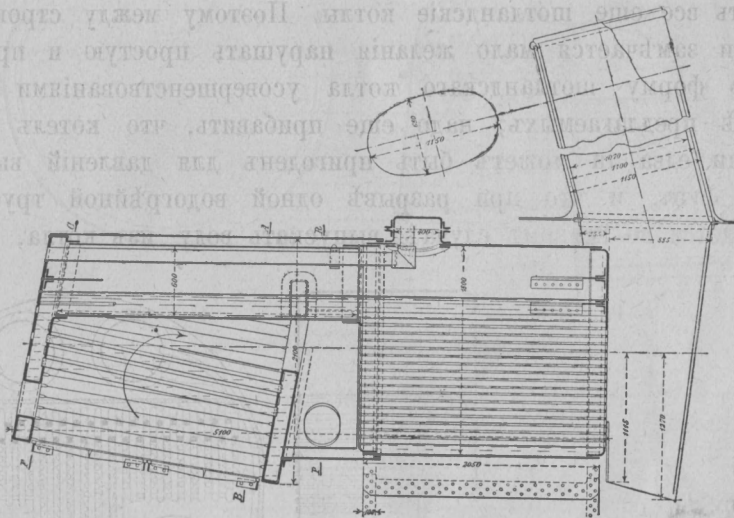


Рис. 300.

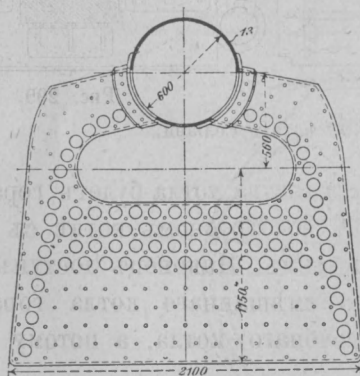


Рис. 301.

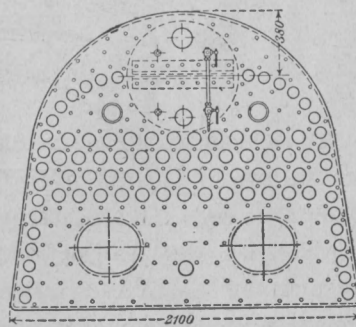


Рис. 302.

Котель Штроомана.

занимаетъ столько-же мѣста, какъ и прежній локомотивный котель съ дымогарными трубками, для замѣны котораго онъ предназначенъ. Укоротивъ дымогарныя трубки и удлинивъ

Съченіе по АВ

Съченіе по СF

Съченіе по RР

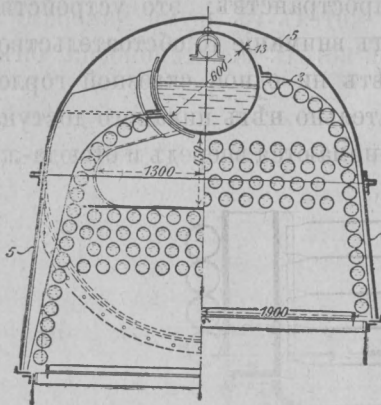


Рис. 303.

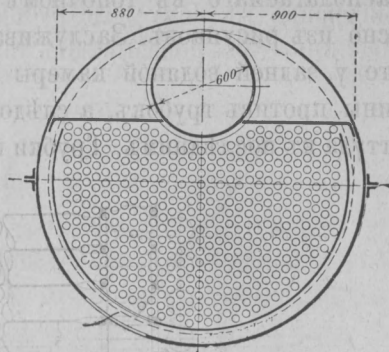


Рис. 304.

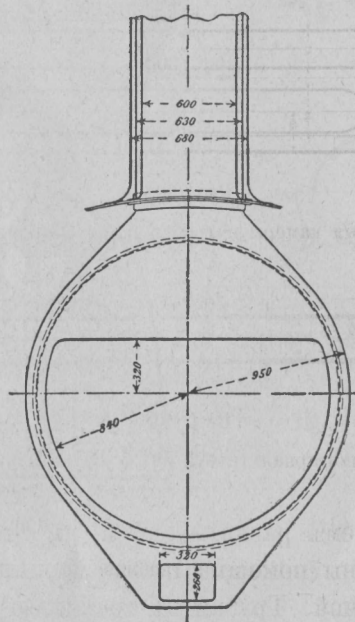


Рис. 305.

Котель Штроомана.

топочную камеру, получили мѣсто для водотрубнаго котла, располагаемаго въ топочномъ пространствѣ; это устройство ясно изъ рисунковъ. Заслуживаетъ вниманіе то обстоятельство, что у задней водяной камеры нѣтъ ни одной сквозной горловины противъ трубокъ, а слѣдовательно нѣтъ никакого доступа оттуда къ послѣднимъ. Трубки вынимаются впередъ и отсюда-же

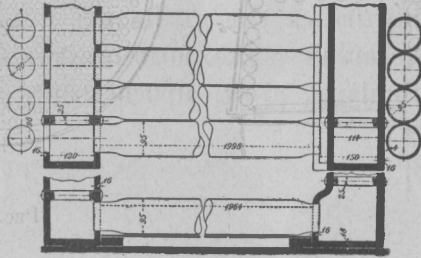


Рис. 306 и 307.

Крайній рядъ трубокъ въ котлѣ Штроомана.

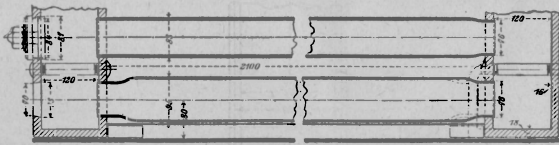


Рис. 308.

Водяные камеры и трубки котла Штроомана.

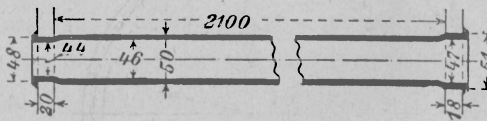


Рис. 309.

Дымогарная трубка котла Штроомана.

вставляются, причем раскатываются въ трубныхъ стѣнкахъ съ передней стороны помощію особой машинки со стержнемъ больше 6 фут. длиной. Трубки въ крайнихъ рядахъ съ обѣихъ сторонъ, а именно тѣ, которыя ограничиваютъ топочное пространство, расположены тѣсно одна около другой и сѣуживаются на концахъ, рис. 306 и 307, во первыхъ, для обра-

зованія плотной стѣнки изъ трубокъ, а, во вторыхъ, и для того, чтобы ихъ можно было мѣнять изъ-внутри топки. Какъ можно видѣть на рис. 308, крышки трубныхъ горловинъ вставляются на конусъ безъ всякой прокладки. Дымогарныя трубки закрѣпляются раскаткой и загибаніемъ концовъ въ формѣ заплечиковъ, а именно передніе концы трубокъ раздаются на $\frac{3}{64}$ дм., а задніе сжимаются на $\frac{5}{64}$ дм., рис. 309. Котель Штроомана испытывался уже въ Калькѣ и далъ хорошіе результаты; предполагали также подвергнуть его болѣе обстоятельнымъ испытаніямъ, чтобы приспособить для примѣненій на миноносцахъ.

Глава VII.

Современное значеніе водотрубныхъ котловъ для примѣненій на судахъ.

Теперь, основываясь на вышеприведенномъ описаніи различныхъ системъ водотрубныхъ котламъ, строящихся специально для примѣненій на судахъ, выяснимъ ихъ дѣйствительныя и предполагаемыя достоинства и недостатки.

Всѣмъ безъ исключенія водотрубнымъ котламъ ихъ строители приписываютъ слѣдующія преимущества: —

1) Незначительный вѣсъ при высокой паропроизводительности.

2) Малое занимаемое помѣщеніе.

3) Дешевизна.

4) Незначительные расходы на исправленія.

5) Большая безопасность относительно взрывовъ.

6) Высокое полезное дѣйствіе.

Къ этимъ хорошимъ качествамъ, представляющимъ одинаковое значеніе для коммерческихъ и военныхъ судовъ, слѣдуетъ прибавить еще два слѣдующихъ пункта, которые дѣлаютъ котлы особенно пригодными для военныхъ судовъ: —

7) Быстрота, съ какой можно разводить пары, и

8) Крѣпость или, лучше сказать, нечувствительность корпуса котловъ къ повторяющимся сильнымъ натяженіямъ.

Очевидно, что при такихъ свѣтлыхъ сторонахъ должны быть и тѣни; противники водотрубныхъ котловъ указываютъ слѣдующіе ихъ недостатки: —

9) Ихъ склонность къ вскипанію, т. е. къ произведенію сырого пара;

10) Затруднительность питанія;

11) Неспособность выносить разѣданіе и загрязненіе;

12) Невозможность закупоривать трубы съ течью во время дѣйствія.

Обсудимъ теперь эти пункты, каждый отдѣльно, на основаніи достовѣрныхъ практическихъ данныхъ и выяснимъ ихъ дѣйствительное значеніе.

1. *Незначительный вѣсъ.*—По большей части утверждаютъ, что водотрубные котлы, если взять одинъ ихъ корпусъ, легче шотландскихъ и локомотивныхъ котловъ. Однако наибольшій выигрышъ въ вѣсѣ водотрубные котлы доставляютъ вслѣдствіе того, что они содержатъ незначительное количество воды. Въ вѣсѣ арматуры нѣтъ никакого выигрыша, — она бываетъ почти одинаковая у всякихъ котловъ. Что касается до топокъ и пр., то у водотрубныхъ котловъ онѣ бываютъ часто тяжелѣе, чѣмъ у другихъ котловъ вслѣдствіе того, что въ ихъ топкахъ имѣются кирпичныя кладки; дымоходы и дымовыя трубы бываютъ почти одинаковаго вѣса. Нельзя также указать разницы въ вѣсѣ кочегарныхъ принадлежностей, которыя надо причислять къ вѣсу котловъ въ готовомъ для дѣйствія состояніи, потому что въ питательныхъ приспособленіяхъ, вентиляторахъ, площадкахъ для пола, трапахъ и кочегарныхъ инструментахъ большой разницы нѣтъ.

Если даже и допустить, что водотрубные котлы оказываются легче другихъ, то остается еще открытымъ вопросъ, соединяется ли такъ сильно выставляемый на видъ меньшій вѣсъ водотрубныхъ котловъ съ болѣе высокой паропроизводительностью. Отвѣтъ на этотъ вопросъ лучше всего предоста-
вить цифрамъ.

Цилиндрическіе котлы съ обратнымъ ходомъ дыма или, короче, шотландскіе котлы, которые вошли въ примѣненіе какъ на коммерческихъ, такъ и на военныхъ судахъ въ концѣ 60-ыхъ и началѣ 70-ыхъ годовъ, съ введеніемъ въ употребленіе машинъ компаундъ, сначала при рабочемъ давленіи всего въ 60 фунт., считаются вполнѣ пригодными и для современныхъ машинъ тройного расширенія съ рабочимъ давленіемъ въ 150—175 фунт. и даже примѣняются при машинахъ четверного расширенія при давленіи пара въ 200 фунт.

Для болѣе высокихъ давленій они становятся слишкомъ тяжелыми и дорогими вслѣдствіе большой толщины листовъ корпуса и необходимыхъ скрѣпленій, не говоря уже о затруднительности ихъ постройки. Поэтому едва ли можно сомнѣваться, что для давленій пара въ 250—280 фунт., какія требуются для современныхъ машинъ четверного расширенія, болшіе шотландскіе котлы пригодны настолько же мало, какъ и прежніе плоскостѣнные котлы для рабочаго давленія въ 60 фунт. Не смотря на это, представляется интереснымъ посмотрѣть, каково отношеніе между вѣсомъ и производительностію у шотландскихъ котловъ. Дерстонъ, главный инженеръ-механикъ англійскаго флота, сообщаетъ (въ 1891 г.) слѣдующія данныя по этому предмету относительно новѣйшихъ англійскихъ броненосцевъ и крейсеровъ съ машинами тройного расширенія. На 1 т. вѣса въ готовомъ для дѣйствія состояніи шотландскіе котлы доставляютъ при обыкновенной работѣ подъ естественной тягой 12—18 инд. л. с.; при примѣненіи дутья ихъ производительность повышается приблизительно до 20 инд. л. с., а при самомъ сильномъ форсированіи (крейсера 3-го класса типа *Medea*) она достигаетъ 25 и въ одномъ случаѣ (крейсеръ 1-го класса *Blenheim*) дошла даже до 28,3 инд. л. с.; при этомъ достигли вѣроятно крайняго предѣла производительности, потому что тогда приходилось уже развивать 19 инд. л. с. на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки при давленіи воздуха въ 2 дм. водяного столба. Напоминаю еще разъ, что подъ «вѣсомъ въ готовомъ для дѣйствія состояніи» понимается вѣсъ котла съ арматурой, со всѣми принадлежностями топокъ и дымоходовъ со включеніемъ дымовой трубы, съ водой, а также со всѣми принадлежностями кочегарней вмѣстѣ съ установленными тамъ вспомогательными машинами, трубопроводами, настилкой пола, площадками, трапами и кочегарными инструментами.

Дерстонъ указываетъ также, какую производительность получили отъ локомотивныхъ котловъ на англійскихъ минныхъ канонерскихъ лодкахъ. На 1 т. вѣса въ готовомъ для дѣйствія состояніи они дали при естественной тягѣ 21—26 инд. лош. с., а при форсированной 30—37 и даже въ одномъ

случаѣ (*Karakatta*) 40,4 инд. л. с., причемъ развивалось 20 инд. л. с. на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки. Торникрофтъ еще въ 1889 г. опредѣлялъ производительность своихъ локомотивныхъ котловъ на 1 т. ихъ вѣса при форсированномъ дѣйствіи въ 43 инд. л. с. на минныхъ крейсерахъ и въ 42 инд. л. с. на миноносцахъ. Фирма Шихау достигла уже въ 1892 г. на австрійскомъ минномъ крейсере *Satellit* 51 инд. л. с. на тотъ же вѣсъ котловъ.

Водотрубные котлы первыхъ трехъ группъ съ прямыми трубками, судя по приведеннымъ выше результатамъ пробъ, до сихъ поръ мало идутъ выше 30 инд. л. с. на 1 т. своего вѣса, по большей части остаются ниже этого предѣла и притомъ не только такіе котлы, какъ нѣмецкіе Дюрра и американскіе Бабкока-Вилькокса, но и столь извѣстные французскіе, какъ Бельвиля, Лаграфеля-д'Аллеста и Никлосса.

Затѣмъ слѣдуютъ котлы съ кривыми трубками, содержащіе много воды, какъ напр. Флеминга-Фергюсона, и смѣшанные котлы Андерсона и Лайола, которые доставляютъ около 40 инд. л. с. на 1 т. своего вѣса. Еще лучше большіе котлы Уорда, которые на *Monterey* доставляли около 60 инд. л. с. Препжніе торникрофтовскіе котлы, какіе поставлены на *Geyser* и *Speedy*, доставили на первомъ суднѣ всего 39 инд. л. с., а на послѣднемъ 44 на 1 т. своего вѣса или, другими словами, оказались менѣе производительными, чѣмъ нѣсколько лѣтъ тому назадъ построенные локомотивные котлы Торникрофта. Наоборотъ, новые торникрофтскіе котлы, а также котлы Нормана, Ярроу, Рида, Блекиндена и др., какъ было упомянуто при ихъ описаніи, доставили на англійскихъ 27-узловыхъ минныхъ крейсерахъ, при 3-часовомъ форсированномъ дѣйствіи, около 80 инд. л. с. на 1 т. своего вѣса, такъ что они превзошли наилучшіе локомотивные котлы приблизительно на 30 инд. л. с. или почти на 40%.

Если можно составить заключенія изъ этихъ все-же довольно скудныхъ числовыхъ данныхъ, то окажется, что *въсѣ водотрубныхъ котловъ съ прямыми трубками въ готовомъ для дѣйствія состояніи по отношенію къ ихъ производительности до сихъ поръ только немного меньше вѣса шотландскихъ кот-*

ловъ и гораздо больше въса локомотивныхъ котловъ. Существенное уменьшеніе въса представляютъ только новѣйшіе водотрубные котлы съ кривыми трубками.

По рѣкамъ въ Германіи ходятъ уже нѣсколько пароходовъ съ водотрубными котлами мѣстныхъ заводовъ, причемъ, благодаря достигнутой при этомъ экономіи въ вѣсѣ, оказалось возможнымъ уменьшить углубленіе этихъ пароходовъ. Для выясненія вопроса было бы въ высшей степени желательно, чтобы заводы, строившіе эти котлы, опубликовали вѣсъ послѣднихъ въ готовомъ для дѣйствія состояніи и инд. л. силы машины, полученныя на пробѣ или, еще лучше, при обыкновенной работѣ. Если эти числа будутъ значительно благоприятнѣе приведенныхъ выше, то ихъ опубликованіе будетъ способствовать скорѣйшему распространенію водотрубныхъ котловъ; тогда представилось бы больше практическихъ опытовъ, которые и ведутъ къ усовершенствованіямъ этихъ котловъ, а слѣдовательно и къ прогрессу въ машиностроеніи.

2. *Незначительное занимаемое помѣщеніе.*—На большинствѣ судовъ выигрышъ въ площади, занимаемой котлами, и въ пространствѣ, какое требуется для доступа къ нимъ, вмѣстѣ съ собственно кочегарнями представляетъ больше затрудненій, чѣмъ въ отношеніи высоты занимаемаго пространства; поэтому здѣсь производится сравненіе не кубическаго объема пространства, занимаемыхъ котлами, а площади котельныхъ отдѣленій и притомъ по отношенію къ наибольшей полученной отъ машинъ мощности, за неимѣніемъ другихъ данныхъ.

Довольно затруднительно найти дѣйствительно достовѣрныя вѣсовыя данныя относительно различныхъ водотрубныхъ котловъ, а найти данныя относительно занимаемаго помѣщенія еще труднѣе. Торникрофтъ сообщаетъ для *Speedy* эскизъ котельнаго отдѣленія и его длину; Бельвилъ указываетъ величины котельныхъ отдѣленій для его котловъ (это отчасти представляютъ рис. 18 — 20); Никлоссъ опубликовалъ чертежъ расположенія его котловъ на крейсерѣ *Friant*, а Уордъ—установку котловъ на *Monterey* (рис. 284 и 285); штеттингскій заводъ «Вулканъ» сообщилъ мнѣ данныя о *Fei-Ying*, а фирма Шихау о *Satellit* и *Казарскомъ*. По этимъ даннымъ и по до-

стовѣрно извѣстнымъ свѣдѣніямъ о механизмахъ нѣсколькихъ судовъ германскаго флота составлена слѣдующая таблица.

На приведенныхъ въ ней судахъ установлены машины тройнаго расширенія съ начальнымъ давленіемъ пара въ среднемъ 170 фунт., такъ что цифры 6-го столбца можно прямо сравнивать между собой. Такъ какъ на *Hohenzollern* устроены необыкновенно большія кочегарни, то онъ мало пригоденъ для сравненія, хотя его превосходитъ въ утилизированіи этого пространства *Alger* съ бельвилевскими котлами.

1	2	3	4	5	6	7
Названія судовъ.	Индик. лощ. силъ машинъ.	Котельныя отдѣленія.				Замѣчанія.
		Ширина футы.	Общая длина футы.	Пло- щадь кв. ф.	с. л. кв. ф. на 1 кв. ф. площади.	
I. Шотландскіе котлы.						
Hohenzollern	9635	44 и 40	53	4500	2,14	4 двойн. и 4 ордин. котла.
Kaiserin Augusta . .	14015	I 55 ³ / ₄ II 48 ¹ / ₂ III 39	I 32 II 39 III 39	5250	2,67	8 двойныхъ.
Wörth	10228	40	93 ¹ / ₂	3770	2,71	12 ординарныхъ.
II. Локомотивные котлы.						
Beowulf	4866	25 ³ / ₄	66 ¹ / ₂	1715	2,83	4 котла.
Satellit	4600	15 ³ / ₄	57 ¹ / ₂	905	5,08	4 »
Казарскій	3500	16 ¹ / ₄	32 ³ / ₄	538	6,51	2 »
III. Водотрубные котлы.						
Alger	5089	26 ¹ / ₂	99	2630	1,93	24 бельв. котла.
Latouche-Tréville . .	7300	27	83	2240	3,26	16 » котловъ.

1	2	3	4	5	6	7
Названія судовъ.	Индик. лош. силъ машинъ.	Котельныя отдѣленія.				Замѣчанія.
		Ширина футы.	Общая длина футы.	Пло- щадь кв. ф.	Инд. л. с. на 1 кв. ф. площади.	
<i>Léger</i>	2170	14 ¹ / ₄	51 ¹ / ₄	745	2,91	6 бельв. котловъ.
<i>Brennus</i>	13810	52 ¹ / ₂	78 ³ / ₄	4135	3,34	32 » котла.
<i>Bouvet</i>	14000	40	102	4080	3,43	32 » »
<i>Charlemagne</i>	14500	29 ¹ / ₂	120	3545	4,1	20 » котловъ.
<i>Powerful</i> и <i>Terrible</i> .	25000	I и II 32 ³ / ₄ III и IV 40	I и II 68 III и IV 124 ¹ / ₂	7510	3,33	48 » »
<i>Roccia</i>	17000	35	160	5600	3,36	32 » котла.
<i>Friant</i>	9438	I 22 II и III 31 ³ / ₄	108	3070	3,07	20 котл. Никлосса.
<i>Speedy</i>	4703	18 ³ / ₄	68	1280	3,68	8 » Торникр.
<i>Fei-Ying</i>	5000	I 18 II 19 ¹ / ₂	57 ¹ / ₂	1080	4,63	8 » Ярроу.
<i>Monterey</i>	5244	40	38 ¹ / ₂	1540	3,41	{ 4 котла Уорда и 2 шотланд. котла.
Америк. миноносцы.	2000	10 ³ / ₄	42 ¹ / ₄	458	4,37	2 котла Мошера.

Сравнительныя цифры для *Kaiserin Augusta* и *Wörth*, почти равныя цифрамъ для *Roccia* и *Léger*, были бы вѣроятно близки къ цифрамъ для *Charlemagne*, если бы взять для послѣдняго дѣйствительную мощность машинъ вмѣсто предполагаемой. Во всякомъ случаѣ экономія въ помѣщеніи при водотрубныхъ котлахъ съ прямыми трубками (а именно при бельвилевскихъ котлахъ) по сравненію съ шотландскими котлами не очень велика, а водотрубные котлы съ кривыми трубками занимаютъ больше мѣста, чѣмъ локомотивные котлы, и во всякомъ случаѣ для нихъ требуется площадь не менѣе, чѣмъ для послѣднихъ. Но если бы даже можно было достигъ большой экономіи въ помѣ-

щеніи стѣсненнымъ расположеніемъ водотрубныхъ котловъ, то отъ этого не могло бы быть никакой пользы до тѣхъ поръ, пока съ этимъ не будетъ соединено значительное уменьшеніе вѣса котловъ относительно мощности машинъ. Если бы захотѣли увеличить на эту экономію помѣщенія угольные ямы, то увеличеніе запаса угля привело бы только къ увеличенію водоизмѣщенія, а слѣдовательно и сопротивленія судна движенію.

Итакъ въ настоящее время небольшой экономіей въ помѣщеніи для водотрубныхъ котловъ можно пользоваться только для устройства кочегарней, болѣе удобныхъ для кочегаровъ, что во всякомъ случаѣ составляетъ большое преимущество, хотя при извѣстныхъ условіяхъ оно достижимо и при шотландскихъ котлахъ, какъ показываетъ примѣръ *Hohenzollern'a*. *Возможная при водотрубныхъ котлахъ экономія въ помѣщеніи можетъ только тогда привести къ увеличенію грузоподъемной способности коммерческихъ судовъ или къ увеличенію района дѣйствія военныхъ судовъ, когда совмѣстно съ нею будетъ идти существенное уменьшеніе вѣса котловъ относительно мощности машинъ.* Послѣднее достигается теперь только при водотрубныхъ котлахъ съ кривыми трубками, но для нихъ требуется такое же помѣщеніе, какъ и для локомотивныхъ котловъ. Повидимому во Франціи уже убѣдились, что объ экономіи въ помѣщеніи при водотрубныхъ котлахъ не можетъ быть рѣчи, потому что на новые крейсера I-го класса въ 8500 — 9000 т. водоизмѣщенія назначено ставить двойные цилиндрическіе котлы, «если за недостаткомъ помѣщенія ихъ нельзя снабдить водотрубными котлами», какъ на томъ же основаніи пришлось уже поставить эти котлы на крейсеръ I класса *D'Entrecasteaux* съ водоизмѣщеніемъ въ 8114 т. Крейсеръ I-го класса *Jeanne d'Arc* первоначально также предполагалось снабдить двойными шотландскими котлами и его водоизмѣщеніе было рассчитано въ 8407 т., но въ послѣдствіи, какъ уже было упомянуто, рѣшено было поставить на него котлы Нормана-Сигоди и его водоизмѣщеніе пришлось повысить до 11000 т. Затѣмъ на *Bouvet* и *Brennus* для 14000 ннд. л. с. поставили 32 бельвилевскихъ котла, тогда какъ на новѣйшихъ броненосцевъ *Charlemagne*, *Saint-Louis* и *Gaulois* въ 14500 инд. л. с. это число умень-

шили уже до 20, что навѣрное потребовалось изъ-за помѣщенія, потому что въ отношеніи дѣйствія такихъ котловъ практичнѣе, если ихъ установка состоитъ изъ возможно большаго числа частей.

3. *Незначительная стоимость.* — Еще при разсмотрѣніи вѣса водотрубныхъ котловъ было упомянуто, что одинъ ихъ корпусъ легче корпуса шотландскихъ и локомотивныхъ котловъ. Итакъ количество обработаннаго матеріала, — въ настоящее время по большей части сталь, — въ нихъ меньше, чѣмъ въ другихъ котлахъ, а потому они должны стоить дешевле. Сюда надо прибавить, что они состоятъ изъ большаго числа частей, вполне или приблизительно сходственныхъ между собой (трубки и ихъ соединенія), которыя можно удобно и дешево обдѣлывать на особыхъ станкахъ. Кромѣ того рабочая плата за сборку этихъ частей незначительна по сравненію съ рабочей платой при постройкѣ шотландскихъ и локомотивныхъ котловъ. Поэтому представляется удивительнымъ, что снабженіе судовъ водотрубными котлами оказывается, какъ абсолютно, такъ и относительно, гораздо дороже, чѣмъ шотландскими и локомотивными, какъ показываетъ прилагаемая таблица.

Здѣсь прежде всего сравниваются цѣны, указываемыя французскимъ правительствомъ за водотрубные котлы ихъ крейсеровъ 2-го класса, съ цѣнами въ Германіи за шотландскіе двойные котлы одинаковой мощности, причемъ въ обоихъ случаяхъ за основаніе взять вѣсъ, доставляемый заводчикомъ, т. е. корпуса котловъ со включеніемъ мелкихъ и крупныхъ принадлежностей, но безъ дымовыхъ трубъ, дымоходовъ, принадлежностей кочегарней и т. п. Отсюда тонна водотрубныхъ котловъ стоитъ почти вдвое дороже тонны шотландскихъ котловъ. Почти таковое же отношеніе и по сравненію съ локомотивными котлами, гдѣ взяты такіе же вѣса. Если стоимость котловъ отнести къ контрактной силѣ машинъ, тогда получаются результаты, болѣе благопріятныя для водотрубныхъ котловъ, но и тогда ихъ цѣны остаются еще гораздо выше, чѣмъ для другихъ котловъ. Впрочемъ высокія цѣны французскихъ водотрубныхъ котловъ будутъ понятны, если при-

мамъ въ расчетъ ихъ слишкомъ тщательную и прочную постройку, о которой упоминалось уже нѣсколько разъ. Возможно, что при большемъ числѣ примѣровъ для сравненія получатся цифры, болѣе благоприятныя для водотрубныхъ котловъ, но на основаніи имѣющихся свѣдѣній слѣдуетъ признать, что не можетъ быть и рѣчи о сколько нибудь значительномъ уменьшеніи стоимости котловъ для судовъ вслѣдствіе примѣненія водотрубныхъ котловъ.

Названія судовъ.	Число и система котловъ.	Давл. пара въ фун. на кв. дм		Площадь кот. ршетки.	Поверхность нагрева.	Вѣсъ котловъ, въ тоннахъ.	Стоимость въ рубляхъ.			Дѣйствительно полученны инд. л. с.
		въ котлахъ.	въ цилиндрѣ высокаго давленія.				Полная кот. лова.	1 топка котла.	1 инд. лощ.	
				кв. футы						

Котлы на 9000 инд. л. с.

Bugeaud . .	24 бельвил. котла .	240	170	755	21535	273,3	241428	883	26,8	9565
Chasseloup-Laubat . .	20 котл. Лаграфеля-д'Аллеста . . .	210	170	732	19450	229,2	201320	878	22,3	9700
Friant . . .	20 котл. Никлосса .	210	170	783	23335	227,4	246068	1082	27,3	9508
—	4 двойн. шотл. котла.	170	170	710	21530	358,0	188000	525	20,9	—

Котлы на 4800 инд. л. с.

—	8 котл. Торникр. .	170	170	271	16145	135,0	147500	1092	30,7	—
—	4 локомот. котла .	170	170	219	11845	138,5	99500	718	22,4	4866

4. Незначительные расходы на исправленія.—Обыкновенно исправленія водотрубныхъ котловъ ограничиваются перемѣной повреждающихся трубокъ и рѣдко распространяются на пришедшія въ негодность части, въ которыя вставляются трубки; поэтому являющіеся въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ расходы могутъ быть только незначительные, особенно когда вставляю-

щіяся одна въ другую части соединяются между собою безъ прокладокъ и слѣдовательно не требуется возобновленія послѣднихъ. Но изъ практики во французскомъ флотѣ оказывается, что такія исправленія въ среднемъ случаются гораздо чаще, чѣмъ требуются исправленія для шотландскихъ и локомотивныхъ котловъ, и въ результатѣ общій расходъ на исправленія водотрубныхъ котловъ бываетъ больше, чѣмъ при другихъ котлахъ. Подтверждается это и Фохтомъ, главнымъ инженеръ-механикомъ городской коммисіи по надзору за паровыми котлами въ Барменѣ, который сообщаетъ, что изъ подлежащихъ ихъ досмотру паровыхъ котловъ за 1890 и 1891 гг. крупнымъ исправленіямъ пришлось подвергнуть 10% водотрубныхъ котловъ, тогда какъ изъ другихъ котловъ только 2,3% потребовали исправленій. Надо еще прибавить что питательныя присисобленія и въ особенности автоматическія (у бельвилевскихъ котловъ, а въ послѣднее время также у котловъ Ярроу, Торнигрофта и Рида) требуютъ большого вниманія и ухода, что число принадлежностей котловъ увеличивается вслѣдствіе того, что для водотрубныхъ котловъ требуются пароперегрѣватели, клапаны-детандеры и пр., а кромѣ того для каждаго котла требуется особая донка, вслѣдствіе чего общіе расходы на содержаніе во всякомъ случаѣ должны увеличиться. Впрочемъ болѣе высокіе расходы на водотрубные котлы вознаграждаются экономіей во времени на ихъ исправленія, потому что послѣднія вообще можно производить гораздо скорѣе, чѣмъ при другихъ котлахъ. Въ бельвилевскихъ котлахъ, трубки которыхъ ввинчиваются въ соединительныя корбки, замѣна повредившейся во время дѣйствія трубки производится очень быстро, не смотря на то, что приходится выводить изъ дѣйствія и опоражнивать котелъ, а именно чрезъ два часа послѣдній можно снова соединить съ остальными дѣйствующими котлами. Въ котлахъ Дюрра и Никлосса съ трубками, вставляемыми на конусъ, перемѣна трубокъ производится еще быстрѣе, а именно при холодномъ и опорожненномъ котлѣ для этого достаточно нѣсколькихъ минутъ. Въѣстѣ съ тѣмъ эти котлы представляютъ то преимущество, что вся работа производится исключительно на передней сторонѣ котла,

тогда какъ у котловъ Бельвиля соотвѣтствующій элементъ трубокъ надо вынуть изъ корпуса котла и расположить въ кочегарнѣ. Еще труднѣе перемѣна трубокъ въ котлахъ съ водяными камерами и съ прямыми трубками, раскатанными на обоихъ концахъ, а труднѣе и мѣшкотнѣе всего она у котловъ съ кривыми трубками; такъ обусловливаемый этимъ перерывъ дѣйствія одного котла Торникрофта продолжался около 5 часовъ и скорѣе этого нельзя перемѣнить трубку ни въ одномъ изъ котловъ, принадлежащихъ къ этой группѣ, за исключеніемъ, можетъ быть, котловъ Блекиндена и новыхъ Ярроу.

Съ легкостью исправленій новѣйшихъ водотрубныхъ котловъ, которая обусловливается тѣмъ, что они состоятъ изъ большого числа отдѣльных частей, соединяется еще одно очень важное преимущество:—При замѣнѣ старыхъ пришедшихъ въ негодность котловъ на большинствѣ судовъ съ шотландскими и локомотивными котлами приходится разрубать палубы, что представляетъ конечно много затрудненій, особенно на судахъ съ броневыми палубами. При постройкѣ новыхъ водотрубныхъ котловъ замѣнѣ старыхъ пришедшихъ въ негодность эти работы и расходы на нихъ остаются въ экономіи, потому что ихъ отдѣльныя части можно удобно подавать внизъ чрезъ котельный люкъ и ихъ сборку можно производить на мѣстѣ въ особой кочегарнѣ. Итакъ, если расходы на исправленія водотрубныхъ котловъ и окажутся вообще нѣсколько больше, чѣмъ у другихъ котловъ, то это увеличеніе расходовъ навѣрное вездѣ будетъ вознаграждаться легкостью и быстротой, съ какой можно производить такія исправленія.

Въ виду главнымъ образомъ легкости и простоты выполненія исправленій, въ коммерческомъ флотѣ уже теперь часто отдають предпочтеніе водотрубнымъ котламъ для такихъ пароходовъ, которые должны поддерживать сообщеніе по рѣкамъ или берегамъ малокультурныхъ отдаленныхъ странъ и на которые въ виду климатическихъ условій или для экономіи приходится набирать прислугу изъ туземцевъ. Примѣненіе водотрубныхъ котловъ въ подобныхъ случаяхъ вполнѣ основательно, потому что при такихъ условіяхъ они незамѣнимы, предполагая конечно, что

къ нимъ приставлена не совсѣмъ ничего не понимающая прислуга.

5. *Незначительная опасность въ отношеніи взрывовъ.*— Это преимущество водотрубныхъ котловъ обуславливается обыкновенно малымъ содержаніемъ воды въ нихъ и отсюда слѣдуетъ, что при взрывѣ такого котла находящіеся въ соотвѣтствующей кочегарнѣ лица могутъ быть обварены до смерти, но онъ не поведетъ за собой разрушенія въ суднѣ на большомъ пространствѣ и соединенныхъ съ этимъ смертныхъ случаевъ. Справедливо, что котлы Бельвиля и прежніе Торникрофта содержатъ по большей части всего около 1 тонны воды, но въ котлахъ Лаграфеля-д'Алеста и Никлосса ея количество доходитъ уже до 3 т., а въ котлахъ Дюрра и Бабкока-Вилькокса ея содержится даже больше 4 т. При давленіяхъ пара въ 185 — 240 фунт., какія бываютъ обыкновенно въ этихъ котлахъ, и при обуславливаемой этимъ высокой температуры воды, въ случаѣ внезапнаго уменьшенія давленія, какое происходитъ при взрывѣ, изъ каждой тонны воды въ котлѣ образуется такое количество пара, которое по разрушительному дѣйствію слѣдуетъ считать равнозначительнымъ приблизительно 300 — 325 фунт. пороха, смотря по давленію, если принять, что отъ 1 фун. пороха развивается 37 куб. ф. газовъ атмосфернаго давленія. Еще неизвѣстно, останется ли безъ разрушительнаго дѣйствія на корпусъ судна взрывъ водотрубнаго котла (его паросушителя или водяныхъ камеръ). Въ самомъ дѣлѣ вспомнимъ случай взрыва локомотивнаго котла на турецкомъ минномъ крейсерѣ весной 1895 г.; этотъ котелъ работалъ при давленіи въ 170 фун. и содержалъ 4,7 т. воды, 1 т. которой по разрушительному дѣйствію равнозначительна всего 274 фун. пороха, и какъ ужасно было разрушеніе, произведенное на суднѣ! Итакъ безопасность въ расчетѣ на небольшое количество воды болѣе воображаемая, чѣмъ дѣйствительная.

Хотя при водотрубныхъ котлахъ представляются менѣе вѣроятными полные взрывы и приходится имѣть дѣло больше съ разрывомъ трубки или трещинами въ соединительныхъ коробкахъ, т. е. только съ небольшими частными взрывами, но и послѣдніе остаются достаточно опасными для прислуги.

Всегда говорят, что изъ лопнувшей трубки начинается выходъ паръ или вода, какъ изъ очень неплотной части арматуры или изъ открытаго предохранительнаго клапана, а потому кочегары всегда имѣютъ возможность уйти заблаговременно. Если они работаютъ въ закрытыхъ кочегарняхъ большого судна, находящихся на самомъ днѣ, то уйти оттуда будетъ уже труднѣе, чѣмъ изъ открытой кочегарни небольшого судна, находящейся подъ самой палубой. Но даже въ послѣднемъ самомъ благопріятномъ случаѣ не обходится къ сожалѣнію безъ несчастныхъ случаевъ. Въ 1884 г. въ Килѣ, на одномъ пароходѣ прибрежнаго плаванія, въ небольшомъ шотландскомъ котлѣ съ рабочимъ давленіемъ въ 55 фун. выскочила изъ трубной стѣнки одна дымогарная трубка и чрезъ образовавшуюся при этомъ узкую кольцевую щель вышло сразу столько испарившейся воды, что три человѣка, находившіеся въ общемъ котельно-машинномъ отдѣленіи, подверглись сильнымъ обжогамъ и одинъ изъ нихъ умеръ отъ этихъ обжоговъ. Точно также о пароходѣ *Propolis* съ водотрубными котлами Роозена и Гортона и первой машиной тройного расширенія рассказываютъ, что въ 1875 г. вслѣдствіе разрыва нижнихъ цилиндрическихъ водяныхъ коллекторовъ были обварены два кочегара. Въ декабрѣ 1894 г. англійскій минный крейсеръ *Shark*, построенный Томсономъ на Килѣ, съ котлами Нормана, пошелъ на пробу форсированнымъ ходомъ и во время послѣдней разорвалась одна изъ водогрѣйныхъ трубокъ, которыя первоначально были мѣдныя; при этомъ были сильно обварены нѣсколько человѣкъ. Весной 1895 г. шварало нѣсколько пробокъ изъ судового котла Бабкока-Вилькокса, надъ которымъ заводъ Fairfield Shipbuilding Co. производилъ предварительныя испытанія на берегу; при этомъ были обварены 6 человѣкъ, хотя они могли выскакивать изъ котельнаго помѣщенія прямо на открытый воздухъ. Наконецъ 9 июня того же года, во время пробы французскаго броненосца *Jauréguiberry*, въ одномъ изъ его котловъ Лаграфеля-д'Алеста въ средней лѣвой кочегарнѣ разорвалась трубка на длинѣ около 10 дм., вслѣдствіе чего находившіеся въ кочегарнѣ 9 кочегаровъ были такъ сильно обварены, что 6 изъ нихъ вскорѣ умерли. Всѣ эти случаи не

позволяютъ разсчитывать на слишкомъ большую безвредность частныхъ взрывовъ. Въ случаѣ, если бы даже всѣ люди могли выйти безъ вреда для себя и можно было бы достаточно быстро запереть двери переборокъ, то соотвѣтствующая кочегарня, гдѣ произошелъ частный взрывъ, наполнилась бы паромъ и для вывода изъ дѣйствія всей группы котловъ надо было бы ждать, пока не испарится вся вода въ поврежденномъ котлѣ. Примѣръ такого рода указываетъ Скоттъ, который нѣкогда самъ строилъ много водотрубныхъ котловъ для судовъ. На одномъ построенномъ имъ грузовомъ пароходѣ въ 800 грузовыхъ тоннъ образовалась въ одной изъ трубокъ водотрубнаго котла маленькая дырка, когда пароходъ стоялъ у набережной съ полнымъ грузомъ, готовый къ уходу. Паръ выходилъ изъ этого отверстия съ такой силой, что не было доступа ни въ машинное отдѣленіе, ни въ кочегарню, и туда можно было войти только послѣ того, какъ испарилась вся вода въ этомъ котлѣ. Подобныя дыры образуются въ трубкахъ отъ разбѣданія и, такъ какъ прежде, въ желѣзныхъ трубкахъ изъ нечисто обработаннаго матеріала, онѣ являлись гораздо чаще, чѣмъ въ теперешнихъ стальныхъ трубкахъ, выдѣланныхъ изъ вполне однороднаго матеріала, то въ первыхъ ихъ нельзя было избѣжать, какъ это оказалось на практикѣ во флотѣ Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ съ примѣняемыми тамъ водотрубными котлами (главнымъ образомъ Уорда, Мошера и Тоуна). Тамъ эти разбѣданія трубокъ обыкновенной толщины проявлялись уже послѣ трехлѣтней службы въ столь значительныхъ размѣрахъ, что дѣлалось практически необходимымъ перемѣнять всѣ трубки.

Итакъ мнѣніе, что «водотрубные котлы вполне безопасны отъ взрывовъ», нельзя признать основательнымъ въ виду такихъ фактовъ.

Такіе же практическіе результаты получили и съ береговыми водотрубными котлами, потому что на собраніи делегатовъ международнаго союза обществъ для надзора за паровыми котлами въ Данцигѣ въ 1891 г. два главныхъ инженеръ-механика такихъ обществъ, подъ наблюденіемъ которыхъ находилось 4450 котловъ, высказались, что водотрубные

Всегда говорятъ, что изъ лопнувшей трубки начинается выходить паръ или вода, какъ изъ очень неплотной части арматуры или изъ открытаго предохранительнаго клапана, а потому кочегары всегда имѣютъ возможность уйти заблаговременно. Если они работаютъ въ закрытыхъ кочегарняхъ большого судна, находящихся на самомъ днѣ, то уйти оттуда будетъ уже труднѣе, чѣмъ изъ открытой кочегарни небольшого судна, находящейся подъ самой палубой. Но даже въ послѣднемъ самомъ благопріятномъ случаѣ не обходится къ сожалѣнію безъ несчастныхъ случаевъ. Въ 1884 г. въ Килѣ, на одномъ пароходѣ прибрежнаго плаванія, въ небольшомъ шотландскомъ котлѣ съ рабочимъ давленіемъ въ 55 фун. выскочила изъ трубной стѣнки одна дымогарная трубка и чрезъ образовавшуюся при этомъ узкую кольцевую щель вышло сразу столько испарившейся воды, что три человѣка, находившіеся въ общемъ котельно-машинномъ отдѣленіи, подверглись сильнымъ обжогамъ и одинъ изъ нихъ умеръ отъ этихъ обжоговъ. Точно также о пароходѣ *Propontis* съ водотрубными котлами Роозна и Гортона и первой машиной тройного расширенія рассказываютъ, что въ 1875 г. вслѣдствіе разрыва нижнихъ цилиндрическихъ водяныхъ коллекторовъ были обварены два кочегара. Въ декабрѣ 1894 г. англійскій минный крейсеръ *Shark*, построенный Томсономъ на Кляйдѣ, съ котлами Нормана, пошелъ на пробу форсированнымъ ходомъ и во время послѣдней разорвалась одна изъ водогрѣйныхъ трубокъ, которыя первоначально были мѣдныя; при этомъ были сильно обварены нѣсколько человѣкъ. Весной 1895 г. вырвало нѣсколько пробокъ изъ судового котла Бабкока-Вилькокса, надъ которымъ заводъ Fairfield Shipbuilding Co. производилъ предварительныя испытанія на берегу; при этомъ были обварены 6 человѣкъ, хотя они могли выскакивать изъ котельнаго помѣщенія прямо на открытый воздухъ. Наконецъ 9 іюня того же года, во время пробы французскаго броненосца *Jauréguiberry*, въ одномъ изъ его котловъ Лаграфеля-д'Аллеста въ средней лѣвой кочегарнѣ разорвалась трубка на длинѣ около 10 дм., вслѣдствіе чего находившіеся въ кочегарнѣ 9 кочегаровъ были такъ сильно обварены, что 6 изъ нихъ вскорѣ умерли. Всѣ эти случаи не

позволяютъ разсчитывать на слишкомъ большую безвредность частныхъ взрывовъ. Въ случаѣ, если бы даже всѣ люди могли выйти безъ вреда для себя и можно было бы достаточно быстро запереть двери переборокъ, то соотвѣтствующая кочегарня, гдѣ произошелъ частный взрывъ, наполнилась бы паромъ и для вывода изъ дѣйствія всей группы котловъ надо было бы ждать, пока не испарится вся вода въ поврежденномъ котлѣ. Примѣръ такого рода указываетъ Скоттъ, который нѣкогда самъ строилъ много водотрубныхъ котловъ для судовъ. На одномъ построенномъ имъ грузовомъ пароходѣ въ 800 грузовыхъ тоннъ образовалась въ одной изъ трубокъ водотрубнаго котла маленькая дырка, когда пароходъ стоялъ у набережной съ полнымъ грузомъ, готовый къ уходу. Паръ выходилъ изъ этого отверстия съ такой силой, что не было доступа ни въ машинное отдѣленіе, ни въ кочегарню, и туда можно было войти только послѣ того, какъ испарилась вся вода въ этомъ котлѣ. Подобныя дыры образуются въ трубкахъ отъ разбѣданія и, такъ какъ прежде, въ желѣзныхъ трубкахъ изъ нечисто обработаннаго матеріала, онѣ являлись гораздо чаще, чѣмъ въ теперешнихъ стальныхъ трубкахъ, выдѣланныхъ изъ вполне однороднаго матеріала, то въ первыхъ ихъ нельзя было избѣжать, какъ это оказалось на практикѣ во флотѣ Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ съ примѣняемыми тамъ водотрубными котлами (главнымъ образомъ Уорда, Мошера и Тоуна). Тамъ эти разбѣданія трубокъ обыкновенной толщины проявлялись уже послѣ трехлѣтней службы въ столь значительныхъ размѣрахъ, что дѣлалось практически необходимымъ перемѣнять всѣ трубки.

Итакъ мнѣніе, что «водотрубные котлы вполне безопасны отъ взрывовъ», нельзя признать основательнымъ въ виду такихъ фактовъ.

Такіе же практическіе результаты получили и съ береговыми водотрубными котлами, потому что на собраніи делегатовъ международнаго союза обществъ для надзора за паровыми котлами въ Данцигѣ въ 1891 г. два главныхъ инженеръ-механика такихъ обществъ, подъ наблюдениемъ которыхъ находилось 4450 котловъ, высказались, что водотрубные

котлы при взрывахъ не производятъ большихъ разрушеній въ окружающемъ пространствѣ, но при нихъ происходитъ сравнительно много несчастныхъ случаевъ, которые часто сопровождаются тяжелыми послѣдствіями для прислуги. Подобныя же свѣдѣнія относительно водотрубныхъ котловъ даетъ и статистика взрывовъ котловъ въ Германіи за послѣдніе годы.

6. *Большая экономичность.*—Водотрубные котлы содержатъ небольшое количество воды въ очень тонкостѣнныхъ вмѣстителяхъ малаго поперечнаго сѣченія, почти вся наружная поверхность которыхъ бываетъ въ соприкасаніи съ горячими газами. Уменьшая діаметръ трубокъ и увеличивая ихъ число, можно уменьшить ихъ толщину и вмѣстѣ съ тѣмъ увеличить поверхность нагрѣва, т. е. повысить утилизацію теплоты горячихъ газовъ. Улучшая циркуляцію воды, уже и безъ того хорошую въ большинствѣ водотрубныхъ котловъ, а также придавая трубкамъ надлежащее расположеніе, можно по словамъ Соліани еще повысить полезное дѣйствіе котловъ.

Какъ сопоставить эти соображенія, которыя совсѣмъ нельзя оспаривать, съ экономичностью, какая наблюдается до сихъ поръ у водотрубныхъ котловъ? Бельвилевскіе котлы на упомянутомъ уже почтовомъ пароходѣ *Australien* расходовали въ 1893 г. въ среднемъ 2,23 англ. фун. угля на 1 инд. л. с. въ часъ, тогда какъ по предварительному опредѣленію строителей этотъ расходъ долженъ составлять 1,54 фун. Въ декабрѣ 1895 г. Рисбекъ, директоръ *Messageries Maritimes*, опубликовалъ отчетъ, по которому на двухъ одинаковыхъ пароходахъ *Australien* и *Polynisien* съ машинами тройного расширенія и бельвилевскими котлами расходовалось 1,83 фунт. угля на 1 инд. л. с. въ часъ, тогда какъ на пароходахъ *Brésil* и *La Plata* съ шотландскими котлами этотъ расходъ равнялся 1,85 фун. Для полученія этого результата должны были вычислить, какому количеству кардифскаго угля будутъ соотвѣтствовать сожженные въ бельвилевскихъ котлахъ 9771 т. брикетнаго угля и 17863 т. австралійскаго, умножая эти количества соотвѣтственно на 0,9 и 0,8, потому что шотландскіе котлы отоплялись только кардифскимъ углемъ; этотъ расчетъ долженъ быть конечно довольно неточнымъ и такимъ образомъ въ концѣ

концовъ можно доказать все, что угодно, и несомнѣнно только одно, что машины на двухъ послѣднихъ пароходахъ работали въ высшей степени неэкономично, если сравнить эти результаты съ данными отчетовъ большихъ германскихъ пароходныхъ компаній, на пароходахъ которыхъ, при машинахъ тройного расширенія и шотландскихъ котлахъ, расходуется въ среднемъ всего 1,7 анг. фун. угля на 1 инд. л. с. въ часъ. На броненосцѣ *Brennus* въ бельвилевскихъ котлахъ расходовалось сначала при форсированномъ ходѣ 3,94 анг. ф. угля на 1 инд. л. с. въ часъ и только впоследствии, при уменьшенной мощности машинъ, этотъ расходъ понизился до 2,44 фун. На броненосцѣ *Jemappes*, на пробѣ форсированнымъ ходомъ, при которой получили 9250 инд. л. с., расходъ угля въ котлахъ Лаграфеля-д'Аллеста достигъ 2,04 анг. ф. на 1 инд. л. с., а при уменьшенной мощности, какъ и на *Brennus*, онъ равнялся 1,83 фун. Котлы Никлосса крейсера *Friand* расходовали на пробѣ форсированнымъ ходомъ, при 9503 инд. л. с., 2 анг. ф. угля на 1 инд. л. с. въ часъ, а при соотвѣтственно уменьшенной мощности, какъ и на предыдущихъ судахъ, этотъ расходъ понизился до 1,94 фн. Если сравнить это съ результатами пробъ германскаго броненосца *Wörth* съ простыми шотландскими котлами, на 6-часовой приѣмной пробѣ котораго при форсированной тягѣ поддерживали 10228 инд. л. с. при расходѣ 2 анг. ф. угля въ часъ на 1 инд. л. с., а при уменьшенной мощности этотъ расходъ понизился до 1,59 фун., то окажется, что на французскихъ судахъ, которыя всѣ снабжены машинами тройного расширенія съ тѣмъ же начальнымъ давленіемъ пара (170 фун.), расходъ угля очень великъ, особенно если принять въ расчетъ, что французы производятъ только 4-часовую пробу форсированнымъ ходомъ. Такъ какъ на коммерческихъ судахъ расходъ угля составляетъ въ среднемъ 1,65 анг. ф. на 1 инд. л. с. въ часъ, то экономичность водотрубныхъ котловъ представляется довольно сомнительной.

Чѣмъ же объясняется этотъ неблагопріятный результатъ? Онъ обусловливается главнымъ образомъ несовершеннымъ горѣніемъ, какое бываетъ въ большей или меньшей степени во

всѣхъ водотрубныхъ котлахъ. Прежде всего недостатокъ заключается въ томъ, что въ каждомъ котлѣ по большей части бываетъ только одна большая топка, вслѣдствіе чего онъ дѣлается гораздо чувствительнѣе къ колебаніямъ въ притокѣ воздуха, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда площадь колосниковой рѣшетки распределѣна на нѣсколько независимыхъ между собой топокъ. Затѣмъ въ топкахъ шотландскихъ и локомотивныхъ котловъ порогъ представляетъ собою средство для задерживанія горючихъ газовъ въ топкѣ до тѣхъ поръ, пока они не перемѣшаются достаточно съ воздухомъ и не сгорятъ вполне. Изъ топокъ водотрубныхъ котловъ газы, какъ только они образуются, уходятъ въ промежутки между трубками, не успѣвая перемѣшаться въ достаточной степени съ воздухомъ, а потому они могутъ сгорать только отчасти. Между прочимъ въ бельвилевскихъ котлахъ горѣніе бываетъ настолько плохо, что приходится вводить въ верхнюю часть топки сжатый воздухъ съ давленіемъ около $5\frac{1}{2}$ фун., который съ одной стороны доставляетъ поднимающимся газамъ недостающій для ихъ сгоранія кислородъ, а съ другой стороны отбрасываетъ ихъ обратно къ колосникамъ, чтобы они успѣвали сгорать. Для доставленія сжатого воздуха приходится ставить особый воздухонагнетательный насосъ. Болѣе совершеннымъ горѣніемъ объясняется большая экономичность котловъ Лаграфеля-д'Аллеста по сравненію съ другими прямотрубными котлами. Какъ извѣстно, Лаграфель и д'Аллестъ ставятъ по два котла рядомъ, такъ что между ихъ батареями трубокъ образуется общее свободное пространство, которое внизу ограничивается стѣнкой вродѣ порога. Затѣмъ промежутки нижнихъ трубныхъ рядовъ, состоящихъ изъ трубокъ Серва, они покрываютъ кусками шамота, такъ что образуется закрытая топка и для горячихъ газовъ остается только боковой выходъ поверхъ упомянутаго порога. Только пройдя чрезъ этотъ суженный проходъ, газы распределяются по промежуткамъ между трубками изъ просторной газовой камеры. Въ своихъ послѣднихъ котлахъ Лаграфель и д'Аллестъ расположили колосниковыя рѣшетки значительно ниже, чѣмъ прежде, и устроили еще болѣе высокія топки, чѣмъ и объясняются хорошіе результаты, полу-

ченные на *Casabianca*. Относительно английскихъ и американскихъ водотрубныхъ котловъ съ изогнутыми трубками не опубликовано почти никакихъ данныхъ объ ихъ экономичности; впрочемъ можно вывести нѣкоторыя заключенія изъ результатовъ пробъ новыхъ английскихъ минныхъ крейсеровъ. Такъ на 3-часовой пробѣ *Bruiser* форсированнымъ ходомъ на 1 кв. ф. колосниковыхъ рѣшетокъ котловъ Торникрофта въ часъ сгорало 68 англ. фун. угля, причемъ машины развили 4156 инд. лощ. с. Такъ какъ въ котлахъ было всего 189 кв. ф. колосниковыхъ рѣшетокъ, то приходилось около 3,1 фун. угля на 1 инд. л. с. въ часъ. Наоборотъ, при очень умѣренномъ отопленіи котловъ расходъ угля сильно понижается, такъ какъ котлы на подобномъ же суднѣ *Ardent*, гдѣ на 3-часовой пробѣ форсированнымъ ходомъ получили 4306 инд. л. с., во время 12-часового экономическаго хода при 449 инд. л. с. требовали всего 1,53 фун. угля на 1 инд. л. с. въ часъ. Котель Дюрра на пароходѣ *Rhein* развилъ на 6-часовой пробѣ 350 инд. л. с. и расходовалъ 2,22 англ. фун. угля на 1 инд. л. с. въ часъ. Поэтому при обыкновенной работѣ водотрубные котлы меньше экономичны, чѣмъ шотландскіе и локомотивные.

Вышеуказанные практическіе результаты, полученные на судахъ, согласуются вполне съ наблюденіями на электротехнической выставкѣ 1891 г. во Франкфуртѣ надъ береговыми водотрубными котлами; топки во всѣхъ котлахъ работали съ большимъ избыткомъ воздуха, сжигали всего 12,6—21 англ. фун. угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки въ часъ и въ отношеніи своего полезнаго дѣйствія и производительности стояли ниже котловъ съ большими водяными пространствами. Если для сужденія объ экономичности водотрубныхъ котловъ не дѣлали болѣе обстоятельныхъ различныхъ испытаній ихъ паропроизводительности, то это происходило главнымъ образомъ потому, что эти испытанія нисколько не считали за указаніе для обыкновенной работы. Ихъ всегда производятъ, когда котлы совершенно чистые, берутъ только хорошій уголь, — однимъ словомъ, готовятъ все только для пробы. При этомъ часто бываетъ недостаточенъ контроль за правильнымъ измѣреніемъ угля, воды, влажности пара и пр.

и изъ этихъ испытаній по большей части нельзя бываетъ извлечь никакихъ заключеній. Хорошо извѣстно, что и въ шотландскихъ и локомотивныхъ котлахъ, пока они новые и чистые, при очень умѣренномъ отопленіи и съ подогрѣтой питательной водой, можно получить испареніе 10 фун. воды на 1 ф. угля и въ водотрубныхъ котлахъ парообразование не бываетъ значительно выше этого, — только въ лучшихъ изъ нихъ можно получить 11 фун. пара на 1 ф. угля. При болѣе высокихъ цифрахъ парообразованія по большей части не указывается наблюдаемая влажность пара. При сильныхъ форсированіяхъ паропроизводительность водотрубныхъ котловъ понижается также, какъ и въ другихъ котлахъ, нисходя до 5—6 фун. пара на 1 ф. угля.

7. *Быстрота разводки пара.* — На разводку пара въ шотландскихъ котлахъ употребляютъ теперь 6—8 часовъ, а при очень бережномъ уходѣ за ними отъ 10 до 12 часовъ. Хотя въ локомотивныхъ котлахъ можно безъ вреда для нихъ разводить пары нѣсколько быстрѣе, но все-таки проходятъ часы, пока давленіе пара въ нихъ не доведутъ до нормальнаго. Въ водотрубныхъ котлахъ, при ихъ очень большой эластичности, которая дѣлаетъ ихъ почти нечувствительными къ неодинаковому расширеніямъ при быстромъ нагрѣваніи, можно разводить пары въ очень короткое время. На *Daring*, въ одномъ изъ новыхъ торникрофтовскихъ котловъ, наполненномъ холодной водой, въ мартѣ 1894 г., для опыта въ моемъ присутствіи развели пары столь быстро, что чрезъ 15 минутъ послѣ того, какъ зажгли огонь, имѣлось уже давленіе пара въ 95 фун., причемъ можно было пустить въ ходъ машины. Такую быструю разводку пара можно повторять сколько угодно при большинствѣ котловъ съ кривыми трубками, не повреждая ихъ соединеній. Само собою очевидно, въ какой высокой степени это хорошее качество водотрубныхъ котловъ увеличиваетъ ихъ боевое значеніе для миноносцевъ, для крейсеровъ во время ихъ крейсерской службы, а также для судовъ, поддерживающихъ блокаду. Прямотрубные котлы не допускаютъ такой быстрой разводки пара; такъ въ бельвилевскихъ котлахъ можно разводить пары въ $\frac{3}{4}$ часа, причемъ частое

повтореніе такой быстрой разводки оказывается вреднымъ для котловъ, такъ что для пароходовъ *Messageries Maritimes* предписано употреблять на разводку пара 2 часа и ни въ какомъ случаѣ не меньше $1\frac{1}{2}$ ч. Лучше въ этомъ отношеніи котлы Дюрра и Никлосса и гораздо хуже котлы Лаграфеля-д'Аллеста. Въ послѣднихъ пары можно разводить, самое скорое, въ 1 часъ, но при этомъ обыкновенно является течъ трубокъ или водяныхъ камеръ; при повтореніяхъ быстрой разводки эта течъ такъ замѣтно увеличивается, что въ концѣ концовъ приходится выгребать жаръ. Обыкновенно на разводку пара въ этихъ котлахъ употребляютъ 4 часа, а еще лучше, если на это употребляютъ 6 часовъ. *Итакъ въ водотрубныхъ котлахъ съ прямыми трубками и 2 водяными камерами пары можно разводить не скорѣе, чѣмъ въ локомотивныхъ*, потому что и въ послѣднихъ можно развести пары въ 1 часъ, если желаютъ купить это цѣною течи дымогарныхъ трубокъ и разрыва связей. Въ водотрубныхъ котлахъ съ кривыми трубками, считающихся менѣе пригодными для большихъ судовъ, разводку пара можно сильно форсировать, но это имѣетъ практическое значеніе только въ тѣхъ случаяхъ, когда машина работаетъ уже отъ небольшого числа котловъ, потому что въ нѣсколько минутъ, какія проходятъ отъ зажиганія огня въ топкахъ до появленія пара, нельзя успѣть прогрѣть машину.

8. *Нечувствительность къ сильнымъ форсированіямъ.* — Шотландскіе и локомотивные котлы настолько же мало способны выдерживать частое сильное форсированіе, какъ и рѣзкія переменны дѣйствія, быстрыя разводки пара и быстрое охлажденіе. Отъ этого не только текутъ ихъ дымогарныя трубки и разрываются связи, но въ концѣ концовъ появляется даже сильная течъ въ большей части швовъ, подвергающихся натяженію. Поэтому при форсированіи тяги въ шотландскихъ котлахъ обыкновенно не переходятъ съ давленіемъ воздуха за $1\frac{1}{8}$ дм. столба воды, а при локомотивныхъ доходятъ, самое большое, до 2 дм. Соотвѣтственно этому часовой расходъ угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки при 6-часовомъ форсированномъ ходѣ доводится теперь обыкновенно въ шотландскихъ котлахъ не больше, какъ до 30 англ. фун., а въ

локомотивныхъ до 45 фун., тогда какъ въ прежніе годы при болѣе сильной тягѣ переходили соотвѣтственно за 40 и 60 фун. Наоборотъ, въ торникрофтовскихъ котлахъ миннаго крейсера *Bruiser* во время 3-часового форсированнаго хода сжигали 67 англ. фун. въ часъ на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки и должны сжигать около 60 англ. фун. въ нормановскихъ котлахъ на построенныхъ у J. & G. Thomson минныхъ крейсерахъ *Rocket*, *Shark* и *Surly*, а также въ котлахъ той же системы на подобныхъ же судахъ *Banshee*, *Contest* и *Dragon*, построенныхъ у Лэрда, такъ какъ иначе нельзя было бы получить большую мощность машинъ при малой площади колосниковыхъ рѣшетокъ. Итакъ водотрубные котлы съ кривыми трубками не только отличаются высокою способностью форсирования, но и могутъ выдерживать такое форсированіе, не обнаруживая никакой течи. Котлы съ прямыми трубками оказываются не лучше шотландскихъ котловъ въ отношеніи способности форсирования; они непригодны для сильныхъ форсированій, потому что сейчасъ же начинаютъ доставлять сырой паръ или вскипать, о чемъ будемъ говорить еще ниже. Въ виду этого во французскомъ флотѣ предписано при пробахъ форсированнымъ ходомъ не повышать горѣніе въ котлахъ Бельвиля, Лаграфеля-д'Аллеста и Никлосса за 30 англ. фун. угля въ часъ на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки. Во время пробы форсированнымъ ходомъ броненосца *Jettirrez* съ котлами Лаграфеля-д'Аллеста при 9250 инд. л. с. сжигали 29 англ. фун. угля въ часъ на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки. Въ котлахъ Никлосса при пробѣ форсированнымъ ходомъ *Friant*, когда развили 9503 инд. л. с. при 2 англ. фун. на 1 инд. л. с. въ часъ, на каждомъ изъ 783 кв. ф. колосниковыхъ рѣшетокъ сжигали въ часъ всего 24 англ. фун. угля, между тѣмъ какъ этотъ расходъ въ другомъ случаѣ довели до 36 фун., а при пробѣ котла Дюрра даже приблизительно до 40 фун., какъ уже было упомянуто. Въ бельвилевскихъ котлахъ на *Milan* наибольшій расходъ угля равнялся 26 фун. въ часъ на 1 кв. ф. колосниковыхъ рѣшетокъ. Этихъ примѣровъ достаточно для доказательства справедливости вышеизложеннаго заключенія.

Съ другой стороны водотрубные котлы съ кривыми трубками, благодаря своей большой эластичности, выдерживали безъ всякаго вреда для себя указанные ниже суровыя испытанія, тогда какъ съ прямотрубными котлами приходится обращаться съ такой же осторожностью, какъ съ шотландскими и локомотивными котлами, потому что въ описаніи вышеупомянутой пробы *Friant* хвалебно указывается относительно котловъ Никлосса, что они не дали никакой течи, а между тѣмъ ихъ форсировали очень мало, если сожигали всего 24 фун. на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки въ часъ. Повидимому только новые прямотрубные котлы Ярроу могутъ выдерживать нѣсколько большее форсированіе. Ихъ строитель рассказываетъ, что испытывавшійся на берегу котелъ миннаго крейсера *Hornet* подвергли необычайно высокому форсированію, затѣмъ выгребли жаръ и разобрали кожухъ котла, чтобы онъ охлаждался возможно быстрѣе; послѣ этого собрали опять кожухъ, развели пары и подняли давленіе до 175 фун., причемъ котелъ не обнаружилъ никакого формоизмѣненія или вообще поврежденія. Торникрофтъ сообщаетъ еще о болѣе суровой пробѣ двухъ торникрофтовскихъ котловъ типа *Daring*: изъ находящихся въ дѣйствіи котловъ продули всю воду и выгребли часть жара, а затѣмъ накачали опять въ нихъ холодной воды и снова привели въ дѣйствіе, какъ и прежде, причемъ течи не обнаружилось. Еще болѣе смѣлой пробѣ подвергли котелъ Тоуна въ Америкѣ: изъ работающаго при сильномъ форсированіи тяги котла мгновенно выгребли жаръ и затѣмъ находящійся еще подъ парами котелъ начали обливать холодной водой изъ брандспойта, причемъ не появилось никакой течи.

9. *Вскипаніе и сырой паръ.*—Сильныя колебанія въ давленіи пара, соединенныя съ малой поверхностью воды, изъ которой долженъ подниматься въ паровое пространство образующійся паръ, являются главными причинами вскипанія и образованія сырого пара. Чѣмъ меньше водяное пространство котла, тѣмъ сильнѣе дѣлаются замѣтными колебанія давленія, особенно когда расходъ пара бываетъ не вполнѣ равномерный, какъ во время маневрированій, или уходъ за топками не вполнѣ

внимательный. Было уже говорено, что во всѣхъ водотрубныхъ котлахъ водяное пространство очень мало, на чемъ и основывается ихъ преимущество малаго вѣса; поэтому остается только разсмотрѣть, каково по сравненію съ шотландскими и локомотивными котлами количество пара, выдѣляющагося въ нихъ въ часъ на 1 кв. ф. поверхности воды въ паровое пространство. Въ шотландскихъ котлахъ военныхъ судовъ на пробахъ форсированнымъ ходомъ въ часъ должно выдѣляться около 100—120 англ. фун. пара на 1 кв. ф. поверхности воды, въ локомотивныхъ котлахъ это число повышается до 140—160, а при очень сильномъ форсированіи можетъ доходить даже до 200 англ. фун. Но въ бельвилевскихъ котлахъ при подобныхъ же условіяхъ форсированія чрезъ 1 кв. ф. поперечнаго сѣченія трубокъ должно выходить въ паровое пространство около 800—1000 фун. пара въ часъ, т. е. приблизительно въ 6 и 10 разъ больше, чѣмъ въ локомотивныхъ и шотландскихъ котлахъ. Въ торникрофтовскихъ котлахъ это количество бываетъ еще гораздо больше. Какой при этомъ доставляется паръ, можно судить, напр., по слѣдующему указанію Каріо, директора Магдебургскаго общества потребителей пара: онъ нашелъ изъ практики, что при спокойномъ парообразованіи, въ береговыхъ котлахъ съ большимъ водянымъ пространствомъ на 1 кв. ф. поверхности воды въ часъ должно испаряться всего до 20 фун. пара, если вода не должна увлекаться вмѣстѣ съ паромъ; но даже и тогда поднимается въ формѣ облака болѣе или менѣе не вполне испарившаяся вода, которая составляетъ 2—5% образующагося пара. При болѣе сильномъ парообразованіи происходитъ столь тѣсное и энергичное перемѣшиваніе пара съ водой, что образуется пѣна, и послѣдняя, благодаря присутствію въ водѣ маслянистыхъ составныхъ частей, можетъ подниматься въ такой же степени, какъ при кипѣніи молока, пива и пр., заполняя все паровое пространство, какъ бы оно велико ни было.

Такъ какъ при поверхностныхъ холодильникахъ невозможно доставлять въ судовые котлы вполне чистую воду даже при примѣненіи фильтровъ питательной воды и такъ какъ кромѣ того давленіе въ этихъ котлахъ, какъ уже было упо-

мянута, тѣмъ больше подвергается колебаніямъ, чѣмъ меньше воды они содержатъ и чѣмъ небрежнѣе ухаживать за ними, то не подлежитъ никакому сомнѣнію, что, напримѣръ, бельвилевскіе котлы почти всегда бываютъ въ состояніи, близкомъ къ вскипанію, и по крайней мѣрѣ всегда доставляютъ сырой паръ. Хотя паросушители этихъ котловъ содержатъ механическое приспособленіе для высушивания пара, но все-таки между котлами и машиной вводится еще клапанъ-детандеръ. Въ послѣднемъ паръ долженъ переходить чрезъ очень малое поперечное сѣченіе, затѣмъ мгновенно расширяется, не производя работы, и теплота, освобождающаяся при этомъ, должна испарять остающуюся еще воду. Поэтому въ бельвилевскихъ котлахъ приходится держать всегда давленіе пара на 70—85 фун. выше, чѣмъ должно быть въ цилиндрѣ высокаго давленія. Въ котлахъ Лаграфеля-д'Аллеста и Никлосса условія повидимому такія же, потому что и въ нихъ держать давленіе на 45 фун. выше, чѣмъ должно быть въ машинѣ. Это свойство производить сырой паръ служить, какъ уже было сказано, причиной малой пригодности этихъ котловъ къ форсированію тяги. При нихъ оказывается недостижимымъ столь сильное горѣніе, какое легко можно поддерживать продолжительное время въ шотландскихъ котлахъ. Наоборотъ, эти котлы всегда должны отопляться только умѣренно, а потому на суда ставятъ большое число котловъ, совокупная мощность которыхъ всегда бываетъ значительно больше, чѣмъ требуется для машинъ при полной контрактной мощности. Поэтому 1 или 2 котла могутъ быть обыкновенно въ исправленіи безъ уменьшенія мощности машинъ при ходѣ подъ естественной тягой и слѣдовательно безъ пониженія скорости судна. Это условіе оказывается безусловно необходимымъ при часто требующихся исправленіяхъ.

Какъ уже было упомянуто, весьма хорошо высушивается паръ въ торникрофтовскихъ котлахъ. Выходящая изъ трубокъ смѣсь пара и воды ударяется въ латунные листы, зигзагообразно расположенные въ большомъ числѣ въ два ряда, близко одинъ отъ другого и согнутые угломъ; при этомъ вода стекаетъ внизъ и только одинъ паръ попадаетъ чрезъ щели

въ довольно просторное паровое пространство, изъ котораго внутренняя паровая труба обыкновеннаго устройства отводитъ его къ стопорному клапану. Въ остальныхъ котлахъ съ изогнутыми трубками, которые всѣ одинаковаго устройства съ торникрофтовскими, но у которыхъ трубки вставлены въ паросушитель подъ водой, всегда старались устраивать большіе паросушители для обезпеченія достаточнаго пароваго пространства, чтобы образующійся паръ находилъ въ немъ большую поверхность воды, а также могъ бы высушиваться какимъ-либо механическимъ способомъ.

Итакъ *въ водотрубныхъ котлахъ съ изогнутыми трубками наклонность къ вскипанію и къ произведенію сырого пара меньше, чѣмъ въ котлахъ съ прямыми трубками, а потому ихъ можно сильнѣе форсировать. Водотрубные котлы съ прямыми трубками способны къ вскипанію больше шотландскихъ и локомотивныхъ котловъ.*

10. *Трудность питанія.*—Для устраненія сильныхъ колебаній въ давленіи пара водотрубные котлы, въ виду ихъ малаго водяного пространства, требуютъ не только совершенно особаго внимательнаго ухода, но и возможно равномѣрнаго питанія. Поэтому Бельвиль, Ярроу, Ридъ и Торникрофтъ снабжаютъ свои котлы автоматическими питательными приспособленіями, которыя приводятся въ дѣйствіе поплавкомъ, находящимся въ зависимости отъ уровня воды въ котлѣ. О бельвилевскихъ питательныхъ приборахъ утверждаютъ, что они производятъ регулированіе питанія очень хорошо, пока они дѣйствуютъ, но ихъ дѣйствіе иногда прерывается вслѣдствіе загрязненія ихъ сочлененій угольной пылью, а также отъ осажденія на ихъ внутреннія части соли, оказывающейся въ питательной водѣ вслѣдствіе течи трубокъ холодильника, и въ виду этого нельзя быть увѣреннымъ въ этихъ приборахъ. Механикъ американскаго флота Робинсонъ, который видѣлъ ихъ въ дѣйствіи, называетъ ихъ «пугаломъ», что по моему мнѣнію слишкомъ преувеличено. Во всякомъ случаѣ безъ автоматическаго прибора нельзя обходиться, такъ какъ при регулированіи уровня воды въ-ручную потребовалось бы для каждаго котла по одному человѣку, который управлялъ бы

питательнымъ клапаномъ. Послѣдствіемъ поврежденій автоматическихъ питателей часто бываютъ тяжелые несчастные случаи; случалось, что изъ котла уходила вся вода. Если даже для торникрофтовскихъ котловъ, въ которыхъ высота уровня воды не представляетъ большого значенія, явилась надобность въ автоматическихъ питателяхъ (у прежнихъ торникрофтовскихъ котловъ ихъ не было), то отсюда можно заключить, что *питаніе водотрубныхъ котловъ требуетъ отъ прислуги гораздо больше внимательности, чѣмъ для котловъ съ большими водяными пространствами* вродѣ шотландскихъ и локомотивныхъ.

Съ этимъ тѣсно связана также большая чувствительность водотрубныхъ котловъ къ неравномѣрному отопленію, вслѣдствіе чего обыкновенный кочегаръ, нашедшійся у шотландскихъ или локомотивныхъ котловъ, долженъ особо обучаться для отопленія водотрубныхъ котловъ, потому что онъ долженъ обращать на ихъ топки гораздо больше вниманія. Къ этой требующейся отъ кочегаровъ большей умѣлости прибавляется еще ихъ обремененіе непрерывно требующимися мелкими исправленіями и работами по чисткѣ. Поэтому *при водотрубныхъ котлахъ являются болѣе высокія требованія, чѣмъ при шотландскихъ и локомотивныхъ котлахъ въ отношеніи хорошаго состава прислуги.*

11. *Повреждаемость отъ ржавленія и загрязненія.*—Выше (§ 5) уже указывалось, какъ чувствительны къ разѣданію тонкостѣнные кривыя трубки водотрубныхъ котловъ и какія опасности ведутъ за собою подобныя не замѣченныя своевременно утоненія ихъ стѣнокъ. Паровые и водяные коллекторы различныхъ водотрубныхъ котловъ, какъ показала практика, можно довольно хорошо защищать цинковыми плитками, но относительно трубокъ этого къ сожалѣнію сдѣлать нельзя. Поэтому пробовали примѣнять мѣдныя и латунныя трубки, но пришлось ихъ оставить вслѣдствіе незначительной крѣпости при высокихъ температурахъ. Теперь вездѣ употребляются стальные трубы, которыя цинкуются снаружи для защиты отъ ржавленія. Кромѣ того надо обращать вниманіе, чтобы

трубки всегда оставались свободны отъ осадковъ внутри для устраненія возможности ихъ мѣстныхъ перегрѣваній. Кромѣ питанія возможно чистой водой, самое дѣйствительное средство противъ осадковъ представляетъ сильная циркуляція воды въ котлѣ. Впрочемъ, такъ какъ приходится считаться съ течью трубокъ холодильниковъ, а также съ несовершенной очисткой питательной воды отъ маслянистыхъ веществъ, то осадковъ въ трубкахъ вполне избѣжать нельзя, а потому французы непрерывно прибавляютъ къ питательной водѣ своихъ водотрубныхъ котловъ известковый растворъ и подвергаютъ ихъ послѣ опредѣленнаго времени дѣйствія основательной чисткѣ выщелачиваніемъ по описанному выше способу. Кромѣ того каждая трубка тщательно вычищается чрезъ снятыя горловины и осматривается, нѣтъ ли въ ней язвинъ отъ разрыванія. При такомъ уходѣ никогда не бываетъ очень большихъ осадковъ въ трубкахъ, а кромѣ того эти осадки бываютъ мягкіе, такъ что ихъ легко можно удалять. Но такой способъ чистки и осмотра примѣнимъ только при водотрубныхъ котлахъ съ прямыми трубками и по этой причинѣ такимъ котламъ отдаютъ предпочтеніе для большихъ военныхъ судовъ. Второй причиной этого предпочтенія служить большая толщина прямыхъ трубокъ, которыя вслѣдствіе этого служатъ дольше. Главный инженеръ-механикъ англійскаго флота Дерстонъ на собраніи англійскихъ кораблестроителей въ 1896 г. высказалъ требованіе, чтобы водогрѣйныя трубки котловъ на большихъ военныхъ судахъ, за исключеніемъ случайныхъ перемѣнъ негодныхъ трубокъ, выдерживали три трехлѣтнихъ плаванія, причемъ такое требованіе мотивируется не только соображеніями относительно экономіи, но и относительно безопасности.

Въ котлахъ съ кривыми трубками изслѣдованіе ржавленія въ послѣднихъ невозможно, такъ что послѣ усиленнаго продолжительнаго дѣйствія, т. е., какъ теперь считается послѣ 3 или, самое большое, 5 лѣтъ плаванія, возникаетъ нѣкоторая неувѣренность въ котлахъ, всѣ ли они еще пригодны къ употребленію. Затѣмъ надо надѣяться, что матеріалъ былъ хорошъ и сильная циркуляція воды дѣлаетъ невѣроятнымъ разрываніе трубокъ; все-таки, въ концѣ концовъ, чрезъ извѣстные про-

межутки времени, напр. въ американскомъ флотѣ каждые 3 года, приходится мѣнять всѣ трубы.

Бельвиль утверждаетъ, что его котлы можно питать соленой водой, а между тѣмъ опыты показали, что этого нельзя допускать при высокихъ давленіяхъ пара, потому что трубы могутъ перегрѣться и накалиться вслѣдствіе осадковъ и котелъ сдѣлается негоднымъ для дѣйствія. Кромѣ того штоки автоматическихъ питателей покрываются накипью, вслѣдствіе чего они перестаютъ дѣйствовать. Такъ какъ на судахъ, какъ уже было сказано, нельзя обезпечить полное отсутствіе соли въ питательной водѣ вслѣдствіе почти постоянной незначительной течи трубокъ холодильниковъ, то дѣйствіе водотрубныхъ котловъ на судахъ всегда представляетъ больше опасности, чѣмъ дѣйствіе шотландскихъ и локомотивныхъ котловъ, которые могутъ выносить незначительное содержаніе соли въ водѣ.

Затѣмъ надо сказать еще о чисткѣ трубокъ снаружи отъ сажи. Сначала пробовали примѣнять для этого, какъ это часто дѣлаютъ и теперь, струю пара. Кромѣ сильнаго загрязнения палубы отъ этого, оказалось, что чистка трубокъ этимъ способомъ возможна только при совершенно сухой сажѣ, а при углѣ съ нѣсколько смолистой сажей наружный налетъ на трубахъ не поддается баненію. Затѣмъ оказалось, что нѣкоторая часть сажи всегда падаетъ внизъ и тамъ, въ особенности въ котлахъ съ кривыми трубами, по охлажденіи, съ сыростью отъ пара, которымъ банили, образуется смѣсь, сильно разъѣдающая не только трубы, но и стѣнки котловъ, обшивку и пр., какъ это случилось напр. на испанской миноноскѣ *Ariete*. Затѣмъ оказывается, что на баненіе можетъ теряться очень много пара и эту потерю уже невозможно пополнить при помощи имѣющихся на суднѣ испарителей. Тогда приходится добавлять въ питаніе соленую воду, слѣдствіемъ чего являются указанные выше затрудненія. Поэтому во французскомъ флотѣ котлы чистятъ отъ сажи по большей части посредствомъ щетокъ, для чего выводятъ изъ дѣйствія 3 или 4 котла изъ 20 или 30, находящихся на суднѣ, когда они пробудутъ подъ парами 3 дня, и даютъ имъ остыть. Это производится въ правильной послѣдовательности и во всякомъ

случаѣ занимаетъ много времени, будучи настолько же утомительно для прислуги, какъ и обметаніе дымогарныхъ трубокъ обыкновенныхъ котловъ. Въ датскомъ флотѣ послѣ каждой кампаніи, которая рѣдко продолжается больше нѣсколькихъ недѣль, торникрофтовскіе котлы миноносцевъ вынимаютъ изъ послѣднихъ, чтобы можно было основательно вычистить ихъ на берегу. Уже послѣ 20—24 часовъ пребыванія подъ парами въ крутыхъ изгибахъ трубокъ этихъ котловъ должно осаждаться много сажи, которую не такъ легко бываетъ удалять. Отсюда слѣдуетъ, что *осмотръ, чистка и уходъ за водотрубными котлами занимаетъ гораздо больше времени, бываетъ хлопотливѣе и утомительнѣе для прислуги, чѣмъ при огнетрубныхъ котлахъ*. Но со всѣмъ этимъ вѣроятно охотно мирились бы, если бы только былъ возможенъ осмотръ кривыхъ трубокъ. Именно эта-то невозможность и составляетъ одно изъ самыхъ неблагопріятныхъ и непоправимыхъ условій у котловъ съ кривыми трубками, которые остаются до сихъ поръ самыми продуктивными и лучшими изъ водотрубныхъ котловъ.

12. *Невозможность закупориванія поврежденныхъ трубокъ*. Если недоступность кривыхъ трубокъ составляетъ уже большой недостатокъ, то еще важнѣе недостатокъ заключается въ невозможности закупоривать повреждающіяся трубки; не остается никакого другого выхода, какъ выводить котелъ изъ дѣйствія. Если треснетъ трубка въ огнетрубномъ котлѣ, то иногда еще можно закупорить ее простыми деревянными пробками или, при болѣе высокихъ давленіяхъ, какимъ нибудь другимъ приспособленіемъ для закупориванія, какихъ существуетъ нѣсколько, и котелъ не приходится опоражнивать вполне и охлаждать. Изъ всѣхъ водотрубныхъ котловъ легче всего перемѣна трубокъ производится въ котлахъ съ циркуляционными трубками, уже труднѣе въ котлахъ съ двумя водяными камерами и труднѣе всего въ котлахъ съ кривыми трубками, потому что въ послѣднихъ, чтобы получить доступъ къ поврежденной трубкѣ, часто приходится вынимать цѣлый рядъ трубокъ, въ случаѣ если не предпочтутъ закупорить трубку въ паровомъ и водяномъ коллекторахъ всегда имѣющимися въ запасѣ массивными стальными пробками, послѣ того какъ

котель будетъ опорожненъ и остынетъ. Уже одно это обстоятельство заставляетъ строить водотрубные котлы возможно меньшей величины, чтобы сдѣлать менѣе ощутимымъ выводъ изъ дѣйствія одного котла, потому что при 2 котлахъ, какъ на миноносцахъ, въ такомъ случаѣ лишались бы уже половины мощности машины. Однако чѣмъ больше число котловъ, тѣмъ больше получается арматуры, въ особенности питательныхъ приспособленій, тѣмъ труднѣе становится равномѣрное питаніе всѣхъ соединенныхъ между собою котловъ и тѣмъ сложнѣе управленіе котлами. *Невозможность перемѣны трубки во время дѣйствія составляетъ самый важный недостатокъ водотрубныхъ котловъ, который представляется особенно нежелательнымъ для котловъ военныхъ судовъ.*

Заключеніе.—Въ настоящемъ сочиненіи я старался сопоставить одни съ другими водотрубные котлы хорошаго и плохаго устройства, а также взаимно взвѣсить ихъ достоинства и недостатки, насколько выказались тѣ и другіе изъ практики до сихъ поръ. Преувеличенное восхваленіе водотрубныхъ котловъ, не достигшихъ еще полнаго и вполнѣ законченнаго развитія, можетъ только повредить ихъ дальнѣйшему распространенію на судахъ, потому что такое восхваленіе возбуждаетъ несбыточныя ожиданія, за которыми должно слѣдовать разочарованіе. Чѣмъ медленнѣе и осмотрительнѣе происходитъ распространеніе водотрубныхъ котловъ, особенно на коммерческихъ судахъ, которыя теперь могутъ еще безъ ущерба обходиться безъ нихъ, тѣмъ больше можно надѣяться, что въ будущемъ они приобрѣтутъ въ паровомъ судоходствѣ такое же важное значеніе и господство, какое принадлежало неоспоримо въ продолженіи 3 послѣднихъ десятилѣтій шотландскимъ котламъ.