

КАРЛЪ БУСЛЕЙ.

СУДОВЫЕ ВОДОТРУБНЫЕ КОТЛЫ.

ПО ПОРУЧЕНИЮ

ГЛАВНАГО ИНСПЕКТОРА МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

МОРСКОГО ТЕХНИЧЕСКАГО КОМИТЕТА

ПЕРЕВЕЛЪ И ДОПОЛНИЛЪ

Инж.-Мех. Д. Головъ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

JAN 10 1957

Типографія Морского Министерства, въ Главномъ Адміралтействѣ.

1898.

Печатано по распоряжению Главного Инспектора Механической части
Морского Технического Комитета.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	СТРАН.
Предисловие переводчика	VII
Введение	1

ЧАСТЬ I.

Котлы съ прямыми трубками.

Глава I.

Котлы, состоящие изъ отдельныхъ 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 Бюттиера	65
8. Котлы Ориоля	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 Туина	89
16. Котлы Мешера	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-Дюона-Бутона-Трепарду	109
23. Котлы Шарля-Бабийо	110

Глава III. АР

Котлы съ циркуляціонными трубками	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-Тампля.	—
28. Котлы Дю-Тампля-Нормана	144
29. Котлы Нормана.	145
30. Котлы Нормана-Сигоди.	151
31. Котлы Торникрофта	154
32. Котлы Блекингдена	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 Филлипса.	204
44. Котлы Петерсена-Макдоальда	206
45. Котлы Сампсона.	209
46. Котлы Мемфорда	211

Глава V.

	СТРАН.
Котлы съ вертикальными коллекторами	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 Соліані	233
51. Котлы Штроомана	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 от颇еніи взрывовъ	251
6. Большая экономичность	254
7. Быстрота разводки пара	258
8. Нечувствительность къ сильнымъ форсированіямъ	259
9. Быкиапіе и сырой паръ	261
10. Трудность питания	264
11. Повреждаемость отъ ржавленія и загрязненія	265
12. Невозможность закупоривания поврежденныхъ трубокъ	268
Заключеніе	269

ПРЕДИСЛОВІЕ ПЕРЕВОДЧИКА.

Переведенное мною по порученію Главнаго Инспектора Механической Части сочиненіе Буслея заключаетъ въ себѣ описание всевозможныхъ водотрубныхъ котловъ, какіе употребляются или когда-либо употреблялись на судахъ. Матеріалы для своего сочиненія авторъ собралъ во время предпринятой имъ специальнно 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.

Переведя 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 слу-
жили 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, состоящие изъ отдельныхъ элементовъ,
- 2) Котлы съ водяными камерами и
- 3) Котлы съ циркуляционными (фильдовскими) трубками.

При этомъ найдутся очевидно устройства переходного характера, которые почти совершенно сглаживаютъ различие между отдельными типами.

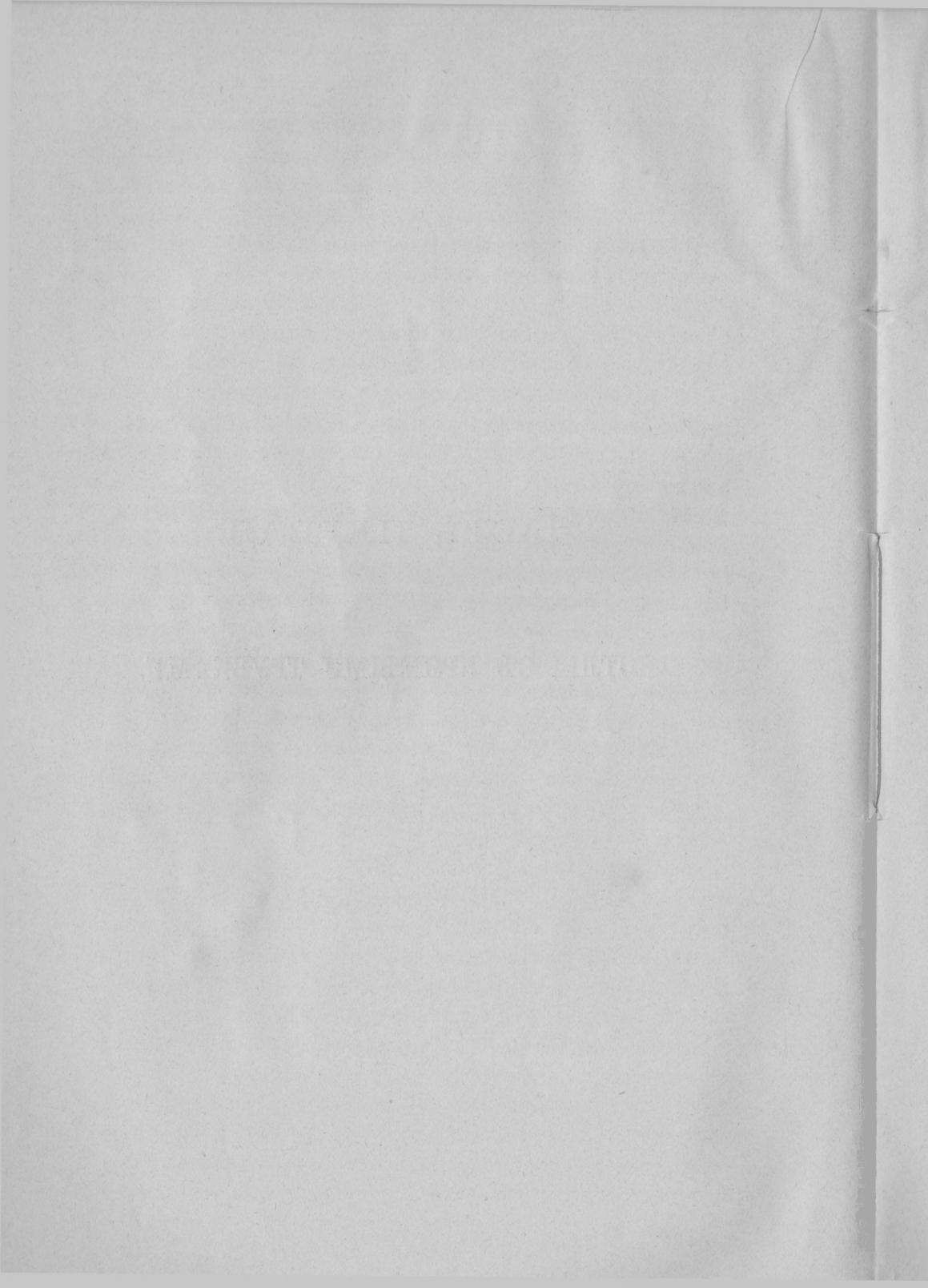
Котлы съ кривыми трубками снабжаются по большей части горизонтальными коллекторами, хотя встречаются также образцы съ вертикальными и наклонно расположеннымъ коллекторами, вслѣдствіе чего я принялъ положеніе коллекторовъ за отличительный характеристичный признакъ котловъ этого рода.

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

Въ приводимомъ ниже распределеніи котловъ на эти классы пропущены старые типы, напр. котлы Польмера, Уатта и Роуэна, теперь больше уже не примѣняемые на судахъ. Не разматриваются 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, состоять 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 Делонея Бельвиля и К° въ Сенъ-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 вполнѣ надежными приборами.

Еще въ 1850 г., 28 августа, Жюльенъ Бельвиль взялъ привилегію на водотрубный котель съ чугунными трубками, которая 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 каждая основаниемъ для ряда вертикальныхъ трубокъ. Въ нижнія горизонтальная трубки поступала питательная вода и изъ нихъ затѣмъ переходила въ вертикальныя трубки. Послѣднія шли до верха топочного пространства, а здѣсь загибались внутрь для огра-

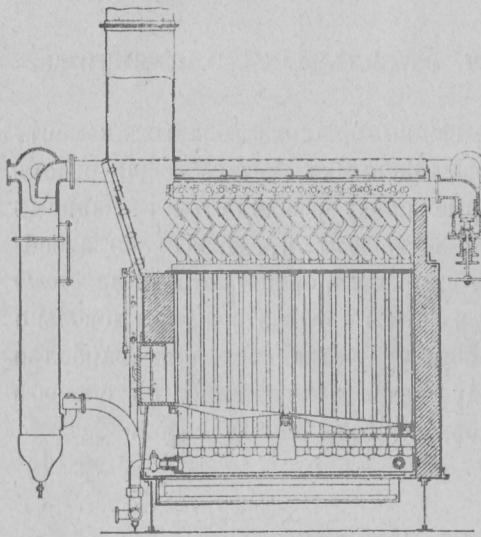


Рис. 1.

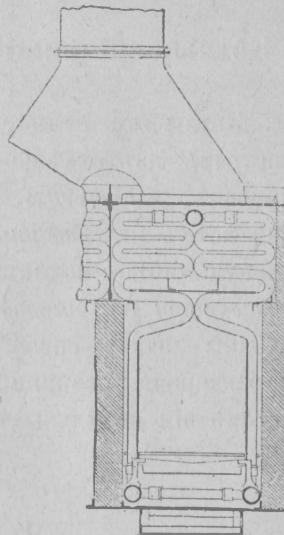


Рис. 2.

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 увлеченнной имъ воды, отводился въ машину.

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

горизонтальными трубками котла, въ которых производилось питание последняго. 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 сваренные желѣзныя трубки, подвергаясь растяжению и сжатію, разрывались по направлению 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 вполнѣ хороши, потому что при одинаковомъ давлениі пара и другихъ одинаковыхъ условіяхъ котлы расходовали при тогдашихъ машинахъ низкаго давлениія вмѣсто 4,4 англ. фунт. угля на 1 инд. лошад. силу въ часъ всего 3,85 англ. фунт. Такъ какъ котлы были построены для давлениія пара въ 100 фунт. на кв. д., то само собою разумѣется, что при примѣненіи болѣе высокаго давлениія 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*, пароходѣ *Compagnie générale maritime*, были повторены опыты съ котлами нѣсколько

измѣненного устройства. Такимъ образомъ всѣ за-ново предпринимаемыя пробы этого типа котловъ, подвергаемаго безчисленнымъ измѣненіямъ, неутомимо 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 первотипъ его теперешняго автоматического регулятора питанія, потому что питательная вода проходила

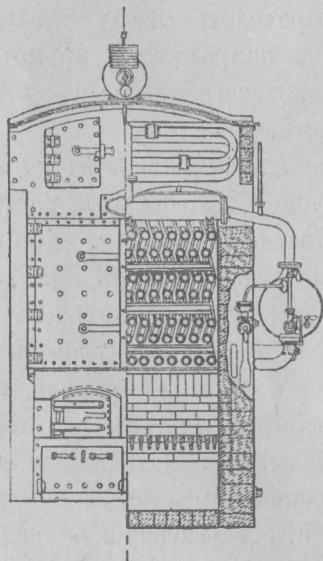


Рис. 3.

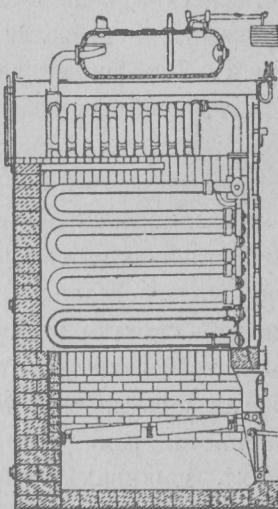


Рис. 4.

Бельвилевскій 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, слу-жащая 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, которая обоми своими концами вставлялись въ коробки изъ ковкаго чугуна. Снизу трубы вставлялись въ четырехугольную коробку, въ которую впускалась питательная вода; сверху трубы были вставлены въ подобную же

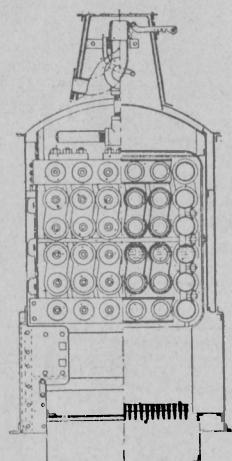


Рис. 5.

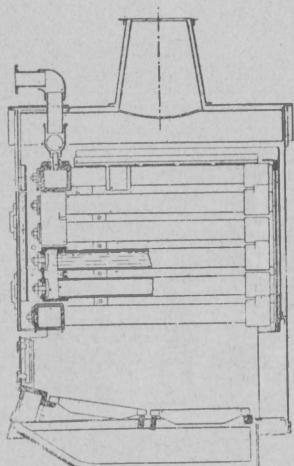


Рис. 6.

Рис. 7. Рис. 8.

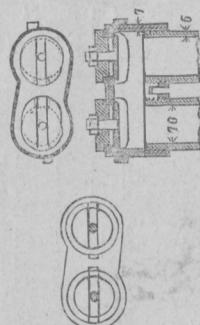


Рис. 9.

Соединеніе трубокъ въ
бельвилевскомъ котлѣ
1868 г.

Бельвилевский 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 решетки, 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. Обращенная къ этой сто-

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

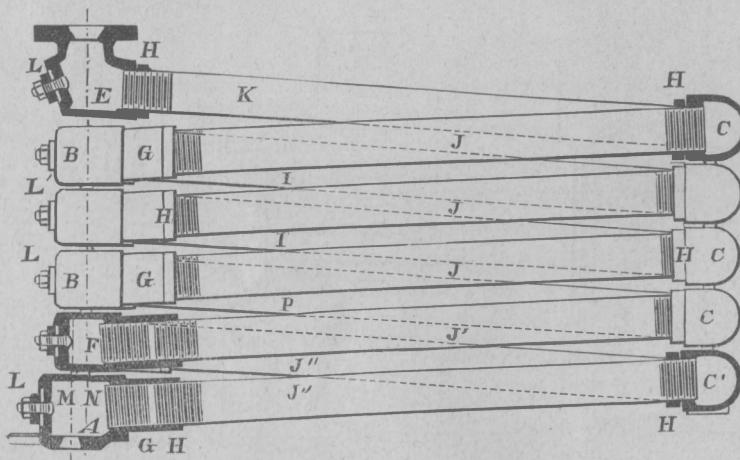


Рис. 10.

Элементъ современаго 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 французкомъ азизо *Voltigeur* и съ течениемъ времени были настолько усовершенствованы, что въ настоящее время по разработанности устройства они стоятъ выше всѣхъ другихъ водотрубныхъ котловъ; поэту они оказываются теперь самымъ распространеннымъ типомъ котловъ на судахъ.

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

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

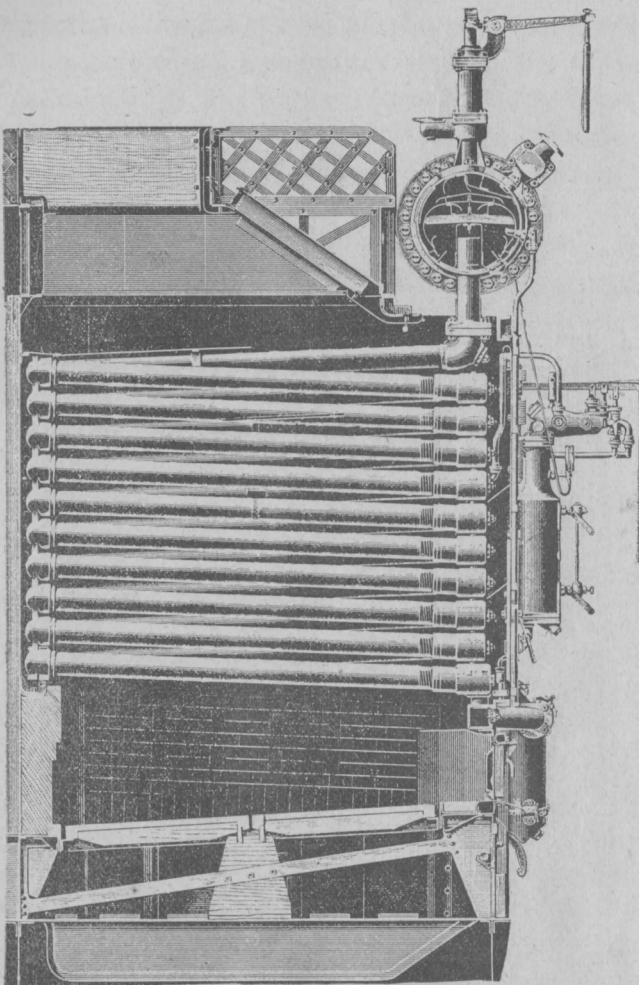


Рис. 11.

Продольный разрѣзъ современного бельвилевскаго котла.

Въ 1891 г. Жюльентъ 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 большиѣ

англійскіе крейсеры *Powerful* и *Terrible*. Стальныя сваренныя въ нахлестку трубы 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

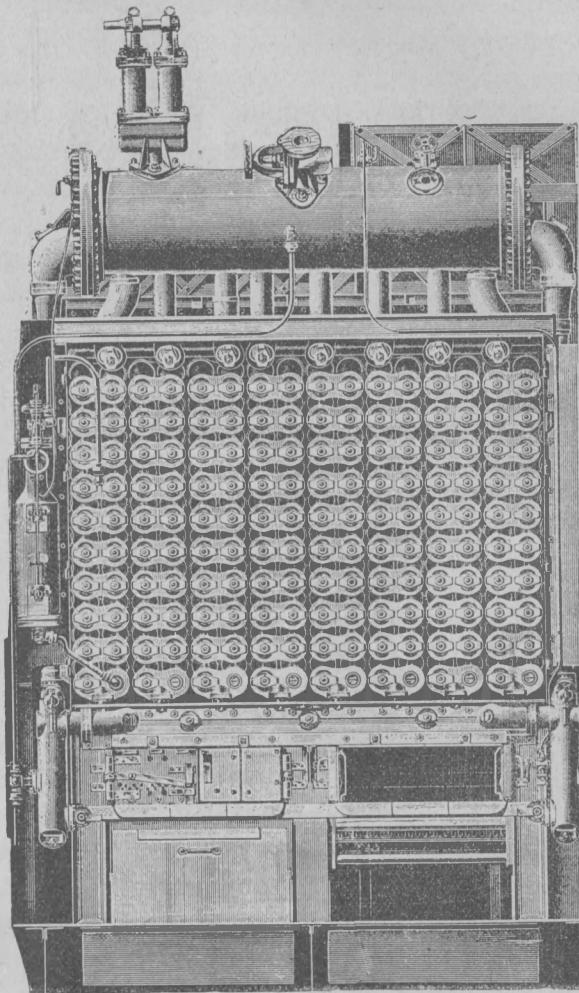


Рис. 12.

Передній видъ бельвилевскаго котла при снятыхъ прогарахъ.

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

лаются немного неодинакового шага. Кромъ того, для большей плотности, на каждую трубку навинчивается особое стопорное кольцо *H*, плотно прижимаемое къ коробкѣ. Съ передними коробками *B* трубы 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* трубы, вставленнымъ въ коробку. Благодаря такому устройству, облегчается перемѣна трубокъ въ элементѣ.

* На рис. 11 и 12, можно видѣть внутреннее устройство бельвилевского котла этого нового типа, а также расположение приборовъ и различныхъ принадлежностей на немъ. *

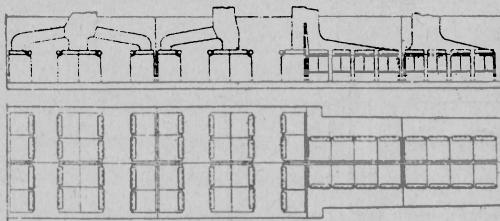


Рис. 13.

Расположение бельвилевскихъ котловъ на англійскомъ крейсерѣ *Powerful*.

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

* На *Powerful*ѣ установлено 48 котловъ, проектированныхъ для работы при давлениі пара въ 260 фунт., причемъ это давление уменьшается клапанами-детандерами до 210 фунт. начальнаго давлениія въ цилиндрахъ высокаго давлениія. 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 решетки—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.

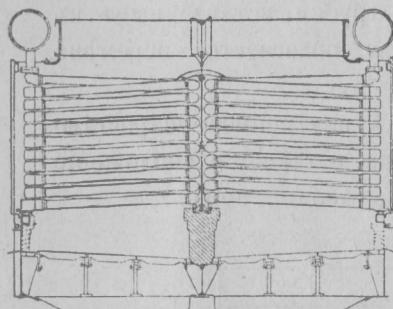


Рис. 15.

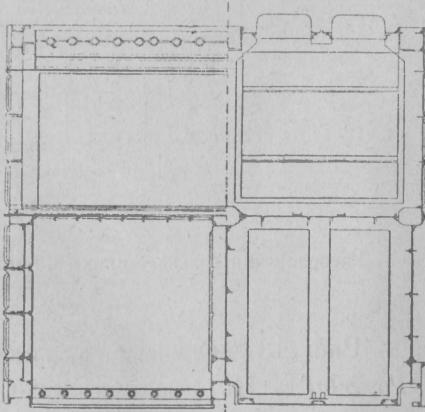
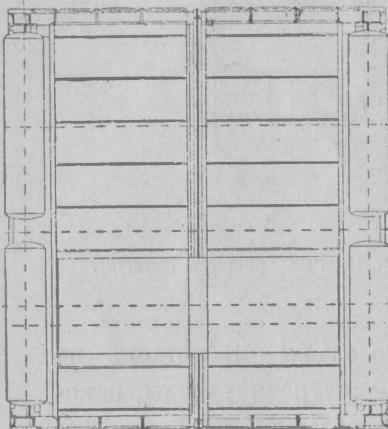
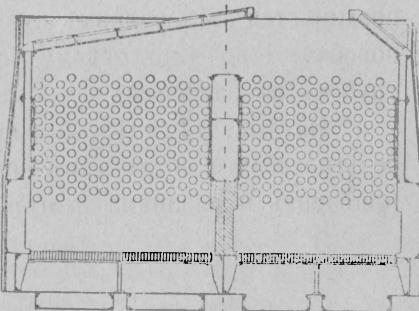


Рис. 16.

Рис. 17.

Устройство кожуховъ у бельвилевскихъ котловъ.

Въ каждой изъ четырехъ кормовыхъ кочегаренъ установлено по 8 котловъ, у которыхъ трубы расположены вдоль судна, а въ каждой изъ носовыхъ кочегаренъ по 4 котла съ трубками, расположеннымъи поперекъ судна. Котламъ пришлось дать такое расположение 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 онъ дали прекрасные результаты при испытанияхъ, но въ виду аварій, случавшихся съ подобными трубками во Франціи, когда разверзлась сварка, англійское адмиралтейство рѣшило примѣнять на будущее время въ бельвилевскихъ котлахъ цѣльныя тянутыя трубки, хотя онъ значительно дороже свар-пыхъ. На испытания трубокъ было обращено большое вниманіе и заводчикамъ были сначала поставлены слѣдующія условія:—Сталь для трубокъ должна быть выдѣлана по основному процессу и полоски отожженного металла должны обладать крѣпостью на растяженіе отъ 21 до 24 тоннъ при удлиненіи не менѣе 25% на длину 8 дюйм. Планки, вырѣзанныя изъ трубокъ (не отжигаемыя), должны обладать крѣпостью на растяженіе въ 26 тоннъ, при удлиненіи не меньше 20% на 8 дюйм. Полоски, вырѣзанныя изъ трубокъ (выпрямленныя, нагрѣтыя до-красна и охлажденные въ водѣ съ температурой 28° II.), должны складываться вдвое по радиусу 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 длину 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 трубы и на 20% при нагрѣтой трубѣ. Трубы толще $\frac{3}{16}$ д. должны раскатываться вдвое меньше. Этимъ пробамъ подвергаются около 2% трубокъ по выбору инспектора отъ адмиралтейства. Кромѣ того, трубы испытываются гидравлически подъ давленіемъ 1000 фунт. Для цѣльныхъ тянутыхъ трубокъ это давленіе будетъ увеличено до 1500 фунт., въ чёмъ и заключается единственная перемѣна въ испытанияхъ для послѣднихъ трубокъ. Соединительная коробки трубокъ, выдѣланныя изъ ковкаго чугуна, около $\frac{3}{16}$ д. толщиной; онъ испытываются гидравлическимъ давленіемъ въ 750 фунт. и бросаніемъ съ высоты 25 футъ на чугунную плиту. Наружные стѣнки кожуха котловъ, а также ихъ паро-

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

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

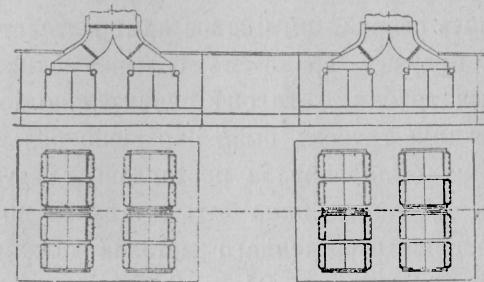


Рис. 18.

Расположеніе бельвилевскихъ котловъ на французскомъ броненосцѣ *Bouvet*.

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

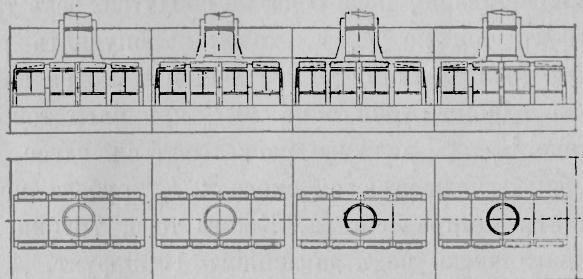


Рис. 19.

Расположеніе бельвилевскихъ котловъ на русскомъ крейсерѣ *Россія*.

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

примѣненія. 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 улучшения недостаточной циркуляціи воды въ прежнихъ бельвилевскихъ котлахъ съ горизонтальными ординарными элементами послѣдніе были замѣнены двойными элементами

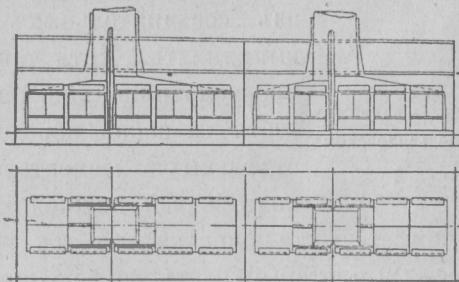


Рис. 20.

Расположеніе бельвилевскихъ котловъ на 4 французскихъ броненосцахъ.

изъ трубокъ, поднимающихся спереди приблизительно на 4° . Кромѣ того соединительные коробки трубокъ снабжаются перегородками, о которыхъ 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, ввинченного въ этотъ коллекторъ и выступающаго приблизительно на $5/8$ д. внутрь коробки элемента, какъ можно видѣть на рис. 21, причемъ для плотности на этотъ конусъ *a* одѣвается кольцо изъ

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

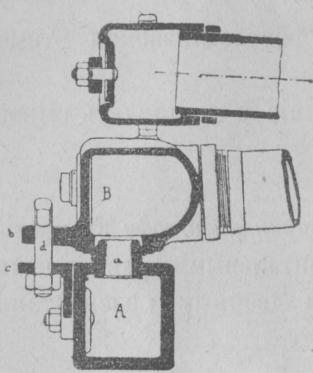


Рис. 21.

Соединение элемента съ водянымъ коллекторомъ въ бельвилевскомъ котлѣ.

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 поперечного сѣченія трубы 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 трубы лежить на 5—6 фут. выше конца самой нижней и загѣмъ къ паросушителю отъ него идетъ еще патрубокъ въ $1-1\frac{1}{2}$ фут. длиной.

Если бы всѣ трубки ѣлемента 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-

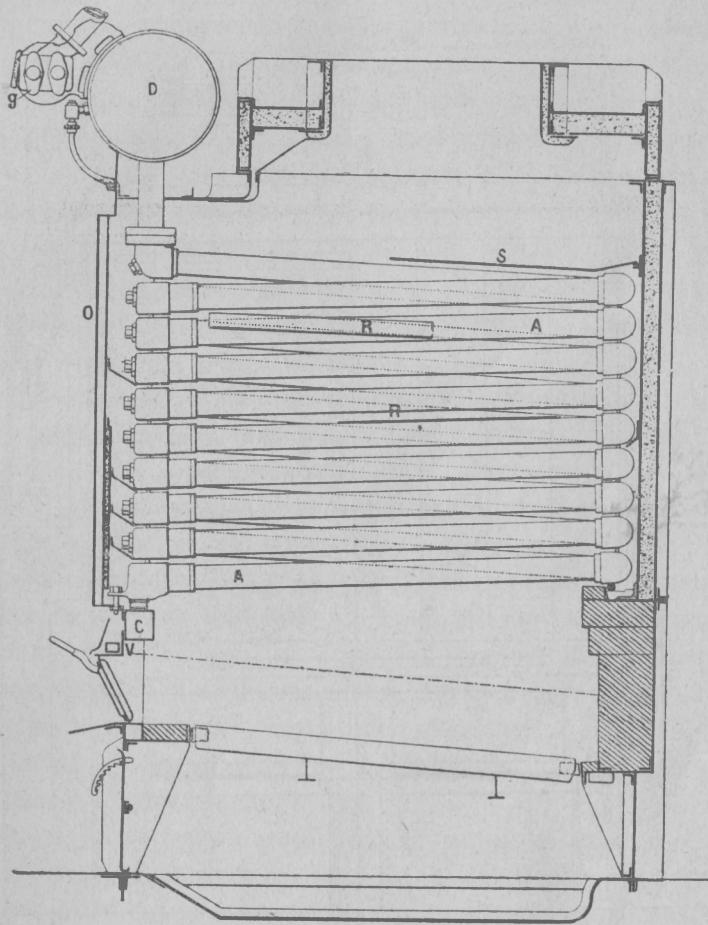


Рис. 22.

Продольный разрѣзъ бельвилевскаго котла.

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

достаточно сильная циркуляция воды, Бельвиль ставить невозвратный клапанъ передъ входомъ питательной воды въ водяной коллекторъ и затѣмъ заставляетъ воду переходить въ отдѣльные

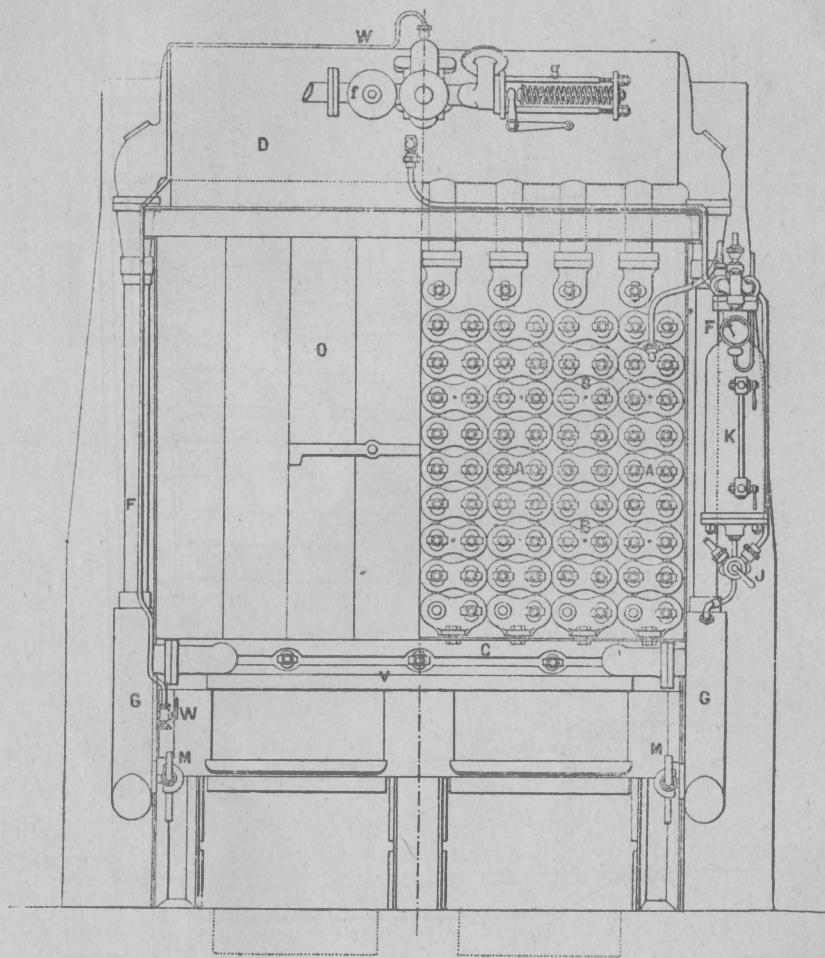


Рис. 23.

Передній видъ бельвилевскаго котла.

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

переходитъ въ котель и подвергается тамъ испареню. Но парообразование 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, Бельвиль снабдилъ свои котлы очень остроумнымъ, довольно автоматическимъ приспособленіемъ, которое регулируетъ питаніе. При надлежащемъ уходѣ оно дѣйствуетъ надежно даже при качкѣ, пока котель не форсируютъ и онъ работаетъ при равномѣрномъ 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 верхнаго стержня съ остріемъ поплавокъ подвѣшенъ на концѣ уравновѣшенного 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

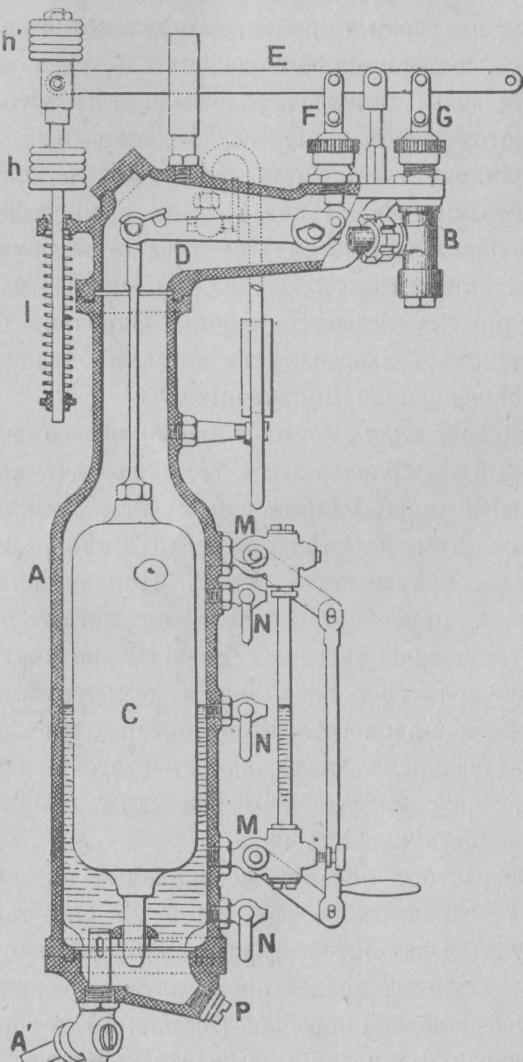


Рис. 24.

Автоматический питатель бельвилевскихъ котловъ.

регулированія нѣсколько 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 отдельно на рис. 25, бываетъ нѣсколько пріоткрытъ (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.

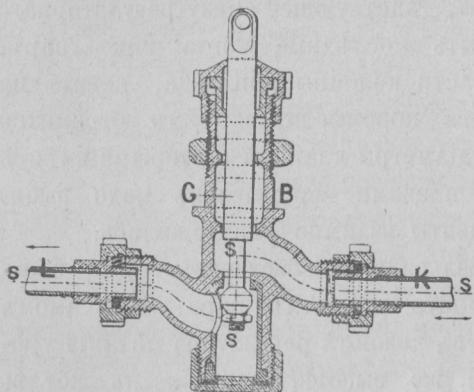


Рис. 25.

Клапанъ автоматического питанія бельвилев-
скихъ котловъ.

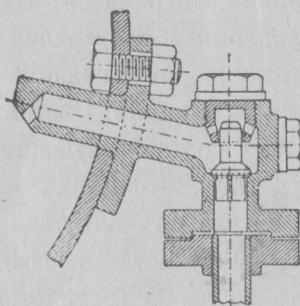


Рис. 26.

Питательный клапанъ бельвилев-
ского котла.

Междудпрочимъ надо прибавить, что набивочные коробки, какъ для стержня *F*, стоящаго на роликѣ, такъ и для штока регуляторнаго клапана *B*, набиваются особой массой, изготовленной 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 котелъ (*).

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

При понижении 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 определенной высотѣ, которую, смотря по обстоятельствамъ, легко можно повышать или понижать, прибавляя или убавляя число свинцовыхъ кружковъ *h'* на концѣ наружного рычага. Надо еще замѣтить, что давленіе пара, дѣйствующее снизу регуляторного клапана, стремится закрыть послѣдній, тогда какъ паръ, находящійся въ верхней части колонны поплавка, давитъ на стержень, соединяющій два коромысла, и тѣмъ стремится открыть клапанъ. Поэтому діаметры клапана и стержня вмѣстѣ съ ихъ соответствующими плечами коромысловъ надо выбирать такъ, чтобы ихъ моменты взаимно уничтожались.

Регуляторъ питателя Бельвиля способствуетъ также обеспеченію 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 поплавка поднимается тѣмъ выше, чѣмъ энергичнѣе бываетъ парообразованіе или чѣмъ сильнѣе нагреваніе. Такъ какъ эта реакція бываетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше воды уноситъ съ собою паръ при усиленномъ парообразованіи, то при повышеніи уровня воды поплавокъ 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.

пара должна оставаться одна и та же, 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.

* Упомянутый выше градуированный питательный кранъ состоитъ, какъ показываетъ рис. 27, изъ бронзового цилиндра *A*, который въ *B* разѣбляется на двѣ части. Его нижняя часть сообщается при помощи патрубка *C* съ отливной трубкой донки и заключаетъ въ себѣ гнѣзда 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 открытия клапана *F* регулируется помощью стержня *H*, вставленного на рѣзьбѣ въ верхнюю часть цилиндра *A* и срѣзанного въ формѣ остраго клина снизу.

Градуированный кранъ бельвилевскаго котла (прежнее устройство).

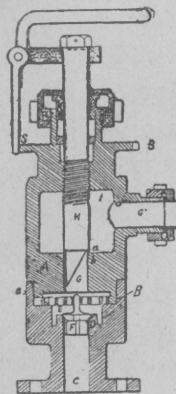


Рис. 27.

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

Регулируютъ клапанъ при посредствѣ рукоятки *P*, согнутой подъ угломъ, причемъ ея конецъ служитъ стопоромъ, входя въ зарубки *S*, вырѣзанныя по окружности фланца цилиндра *A*. *

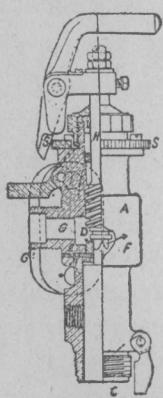


Рис. 28.

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 чѣму у

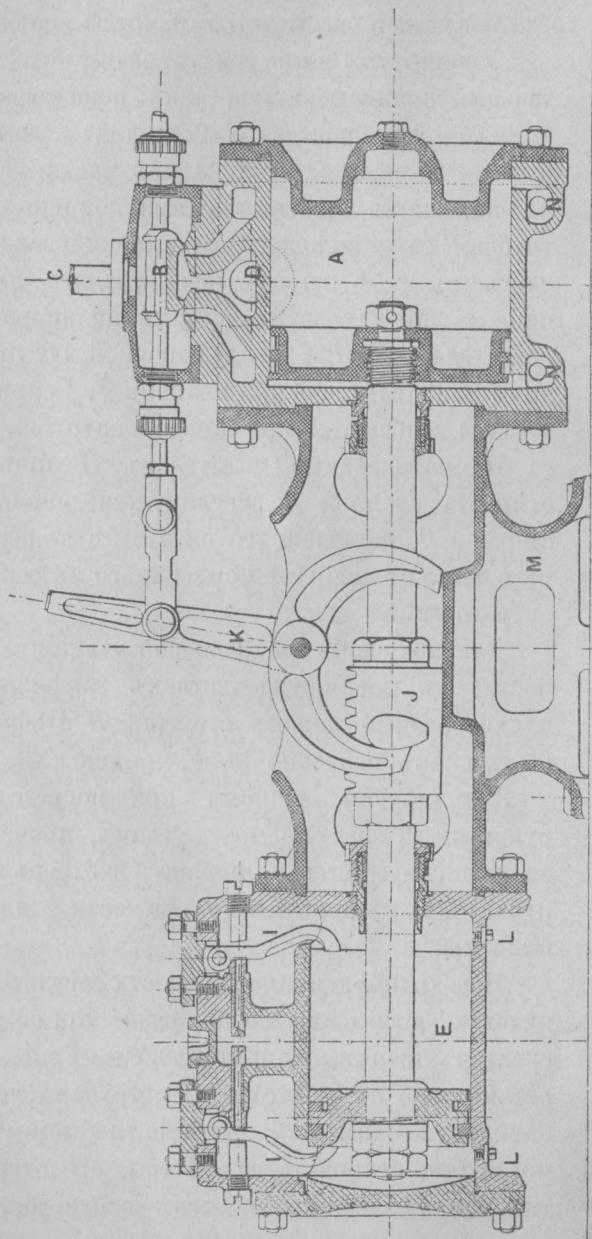


Рис. 29.

Донка Бельвиля.

парового поршня оказывается избытокъ въ давлениі для передвиганія парового золотника. Для этой цѣли золотниковый штокъ соединяется съ верхнимъ концомъ двухплечаго 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 производить перемѣну парораспределенія незадолго до перемѣны хода поршней, а въ теченіе остальнаго времени остается въ покое и поддерживаетъ какъ впускной, такъ и выпускной пролетъ вполнѣ открытыми.

Уменьшеніе давлениія на водяной поршень производится тѣмъ, что послѣдній передъ концомъ каждого 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 послѣднєе. Но такъ какъ у самаго рычага есть отверстіе въ $1/16$ 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 давление 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 $3/16$ $1/4$ д. діаметромъ.

Чрезъ эти отверстія должна выходить при каждомъ подниманіи цилиндрическаго клапана часть скопляющейся въ немъ воды, которая входить въ него снова при опусканіи клапана.

Безъ такихъ своеобразныхъ донокъ котлы Бельвиля не могли бы дѣйствовать. Это будетъ ясно, если примемъ въ разсчетъ, что вода въ бельвилевскихъ котлахъ вѣситъ въ три раза меныше, 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 крейсерѣ *Vigeaud* эти вѣса равняются соотвѣтственно 273,3 т. и 16 т.; такимъ образомъ вода составляетъ $\frac{1}{17}$, — $\frac{1}{19}$ часть полнаго вѣса котловъ.

* Однако на крейсерахъ *Powerful* и *Terrible* англійское адмиралтейство по какимъ-то причинамъ признало нежелательнымъ примѣнить донки Бельвиля и выработка специальныхъ помпъ для бельвильскихъ котловъ была поручена заводу Вира, пользующемуся большой и вполнѣ заслуженной извѣстностью своими работами такого рода. Для разрѣшенія порученной ему задачи заводъ построилъ пробный водотрубный котель 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, приходитъ въ движение общее имъ ныряло и закрываетъ паръ въ помпу. Надо еще прибавить, что когда на англійскій пароходѣ *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) Вследствіе того, что бельвилевскіе котлы даютъ сырой паръ, они оказываются мало пригодными для дѣйствія при усиленномъ отоплениі даже подъ естественной тягой. При очень энергичномъ горѣніи всегда можно опасаться, что въ котлахъ начнется вскипаніе и что горячіе газы, проходяще 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. футъ колосниковой решетки въ часъ, тогда какъ требовалось 2,4 анг. ф. на 1 инд. лош. силу въ часъ, когда сжигали въ среднемъ 29 фунт. угля въ часъ на 1 кв. футъ колосниковой решетки, — это число представляеть приблизительно наибольшее количество угля, какое сжигалось въ бельвилевскихъ котлахъ. На пробахъ французского броненосца *Brennus* съ машинами тройного расширенія расходовали сначала 4,2 анг. фун. угля на 1 лошадь-часъ, а потомъ, когда кочегары лучше пріучились, расходъ уменьшился до 2,4 анг. фун., а при самомъ экономичномъ ходѣ онъ равнялся 1,8 анг. фун.

* Пробы англійскихъ крейсеровъ *Powerful* и *Terrible* дали следующіе 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 наѣтъ 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 несгорѣвшими. Для устраненія этого недостатка вдувается подъ давленіемъ воздухъ ниже трубокъ, надъ колосниковой рѣшеткой. На рис. 22 и 23 этотъ воздухопроводъ *V* показанъ расположеннымъ подъ водянымъ колекторомъ, 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 смыщиваться съ кислородомъ, но кромѣ того входящіе сверху въ топку струи воздуха должны задерживать газы на нѣкоторое время въ топкѣ, чтобы доставить имъ возможность сгорать вполнѣ.

* 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 приемные и нагнетательные клапана.*

Для *высушиванія* получающагося сырого пара Бельвиль употребляетъ два средства, а именно прежде всего въ паросушителѣ каждого 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 давлениѣ понижается на 70—100 фунт. на кв. д. Такъ какъ при внезапномъ расширеніи безъ произведенія работы паръ перегрѣвается, то такое значительное пониженіе давлениѣ должно вести за собою испареніе остающихся въ массѣ пара частицъ воды.

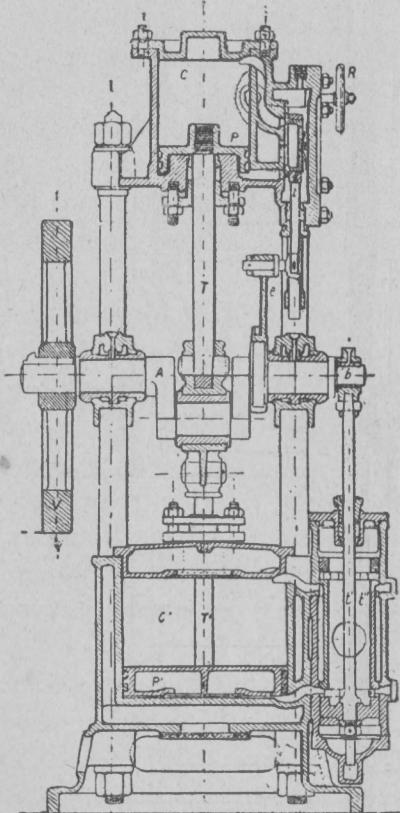


Рис. 30.

Воздухонагнетательный насосъ Тириона.

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

*

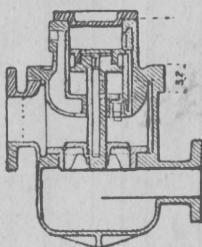


Рис. 31.

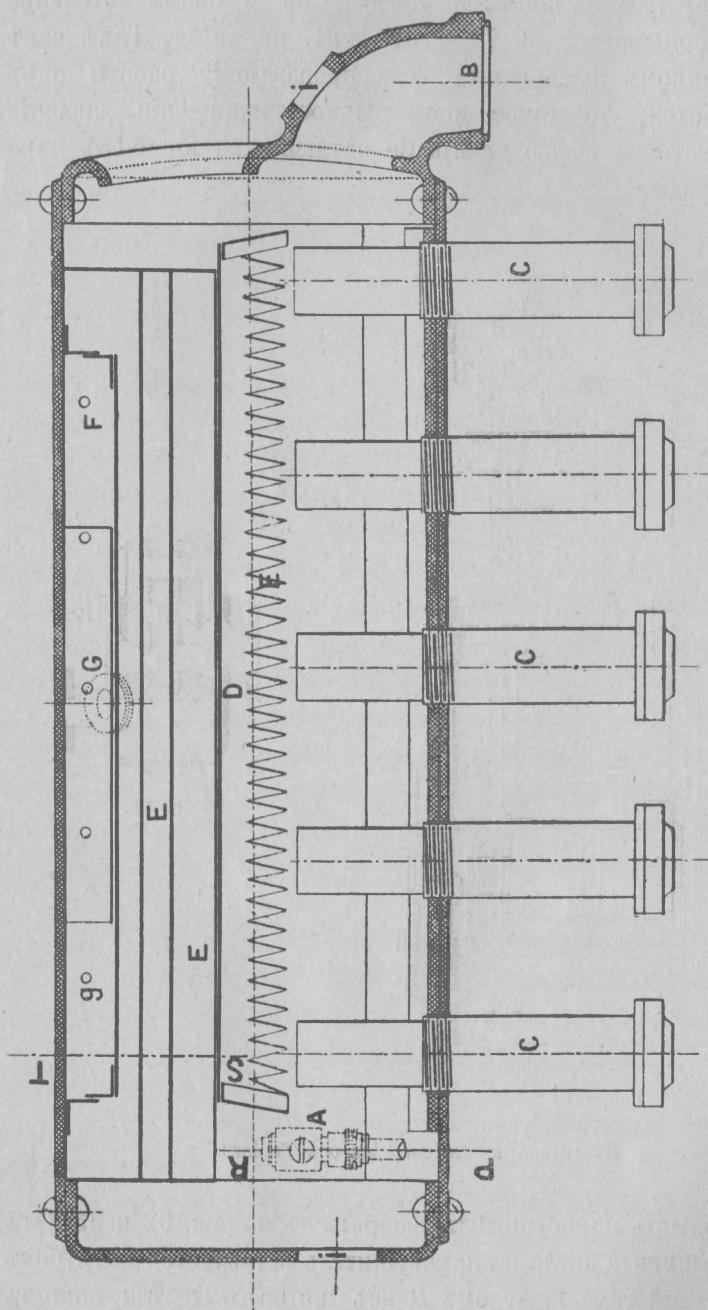


Рис. 32.

Пароходы снабжены бедрениевскими воротами.

прорѣзаны четырехугольныя отверстія, чрезъ которыхъ и про-никаетъ паръ внутрь паросушителя. Тамъ ему приходится обходи-ть нѣсколько щитовъ *E*, у которыхъ выступающіе, по большей части загнутые края вырѣзаны на подобіе пилы. Самая верх-няя часть *F* паросушителя, на которой поставленъ стопорный клапанъ, отдѣлена вполнѣ отъ остального паросушителя, такъ

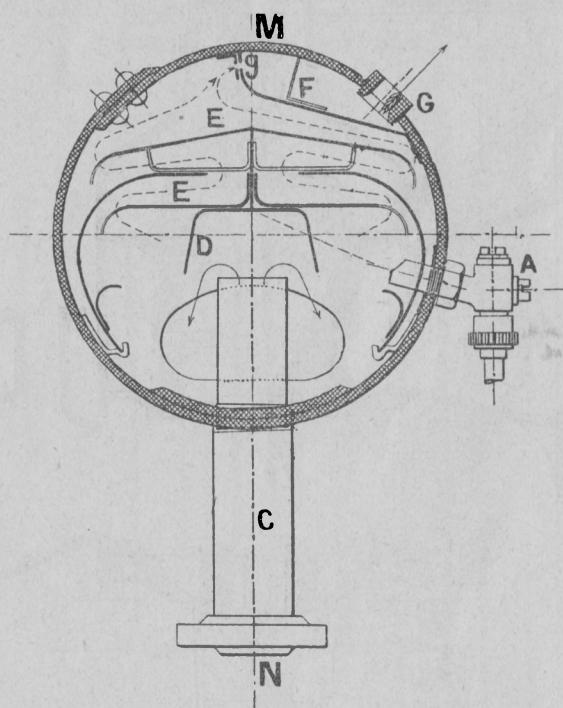


Рис. 33.

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. диаметромъ.

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

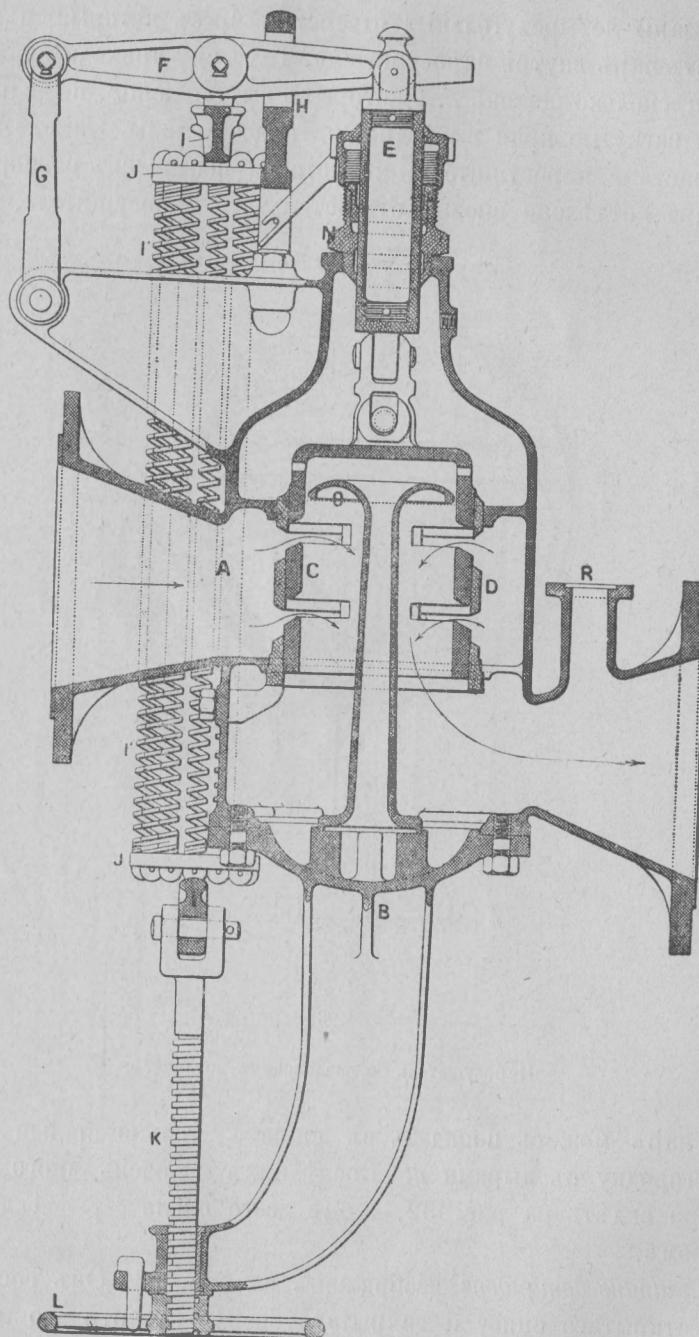


Рис. 34.
Регуляторъ-детандеръ Бельвиля.

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

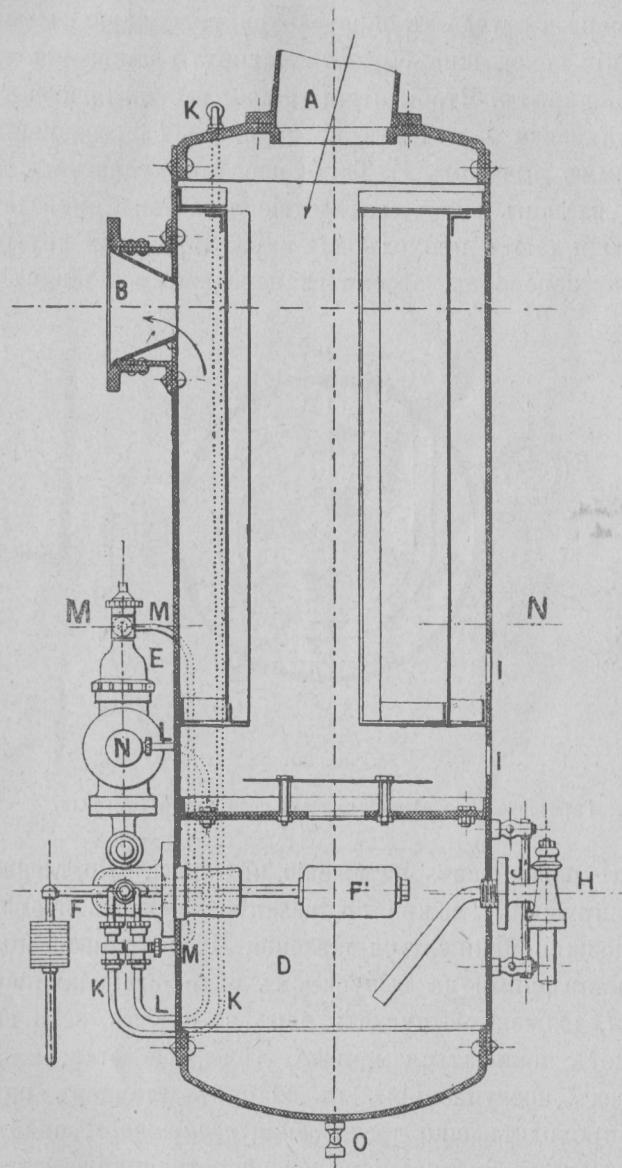


Рис. 35.

Вертикальное съченіе 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 бываютъ сдвинуты одинъ отъ другого и клапанъ закрытъ. Чтобы открыть клапанъ, натягиваются при помощи маховика *L* и винта *K* пружины *I'*, соединенные 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

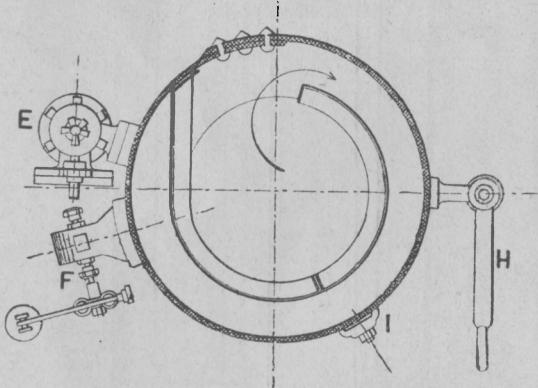


Рис. 36.

Горизонтальное сѣченіе общаго сепаратора Бельвиля.

вверхъ и уравновѣсить 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 *R*, 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* — автоматический продуватель въ холо-дильникъ, *F* — клапанъ приводящій въ дѣйствіе этотъ про-дуватель, *H* — кранъ для продуванія въ-ручную, *I* — горло-вины для чистки и *O* — кранъ для опоражниванія сепаратора. Подробности устройства механизма автоматического продува-нія представлены на рис. 37 и 38. На рис. 37 *A* — автома-тический продуватель, *B* — его поршень, *C* — его клапанъ,

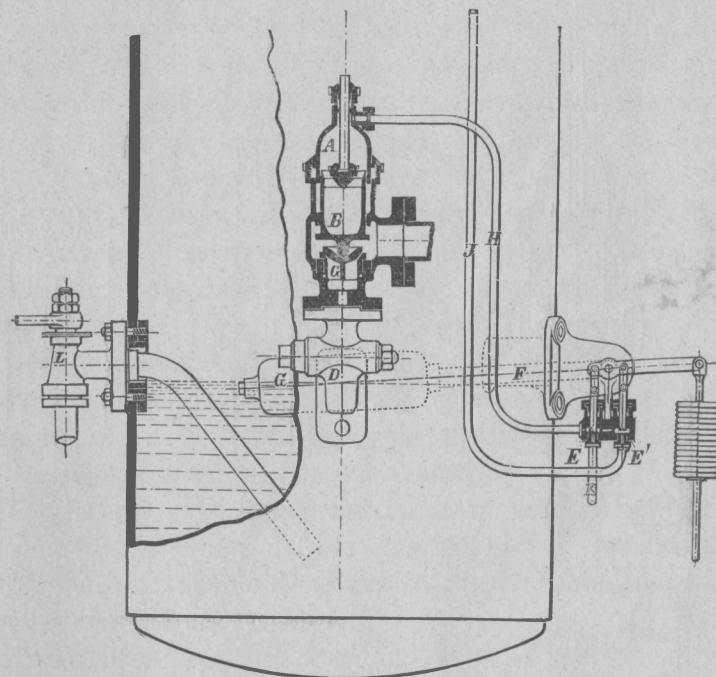


Рис. 37.

Механізмъ автоматическаго продуванія.

D — кранъ для сообщенія съ сепараторомъ, *EE'* — клапана, управляющіе дѣйствіемъ продувателя, *F* — ихъ коромысло, *E* — поплавокъ, 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 поплавокъ *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 поплавокъ *G*, клапанъ *E'* закроется, а *E* откроется, въ результатѣ давленіе на поршень *B*

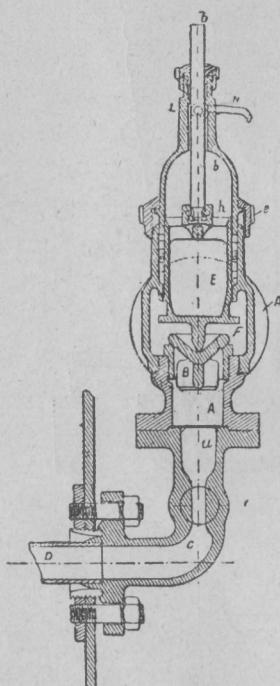


Рис. 38.

Автоматический продуватель.

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

Затруднительность внутренней чистки котловъ Бельвиль устраниетъ 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

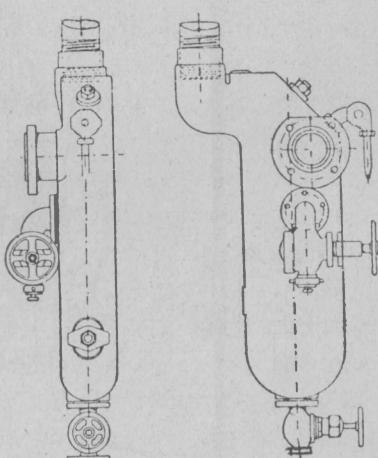


Рис. 39.

Рис. 40.

Дежекторъ бельвилевскихъ котловъ.

(рис. 26) не больше 1 д. діаметромъ на паросушителѣ и проходитъ по послѣднему. Такъ какъ въ новыхъ бельвилевскихъ котлахъ давлениe пара колеблется между 170 и 280 фун. на кв. д., т. е. въ паросушителѣ 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 *дезекторахъ* (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 продуваются эти дезекторы. 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 трубы 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 осо-бая 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 известковаго раствора въ нижнюю часть холодильника.

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

довавшимся 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.

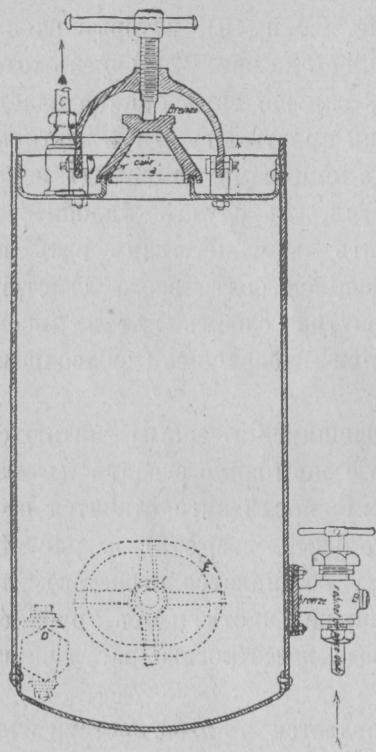


Рис. 41.

Систерна для известковаго 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 нормального уровня воды. Затѣмъ разобѣщенные машины должны проработать 3 — 4 часа, чтобы промылись не только котлы, но также паропроводъ и цилин-

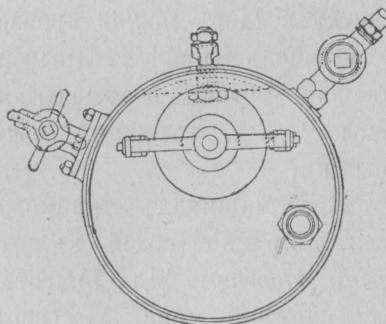


Рис. 42.

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 разѣбденныхъ 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 бененіе трубокъ при машинахъ тройного расширѣнія не можетъ быть пополнена обыкновенными испарителями. Теперь устраниютъ 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, обметаютъ трубы 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, служить на судахъ хорошо. Впрочемъ они не могутъ особенно хвалиться своею продуктивностью. Что у нихъ выигрываетъ по сравненію съ другими водотрубными котлами въ всѣхъ видахъ, 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 *Vigeaud* при всѣхъ 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 вполнѣ разсчитывать, 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 больніе крейсеры бельвилевскими котлами, то онѣ заключаются въ слѣдующемъ по объясненію главнаго инженеръ-механика англійского флота Дѣрстона: — 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 съѣздѣ англійского 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 изготавляемыхъ въ Сенъ-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 производятся гораздо тщательнѣе, чѣмъ требуется; здѣсь нѣть совсѣмъ надобности въ первоклассной механической работѣ, — можно было бы довольноствоваться обыкновенными приемами 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. силы на тонну вѣса котловъ.
Приимѣн. 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.

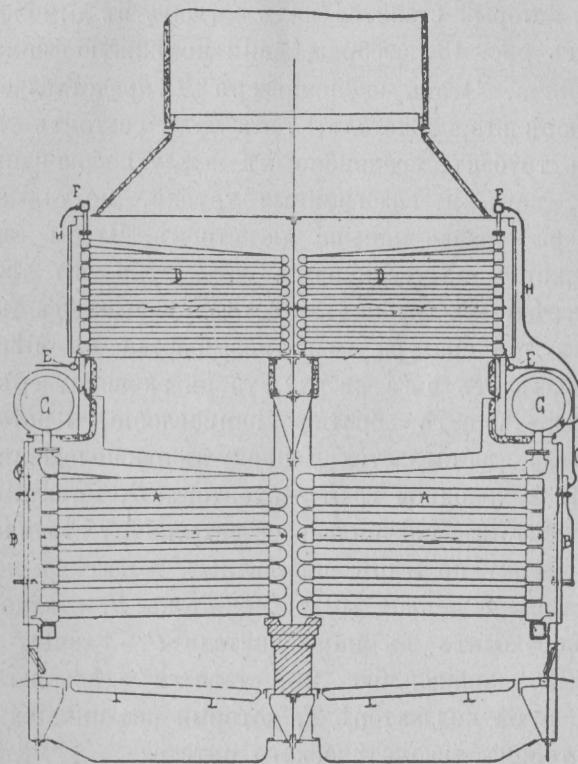


Рис. 43.

Бельвилевскій 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 *подогревателя 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 трубы, но только трубы экономайзера гораздо меныше 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 повышается въ обѣихъ батареяхъ трубокъ отъ низа кверху, то въ экономайзерѣ было бы опасно придать водѣ обратное направленіе, а потому питательная вода доставляется донкою въ расположенные снизу коллекторы *E* холодной воды элементовъ *D*, циркулируетъ по этимъ элементамъ, подчиняясь естественному стремленію подниматься кверху по мѣрѣ нагреванія, 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 разсчитывать, 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 былъ построенъ въ 1879 г. и въ 1880 г. испытывался на паровой яхтѣ *Anthracite*. Всѣ его трубки были желѣзныя и въ нихъ

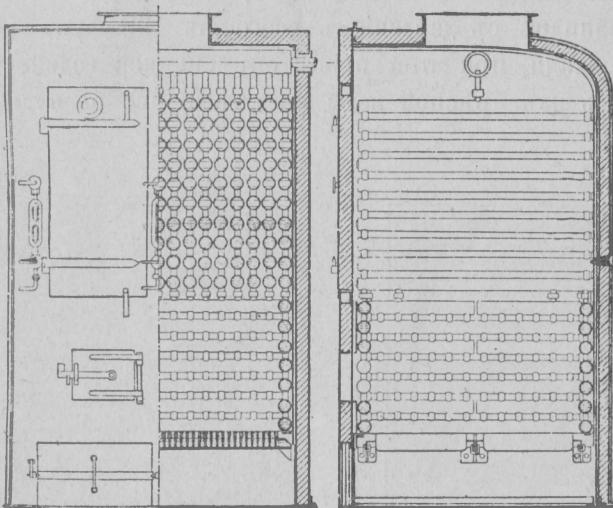


Рис. 44.

Рис. 45.

Котель Перкинса.

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

Въ августѣ 1880 г. произведена была проба этого котла въ нью-йоркскомъ портѣ, куда *Anthracite* пришелъ изъ Англіи. 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 расширенія около 26 машина тройного расширенія 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 результатъ объясняется прежде всего потерей давлениа пара въ паровой трубѣ, поперечное сѣченіе которой составляло всего $\frac{1}{4}$ долю площиади поршня высокаго давлениа. Эта потеря была очень значительная, а именно при котельномъ давлении пара 326 фун. на кв. д. разница въ его давлениіи между котломъ и цилиндромъ высокаго давлениа равнялась 128 фун., т. е. паръ вступалъ въ этотъ цилиндръ съ давлениемъ всего въ 198 фун. на кв. д. Котелъ питали при этой пробѣ опрѣсненной водой, которая получалась изъ прѣсной воды въ имѣвшемся на суднѣ опрѣ-

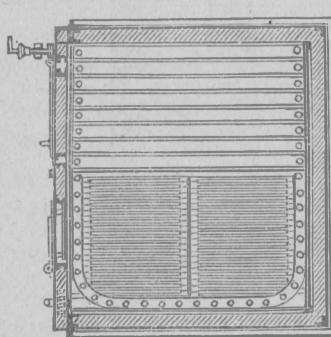


Рис. 46.

Котелъ Перкинса (горизонтальное сѣченіе).



Рис. 47

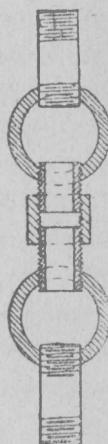


Рис. 48.

Соединеніе трубокъ въ котлѣ Перкинса.

снителѣ, такъ какъ опрѣсненная морская вода показалась 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. угла на 1 кв. футъ колосниковой решетки въ часъ и при этомъ приходилось около 4,8 инд. лош. силь на 1 кв. футъ решетки. При такой продуктивности, когда 1 фунтомъ угла испарялось всего 6,27 фунт. воды въ 100° Ц., переходили уже за предѣлъ рационального форсированія котла, т. е. горѣніе было уже столь энергично, что его дальнѣйшее уси-

лешіе не увеличивало парообразованія. Если бы горѣніе уси-лили до сожиганія 16,5 или 22 или даже 26 англ. фунт. угля на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки въ часть, чего достигаютъ при пробахъ подъ естественной тягой шотланд-скихъ котловъ, то развивающаяся теплота производила бы такое кипѣніе въ котлѣ, что изъ нѣсколькихъ рядовъ трубокъ ушла бы вся вода и эти трубы подверглись бы пере-грѣванію.

На переходѣ яхты *Anthracite* изъ Англіи въ Нью-Йоркъ продуктивность котла была очень низкая, а именно онъ до-ставлялъ всего 2,15 инд. силы на 1 кв. футъ колосни-ковой рѣшетки, т. е. въ 10 разъ меньше, чѣмъ получали въ то время отъ новыхъ судовыхъ котловъ. Котель всегда дол-женъ быть 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 парообразованіе становится энергичнѣе отъ усиленія нагрѣвания, паръ не можетъ уже выдѣляться изъ воды съ доста-точной быстротой; тогда въ котлѣ происходитъ неизбѣжно вскипаніе и притомъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше его форси-руютъ. 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 (кото-рый съ водой вѣсилъ по разсчету Ишервуда $7\frac{1}{4}$ тоннъ), не смотря на высокое допускаемое давленіе пара въ 35 атмосферъ (при гидравлической пробѣ безъ подогрѣванія котель выдер-жалъ 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 котель при машинѣ тройного рас-ширенія въ среднемъ даетъ по крайней мѣрѣ вдвое больше этого подъ естественной тягой.

3. Котлы Герренофа.

Первый прямотрубный котелъ Герренофа 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 горизонтальнихъ трубокъ, вставленныхъ на правой и лѣвой рѣзьбѣ въ

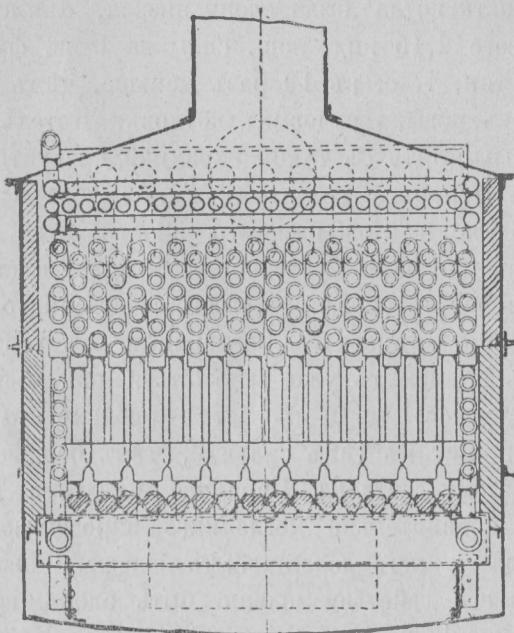


Рис. 49.

Поперечное сѣченіе котла Герренофа.

соединительныхъ коробки изъ ковкаго чугуна. Элементы попарно соединяются на своемъ нижнемъ концѣ съ общимъ растрѣбомъ, который въ свою очередь идетъ къ трубѣ нѣсколько большаго діаметра, расположенной подъ колосниковой решеткой и служащей дежекторомъ. Подобнымъ же образомъ сверху элементы соединяются съ трубой большого діаметра, служащей паросушилителемъ и укрепленной на передней стѣнкѣ котла. Ко-

тель заключаетъ въ себѣ 22 элемента. Самыя нижнія трубы расположены въ 13 дюйм. надъ колосниковой решеткой. Съ каждой стороны послѣдней расположены 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 трубы предназначаются для

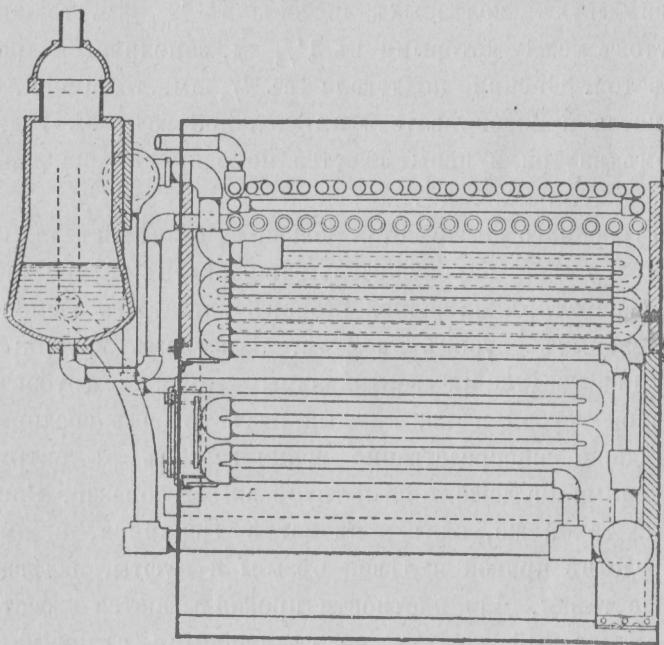


Рис. 50.

Продольное съченіе котла Герренофа.

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

верхъ питательного кожуха отъ лучистой теплоты изъ горячихъ газовъ. Передъ верхней частью котла расположены сепараторъ, изъ верхней части которого идетъ паровая труба въ машину, а приблизительно съ его серединой соединяется паросушитель котла. Къ дну сепаратора идетъ труба отъ подогрѣвателя питательной воды, а сбоку около дна отвѣтвляется труба, по которой подогрѣтая 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 $1\frac{1}{8}$ дм. толщиной. Всѣ трубки котла и подогрѣвателя питательной воды въ 1 дюймъ діаметромъ внутри и испытываются по одиночкѣ на давленіе въ 1000 фунт. на кв. дм.

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

Котель *Jersey Lily* испытывался комиссией морского министерства Соединенныхъ Штатовъ. При сжиганіи всего 10 фунт. угля на 1 кв. ф. колосниковой решетки 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., содержащей еще 3,5% воды. Вѣсъ пустого котла съ принадлежностями равнялся 1,315 тон., а вѣсъ воды — 0,041 тон., т. е. всего около $1\frac{1}{2}$ вѣса котла. Больше никакихъ свѣ-

дѣній обѣ 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 торнирофтовскими.

Для питанія котла Геррепшофа такъ же, какъ и бельвилевскаго, требуется особая донка, но такъ какъ приспособленія, необходимыя для исправнаго дѣйствія первого котла не разработаны съ такой тщательностью и полнотой, какъ у послѣдняго котла, то котель Геррепшофа 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 Геррепшофа въ 1893 г., тамъ строились нѣсколько небольшихъ котловъ этого рода.

4. Котлы Рута.

Котель 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 специальнно 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 котель долженъ быть разборнымъ настолько, чтобы вѣсъ самой тяжелой части не превышалъ 10—15 пудовъ. Котель 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 достичь только на караванахъ.

(*) А также для пароходовъ на нашихъ сибирскихъ и среднеазіатскихъ рѣкахъ и озерахъ.
Примѣчаніе переводчика.

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

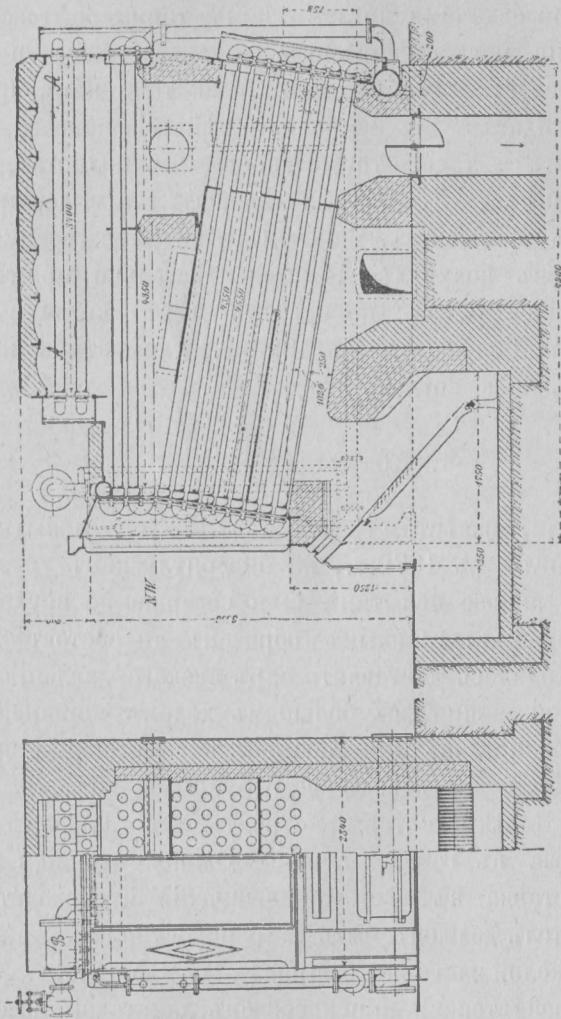


Рис. 52.

Котель Руга.

Рис. 51.

пароперегрѣвателя (A A) въ 160 кв. фут. Рис. 53—60 даютъ понятіе о способѣ устройства котла, составленного для облегченія перевозки изъ большого числа частей; соединительные фланцы частей его паросушилеля 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 служать коническія кольца. Заводъ снабжаетъ эти котлы сепараторомъ Элерса, рис. 68 (*B* на рис. 51), который по изслѣдованіямъ Бѣккінга, главнаго инже-

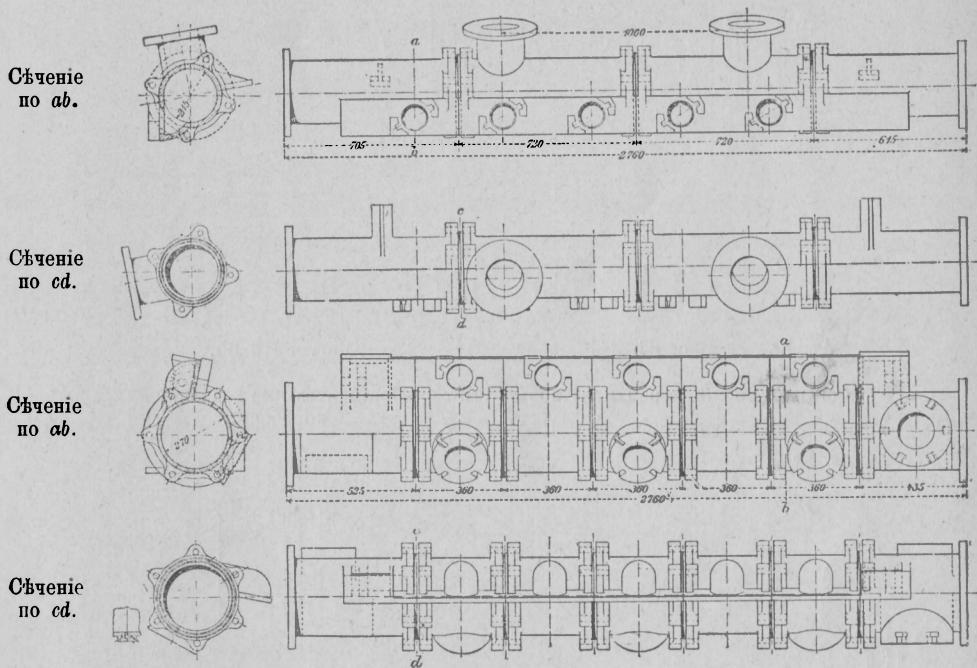


Рис. 53 — 60.

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 дѣйствие или приходится пользоваться топливомъ очень низкаго качества, заводъ снабжаетъ свои котлы колосниковой решеткой Графа; послѣдняя состоитъ изъ одной или нѣсколькихъ плоскихъ коробокъ изъ листового желѣза, которыя располагаются нѣсколько наклонно и въ которыхъ вставляются круглыя или

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

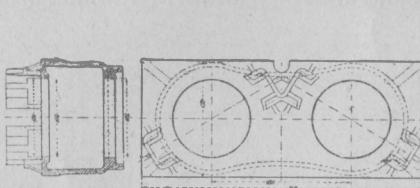


Рис. 61—63.

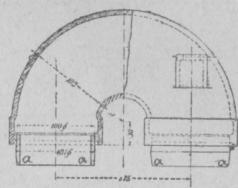


Рис. 64 и 65.

Соединительные коробки котловъ Рута

Соединительные колпачки коробокъ.

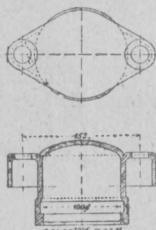


Рис. 66 и 67.

Соединительные
колпачки коробокъ.

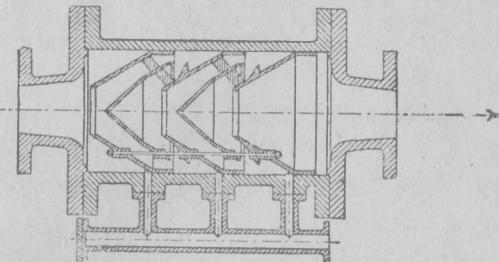


Рис. 68.

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 сожиганіи въ часъ на 1 кв. футъ 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 быстрый нагреванія и охлажденія. Наоборотъ, котлы съ водяными камерами, обладая лучшою циркуляціею воды, допускаютъ болѣе сильное форсированіе, а также обладаютъ большею паропроизводительностью. Въ новѣйшихъ котлахъ этого рода вода, подогрѣтая въ нижнихъ рядахъ трубокъ, расположаемыхъ по большей части съ подъемомъ въ $10 - 15^{\circ}$, течетъ въ переднюю водяную камеру, а оттуда чрезъ паросушитель или чрезъ верхнія трубки, проводящія 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 склеиваются въ большинствѣ случаевъ обѣ водяныя камеры.

5. Котлы Альбана.

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

такого рода, оказавшійся надежнымъ. Этотъ котель изображенъ на рис. 69 и 70. Впрочемъ Бургъ упоминаетъ о привилегированномъ въ Англіи еще въ 1824 г. водотрубномъ 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 тогдашихъ техническихъ средствахъ. Даже и у этого котла были предшественники, такъ какъ американецъ Рамсей, пріобрѣвшій себѣ извѣстность опытами съ реакціонными двигателями

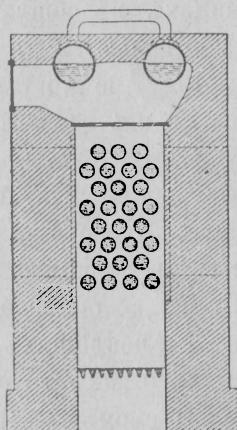


Рис. 69.

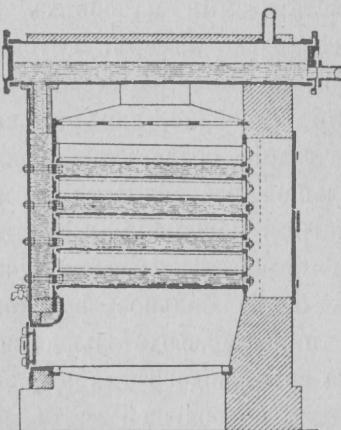


Рис. 70.

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 водотрубного котла, проектированныя въ двадцатыхъ и тридцатыхъ годахъ специально для уличныхъ локомотивовъ Ганкокомъ, Семмерсомъ и Оглемъ, Дансомъ, Мэсерономъ и Гербеемъ 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 воданая камера оказывается только на переднемъ концѣ; какъ показываютъ рис. 71—74, на заднемъ концѣ его трубки закупорены круглыми припаянными крышками, въ которыхъ были сдѣланы круглые горловины для чистки, особымъ образомъ закрываляемыя. Такимъ образомъ онъ могли свободно расширяться и для лучшаго утилизированія поднимающихся кверху горячихъ газовъ онъ были расположены не параллельными рядами, лежащими одинъ надъ другимъ, какъ въ котлахъ изъ элементовъ, а перемѣщались диагонально при закрѣплѣніи въ трубной доскѣ. Чтобы вообще могла происходить циркуляція воды въ этомъ котлѣ, концы мѣдныхъ трубокъ въ стѣнкѣ

передней водяной камеры были открыты не вполнѣ. — 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 смѣясь 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

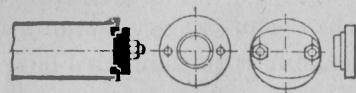


Рис. 71—74.

Задній конецъ трубки котла Альбана.

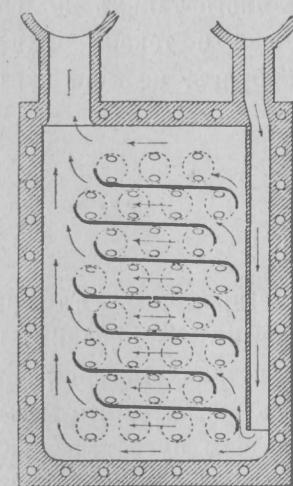


Рис. 75.

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

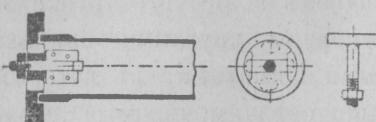


Рис. 76 — 78.

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 сварные желѣзныя трубы, то онъ взялъ послѣднія вмѣсто мѣдныхъ и тогда придалъ своему котлу двѣ водяныхъ камеры, по одной на каждомъ концѣ трубокъ. На этотъ котель слѣдуетъ смотрѣть, какъ на прототипъ тѣхъ водотрубныхъ котловъ съ двумя кодяными 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 котелъ Гейне, привилегированный въ Германии въ 1877 г. и построенный Борсигомъ въ Берлинѣ, во многомъ походитъ на описанный выше котель Альбана. Его главныя усовершенствованія заключались въ томъ, что между стѣнками каждой водяной камеры поставлены пустотѣлые болтовыя связи, чрезъ отверстія которыхъ можно чистить трубы помошью струи пара и которая вмѣстѣ съ тѣмъ даютъ возможность обнаруживать поврежденія трубокъ по выходу изъ нихъ пара или воды, когда происходитъ разрывъ трубы. Затѣмъ Гейне стремился достичь болѣе полнаго отдѣленія воды отъ пара при помощи перегородки надъ впускными отверстіями водяныхъ камеръ въ паросупплитѣ 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, положенныхыхъ на трубахъ.

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

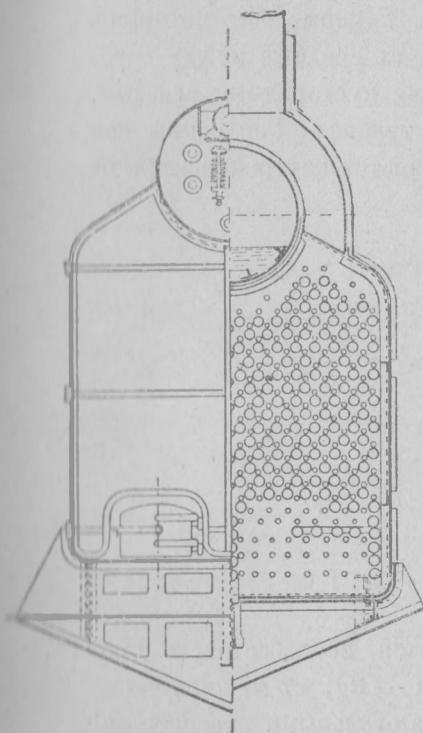


Рис. 79.

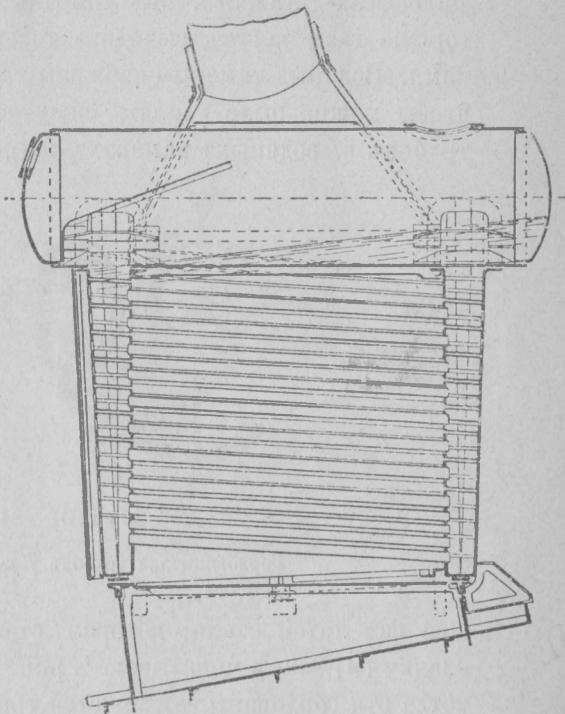


Рис. 80.

Котель типа Гейне.

лучше приспособленный къ условіямъ судовой службы. Этотъ котель изображенъ на рис. 79 и 80. Въ котль Гейне трубки 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 меныше, чѣмъ у котловъ Гейне, но зато число водогрѣйныхъ трубокъ значи-тельно большиe; затѣмъ, для экономіи мѣста въ вышину, паро-

сушитель расположены здѣсь ближе къ трубкамъ. У котла двѣ топки, ограниченныя двумя боковыми и однимъ среднимъ вертикальнымъ рядомъ трубокъ. Самый нижній горизонтальный рядъ трубокъ расположены въ 1 ф. 8 дм. надъ колосниковой решеткой, какъ можно видѣть на рис. 79; трубы 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. Водяные камеры снабжены также пустотѣлыми связями, чтобы можно было удалять сажу съ трубокъ. Горловины для трубокъ въ водяныхъ камерахъ закрываются внутреннею крыш-

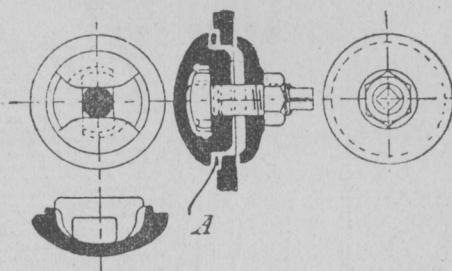


Рис. 81 — 84.

Горловины для трубокъ у котла типа Гейне.

кою изъ литой стали, которая ставится на азбестовую прокладку (A), 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 $8\frac{1}{2}$ тонн.; сюда прибавляется $2\frac{1}{2}$ тонны воды, такъ что полный вѣсъ — 11 тоннъ. На пробѣ машина компаундъ развила 234 индик. лош. силы при давлѣніи пара въ котлѣ въ 112 фунт. Расходъ угля составлялъ при этомъ 24 фунта на 1 кв. футъ колосниковой решетки 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 бельвилевскихъ котлахъ, но при указанныхъ условіяхъ котель достигъ уже предѣла своей паропроизводительности; при обыкновенной работе котель необходимо отоплять очень умѣренно, 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° въ Юрдингенѣ на Рейнѣ построилъ котель съ водяными каме-

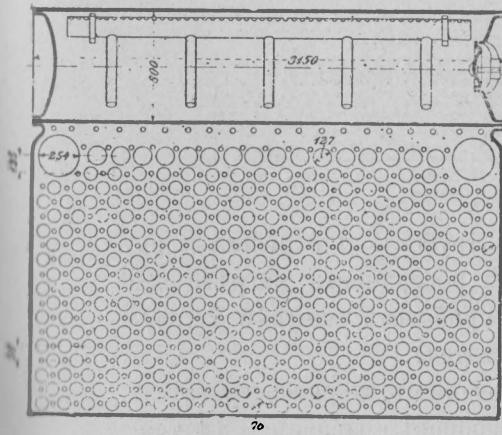


Рис. 85.

Котель Бюттера.

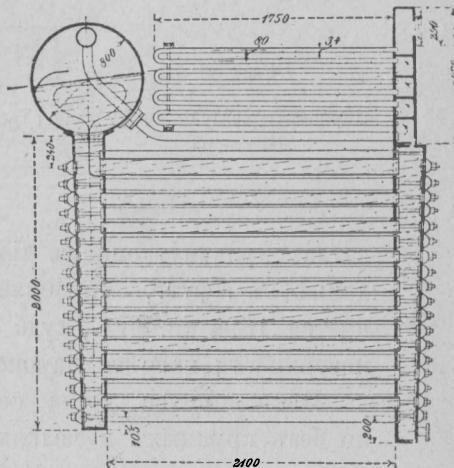


Рис. 86.

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

циркуляції, которое было выработано опытами надъ дѣйствительно построеннымъ котлами. Такъ какъ доброкачественность водотрубного котла, можно сказать, пропорціональна быстротѣ, съ какой движется вода чрезъ его трубы, 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 движение для обратнаго теченія. Дѣйствительно, при неизмѣнномъ соединеніи достигается большая скорость. Надъ котломъ расположены пароперегрѣватели, рис. 88, устроенный такимъ образомъ, что паръ въ его трубкахъ приобрѣтаетъ скорость въ 30 фут., что конструкторъ котла считаетъ необходимымъ какъ для прочности, такъ и для надлежащей активности трубокъ. У изображенаго на рисункахъ

Рис. 87.

Паросушитель, видъ снизу.

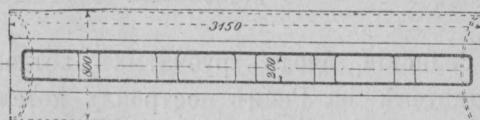
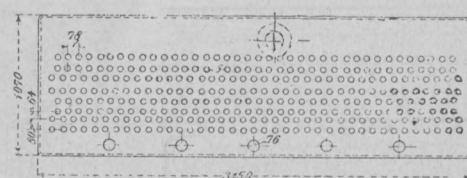


Рис. 88.

Пароперегрѣватель котла
Бюттнера.



котла, при внутреннемъ діаметрѣ трубокъ въ 3 дюйма и ихъ длины въ 7 фут., омываемая водой поверхность нагрѣва равняется 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 котелъ сохранить тѣ же размѣры и только увеличится длина его трубокъ до $9\frac{1}{2}$ фут., то его нагрѣвателная 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 составлять 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 котль воды. Къ сожалѣнію мнѣ не удалось получить никакихъ свѣдѣній о томъ, какихъ результатовъ достигли съ этимъ котломъ. Судя по хорошимъ условиямъ циркуляціи, можно ожидать, что котель допускаетъ форсированіе дѣйствія.

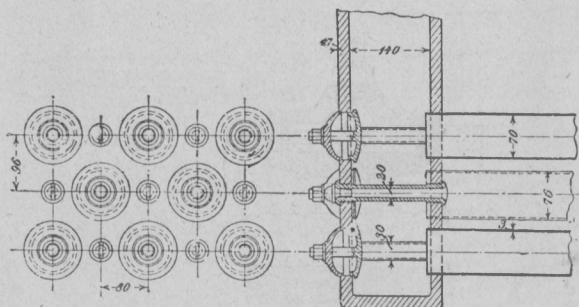


Рис. 89.

Рис. 90.

Горловины для трубокъ въ котль Бюттнера.

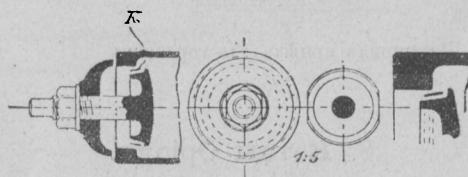


Рис. 91 — 94.

Закупоривание трубокъ въ котлѣ Бютнера.

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

Кромъ котловъ съ двумя водяными камерами, которымъ водъ теперь отдастъ предпочтеніе, онъ строить также котлы съ одной водяной камерой и съ циркуляціонными трубками,

七

какіе будуть 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 выступающей внутри заплечикъ, препятствующій вытаскиванію, нѣсколько спиливается съ двухъ сторонъ, а для плотности соединенія между крышкой и донышкомъ крышки прокладывается мѣдное кольцо *K*. — Для такого закупориванія трубокъ пригодна также изображенная на рис. 95 и 96 крышка съ шарниромъ Герига и Лейхса въ Дармштадтѣ.

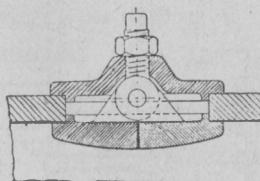


Рис. 95.

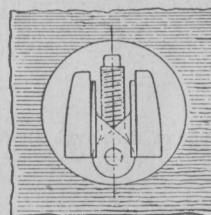


Рис. 96.

Шарнирная крышка для горловинъ.

8. Котлы Оріоля.

Котлы, какіе строить Оріоль въ Нантѣ, довольно близко походятъ на только что описанный котелъ 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 онъ расходились кверху соотвѣтственно образующемуся въ трубкахъ количеству пара. Его паросушитель расположено 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. Скреп-

ление водяныхъ камеръ и устройство крышекъ ихъ горловинокъ такое же, какъ и у котла Гейне. Въ виду малой площиади 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 бываютъ наполнены только нижніе ряды трубокъ, благодаря чему водяное пространство очень мало и котель оказывается очень легкій. Но такъ какъ у

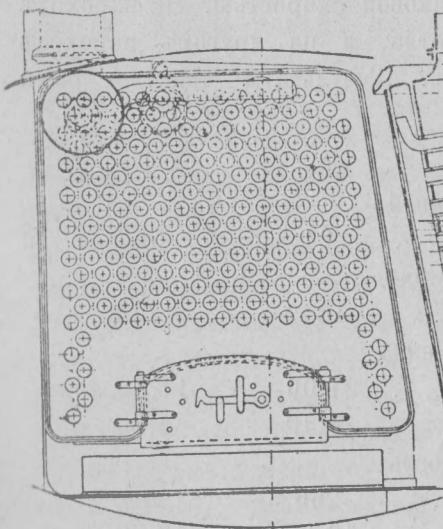


Рис. 97.

Котель Оріоля.

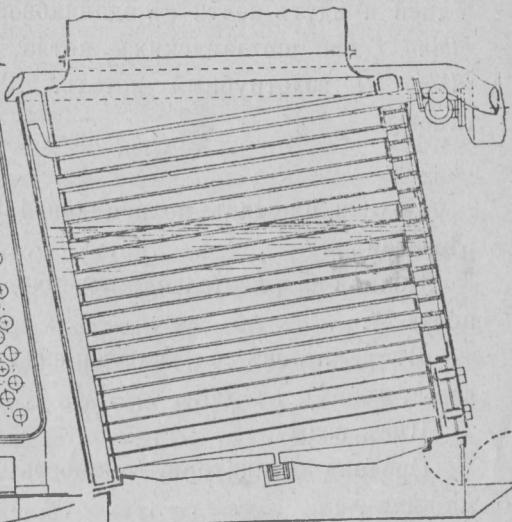


Рис. 98.

этихъ котловъ нѣтъ такихъ питательныхъ и паросушительныхъ приспособленій, какими снабжаются бельвилевские котлы, то во время дѣйствія, даже при самомъ слабомъ форсированіи отопленія, они подвергаются большими 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 решетки	24	52 кв. ф.
Полная нагревательная поверхность	1249	1743 » »
Вѣсъ котловъ со вкллюченіемъ 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 строются компанией Фрейссине въ Марсель, располагаются параллельно, а не диагонально одинъ 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 каждого 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 про-гибаніе 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 примѣненiemъ такихъ трубокъ для водотрубныхъ котловъ послѣдніе слѣдуегъ питать естественно совершенно чистой водой. Чтобы разводить достаточно крѣпко эти трубы въ трубныхъ доскахъ, прокладываются внутри между стѣнкой трубы и катками машинки тонкую проволоку. Остальная гладкія трубы тянутся теперь изъ стали безъ сварки; прежде, какъ еще и на французскомъ броненосцѣ

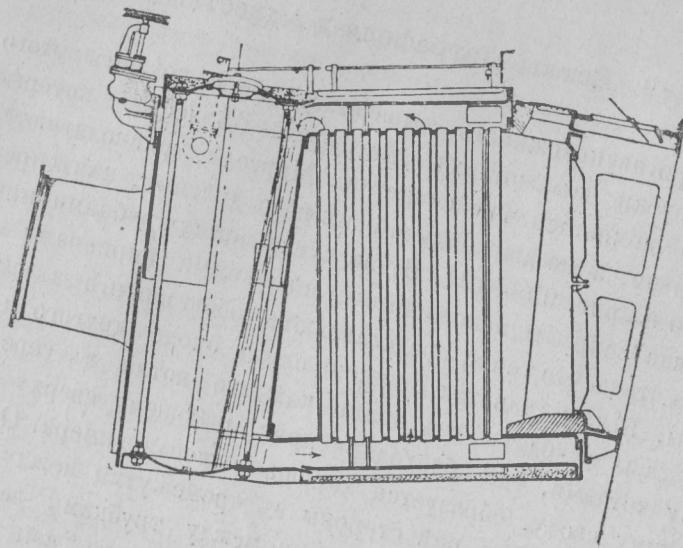
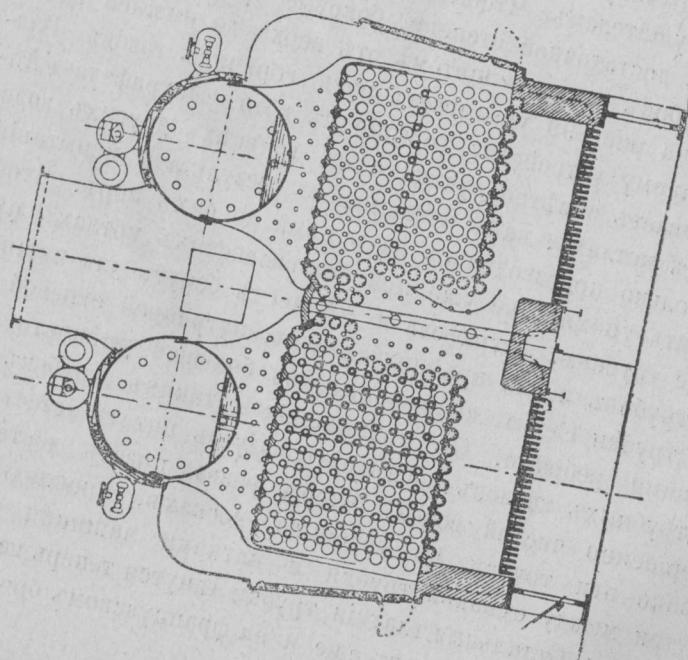


Рис. 100.

Богель Лаграфеля-и-Аллеста,

Рис. 99.



Jaureguiberry, онъ были сварные и именно этому обстоятельству слѣдуетъ приписать то, что во время пробы одна трубка разорвалась по сваркѣ на длину 10 дюймовъ, вслѣдствіе чего 9 человѣкъ были настолько сильно обварены горячей котельной водой, что они умерли отъ обжоговъ. Кроме того въ послѣднее время трубы не дѣлаютъ уже равномѣрной толщины, — у задней водяной камеры, гдѣ содержится только вода, онъ бываютъ соотвѣтственно уже, чѣмъ у передней, гдѣ по нимъ проходитъ смѣсь воды и пара.

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

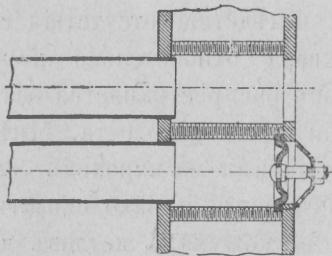


Рис. 101.

Часть водяной камеры котла
Лаграфеля-д'Аллеста.

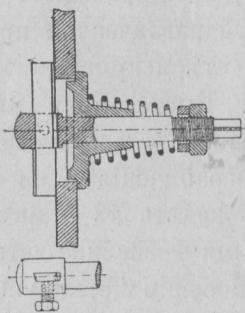


Рис. 102 и 103.

Ножъ для чистки краевъ
горловинъ.

состиняющіе внутреннюю крышку съ наружнымъ колпакомъ, бываютъ обыкновенно также стальные, а въ котлахъ, тщательнѣе устроенныхъ, изъ особой не окисляющейся бронзы, чтобы впослѣдствіи было легко отнимать гайки. Крышки ставятъ на азбестовое кольцо около $\frac{1}{16}$ д. толщиной, которое предварительно опускаютъ 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, изображеній на рис. 102 и 103.

Вода въ котлахъ держится на такой высотѣ, чтобы въ холдномъ 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. Автоматического регулятора питанія не имѣется.

При постройкѣ котла, прежде чѣмъ вставятъ 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 развалицовываютъ трубки. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ (въ послѣднее время) просверливаютъ дыры для трубокъ и горловинъ послѣ этой гидравлической пробы, чтобы устранить всякия неплотности отъ искривленія стѣнокъ вслѣдствіе отсутствія скрѣплений. Высказанная мною похвала относительно хорошаго выполненія бельвилевскихъ котловъ распространяется безъ всякаго ограниченія и на котлы Лаграфеля-д'Аллеста. Мне пришлось видѣть въ Марселе 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 соответственно въ 25° и 21° Ц. и давленіи пара въ 50 и 43 фунт. на кв. д., сожигая 12 фунт. хорошаго кардифскаго угля на 1 кв. фугѣ колосниковой решетки 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. решетки 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 тонн. Подобные же результаты получили на броненосцѣ береговой обороны *Bouvines*, гдѣ при сожиганіи 15 фунт. угля на 1 кв. футѣ колосниковой решетки

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

Котель Лаграфеля - д'Аллеста допускаетъ форсированное отопление 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 содержать 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 холодильникѣ, 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 помѣсть, приготовляютъ 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 бантъ 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'Аллеста 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 котелъ. Кромѣ того, онъ всегда долженъ отопляться очень равномѣрно, если не желаютъ, чтобы происходили значительныя и внезапныя колебанія въ давленіи пара. Слѣдуетъ впрочемъ замѣтить, что котелъ содержитъ довольно много воды. При пробѣ форсированнымъ ходомъ французскаго броненосца *Jemappes*, когда машины развили 9250 инд. 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 решетки въ часъ. Когда котлы работали при болѣе умѣренномъ горѣніи и сжигалось всего 26 фунт. угля на 1 кв. футъ колосниковой решетки 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*, одинакового по постройкѣ съ *D'Iberville*; эти результаты таковы, какъ мнѣ 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 решетки 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 следующихъ судахъ французского флота: на броненосцахъ 1-го класса *Charles Marte*, *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, которые 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 требованиямъ. 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 решено, 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 прямостѣннымъ котламъ и котелъ изъ трубокъ, вставленныхъ въ стѣнки такихъ камеръ, уже *a priori* представляется ненадежнымъ при теперешнихъ высокихъ давленіяхъ пара и форсированномъ отоплѣніи. Одинъ старпій механикъ французского флота даетъ въ «La Marine Francaise» слѣдующій категорический отзывъ объ этихъ котлахъ: — «Всѣ механики пришли къ тому заключенію, что котлы съ прямымъ 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

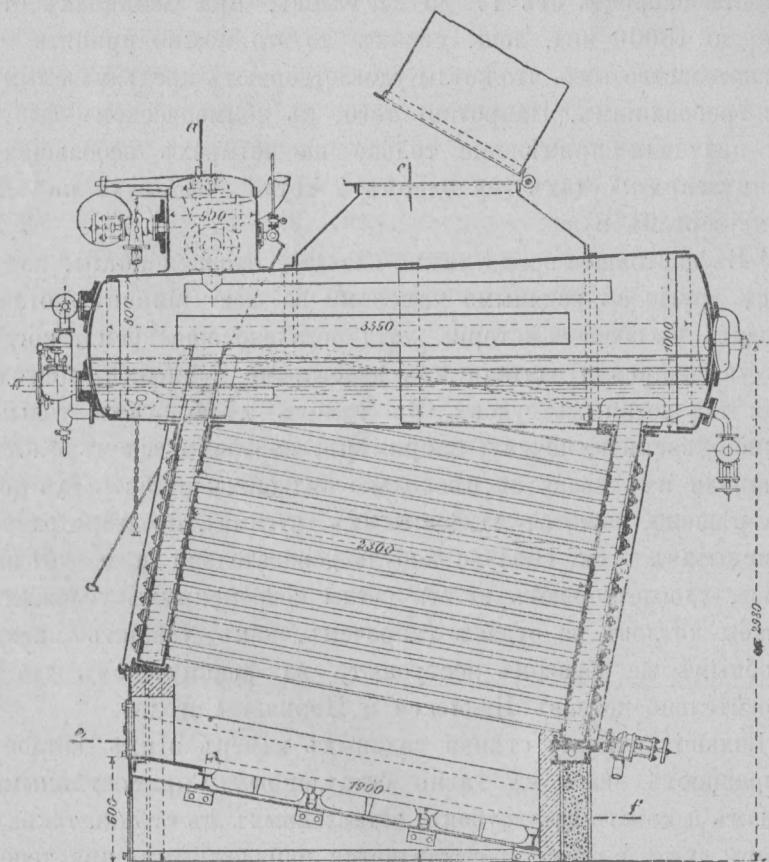


Рис. 104.

Котелъ Штейнмюллера, продольный разрѣзъ.

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

шиль заняться постройкой судовых котловъ. Изображенный на рис. 104—107 котелъ былъ проектированъ для буксирного 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-

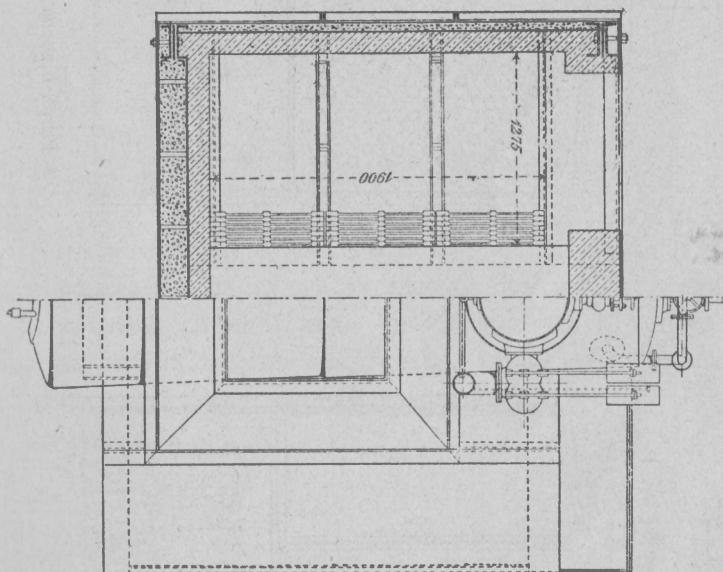
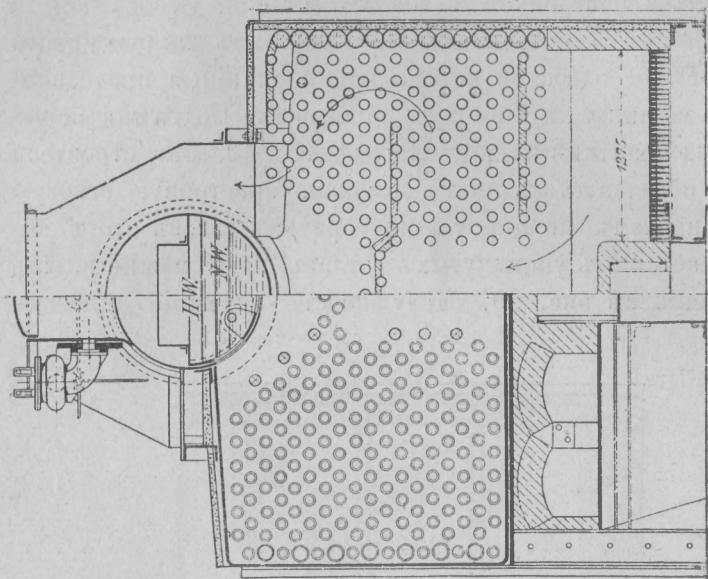


Рис. 105.

Котелъ Штейнмюллера, планъ и разрѣзъ по *ef.*

тированный способъ прикрытия 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 развалицовывается короткая трубка описаннаго діаметра съ обыкновенными водогрѣйными трубками. Свободные концы этихъ тонкихъ трубокъ раскатываются



Разрѣзъ по ab.

Рис. 107.

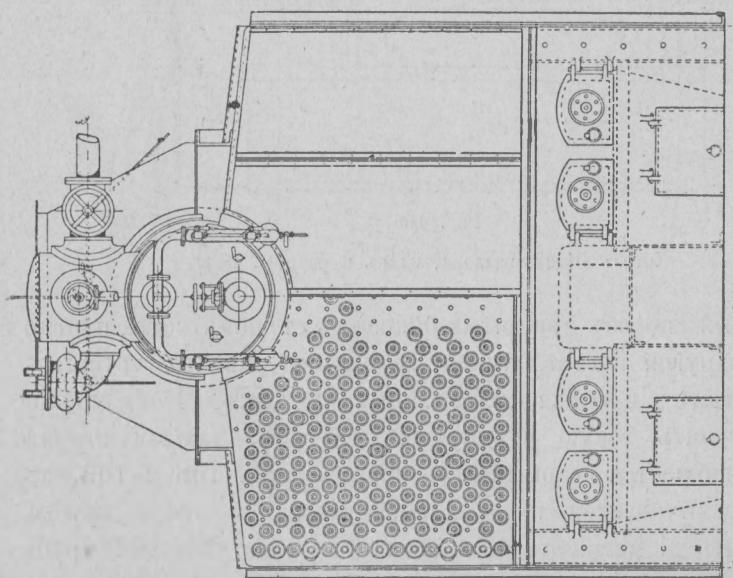


Рис. 106.

Котель Штейнмиллера.

въ трубныхъ доскахъ, какъ и остальная трубки. Для заполненія промежутковъ прокладываются чугунныя немного кони-ческія кольца.

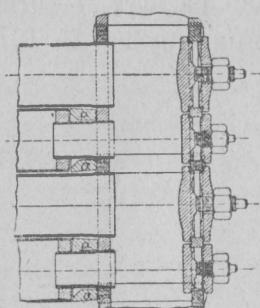


Рис. 108.

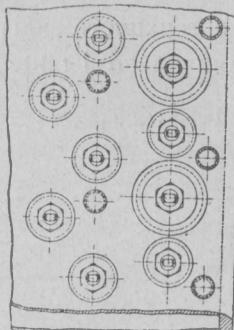


Рис. 109.

Боковой рядъ трубокъ въ котлѣ Штейнмюллера.

Какъ показываютъ рис. 110 и 111, описываемый здѣсь котелъ 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 котелъ еще паровымъ колпакомъ.

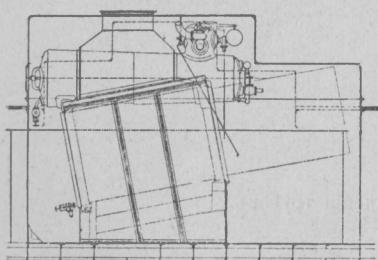


Рис. 110.

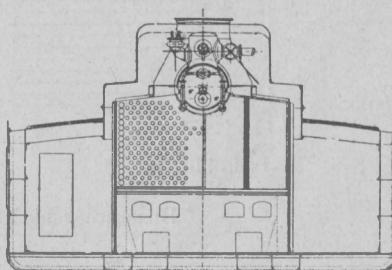


Рис. 111.

Расположеніе котла Штейнмюллера на суднѣ.

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

Буслей. Судовые водотрубные котлы.

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

Площадь колосниковой решетки у котла равняется 52 кв. фут., а поверхность нагрева — 1560 кв. фут., — отношение между ними равно 1 : 30. Водогрейные трубы въ $8\frac{1}{2}$ фут.

Рис. 112.

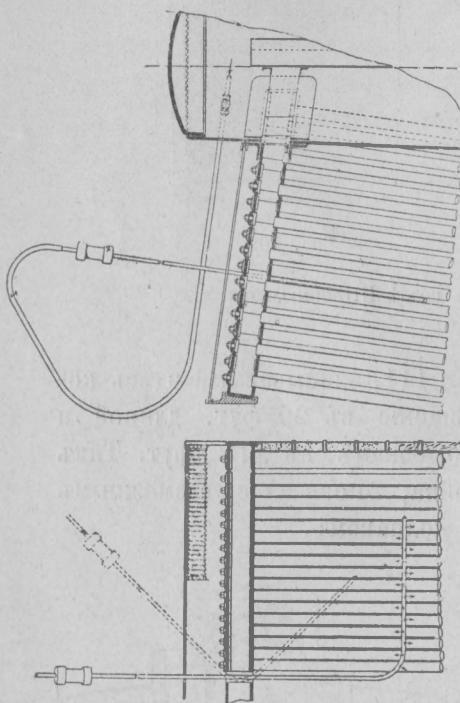


Рис. 114.

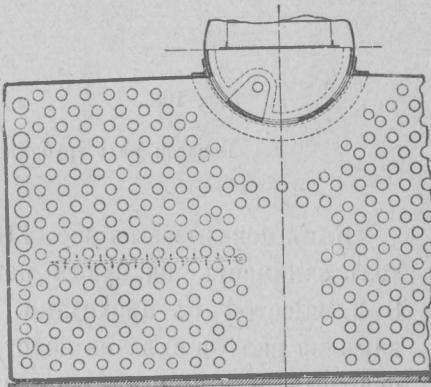


Рис. 113.

Приспособление для баненія трубокъ.

длиной, а потому при длинѣ кочегарни въ 20 фут. легко можно брать 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. силь на 1 т. своего вѣса, т. е. былъ бы такой же паропроизводительности, какъ и французские водотрубные котлы. При этомъ въ котлѣ, работающемъ при давлении пара въ 170 фут. на кв. д., должно было бы сжигаться, какъ и въ послѣднихъ котлахъ, около 36 фунт. угля на 1 кв. футъ площади колосниковъ въ часъ и котель 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 достичь безъ всякаго напряженія котла.

Рис. 112—114 изображаютъ приспособленіе, какимъ снабжается котель для баниенія трубокъ.

11. Котлы Ярроу.

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

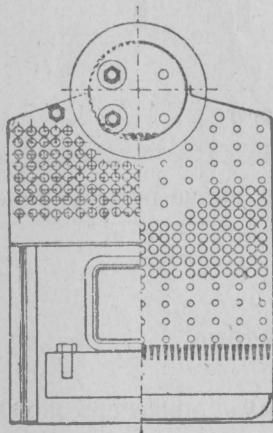


Рис. 115.

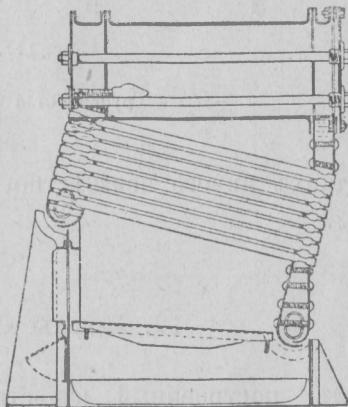


Рис. 116.

Котель Ярроу.

чается отъ котловъ Гейне и Оріолля только тѣмъ, что у него неѣть 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 рѣзьбѣ, 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 тѣ же недостатки, какъ и котель Оріолля, такъ какъ они содержать очень мало воды.

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

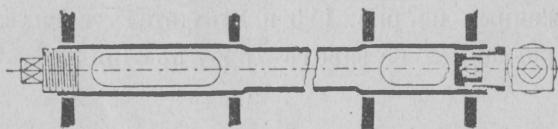


Рис. 117.

Трубка котла Ярроу.

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

12. Котлы Ситона.

Котель, построенный извѣстнымъ инженеромъ-механикомъ Ситономъ изъ Гуля, состоить, 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 трубы къ задней водяной камерѣ съ наклономъ около 14% . Эти заднія водяныя камеры сообщаются съ верхнимъ цилиндромъ только по вертикальной трубѣ обратной воды, идущей отъ самой нижней части камеры. Колосниковая решетка расположена подъ четырьмя группами трубокъ и ихъ водяными камерами, у которыхъ боковыя стѣнки скрѣплены между собой связями. Большия водяныя камеры, какія имѣются на переднемъ и заднемъ концѣ

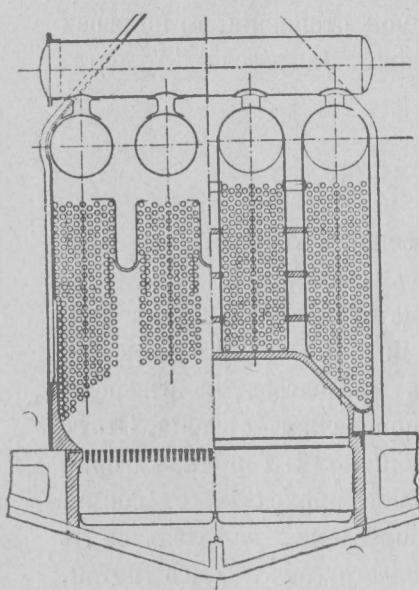


Рис. 118.

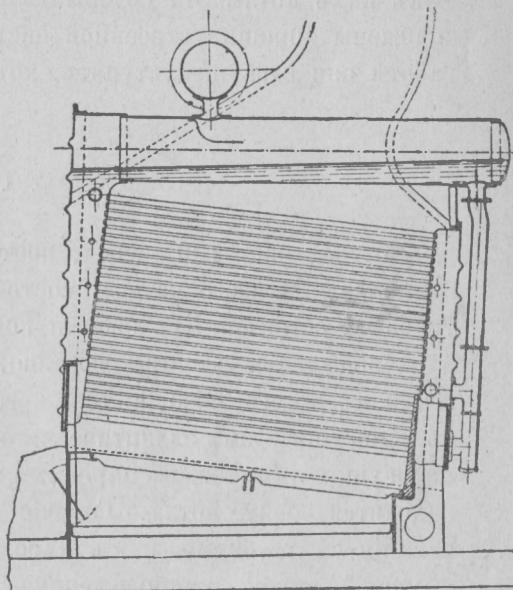


Рис. 119.

Котель Ситонъ.

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 желѣзного листа. Снявъ такую крышку, получаютъ доступъ къ концамъ всѣхъ трубокъ данной камеры для осмотра или чистки послѣднихъ, подобно тому, какъ у холодильника съ поверхностнымъ охлажденiemъ, и въ этомъ заключается главное достоинство разсма-

тряваемаго котла. Кроме того Ситонъ старался устроить возможно большую и высокую топку, такъ какъ въ средней части трубки расположены у него на высотѣ около 21 — 24 дюйм. надъ колосниковой решеткой. Щиты и плотно пригнутыя одна къ другой трубки заставляютъ горячіе газы проходить довольно извилистый путь, прежде чѣмъ попасть въ дымовую трубу. Результаты испытаний этихъ котловъ не опубликованы, а также неизвѣстно, сколько ихъ построено и какъ они дѣйствуютъ. Такъ какъ котлы эти содѣржать сравнительно много воды и снабжены хорошо устроенной системой отопленія, то по своей работѣ они едва ли уступятъ 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 соприкасаніи съ трубками и съ паросушителемъ, направляясь въ дымовую трубу, расположенную на другомъ концѣ котла. Трубы 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 решетки — 4,2 кв. ф. и поверхность нагрева 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 Теддигтонѣ.

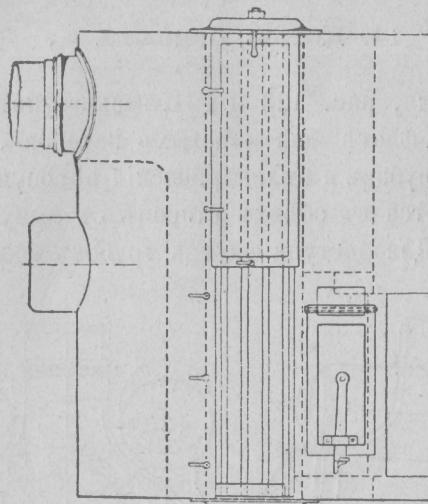


Рис. 122.

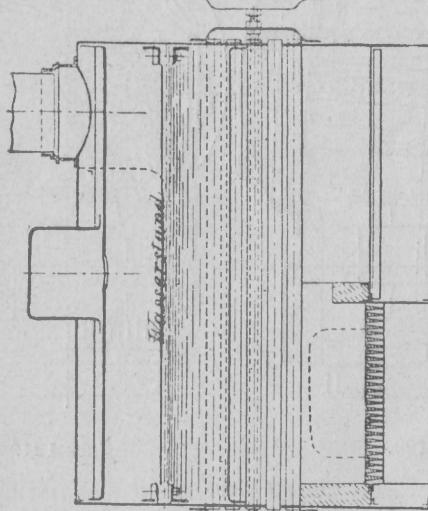


Рис. 121.

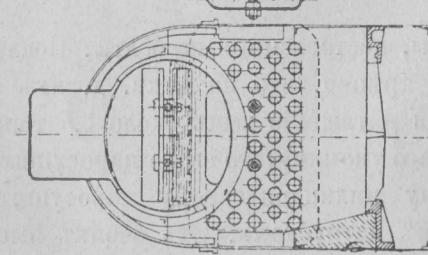


Рис. 120.

Котелъ Гольца.

14. Котлы Пенелля.

Котелъ 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

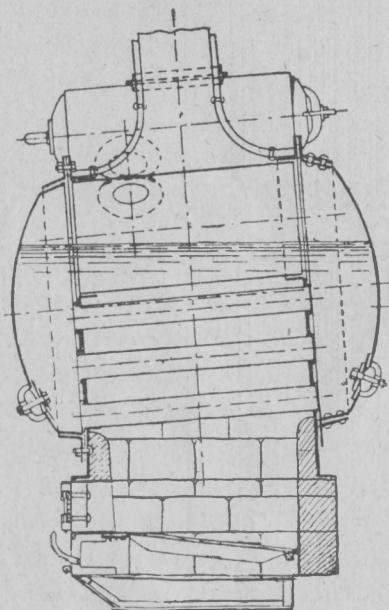


Рис. 123.

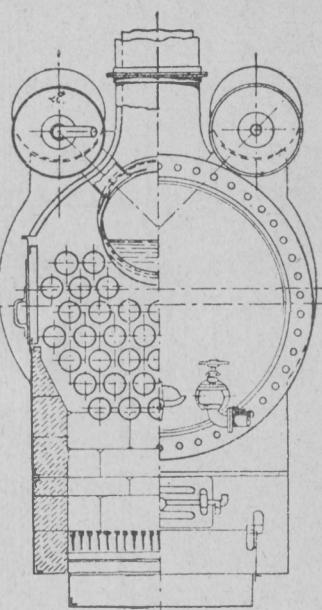


Рис. 124.

Котелъ 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 работаютъ при давлениі въ 100 фунт., снабжаются колосниковой решеткой 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. $\frac{1}{10}—\frac{1}{11}$ полнаго вѣса.

* Эти котлы, введенныи 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 Cramp & Sons

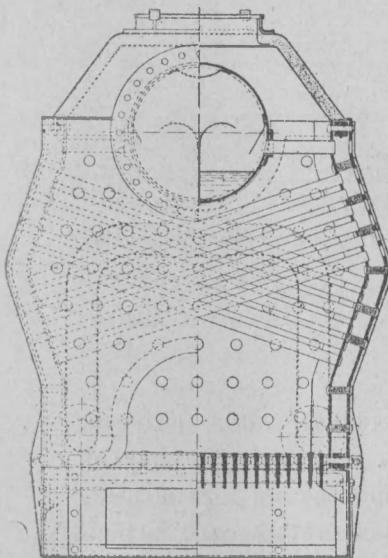


Рис. 125.

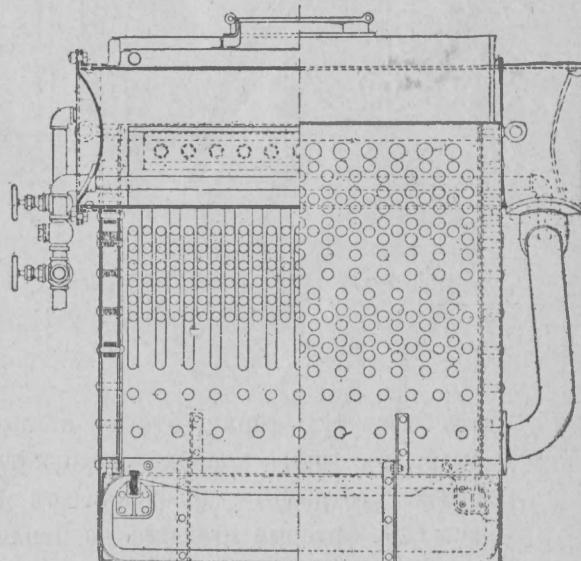


Рис. 126.

Котель Тоуна.

въ Филадельфіи, 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 развалицовывать стальныя трубки въ трубныхъ доскахъ и, следовательно, чтобы послѣднія были расположены подъ прямымъ угломъ къ осямъ трубокъ, трубнымъ доскамъ пришлось при-

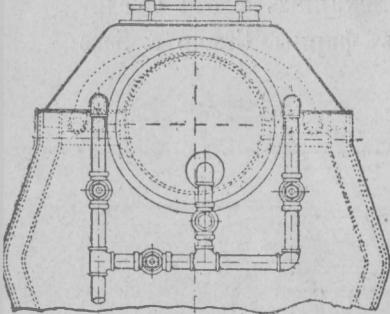


Рис. 127.

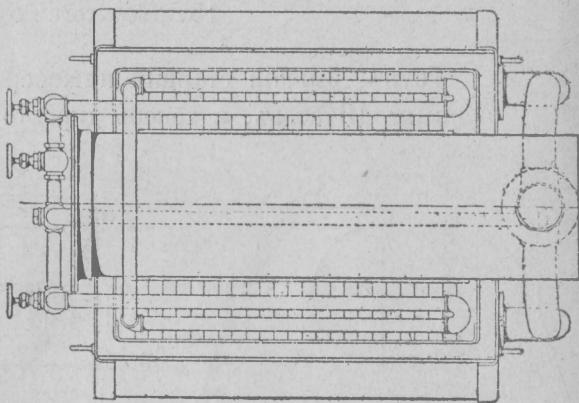


Рис. 128.

т Котель Туна.

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 $1/16$ 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

паросушителъ до начала трубы обратной воды и здѣсь оканчивается сопломъ съ отверстиемъ около $1/8$ д., рис. 126. Сверху водогрѣйныхъ трубокъ, съ обѣихъ сторонъ паросушителя, расположены подогрѣватели питательной воды, состоящій изъ нѣсколькихъ трубъ, между которыми проходятъ горячіе газы.

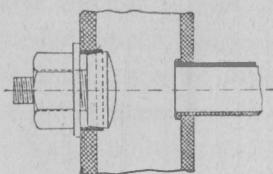


Рис. 129.

Горловина и ея крышка въ котлѣ Туна.

Изображенный здѣсь котель работает при давлении въ 140 фунт. на кв. д.; площадь его колосниковой решетки равняется 6,5 кв. ф., а поверхность нагрева—150 кв. ф.—отношеніе между ними 1 : 23. Котлы Туна 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 Туна, 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 трубы 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 трубы, изображенные пунктирными линіями на рис. 131 и образующія только одинъ рядъ для прикрытия задней стѣнки котла. Такимъ образомъ въ одномъ наружномъ кожухѣ соединены, собственно говоря, два котла, въ другихъ отношеніяхъ ничѣмъ не связанные

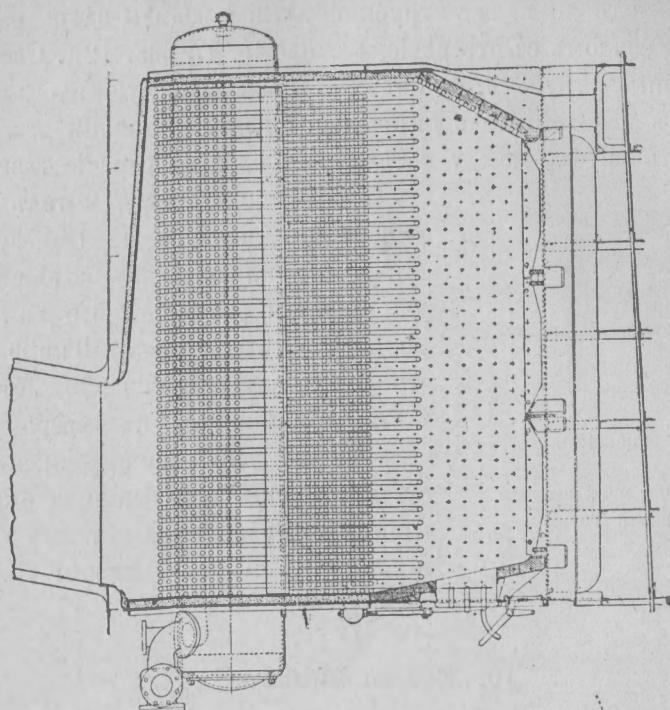


Рис. 131.

Богель Мюшера.

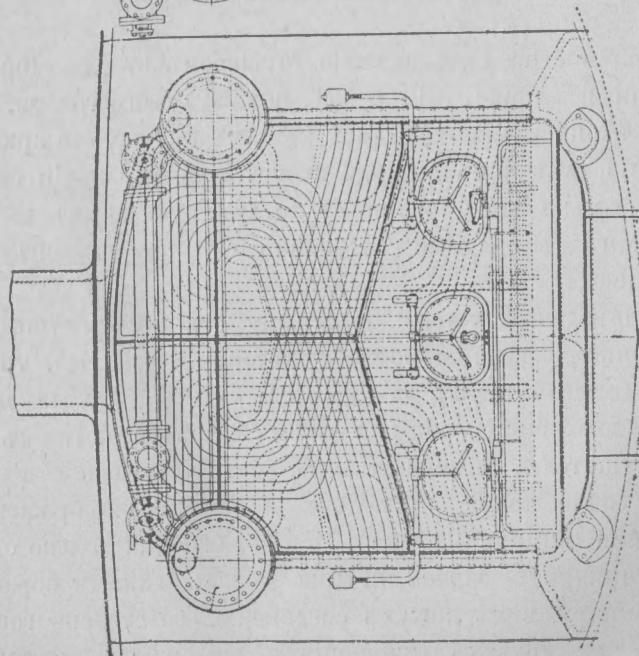


Рис. 130.

между собой за исключениемъ паровой и питательной трубъ, общихъ для обѣихъ частей; ихъ трубки 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 отдельными группами трубокъ расположены щиты (рис. 130), заставляющіе горячіе газы распределиться на обѣ стороны къ паросушителю, прежде чѣмъ они попадаютъ въ дымовую трубу.

Какъ показываетъ рис. 132, для трубокъ съ наружнымъ диаметромъ 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.

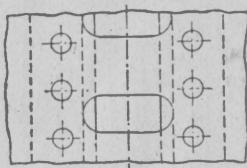


Рис. 132.

Водяная камера котла
Мошера.

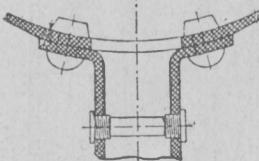


Рис. 134.

Соединеніе водяной камеры съ паро-
сушителемъ въ котлѣ Мошера.

ослабленной прорѣзами, ведущими въ водяные 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

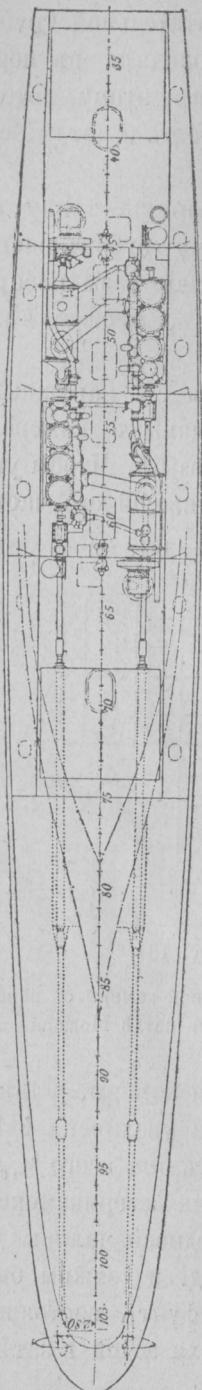


Рис. 135.
Американский миноносецъ съ котлами Мощеа.

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

Какъ можно видѣть на рис. 135, котлы установлены на миноносцахъ въ двухъ отдѣльныхъ кочегарняхъ впереди и позади машинъ, благодаря чему каждый котель 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 рассматриваемой 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, которые въ своей верхней части сообщаются съ паросушителемъ, снабженнымъ щитами для отдѣленія воды отъ пара. Топка устраивается впереди батарей трубокъ, представляя собою выложенную кирпичемъ ка-

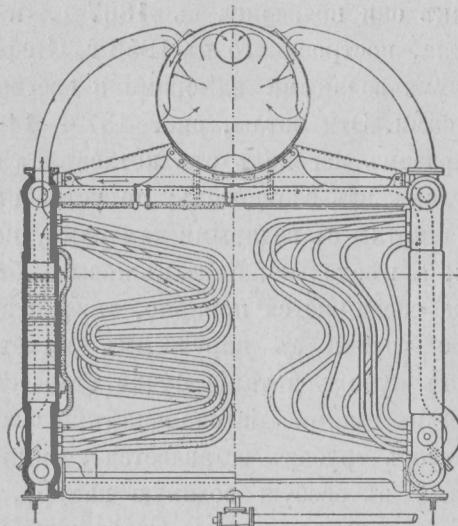


Рис. 136.

Котелъ 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 *Bouet-Willaumez*, подвергнуты довольно обстоятельнымъ испытаніямъ и забракованы вслѣдствіе перегоранія трубокъ, ближайшихъ къ топкѣ, и неудобства управления котлами; при ходѣ подъ форсированной тягой топочная камера, выступающая изъ котла, такъ сильно нагрѣвается коче-

гарю, что работа кочегаровъ составится затруднительной до невозможности.

Впрочемъ на *Bouët-Willamez* этотъ котель, передѣланный для нефтяного отопленія, служитъ 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, построенаго 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 вполнѣ 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 $1\frac{3}{16}$ дюйма образуютъ пучокъ и такие пучки ставятся одинъ надъ другимъ рядами въ взаимно-діагональномъ положеніи. Каждый такой рядъ 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 идуть 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,

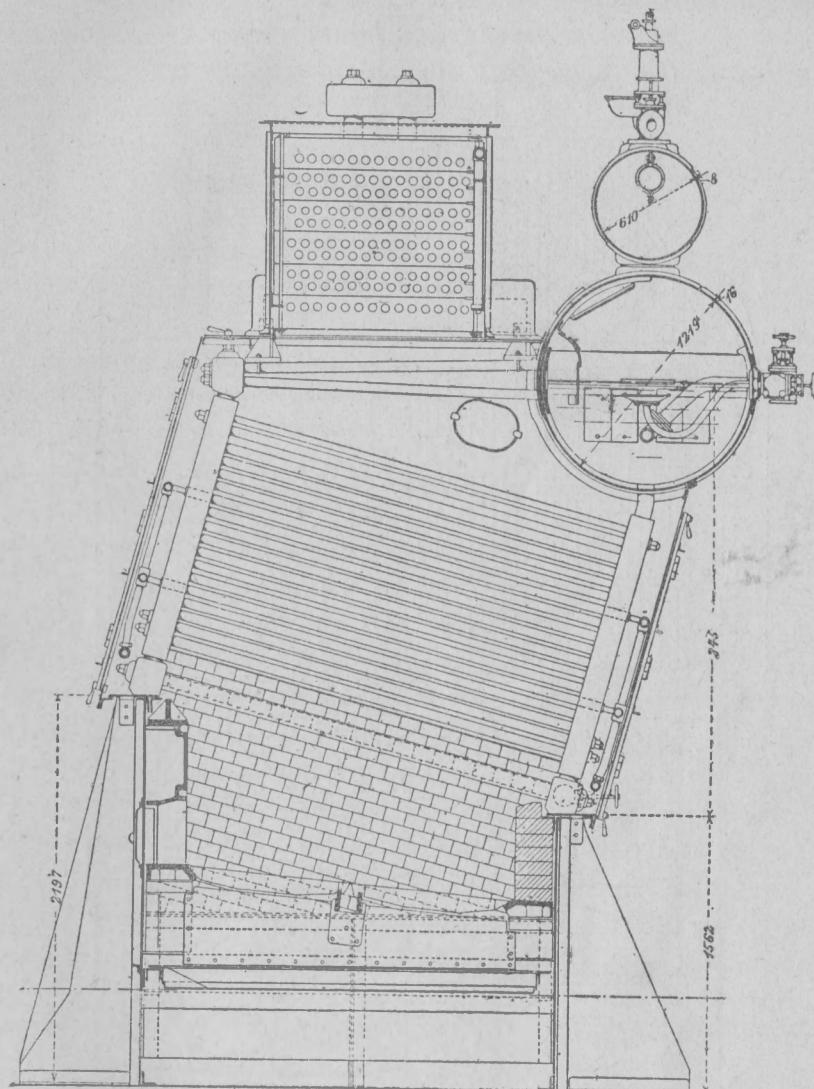


Рис. 137.

Котелъ Бабкока-Вилькоクса.

неиспарившаяся вода поступаетъ обратно въ водогрѣйныя трубки. Кромѣ расположенныхъ наклонно трубокъ, котель

Буслей. Судовые водотрубные котлы.

бываетъ окружено, какъ кожухомъ, нѣсколькими плотно по-

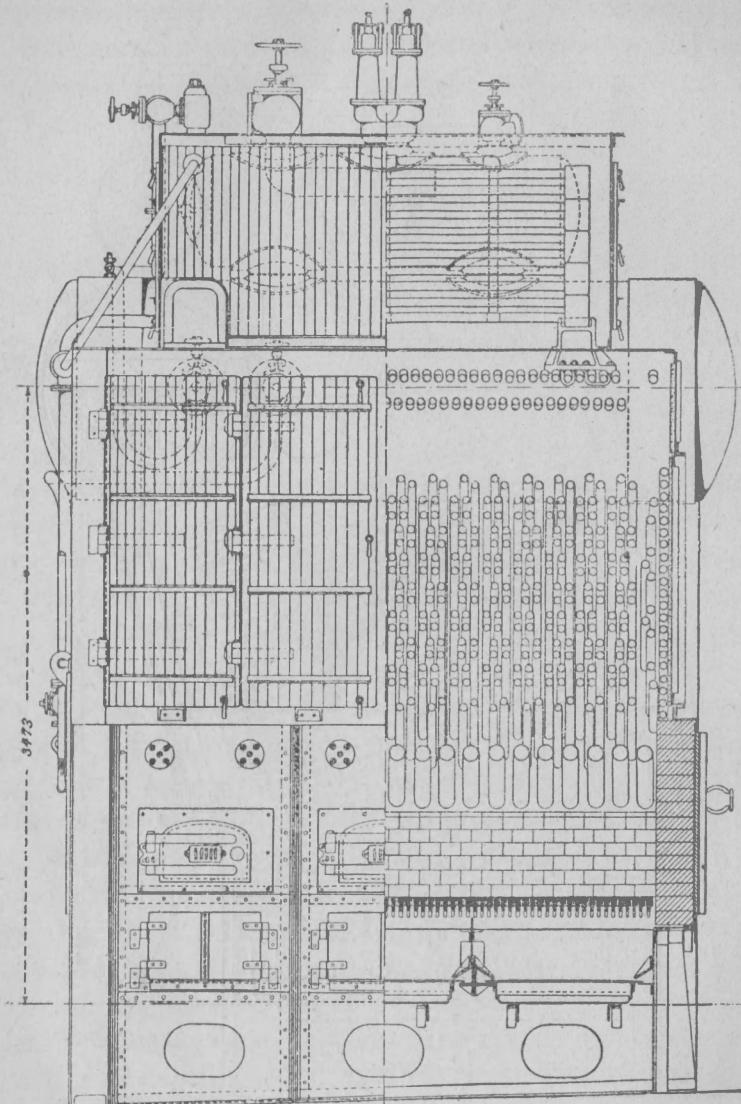


Рис. 138.

Котель Бабкока-Вилькокса.

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

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

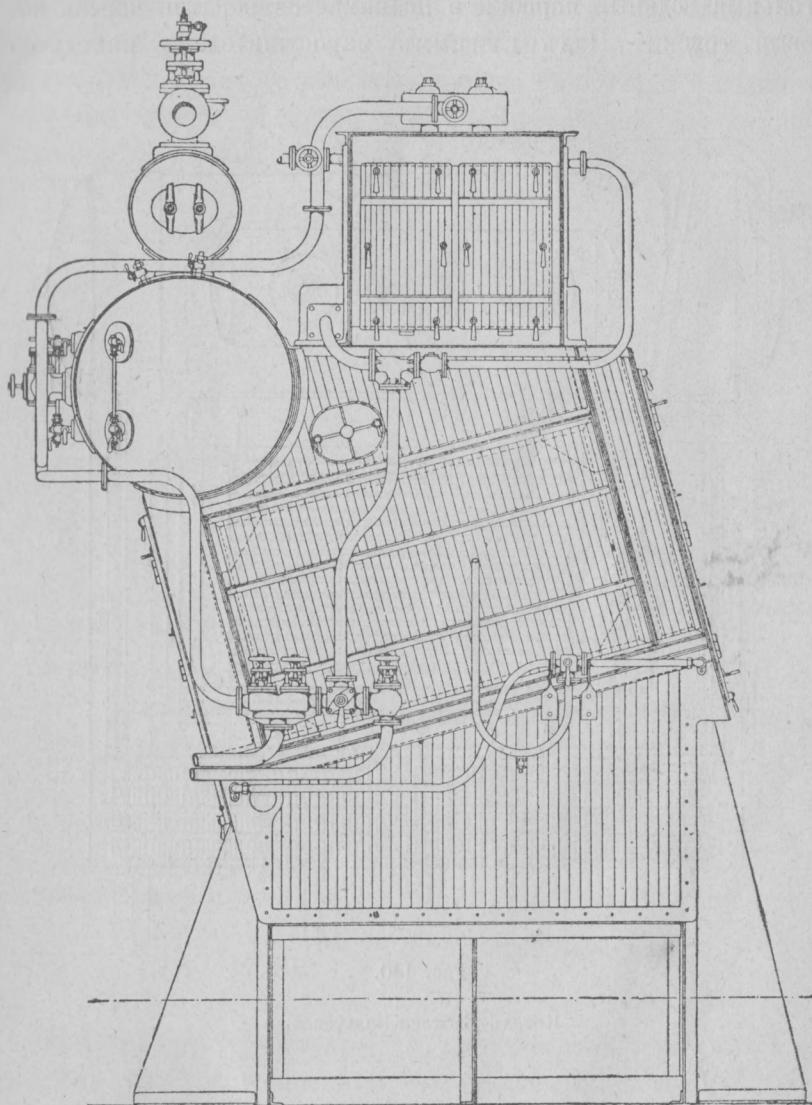


Рис. 139.

Котелъ Бабко-Вилько-кса.

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

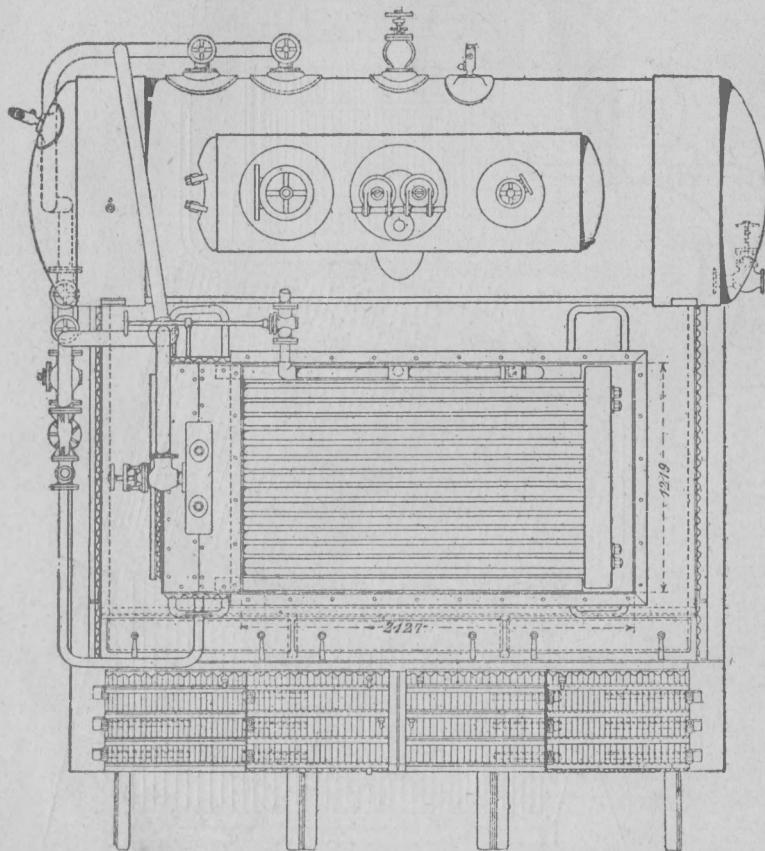


Рис. 140.

Котелъ Бабкока-Вилькокса.

второй паросушитель, соединяющійся съ нимъ двумъ патрубками, а въ стоящей передъ нимъ дымовой трубѣ помѣщается большой подогрѣватель 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 водянной камерѣ имѣется внизу горловина для чистки, для закрыванія которой снаружи ставится выдавленный изъ стальнаго листа выпуклый колпакъ, а изнутри крышка съ болтомъ и колпако-образной гайкой (рис. 146 и 147); прокладкой для крышки служитъ азбестовый картонъ.

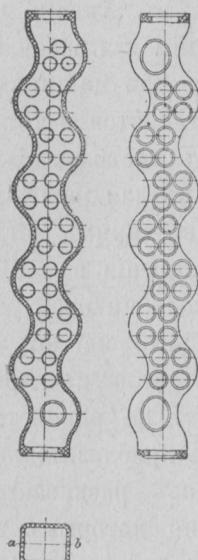


Рис. 141—143.

Водяная камера котла
Бабкока-Вилькокса.

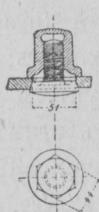


Рис. 144—145.

Крышка трубныхъ
горловинъ.

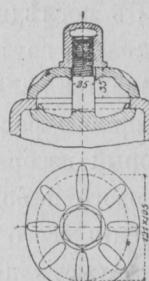


Рис. 146—147.

Крышка горловинъ
водяныхъ камеръ.

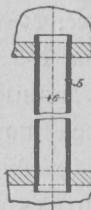


Рис. 148 и 149.

Закрѣпленіе трубокъ.

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

Котелъ представляеть 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 бывають обыкновенные судовые котлы съ 3 и 4 топками, — для этой цѣли беруть 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 разсчитаны 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 разсчитанъ 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 решетки 59 кв. ф. и поверхность нагрѣва 2493 кв. ф., — отношение между ними равно 1 : 42. Вѣсъ котла съ принадлежностями, но безъ воды и безъ подогрѣвателя, равняется $23\frac{1}{4}$ тонн.; вода вѣситъ 5 т., т. е. составляетъ приблизительно $\frac{1}{5}$ полнаго 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 систернъ 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 сожиганіи 15 (анг.) фунт. угля на 1 кв. футѣ колосниковой решетки въ часъ, т. е. при очень умѣренномъ отопленіи. Наоборотъ, котель этого рода, испытанный механиками съверо-американскаго флота, далъ испареніе всего $7-7\frac{1}{2}$ фунт. воды на 1 ф. угля при сожиганіи 44—47 (анг.) фунт. угля на 1 кв. футѣ колосниковой решетки въ часъ. Этотъ котель вѣсилъ съ водой

22,34 т., а одна вода 4,28 т. или около $\frac{1}{5}$ полнаго 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

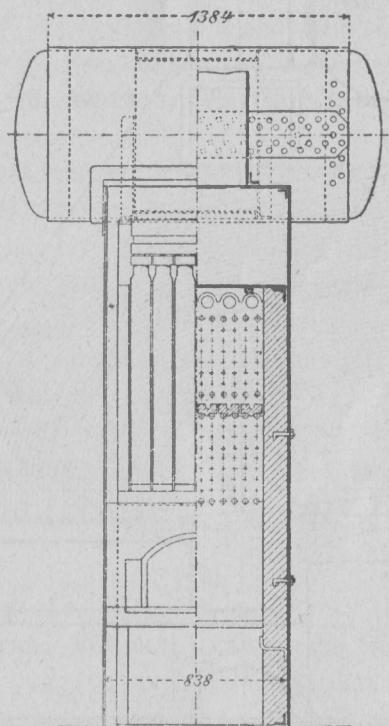


Рис. 150.

Котель Гейторна.

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

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

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

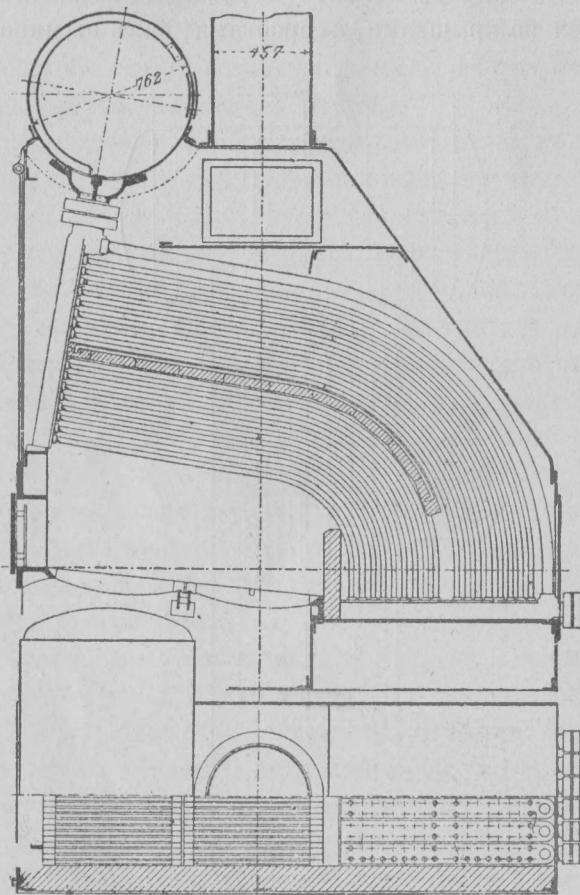


Рис. 151 и 152.

Котелъ 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 уменьшения вѣса, котлы Бабкока-Вилькоакса 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 английскомъ флотѣ эти котлы ставятся на канонерскую лодку *Sheldrake*. *

19. Котлы Гейторна.

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

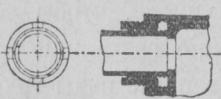


Рис. 153 и 154.

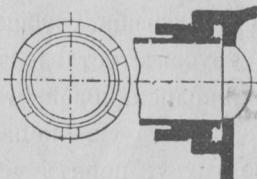


Рис. 155 и 156.

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 заключаютъ 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 трубы утолщаются на своихъ концахъ и снабжаются мелкой нарѣзкой,— 16 нитокъ на 1 дюймъ. 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 дюймъ. 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. Чрезъ переднее отверстіе поднимается паръ изъ трубокъ въ кольцеобразную камеру паросушителя, а чрезъ 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 решетка; на ея концѣ, у изгиба трубокъ, поставленъ порогъ. Въ середину батареи трубокъ вставленъ шамотный щитъ, чтобы образующіеся на колосниковой решеткѣ горячіе газы шли у порога внизъ, а затѣмъ уже попадали чрезъ верхніе ряды трубокъ въ дымовую трубу, передъ устьемъ которой поставленъ еще щитъ изъ листового желѣза.

Испытывая парообразованіе котла Гейторна, профессоры Барръ и Уаткинсонъ нашли, что при сжиганіи 12 фунт. угля на 1 кв. футѣ колосниковой решетки 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 $\frac{1}{7}$, полнаго вѣса котла. Строители утверждаютъ, что котелъ для миннаго крейсера съ 2000 кв. фут. поверхности нагрева вѣсилъ бы 14,2 т. Такихъ котловъ пришлось бы поставить на крейсеръ 4; его машина могла бы тогда развить около 4000 инд. лош. 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, расположеннымъ надъ топками; они строились съ нѣсколькими расположеннымъ рядомъ топками, напр. съ

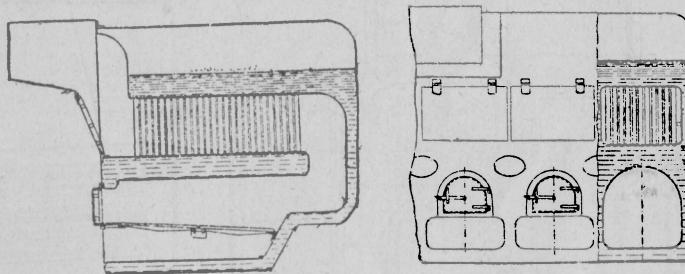


Рис. 157 и 158.

Котелъ Мартина.

семью на корветѣ *Lackawanna*. Однако къ концу шестидесятыхъ годовъ начали оставлять эти котлы, такъ какъ оказалось, что они хуже огнетрубныхъ котловъ. Поверхность нагрева у нихъ была нѣсколько больше, чѣмъ у послѣднихъ, но они были гораздо тяжелѣ и дороже, а кромѣ того не всегда можно было обезпечить равномѣрное расширение для ихъ различныхъ частей, вслѣдствіе чего развивались натяженія, которые приводили къ течи трубокъ, — поврежденіе, которое можно было исправить только послѣ вывода изъ дѣйствія и опоражненія 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 хороши генераторы пара, стали строить ихъ и въ Европѣ. Рис. 159 и 160 представляютъ такой водотрубный котелъ, построенный въ 1857 г. заводомъ Шихау въ Эльбингѣ и отличающійся отъ

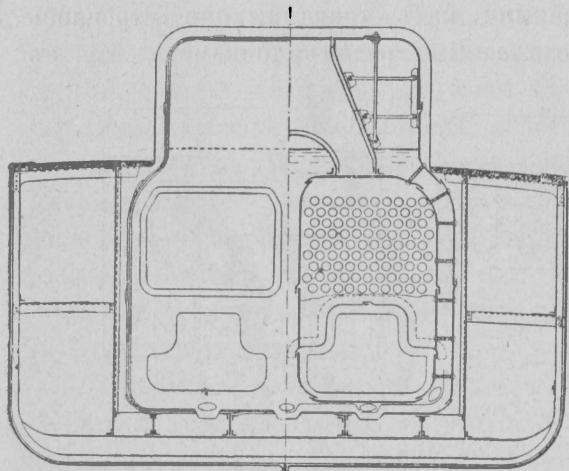


Рис. 159.

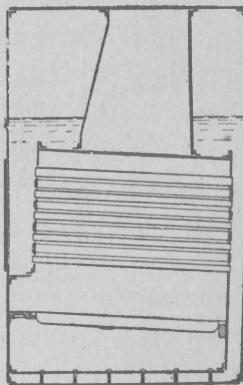


Рис. 160.

Котелъ 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 течь 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

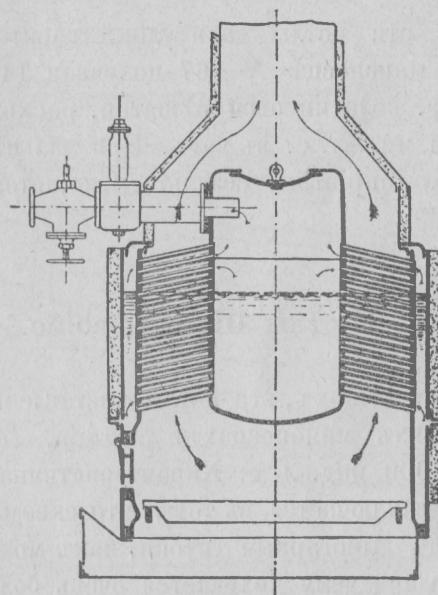


Рис. 161.

Котелъ Де-Дюна-Бутона-Трепарду.

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

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

Подобно предыдущимъ, эти котлы поставлены на нѣсколькихъ французскихъ миноносцахъ: *Sarrazin*, *Tourbillon* и на 6 другихъ по 1000 инд. л. с. Характеристическая особенность ихъ устройства заключается въ томъ, что сквозь водогрѣйные трубы проходятъ дымогарные трубы, какъ можно видѣть на рис. 162, благодаря чему получается очень большая поверхность нагрева, но при этомъ затрудняется циркуляція воды, образующійся паръ задерживается у поверхностей нагрева и послѣдня 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.*

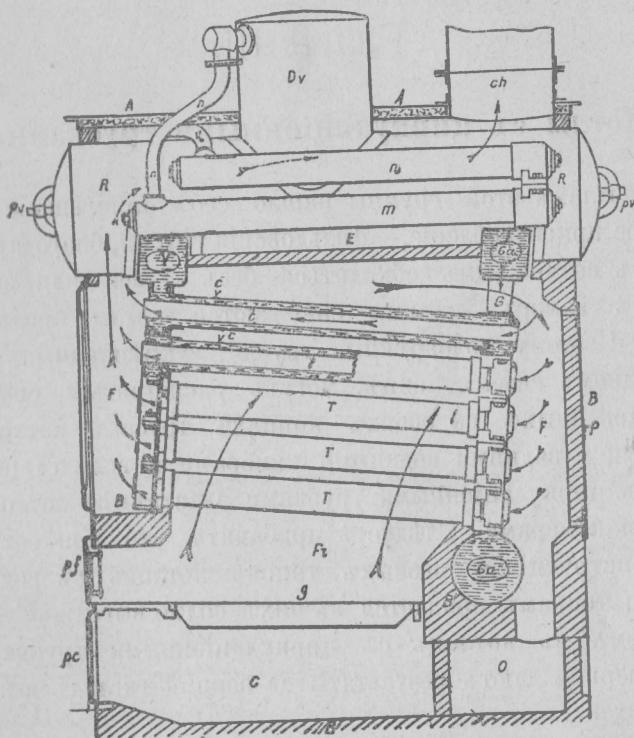


Рис. 162.

Котель Шарля-Бабийо.

Глава III.

Котлы съ циркуляционными трубками.

Въ котлахъ этой группы нашло себѣ примѣненіе давно извѣстное приспособленіе,—фильтровскія трубы, благодаря чему оказалось возможнымъ обходиться безъ задней или заднихъ водяныхъ камеръ, какими снабжаются котлы предыдущей группы. Поэтому водогрѣйныя трубы, закрѣпленныя только на переднемъ своемъ концѣ, могутъ расширяться свободнѣе разваликованныхъ 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° въ Калькѣ строить также котлы съ циркуляционными трубками, какіе представлены на рис. 163—171. Водяная камера ставится наклонно, чтобы трубы, расположенные съ наклономъ около 10° , можно было вставлять въ трубную доску подъ прямымъ угломъ. Чтобы устранить выскакивание трубокъ, закрѣпляемыхъ при помощи конической оправки, онѣ удерживаются въ своемъ положеніи стальными

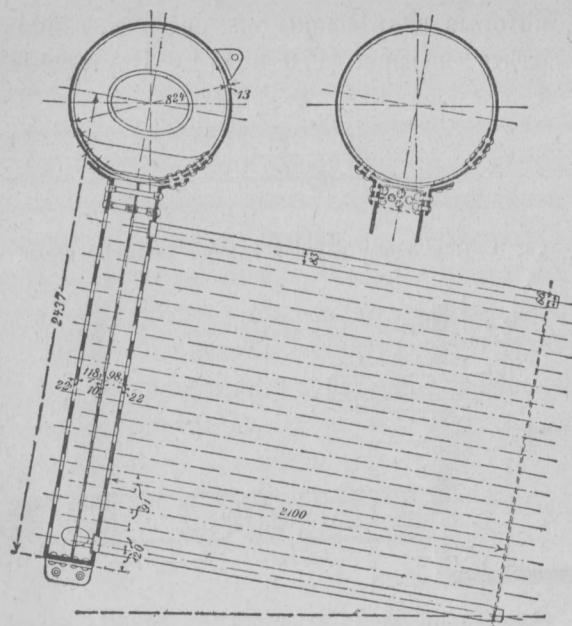


Рис. 163 и 164. — Котель Вальтера; соединение паросушителя съ водяной камерой.

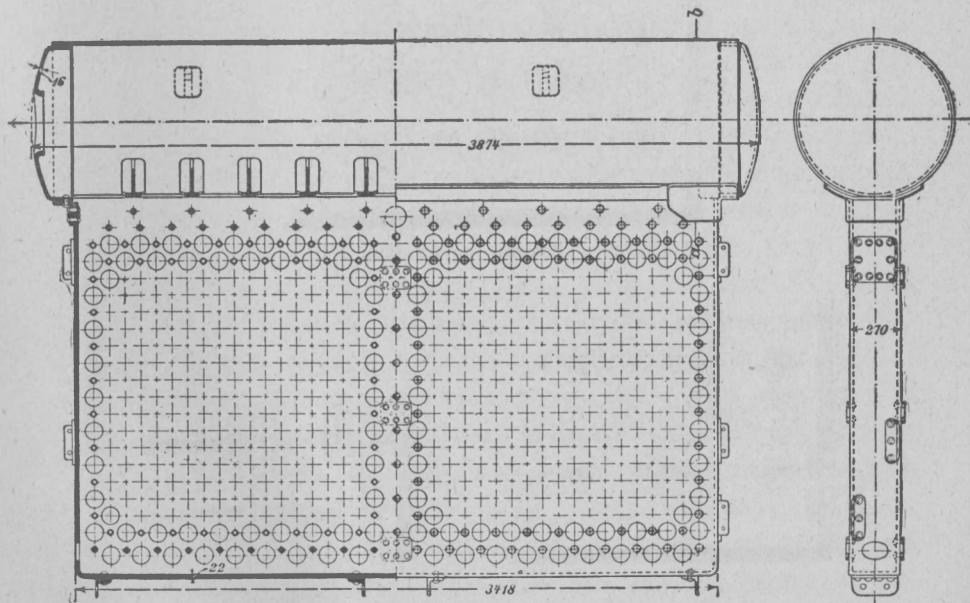


Рис. 165 и 166. — Котель Вальтера. Паросушитель и водяная камера.

Буслей. Судовые водотрубные котлы.

накладками, которые закрѣплены на связяхъ гайками, какъ это можно видѣть на рис. 170 и 171. Внутреннія трубы

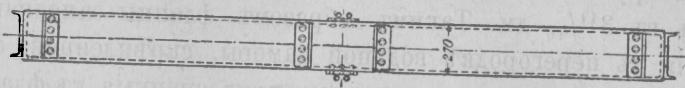


Рис. 167. — Видъ снизу водяной камеры котла Вальтера.

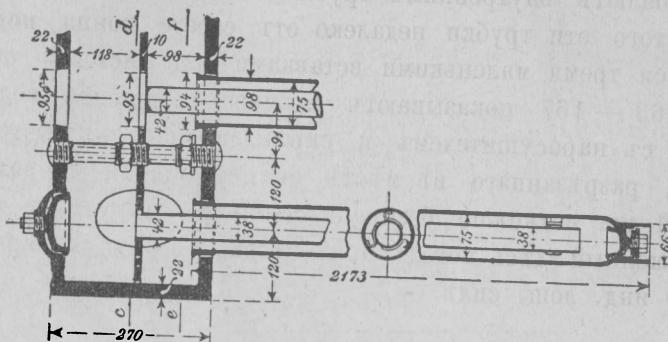


Рис. 168. — Водяная камера и трубы котла Вальтера.

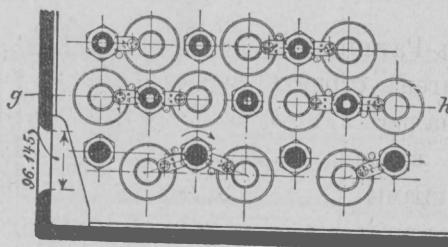


Рис. 169. — Разрѣзъ по *cd*, рис. 168.

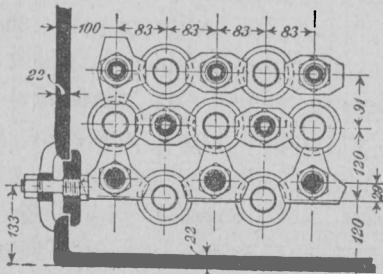


Рис. 170

Разрѣзъ по *ef*, рис. 168

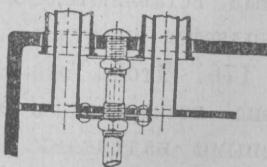


Рис. 171.

Разрѣзъ по gh , рис. 169.

снабжены на своемъ концѣ фланцемъ въ $3\frac{3}{4}$ дм. діаметромъ, чтобы, вынувъ эти трубки, можно было также вынуть и водогрейные трубы, вставленные на конусъ съ наибольшимъ діаметромъ въ $3\frac{11}{16}$ дм. Такимъ образомъ фланцы заполняютъ отверстія въ перегородкѣ водяной камеры, скрѣпленной связями. Небольшія стальныя накладки, приклепанныя къ фланцу и прижимаемыя гайками на связяхъ къ перегородкѣ (рис. 169), не позволяютъ внутреннимъ трубкамъ 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, разрѣзанного въ мѣстѣ его соединенія съ водяной камерой для возможно безпрепятственной циркуляціи воды. Изображенный здѣсь котель 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 изображенного 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 прикреплена къ желѣзной рамѣ, которая вмѣстѣ съ тѣмъ служитъ основаниемъ для дымоходовъ. Для закупориванія заднихъ концовъ трубокъ служатъ пустотѣлые коническая пробки, которые вставляются въ коническое гнѣздо въ трубкахъ и закрѣпляются 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 трубныхъ доскахъ трубы вставляются не подъ прямымъ угломъ, какъ во всѣхъ описан-

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

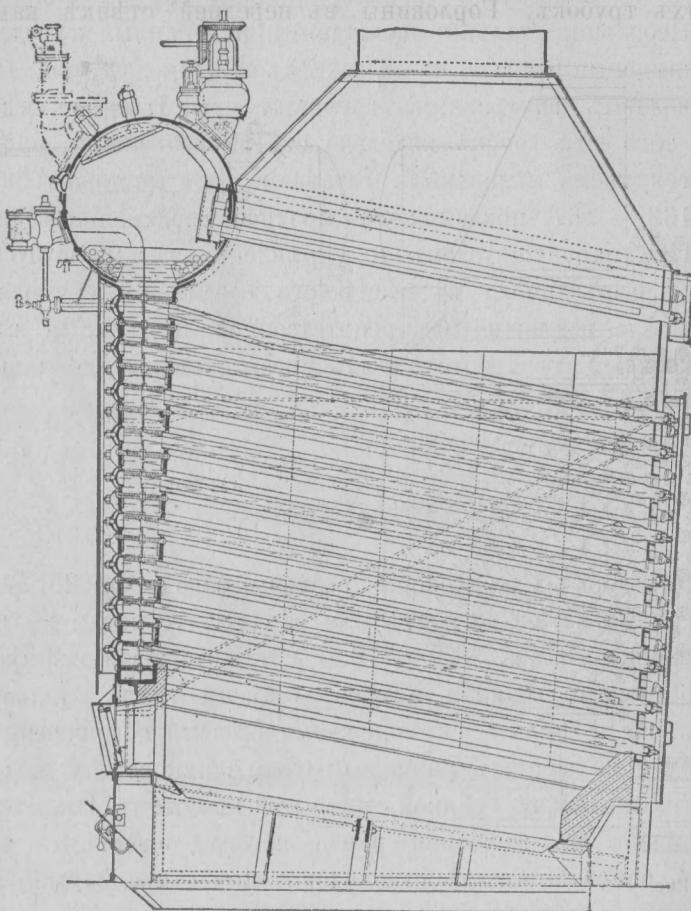


Рис. 172.

Котель Дюрра.

трубной доскѣ. Дюрръ примѣняетъ такое довольно дорогое устройство съ тою цѣлью, чтобы не ставить наклонно свои водяные 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

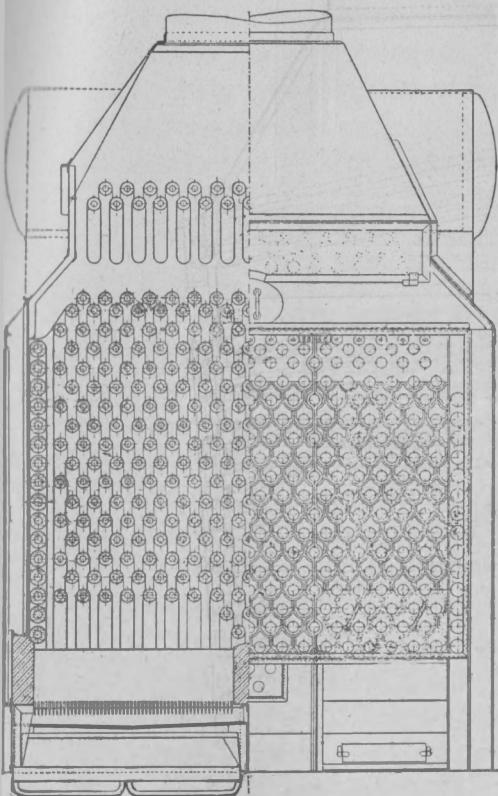


Рис. 173.

Котель Дюрра.

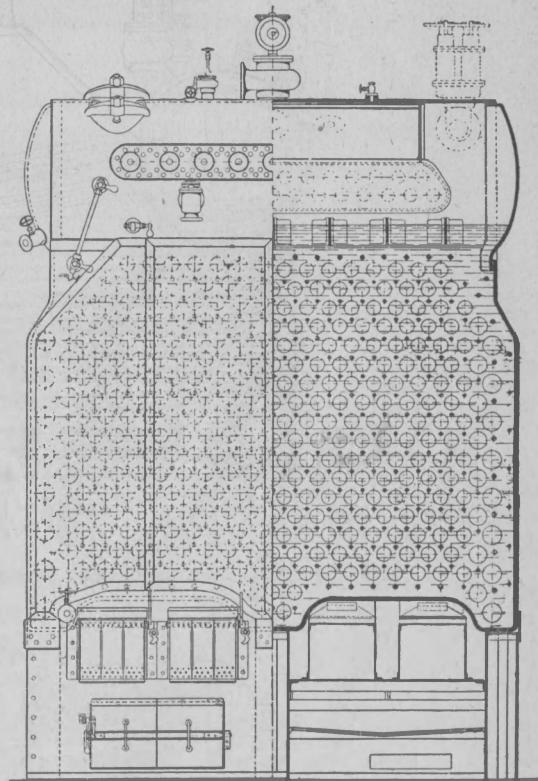


Рис. 174.

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

Съ водяной камерой соединяется паросушитель. Вставленные въ него водогрѣйные трубы служатъ для сушки пара.

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

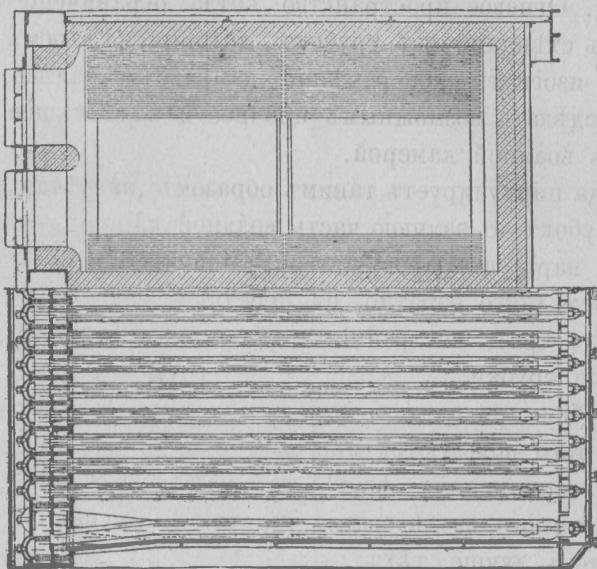


Рис. 175.

Котель Дюрра (горизонтальная съченія).

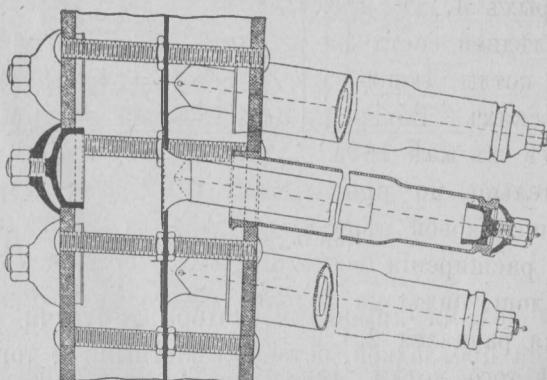


Рис. 176.

Водяная камера и трубы 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 поперемѣнно 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 трубы поступаетъ опять въ водогрѣйныя трубы.

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

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

Этотъ котель, 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 содержать воды въ три раза больше бельвилевскихъ. Во время 6-часовой пробы при форсированномъ ходѣ въ маѣ 1894 г. котель работалъ довольно удовлетворительно, но при сожиганіи 24 фунт. угля на 1 кв. футѣ колосниковой решетки въ часъ онъ развилъ въ машинѣ тройного 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 диаметръ водогрѣйныхъ трубокъ уменьшенъ съ $4\frac{1}{2}$ дм. до $3\frac{1}{4}$ дм., а разстояніе между ихъ центрами съ $9\frac{1}{8}$ 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. Скрепленія, какія требуются при этомъ для паросушки

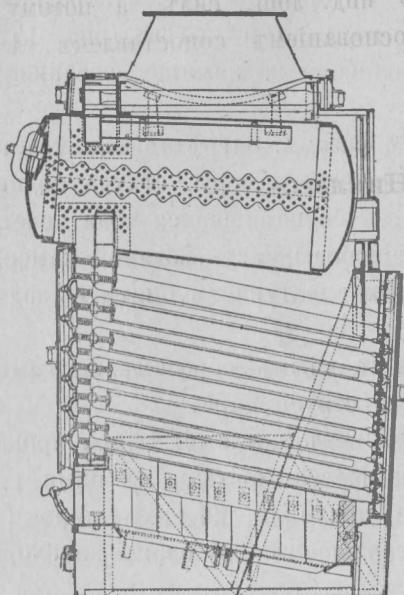


Рис. 177.

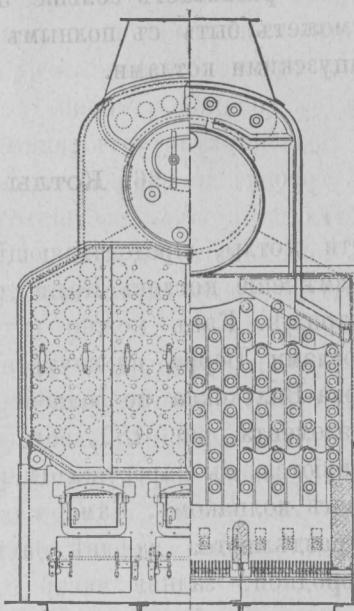


Рис. 178.

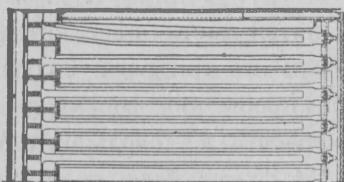


Рис. 179.

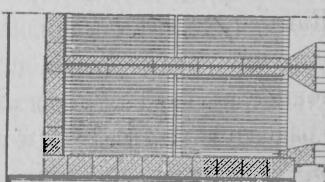


Рис. 180.

Котелъ Дюрра старого образца.

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

а поверхность нагрева — 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 сожиганіи 48 фунт. угля на 1 кв. футъ колосниковой решетки 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 каждого элемента, рис. 182, водянымъ камерамъ. Послѣднія всѣ соединяются съ паросушителемъ, который снабженъ еще на серединѣ колпакомъ. Камеры выдѣланы изъ ковкаго чугуна. Онъ раздѣляются на двѣ части отлитой за одно съ ними перегородкой; задняя часть служить для перехода нагрѣтой воды и выдѣляющагося изъ нея пара въ паросушитель, а по передней проходитъ обратно изъ послѣдняго неиспарившися вода (рис. 183).

Какъ чрезъ двѣ стѣнки водяныхъ камеръ, такъ и чрезъ перегородку просверливается для каждой трубы отверстіе, рис. 184, наклонное къ трубной стѣнкѣ. Въ наружныхъ стѣнкахъ отверстія разсверливаются на конусъ и притомъ наиболѣшій діаметръ задняго конического отверстія точно соотвѣтствуетъ наименьшему діаметру передняго отверстія. Какъ и въ котлахъ Дюрра, трубы вставляются въ трубные доски съ нѣкоторымъ наклономъ; на заднемъ концѣ онъ съуживаются 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 трубные доски особыми надѣлками изъ ковкаго чугуна, рис. 185 и 187, которыя

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

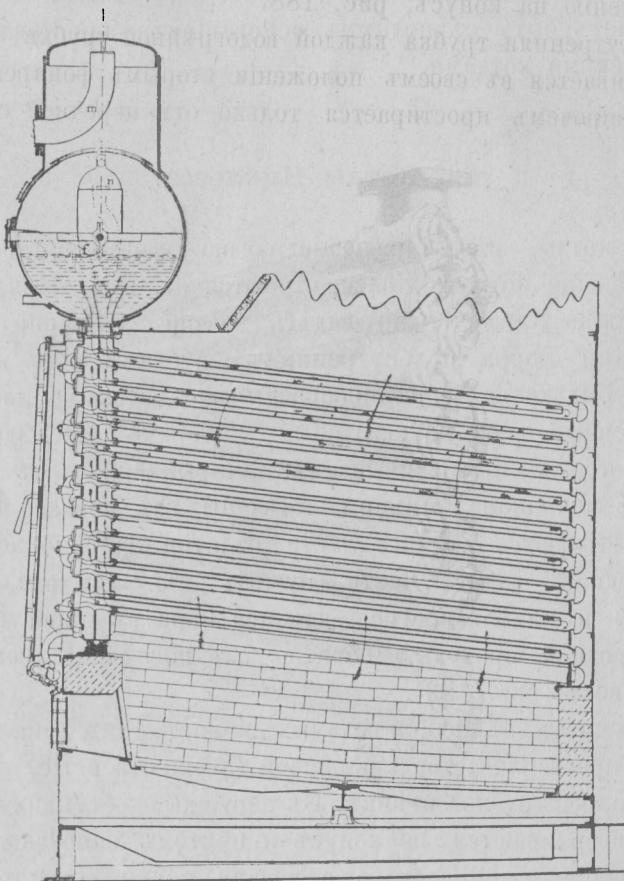


Рис. 181.

Котелъ 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

циркуляции воды, рис. 187. Трубки навинчиваются на тонкие концы у приточенныхъ корпусовъ фонарей такимъ образомъ, чтобы стыкъ приходился точно на серединѣ поперечного съченія трубной доски и поддерживался бы плотнымъ благодаря соединенію на конусъ, рис. 188.

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

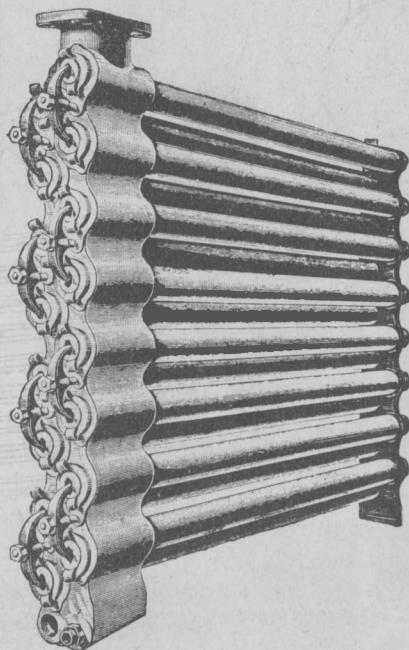


Рис. 182.

Элементъ котла Никлосса.

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

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

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

Патрубокъ для соединенія водяной камеры съ паросушите-

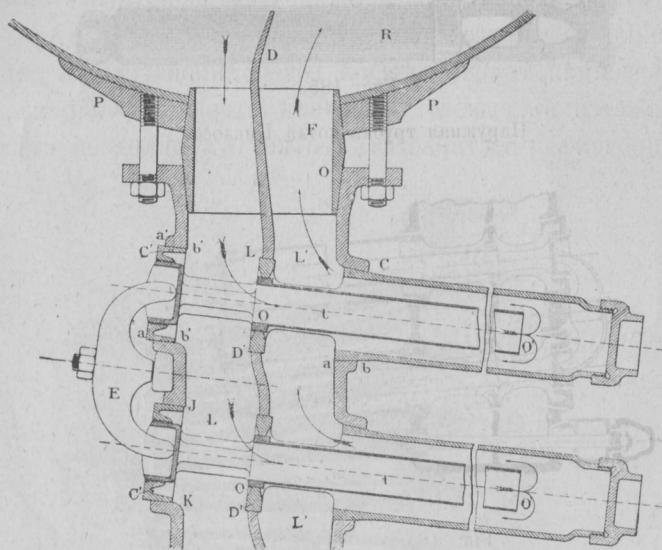


Рис. 183.

Водяная камера котла Никлосса, ея верхняя часть.

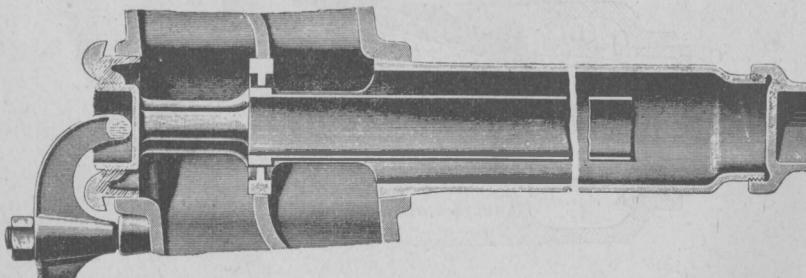


Рис. 184.

Способъ вставления 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 отдѣльный водяный

камеры соединяются трубой, чтобы можно было продувать котелъ. Питательная вода поступаетъ въ паросушитель по трубкѣ *AK*, рис. 192, въ особое его отдѣленіе, въ которомъ



Рис. 185.

Наружная трубка котла Никлосса.

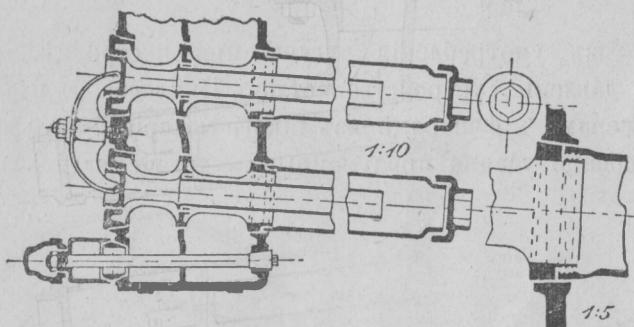


Рис. 186.

Рис. 188.

Нижняя часть водяной камеры.

Соединеніе наружной трубки съ ѿнаремъ.

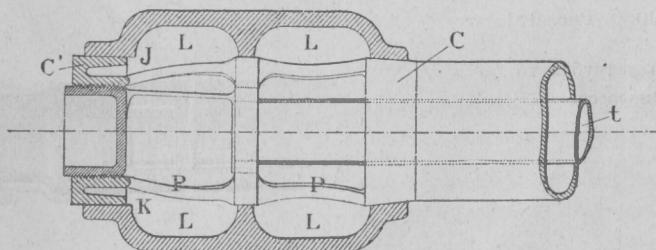


Рис. 187.

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 Германии фирмы, пріобрѣвшія себѣ извѣстность въ этой области, не желають гарантировать для своего ковкаго 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 материала нельзя признать особенно удачно придуманнымъ, хотя слѣдуетъ приба-

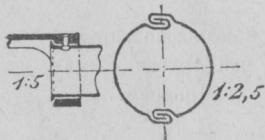


Рис. 190. Рис. 191.

Внутренняя трубка котла
Никлосса.

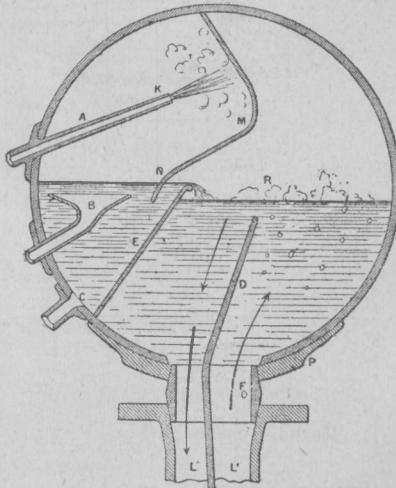


Рис. 192.

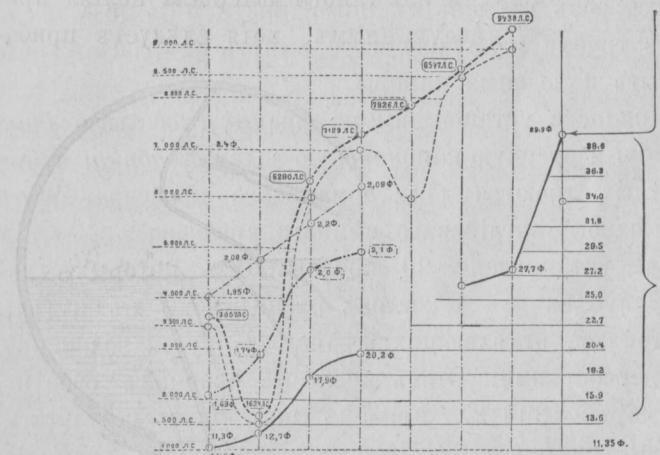
Паросушитель котла Никлосса.

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 видѣль я самъ, выполняется очень чисто и тщательно, такъ же, какъ и кропотливо точная котельная ра-

бота надъ божухами, кирпичная кладка въ топкахъ и пр., дѣлаетъ котлы довольно дорогими.

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

Время.	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. { — — — предполагаемы заранѣе
{ — — — дѣйствительно полученные

Расходъ угля на 1 инд. { — · — · — предполагаемый заранѣе
л. с. въ част. { — · — · — действительно полученный

Рис. 193. — Пробы крейсера *Friant*.

ниe ряды трубокъ, какъ и въ бельвилевскихъ котлахъ, что однако можно устранить вѣroятно введеніемъ трубокъ Серва, какъ и въ котлахъ Лаграфеля-д'Аллеста. Внутреннія трубки не подпerteы, что впрочемъ и не нужно, потому что во время дѣйствія онъ подвергаются непрерывному сотрясенію.

При неравномѣрномъ отоплѣніи 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 устраниться съ передней стороны котла; кромѣ того трубы боятся оттуда же струей пара чрезъ промежутки между водяными камерами, начиная съ верхнихъ рядовъ.

Когда котлы Никлосса пытаются 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 трубы, то лучше всего вынуть ихъ вонъ и тогда можно промыть и водяныя камеры.

Котлы Никлосса установлены на французское аviso *Elan*, крейсеръ *Friant* и русскую канонерскую лодку *Храбрый*; кромѣ того эти котлы строются 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 сожиганіи 29 фунт. угля въ часъ на 1 кв. футѣ колосниковой решетки. При этомъ расходъ угля составляетъ 2,2 фунт. на 1 инд. л. силу въ часъ. При сожиганіи 21 фунта угля на 1 кв. ф. колосниковой решетки въ часъ машины развили 7 189 инд. л. силъ при расходѣ угля 2,1 фунт. на 1 инд. л. силу, т. е. все еще большомъ сравнительно съ цилиндрическими котлами. При наиболѣе умѣренномъ отоплѣніи котловъ, когда сожигалось 12 фунт. угля въ часъ на 1 кв. ф. колосниковой решетки, 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 $1\frac{1}{2}$ фунт. При наиболѣе сильномъ форси-

рованіи сожигалось въ часъ 42 фун. угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки безъ вдуванія сжатаго воздуха поверхъ колосниковъ, на что строители котловъ указываютъ, противуноставляя свои котлы бельвилевскимъ въ этомъ отношеніи. При наибольшемъ форсированіи были въ дѣйствіи только двѣ заднія группы котловъ, причемъ получили 6 842 инд. лош. с. При этомъ двѣ группы работали съ различной степенью форсированія: одна развивала всего 15,5 инд. лош. 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 дѣйствіи.

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 превзошли наибольшую продуктивность, какая получена до сихъ поръ съ шотландскими котлами. Вѣсъ воды въ котлахъ равняется 47 т., т. е. составляетъ около $\frac{1}{7}$ 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 обстоятельный испытанія парообразовательной способности котловъ Никлосса, причемъ оказалось, что при сожиганіи $15\frac{1}{2}$ фун. угля на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки въ часъ 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 испанского крейсера *Cristobal Colon*, гдѣ установлены 24 котла Никлосса, расходъ угля получился около 1,8 фун. на 1 инд. л. с. въ часъ, т. е. больше, чѣмъ въ бельвилевскихъ котлахъ. Здѣсь, вѣроятно для уменьшенія вѣса, котлы соединены попарно общимъ паросушилителемъ, который, надо полагать, имѣеть довольно большой диаметръ, — это уже регрессъ для водотрубныхъ котловъ.

Вообще можно замѣтить, что котлы Никлосса, представляясь неблагонадежными вслѣдствіе слишкомъ большого при-
мѣненія въ нихъ такого ненадежнаго материала, какъ ковкій
чугунъ (на водяные камеры довольно сложной формы и боль-
шихъ 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 возможной 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 содержать очень мало воды, находящейся всегда въ сильной циркуляціи; это единственные котлы, обнаружившіе на пробахъ такую продуктивность, какой не могли достичь до сихъ поръ ни съ какимъ другимъ типомъ котловъ. Наоборотъ, всѣ они представляютъ затрудненіе въ большей или меньшей степени относительно осмотра, чистки и перемѣнъ поврежденныхъ трубокъ.

27. Котлы Дю-Тампля.

Типъ котловъ, какіе строятся компанией 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 серединѣ паросушителя съ колпакомъ и двухъ нижнихъ расположенныхъ по бокамъ водяныхъ ящиковъ или коллекторовъ; отъ нихъ идутъ вверхъ трубы къ паросушителю, который бываетъ на половину наполненъ водой. Стальныя трубы съ наружнымъ діаметромъ въ 1 дм. образуютъ, по четыре, почти параллельную между собою

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

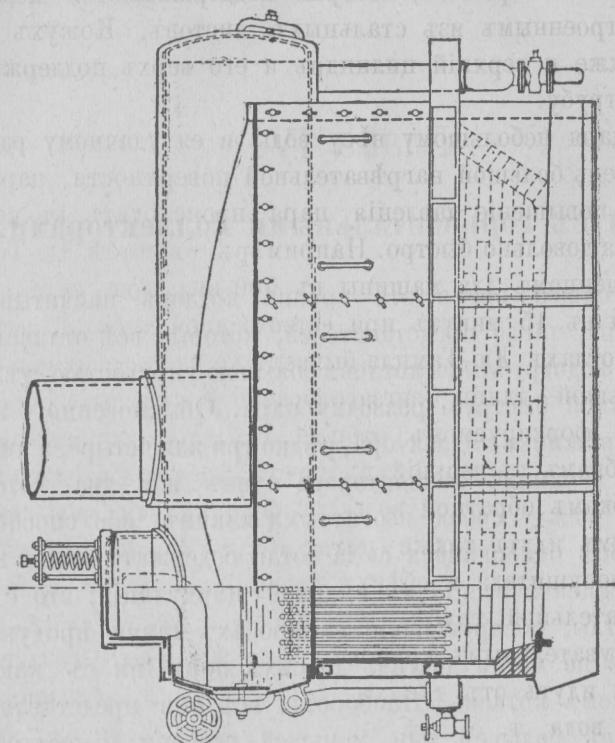


Рис. 195.

Первоначальная форма котловъ Дю-Тампли.

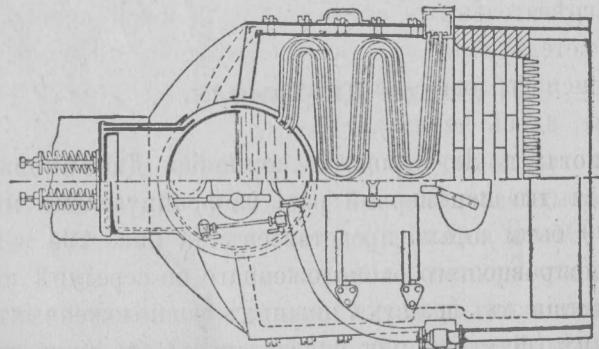


Рис. 194.

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-Тампль 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 раздѣлению по очень большой нагревательной поверхности, парообразование и повышение давления пара происходитъ въ котлахъ Дю-Тампля довольно быстро. Напримѣръ, въ котлѣ Дю-Тампля, предназначенномъ для машины въ 500 инд. лоп. 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 форсированномъ отоплѣніи. Вода, попадающая по этимъ трубкамъ въ верхній цилиндръ, возвращается по переднимъ трубкамъ обратной воды въ боковыя водяныя коробки, къ которымъ идутъ также нитательныя трубы. На заднемъ концѣ паросушителя и обѣихъ водяныхъ коробокъ поставлено по продувательной трубѣ, которая всѣ соединяется съ однимъ продувательнымъ краномъ. Такъ какъ эти продувательныя трубы идутъ отъ такихъ частей, где находится самая спокойная вода, т. е. где могутъ осаждаться нечистоты, то послѣднія не трудно удалять изъ котла, а образованія осадковъ на нагревательныхъ 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 специальные журналы утверждали, что котель 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 исправлений 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

Рис. 196.

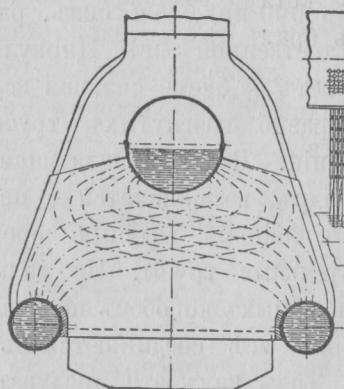


Рис. 198.

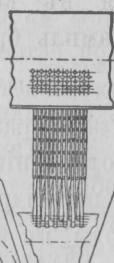
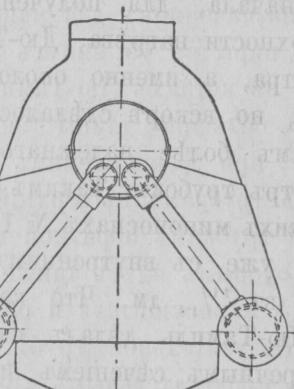


Рис. 197.



Котель Дю-Тампля съ перекрещивающимися трубками.

выходящія изъ лѣваго нижняго коллектора вставляются въ верхній коллекторъ справа. Ихъ расположение 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, которыхъ должны быть распределены на большихъ судахъ въ качествѣ минныхъ катеровъ.

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

На эти опыты онъ пожертвовалъ все свое состояніе, но его аэропланъ успѣхъ не имѣлъ и теперь забытъ, тогда какъ выработанный для него котель пережилъ своего изобрѣтателя и послужилъ прототипомъ для цѣлаго ряда другихъ системъ котловъ разматриваемой 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 нагрева, Дю-Тампль бралъ трубки очень малаго діаметра, а именно около $\frac{3}{8}$ дм., съ очень тонкими стѣнками, но вскорѣ сдѣлалось очевиднымъ, что для обеспеченія 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 котель, 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 пузирьки пара, образуя скопленія, известныя подъ названіемъ *паровыхъ камеръ* и опасныя въ отношеніи прогоранія 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 сопровождались непрерывнымъ рядомъ поврежденій послѣднихъ, что указывало на безусловную необходимость усовершенствованій въ ихъ устройствѣ; поврежде-

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

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

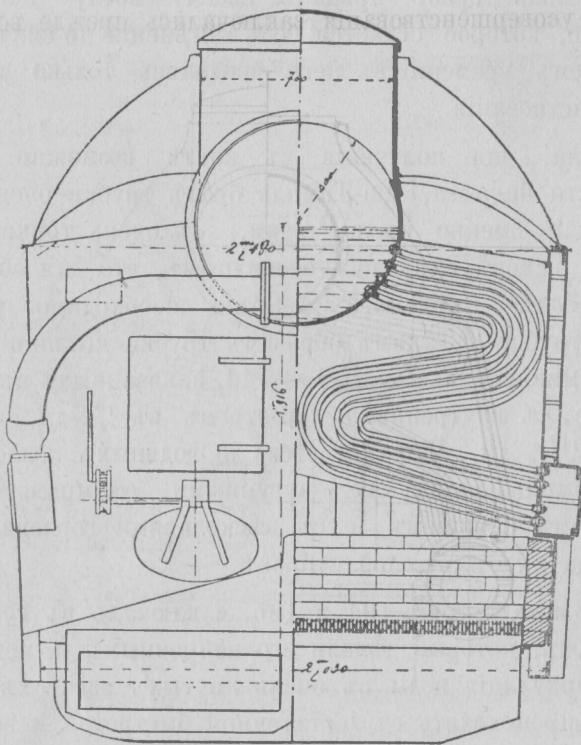


Рис. 199.

Котелъ Дю-Тампля.

падали въ дымовыя трубы при форсированной тягѣ еще при высокой температурѣ, загорались въ нихъ и изъ дымовыхъ трубъ выбрасывались цѣлые снопы пламени. Во всякомъ случаѣ, какъ въ этомъ отношеніи, такъ и въ отношеніи полезнаго дѣйствія, котлы Дю-Тампля были не хуже локомотивныхъ, зимнененныхъ 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 которого впослѣствии была заимствована и фирмой Дю-Тампля.

Эти усовершенствованія заключались прежде всего въ по-

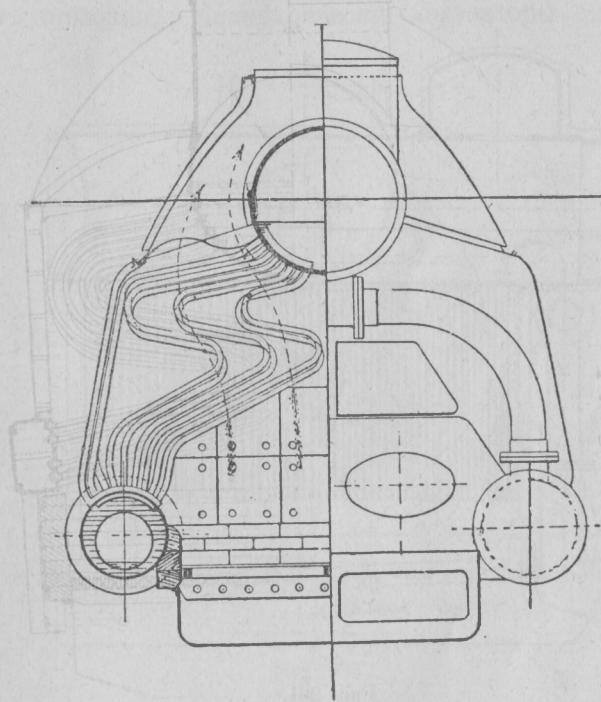


Рис. 200.

Котелъ 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 трубы большаго, но не одинакового по длини 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 такія трубы неодинакового 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 одинакового діаметра въ $1\frac{3}{8}$ дм.

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

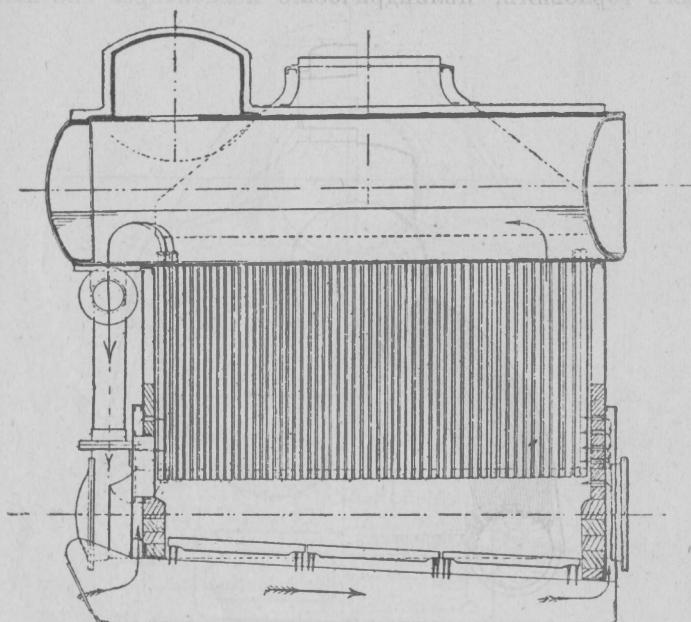


Рис. 201.

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 четырехугольныхъ 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. Вмѣсто нѣсколькихъ боковыхъ горловинъ, цилиндрические коллекторы снабжаются

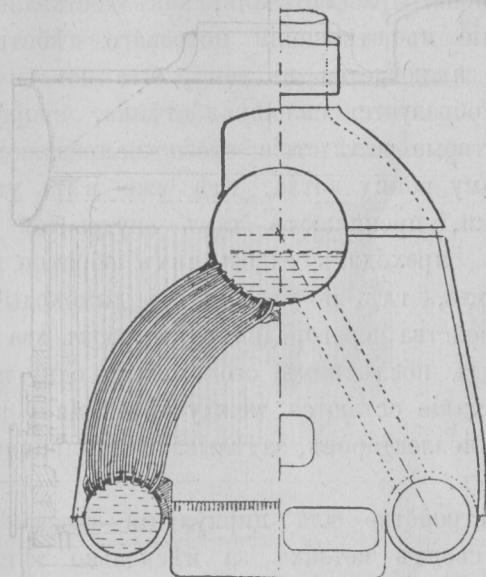


Рис. 202.

Новѣйшая форма котловъ Дю-Тампли (типъ Дю-Тампли-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 равномѣрнаго нагреванія 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 трубы въ котлѣ расположены такимъ образомъ, что горячіе газы проходятъ чрезъ батареи трубокъ въ продольномъ направлении, 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 Норманъ примѣнилъ въ своихъ котлахъ за нѣсколько лѣтъ раньше фирмы Дю-Тампля, но это изобрѣтеніе принадлежитъ, кажется, инженеру-механику Гюйо, а потому новѣйшая форма котловъ Дю-Тампля известна подъ названіемъ котловъ Дю-Тампля-Гюйо. Въ концѣ 1896 г. заказаны были для двухъ французскихъ миноносцевъ котлы этой формы и слѣдующихъ размѣровъ: поверхность нагрева 1130 кв. ф., площадь колосниковой решетки $24\frac{1}{2}$ 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-

собъ 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 отверстія; въ этомъ заключается важное преимущество такого устройства, но оно представляетъ то неудобство, что въ стѣнкахъ коллекторовъ приходится дѣлать большія отверстія и разставлять трубки на большия промежутки, не говоря уже объ ослабленіи концовъ трубокъ нарѣзкой. Достоинство такой системы закрѣпленія наглядно выказалось при аваріи на французскомъ

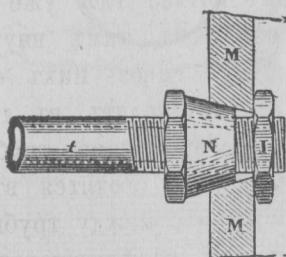


Рис. 203.

Способъ закрѣпленія трубокъ въ котлѣ Дю-Тампли.

миноносцѣ *Chevalier* въ 1894 г.: вслѣдствіе упущенной изъ котла воды, стѣнки его паросушителя подверглись постоянному расширенію въ томъ мѣстѣ, где вставлены трубки и съ одной только стороны, такъ что образовалось продольное выпучиваніе довольно значительной высоты; всѣ отверстія для трубокъ сдѣлялись овальными съ большой 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-Тампли 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, — вѣдѣ отдаютъ 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

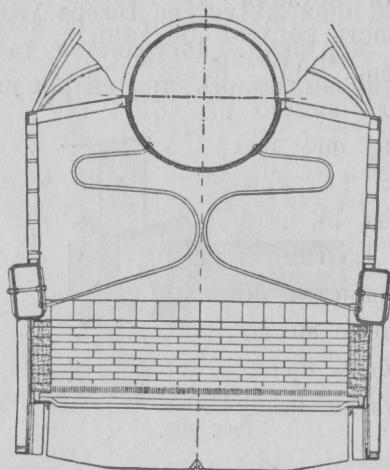


Рис. 204.

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 такие 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 также самая. Вмѣстѣ

съ тѣмъ онъ расположилъ нижнюю часть трубокъ круче, затѣмъ изогнуль ее по дугѣ большаго радиуса и тѣмъ облегчилъ подниманіе пузырьковъ пара. Отношеніе диаметра трубокъ къ длины, 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 *Flibuslier*, *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, изображенныя на рис. 205 и 206. Паросушитель, снабженный колпакомъ, соединяется съ двумя нижними коллекторами большими числомъ трубокъ, вставленныхъ въ него снизу и сверху уровня воды; эти трубы прежде были мѣдныя или латунныя, а теперь берутся стальныя. Отъ паросушителя, въ который вводится питательная вода, идуть на заднемъ и переднемъ концѣ котла по двѣ болыниихъ трубы къ нижнимъ коллекторамъ, которые служатъ для послѣднихъ

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

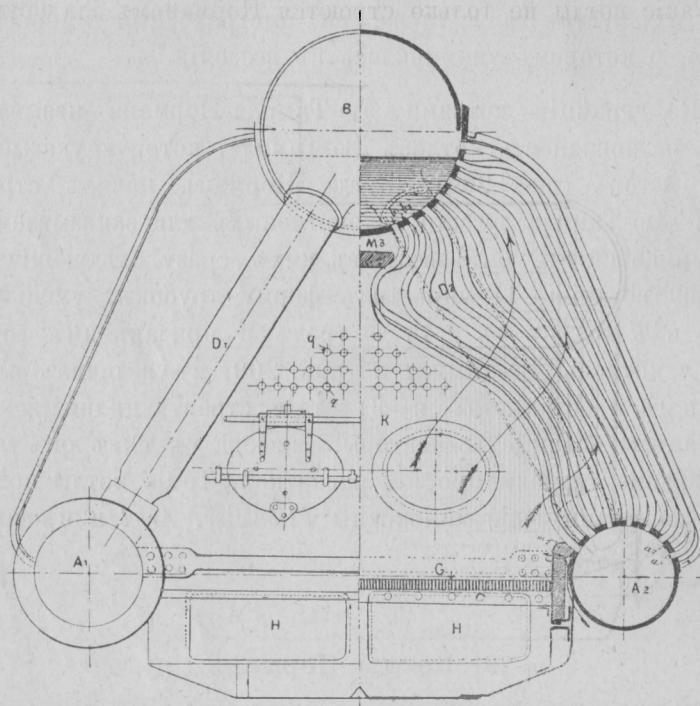


Рис. 205.

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, расположеннымъи 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 маленькия отверстія, сдѣланныя снизу въ отдаляющихъ перегородкахъ.

Такіе котлы не только строются Норманомъ для француз-

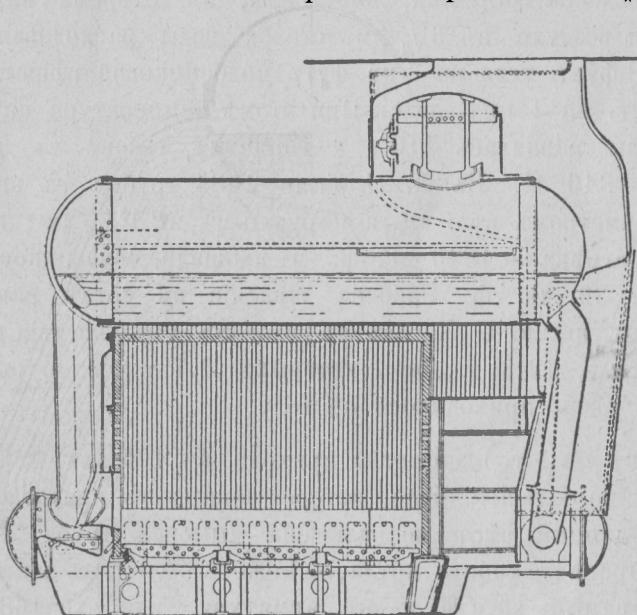


Рис. 206.

Котель Нормана.

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

Норманъ всегда снабжаетъ свои котлы подогрѣвателемъ 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, которые 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 давлениі воздуха въ $3\frac{1}{2}$ дм. столба воды расходовалось въ часъ 78 фунт. угля на 1 кв. футъ колосниковой решетки 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 диаметромъ въ 1 дм. и наружнымъ въ $1\frac{3}{16}$ дм.; поверхность нагрева — 1840 кв. ф. и площадь колосниковой решетки — 39 кв. ф. Рабочее давление 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 $\frac{1}{5}$ полнаго 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 самій 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 решетки 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 решетокъ 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 определить нельзя. Если принять

здесь 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 следовательно котелъ Нормана принадлежитъ къ числу самыхъ производительныхъ современныхъ водотрубныхъ котловъ.

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

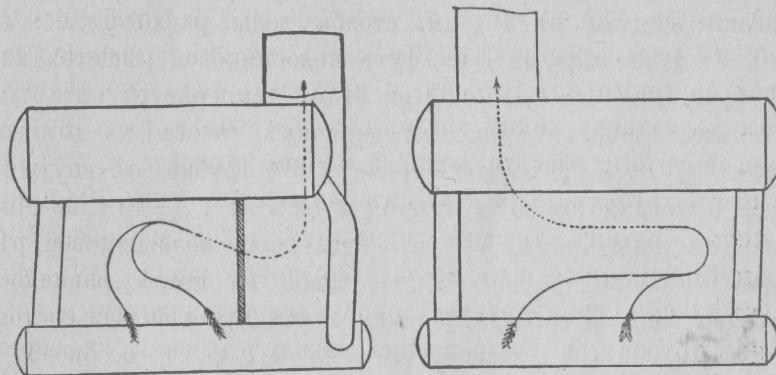


Рис. 207.

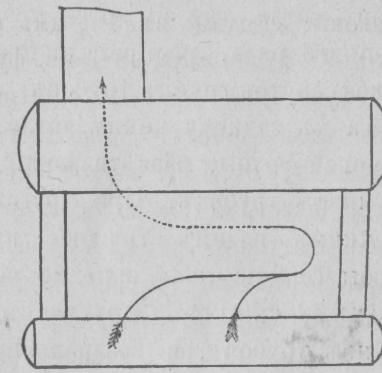


Рис. 208.

Две 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 рядомъ трубокъ придается нѣкоторая кривизна въ верхнѣй 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 движение, примѣня для этого одно изъ двухъ устройствъ, которые 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 горячие 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 внутренняго ряда, распредѣляются здѣсь на обѣ стороны, проникая внутрь группъ трубокъ, и проходить между послѣдними снова къ заднему концу котла, гдѣ и уходятъ въ дымоходъ дымовой трубы, развѣтвляющейся на два отростка къ обѣимъ группамъ трубокъ. При другомъ устройствѣ, рис. 208, внутреннимъ рядамъ трубокъ придается такое расположение, чтобы горячие 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 топочная 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 равномѣрное нагреваніе трубокъ.

Трубы закрѣпляются въ стѣнкахъ коллекторовъ раскаткой. Употребляютъ цѣльно-тянутыя трубы изъ мягкой стали

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

Нормановскіе котлы, которые въ послѣднее время начи-наютъ замѣтно вытѣснять изъ употребленія котлы Дю-Тампля, поставлены на большомъ числѣ французскихъ миноносцевъ, на нашемъ минномъ крейсерѣ *Абрекъ* и заказаны для нѣсколь-кихъ нашихъ миноносцевъ. Главныя данныя для этихъ котловъ (рис. 207) на *Forban* таковы: площадь колосниковой решетки 44 кв. ф., поверхность нагрева 2314 кв. ф., наружный диаметръ 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., сожигали около 64 англ. фунт. угля на 1 кв. ф. колос-никовой решетки въ часъ, причемъ получили около 50 инд. л. с. на 1 кв. ф. решетки, 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 решетокъ равняется 350 кв. ф., поверхность нагрева 15800 кв. ф.; трубы сталь-ныя, цѣльно-тянутыя, цинкованныя снаружи, какъ и во всѣхъ нормановскихъ котлахъ англійской постройки; рабочее дав-леніе пара въ котлахъ 300 фунт., а въ машинахъ оно умень-шается 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 минный азвоз *Dunois* и *La Hire* въ 896 т. водоизмѣщенія, т. е. когда надо устанавливать котлы группами, онъ видоизмѣнилъ 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 широ-

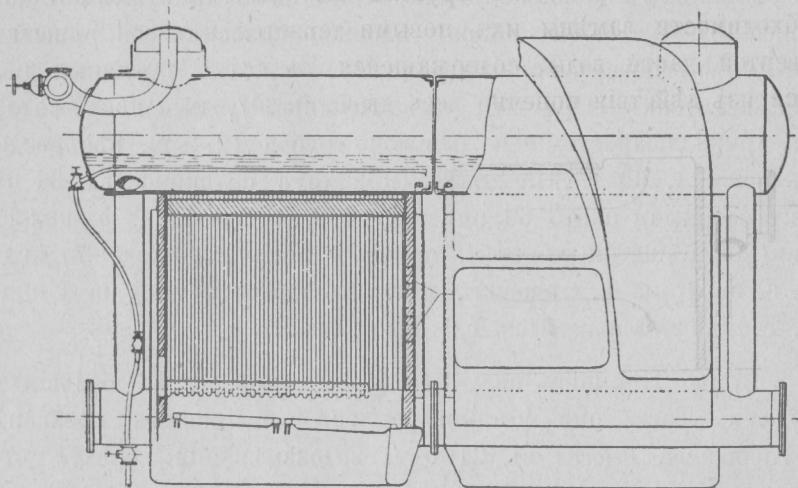


Рис. 209.

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 распределеніе питательной воды. Если съ одной помпой соединяются нѣсколько котловъ, то помпа подаетъ воду всегда въ котелъ 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 котелъ, но

питательная вода доставляется имъ отдельно, чтобы надежнѣе поддерживалось равномѣрное 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 длины, а водяные 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

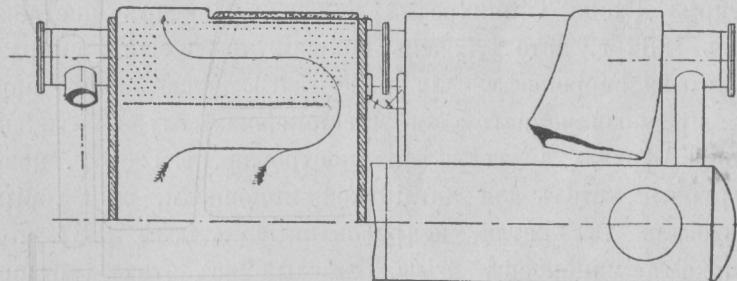


Рис. 210.

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 поддерживанія правильного уровня воды на качкѣ.

Основныя данныя относительно котловъ Нормана-Сигоди для упомянутаго выше крейсера *Jeanne-d'Arc* таковы: — Давленіе пара — 245 фунт. на кв. дм., число котловъ — 13, площасть колосниковыхъ решетокъ 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., *Chateaurenault* — 24000 инд. л. с., *Dupeit-Thouars*, *Gueydon* и неимѣющій еще названія — по 20000 инд. л. с., минные крейсеры *Dunois* и *La Hire* по 6400 инд. л. с., минные авиго *Durandal* и *Hallebarde* — по 4800 инд. л. с. *

31. Котлы Торникрофта.

Фирма Джона Торникрофта и К° въ Чисвикѣ построила еще въ 1882 г. котель, очень похожій на прежній спиральный котель Геррепшофа, для маленькаго плоскодоннаго парохода, предназначеннаго для миссіонерской службы во внутренней Африкѣ, а затѣмъ она построила въ 1886 г. новый водотрубный котель для англійской миноноски, за которымъ послѣдовали два котла, испробованные въ юлѣ 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, — отдѣляя отъ пара увлеченную съ нимъ воду, онъ не долженъ подвергаться непосредственному дѣйствію горя-

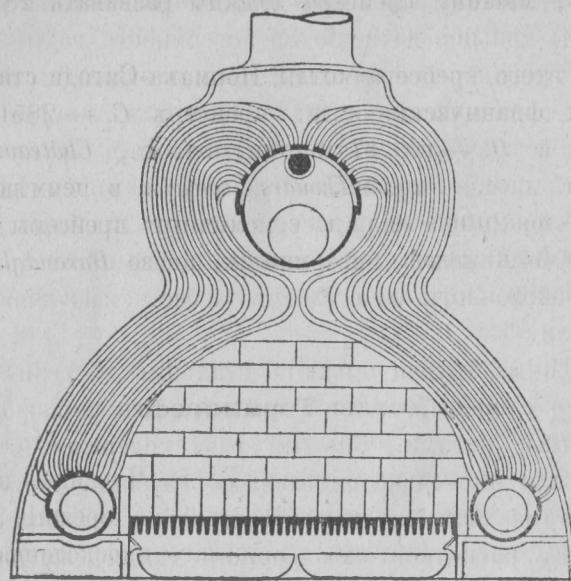


Рис. 211.

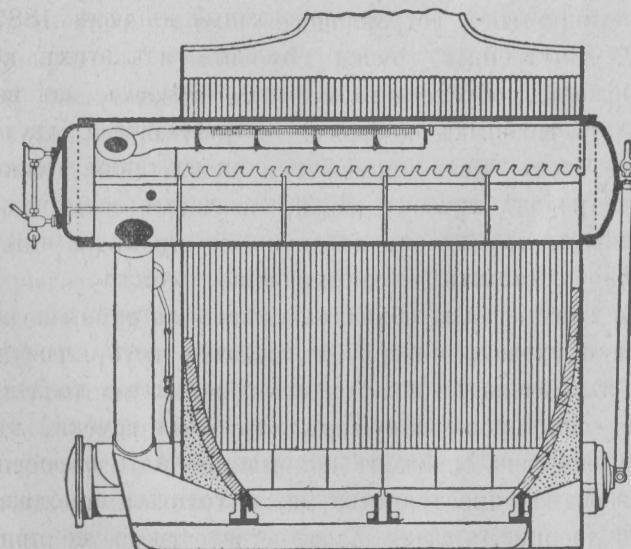


Рис. 212.

Первый типъ котловъ Торникрофта.

чихъ газовъ, потому что иначе происходящее тамъ испарение вызывало бы сильное волненіе на поверхности воды. Для этой цѣли всѣ трубы своей верхней частьюгибаютъ паросушитель, какъ показываетъ рис. 211. Такъ какъ внутренніе ряды трубокъ съ обѣихъ сторонъ плотно подходятъ другъ къ другу въ серединѣ котла, то онъ образуютъ какъ бы нѣбо надъ топкой 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 стальныя и, если смотрѣть на нихъ со стороны, то онъ оказывается расположеннымъ вертикальными рядами. Каждый рядъ содержитъ съ каждой стороны котла нѣсколько отдѣльныхъ трубокъ, вставленныхъ въ котелъ въ шахматномъ порядке, причемъ онъ закрѣпляются въ стѣнкахъ раскаткой ихъ концовъ такимъ же способомъ, какъ и дымогарныя трубы. Двѣ наружныя трубы каждого ряда сейчасъ же за мѣстомъ своего закрѣпленія изогнуты такимъ образомъ, что онъ прилегаютъ одна къ другой, образуя плотное прикрытие, устраняющее выходъ горячихъ газовъ внаружу. Внутреннія трубы сохраняютъ до паросушителя свое положеніе, обусловливаемое ихъ шахматнымъ расположениемъ въ трубныхъ доскахъ, и допускаютъ прохожденіе горячихъ газовъ чрезъ промежутки между ними. Число внутреннихъ рядовъ трубокъ можно измѣнить какъ угодно, — оно зависитъ 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 азбестового картона. Свободное пространство между трубками занято спереди топочной 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 вскипанию, но у котловъ рассматриваемой группы это случается рѣдко. Чѣмъ быстрѣе происходитъ само по себѣ парообразованіе 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 производить 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 производить непрерывную и очень сильную циркуляцію. Такъ какъ котлы съ особенно сильной циркуляціей имѣютъ стремленіе производить влажный паръ, то Торникрофтъ старается отдатьить 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 придется въ негодность, то надо выѣзжать всѣ крайнія трубки, находящіяся въ одномъ рядѣ съ нею, такъ что для перемѣны трубки всегда приходится опорожнивать и остуживать котелъ. Торникрофтъ утверждаетъ, что его котлы требуютъ мало исправленій, потому что онъ обладаетъ очень хорошей циркуляціей воды и большою упругостью, вслѣдствіе чего течь трубокъ случается рѣдко. Практика, кажется, подтверждаетъ это его мнѣніе, потому что до сихъ поръ течь и перегрѣваніе отдельныхъ трубокъ происходитъ не часто, хотя наблюдаются перегрѣваніе верхніхъ частей трубокъ при слишкомъ низкомъ уровнѣ воды.

Профессоръ Кеннеди испытывалъ паропроизводительность котла Торникрофта вышеописанного 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 котель обладаетъ полезнымъ дѣйствiемъ, равнымъ 0,87, — необычайно высокое число и мало вѣроятное, если принять въ разсчетъ результаты, полученные съ этими котлами на миноносцѣ *Cushing*. При послѣднихъ изслѣдованiяхъ, произведенныхъ Лорингомъ, бывшимъ инженеръ-механикомъ сѣверо-американскаго флота, въ самомъ выгодномъ случаѣ, при сожиганiи 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 горѣнiи по 78 фунт. угля на 1 кв. футъ колосниковой рѣшетки это число понижалось до 5,3 фунт. воды. Котель, надъ которымъ производились эти опыты, содержалъ 2 т. воды на 11 т. полнаго вѣса, т. е. вода составляла $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ вѣса котла. По даннымъ Торникрофта такие котлы при форсированныхъ пробахъ должны доставлять 68 инд. лош. силъ на 1 т. ихъ вѣса, что представляется очень преувеличеннымъ, судя по приводимымъ ниже официальнымъ даннымъ. Что въ нихъ можно разводить пары въ 15—20 минутъ, не опасаясь течи трубокъ отъ слишкомъ быстрого нагрѣванiя, это видѣлъ я самъ.

Эти котлы между прочимъ ставились не только на миноносцы англiйскаго, испанскаго, французскаго и сѣверо-американскаго флота, но и на большиe суда, какъ напримѣръ на англiйскiй минный крейсеръ *Speedy*, датскiй крейсеръ *Geyser*, а также на германскiй броненосецъ *Aegir*. Судя по такимъ примѣненiямъ, котлы должны давать удовлетворительные результаты. Особенно хороший 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 англiйскiй главный инженеръ-механикъ Дерстонъ сообщаетъ на засѣданiи 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 стальныя трубки ржавѣютъ гораздо легче прежнихъ желѣзныхъ трубокъ, то Торникрофтъ пробовалъ замѣтить ихъ мѣдными и латунными. Та и другая попытка, которая 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 стальныя 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 продолжительного бездѣйствія образуется водородъ, который, прійдя въ соприкасаніе съ неосторожнно введеннымъ въ него пламенемъ, воспламеняется и можетъ причинить опасность. Теперь внутреннее цинкованіе трубокъ оставлено.

Опаснѣе внутреннихъ разъѣданій трубокъ наружнаго оборожавленія, 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 помошью баненія паромъ, — часть ея всегда падаетъ внизъ и при бездѣйствіи котла, въ соединеніи съ сыростью отъ баненія трубокъ паромъ, особенно при нѣсколькоѣ сѣрнистомъ углѣ, образуется осадокъ, пристающій къ поверхностямъ нижнихъ частей трубокъ и сильно разъѣдающій ихъ.

Остальныя вліянія, вредно дѣйствующія на прочность котловъ, какъ напримѣръ образованіе жировыхъ кислотъ, предотвращаютъ уменьшеніемъ смазки цилиндровъ, введеніемъ фильтровъ въ линію питательныхъ трубъ, цинковыми пластинаами, введеніемъ соды и пр., точно также, какъ образованіе внутри трубокъ осадковъ, причиняющихъ прогораніе трубокъ, устраниютъ 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-

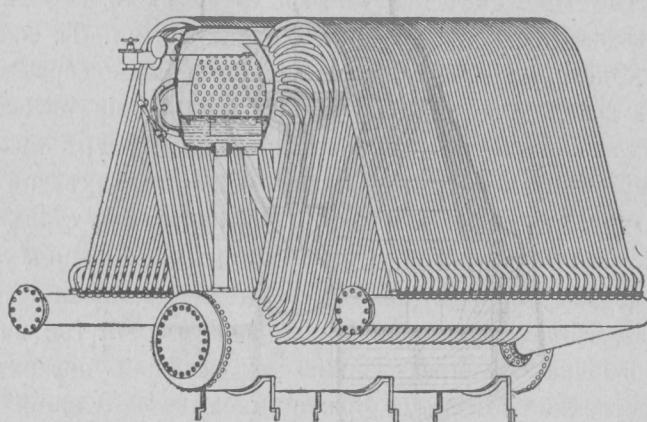


Рис. 213.

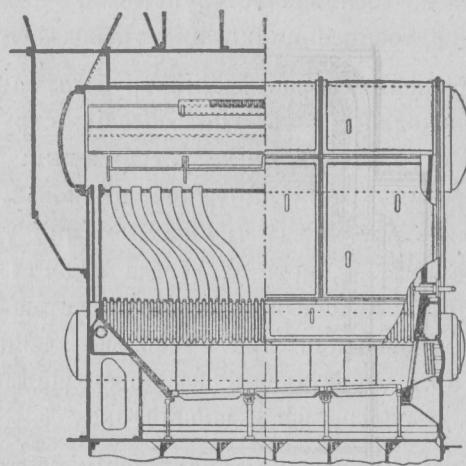


Рис. 214.

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 расположены рядъ толстыхъ S-образно изогнутыхъ трубокъ, рис. 214, которые замѣняютъ

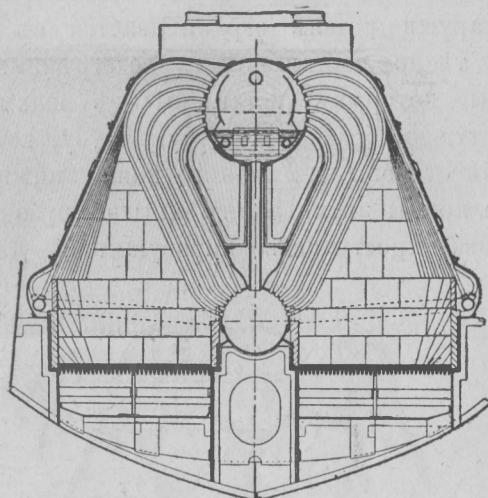


Рис. 215.

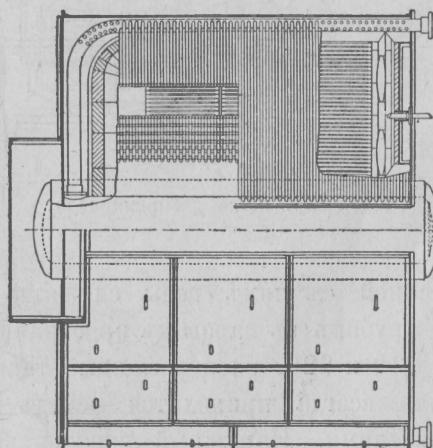


Рис. 216.

Второй типъ котловъ Торникрофта.

прежнія расположенные въ кожуха котла трубы обратной воды. Около нихъ съ обѣихъ сторонъ расположены водогрѣй-

Буслей. Судовые водотрубные котлы.

ныя трубки, идущія отъ нижняго коллектора къ паровому пространству паросушителя; затѣмъ съ каждой стороны слѣдуетъ просторная топка съ очень значительной колосниковой решеткой. Снаружи котель ограничивается съ каждой стороны рядомъ тѣсно поставленныхъ водогрѣйныхъ трубокъ, нижніе концы которыхъ вставлены въ шахматномъ порядке 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

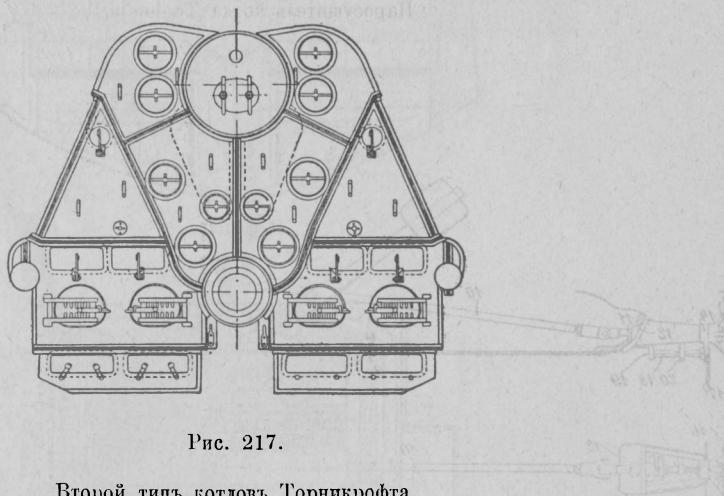


Рис. 217.

Второй типъ котловъ Торникрофта.

пара отъ увлеченной съ нимъ воды служать поставленные передъ концами трубокъ въ паровомъ пространствѣ маленькие 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.

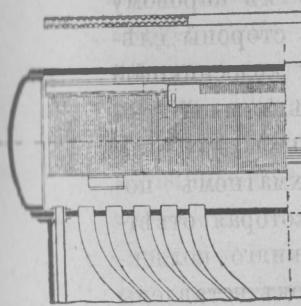


Рис. 219.

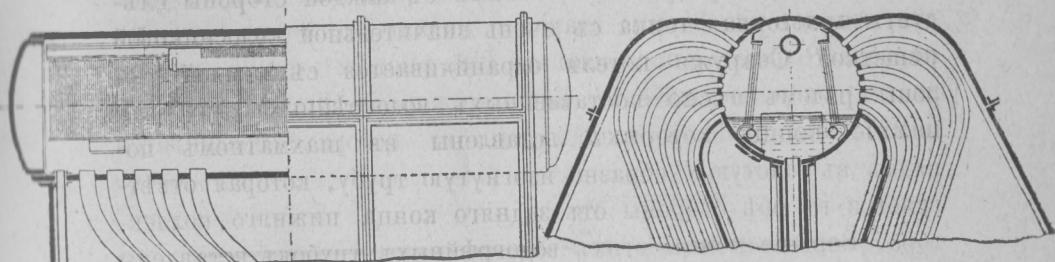


Рис. 220.

Паросушитель котла Торникрофта.

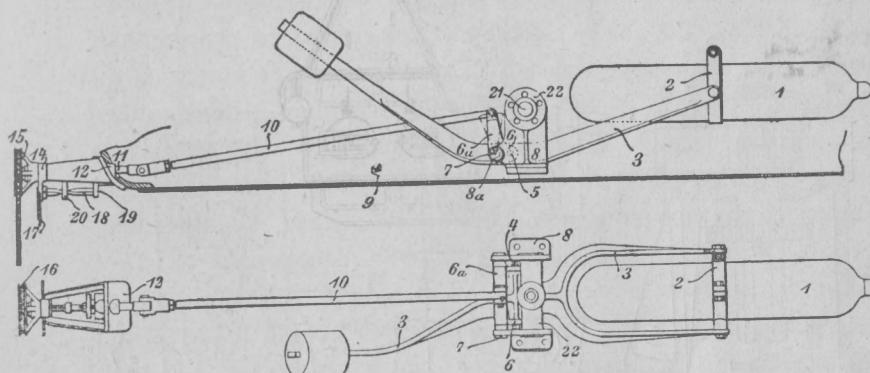


Рис. 221.

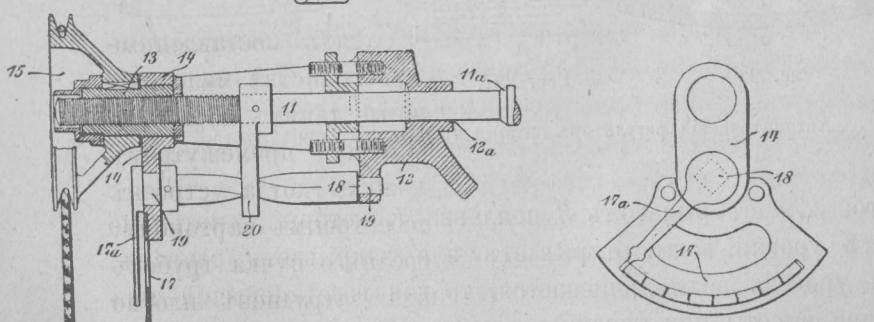


Рис. 222.

Рис. 223.

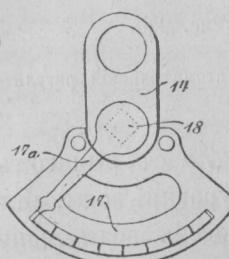


Рис. 224.

Автоматический регуляторъ питанія въ котлахъ Торникрофта.

*

Для равномерного питания котла имеется автоматический регулятор питания, изображенный на рис. 221—228. Существуют две его формы: старая и новая. В обоих случаях коробка 8 питательного клапана 22, рис. 221 и 225, укрепляется в паросушитель. Какъ можно видѣть на рис. 226 и 227, это двойной клапанъ, штокъ котораго соединяется

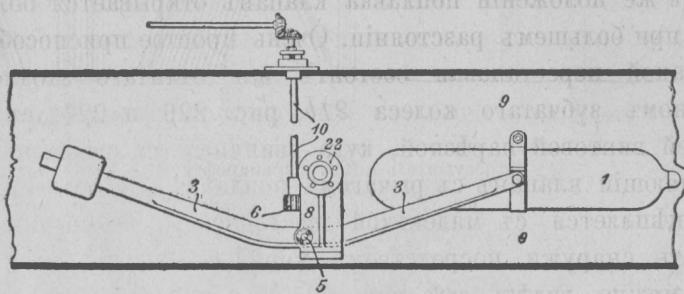


Рис. 225.

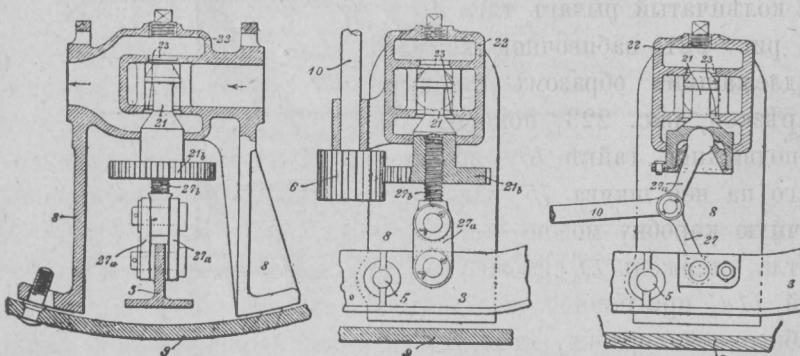


Рис. 226.

Рис. 227.

Рис. 228.

Автоматический регулятор питания 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 состоить изъ отлитаго заодно съ клапаномъ зубчатаго колеса 21b, рис. 226 и 227, съ внутренней винтовой нарезкой, куда ввинчивается стержень 27b, соединяющій клапанъ съ рычагомъ поплавка. Зубчатое колесо 21b сдѣлывается съ маленькой шестерней 6, которую можно вращать снаружи посредствомъ коническихъ колесъ и пр., какъ можно видѣть изъ рис. 225. Того же самаго можно достичь посредствомъ колѣнчатаго рычага, введенного 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 нарезкой, рис. 223, помошью которой его можно двигать въ неподвижной гайкѣ 13, вращаемой посредствомъ заклиненія 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 11a, пригнанной къ соответствующей поверхности 12a набивочной коробки, такъ что ею можно прикрывать послѣднюю, какъ клапаномъ. На стержнѣ 11 наложенъ рычажокъ 20, который задѣваетъ за винтообразно скрученный четырехгранній стержень 18, поворачиваетъ его при своемъ перемѣщеніи и тѣмъ приводитъ въ движеніе стрѣлку 17a, которая даетъ возможность установить по шкалѣ, рис. 224, опредѣленное 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-

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

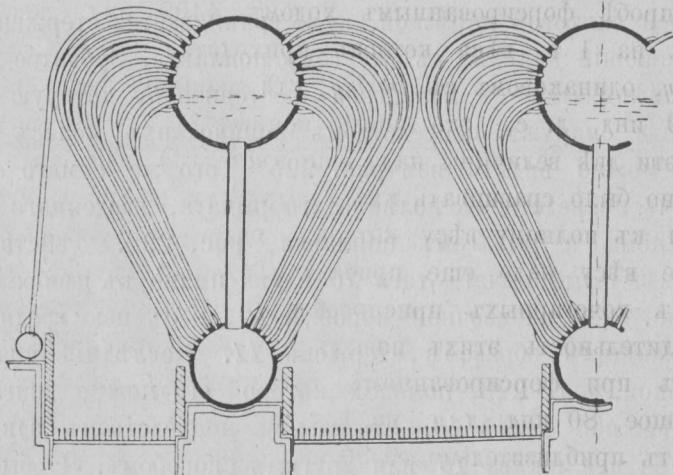


Рис. 229.

Соединеніе котловъ Торникрофта въ группу.

вочной коробкѣ 12. Когда точка вращенія рычага поплавка поднимается или опускается посредствомъ колѣнчатаго 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 решетку больше, чѣмъ при прежней формѣ, и затѣмъ чтобы имѣть въ распоряженіи водотрубные котлы,

изъ которыхъ легко можно образовать цѣлые 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 спачала 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 форсированномъ ходомъ 4409 инд. лош. силь., 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 па рис. 230 и 231, т. е. заключающіе въ себѣ только половину новаго котла. Колосниковую решетку образуютъ водогрѣйныя трубы, которыя вслѣдствіе проходящаго по нимъ очень быстраго потока воды сохраняютъ болѣе низкую температуру, чѣмъ обыкновенные колосники. Нагаръ пристаетъ къ болѣе холоднымъ трубкамъ не такъ крѣпко, какъ къ горячимъ колосникамъ, благодаря чему

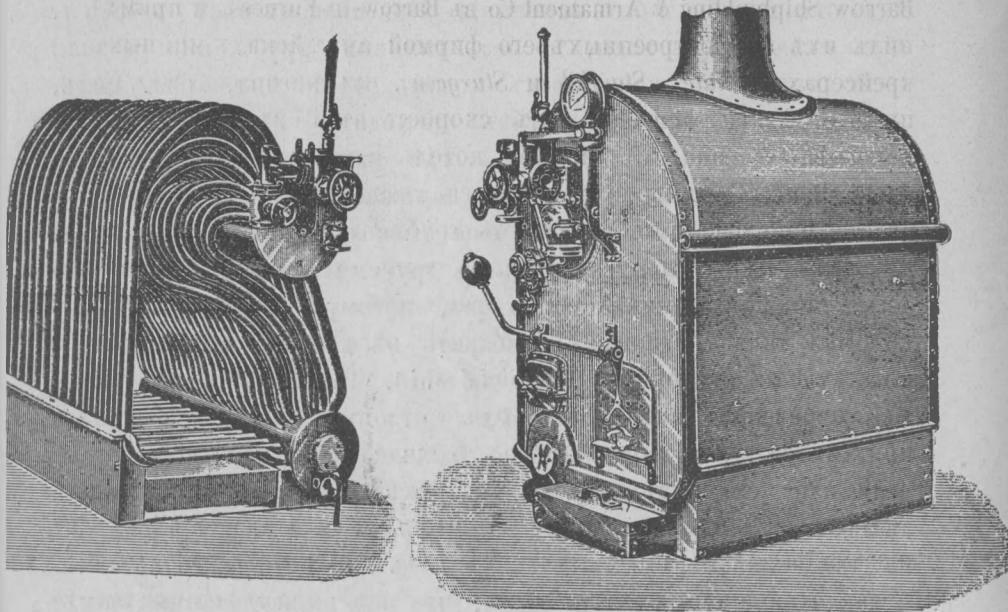


Рис. 230.

Рис. 231.

Шлюпочный котелъ Торникрофта.

устраняется большое затрудненіе въ уходѣ за маленькими котлами.

Приблизительно въ 10 лѣтъ, прошедшихъ съ появленія первого торникрофтовскаго котла, построено ихъ для военныхъ судовъ различныхъ странъ больше, чѣмъ на 200000 инд. лоп. 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 англійские крейсеры 3-го класса *Proserpine* и *Prometheus* (2100 т. водоизмѣщенія, 7000 инд. л. с., типа *Pelorus*). *

32. Котлы Блекиндана.

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. лош. с. даль скорость въ 27,97 узл. Какъ показываютъ рис. 232 и 233, котелъ Блекиндана представляетъ очень большое сходство съ котломъ Ярроу, который будетъ описанъ ниже. Впрочемъ трубы въ немъ не прямые, а слегка изогнуты и вставлены такимъ образомъ, что ихъ легко можно вынимать чрезъ расположенные противъ ихъ концовъ въ паросушителѣ бронзовыя пробки и чрезъ соотвѣтствующія 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 выставляетъ, какъ самое важное преимущество своего котла. Трубы на концахъ развалицовываются и изгибаются такимъ образомъ, что во всемъ котлѣ встрѣчаются только двѣ формы кривизны, — это значительно облегчаетъ снабженіе запасными трубками. Затѣмъ онъ ставится такимъ образомъ, что промежутки между ними нигдѣ не бываютъ больше $\frac{1}{2}$ дм., а кромѣ того, благодаря шахматному расположению 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, развиваются 80 инд. л. с. на 1 т. своего вѣса и слѣдовательно стоятъ на одной высотѣ съ наилучшими котлами этого рода. При испытаніяхъ относительно быстроты разводки пара вода

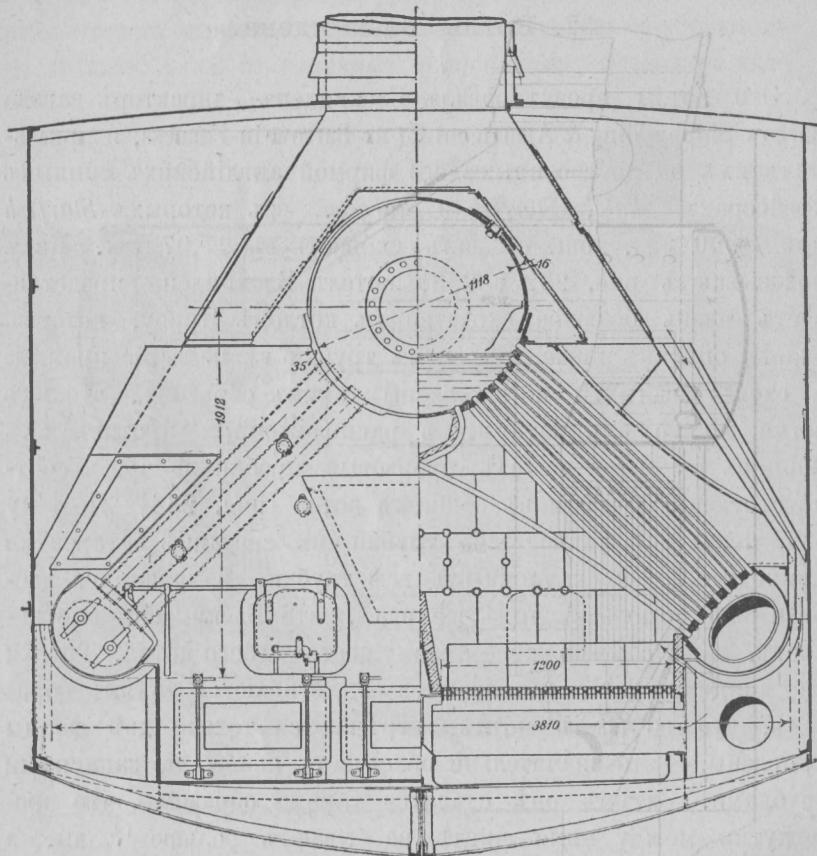


Рис. 232.

Котелъ Блекиндана.

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 $5\frac{1}{2}$ дм. столба

воды. Послѣ такого форсированія подвергли ихъ испытанію относительно ихъ нечувствительности къ внезапнымъ перемѣнамъ температуры, а именно сразу выгребли жаръ и выпустили воду ниже концовъ трубокъ въ паросушитель, послѣ

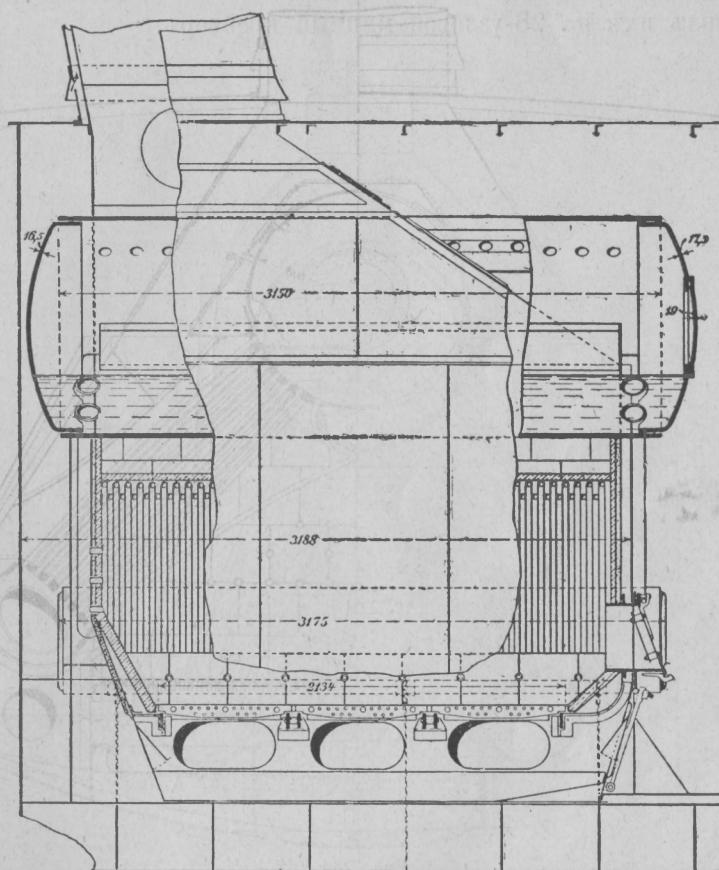


Рис. 233.

Котелъ Блекингдена.

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

Во время бездѣйствія котлы лучше всего сохранять наполненными известковой водой, потому что они строятся

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

Кромѣ английскаго 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.

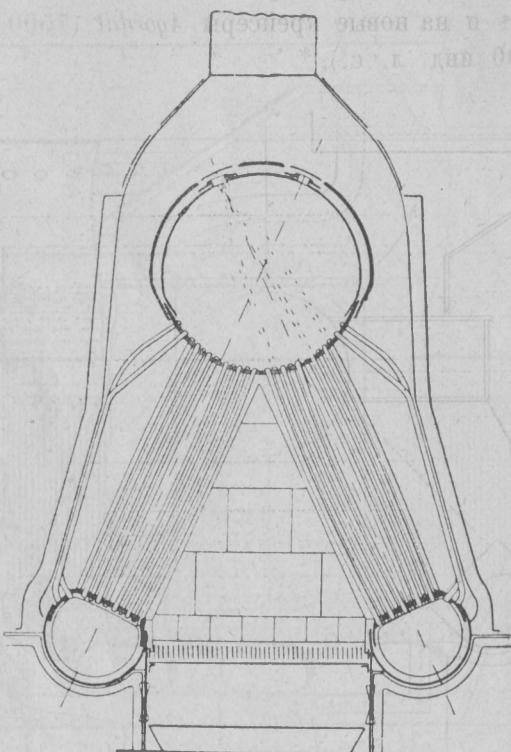


Рис. 234.

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 крейсеры *Pomone* и *Castor* 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 крейсеры *Agordat* (7500 инд. л. с.) и *Coatit* (8000 инд. л. с.).*

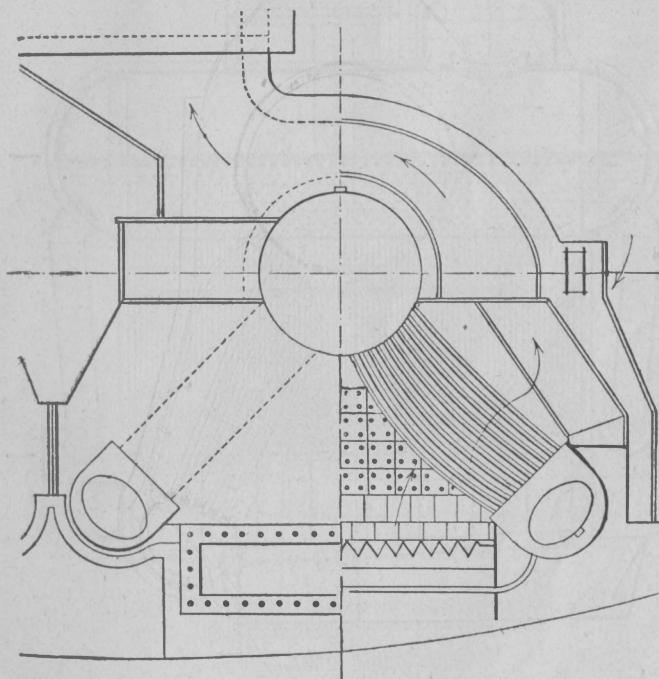


Рис. 235.

Новая форма котловъ Блекиндена.

33. Котлы Рида.

Эти котлы, рис. 236 и 237, поставлены заводомъ *Palmer's Shipbuilding Co* въ Ярроу на англійскіе минные крейсеры *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 заключа-

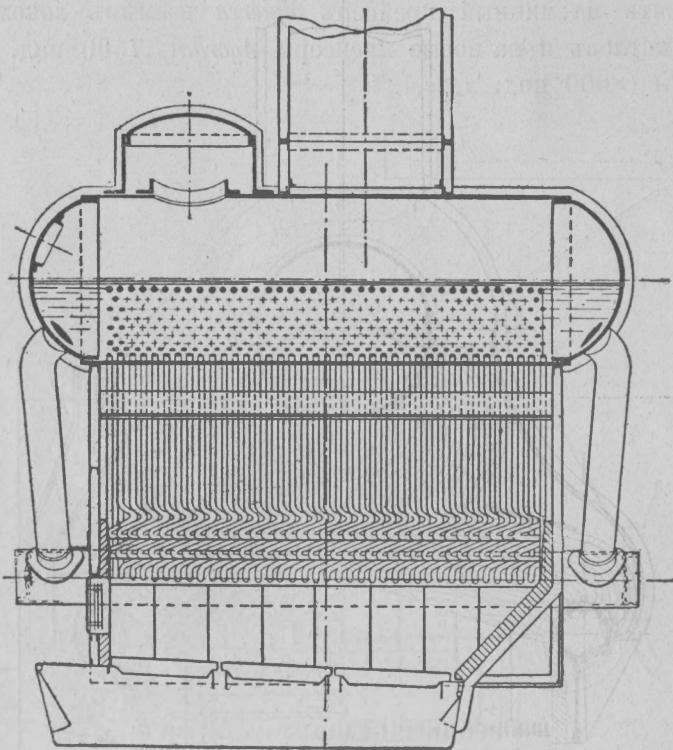


Рис. 236.

Котель Рида.

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 отверстія трубныхъ стѣнокъ съ нѣкоторымъ зазоромъ, причемъ снаружи на нихъ навинчивается для сообщенія непроницательности полушарообразныя втулки, снабженныя шести-

граннымъ приливомъ, а изнутри онъ закрѣпляются гайкой. На 3 вышеупомянутыхъ судахъ сдѣлано больше 30,000 такихъ закрѣплений 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

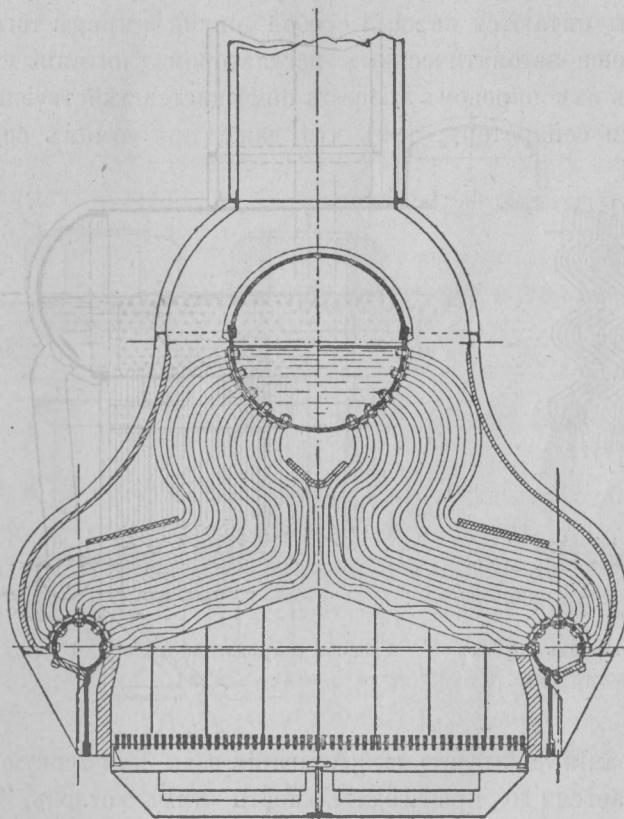


Рис. 237.

Котель Рида.

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

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

Котлы питаются каждый особой донкой и кромъ 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.

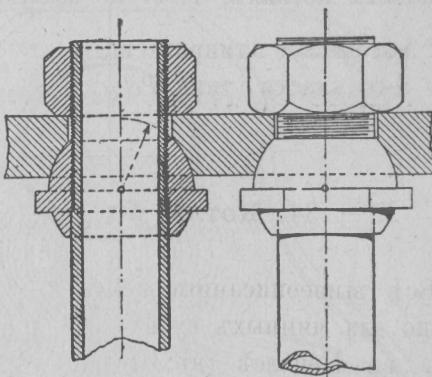


Рис. 240.

Внутренній рядъ трубокъ
въ котлѣ Рида.

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 самъ 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 разумѣютъ, какъ это обыкновенно принято дѣлать въ Англіи, преобразованіе воды въ 100° Ц. въ паръ той же температуры. На пробѣгѣ *Porcupine* въ дѣйствіи были только

2 котла при давлении воздуха около 4 дм. столба воды, причем машины развили 2800 инд. л. с. и судно дало скорость 23,79 узла. Но при этом надо замѣтить, что на официальной приемной 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. Вѣсъ котловъ со включеніемъ ихъ принадлежностей и обшивки равняется 13,25 т.; такъ какъ при этомъ ничего не сказано о водѣ, то это долженъ быть вѣсъ 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 крейсеры 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. Водогрѣйные трубы употребляются желѣзныя, сварныя въ нахлестку, съ внутреннимъ діаметромъ въ $2\frac{1}{2}$ дм.; они раскатываются въ трубныхъ стѣнкахъ и затѣмъ еще загибаются въ формѣ фланца. Изъ паросушителя идетъ вилообразная 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. Трубы на своихъ верхнихъ концахъ расширены до діаметра въ

$2\frac{9}{16}$ дм. и ихъ длина настолько невелика, что ихъ всѣ можно вставлять изъ паросушителя.

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

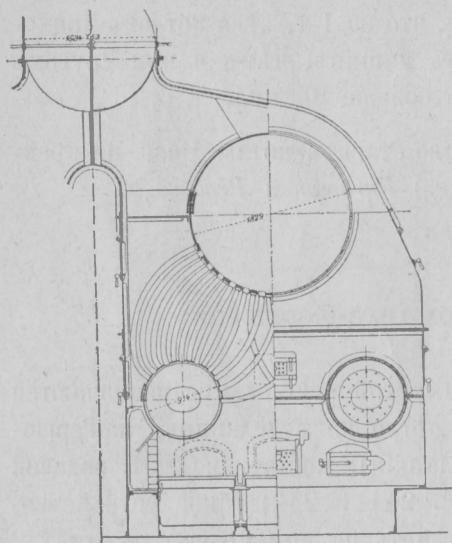


Рис. 241.

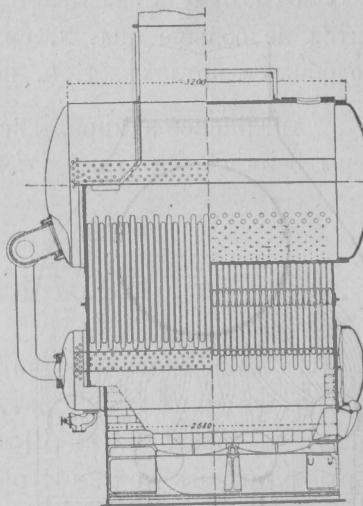


Рис. 242.

Ординарный котелъ 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 изображаютъ двойной котель Флеминга-Фергюсона съ 4 водяными коллекторами и 3 топками съ каждой стороны; его можно строить также, какъ простой котель. Строители рекомендуютъ такие 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-

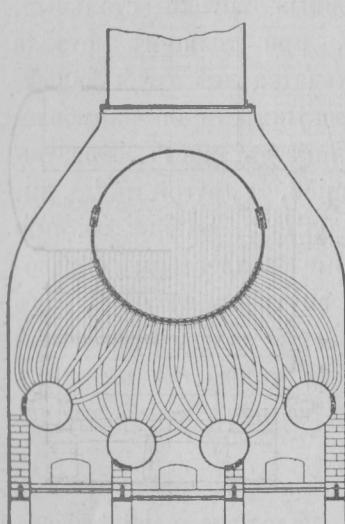


Рис. 243.

Двойной котель Флеминга-Фергюсона.

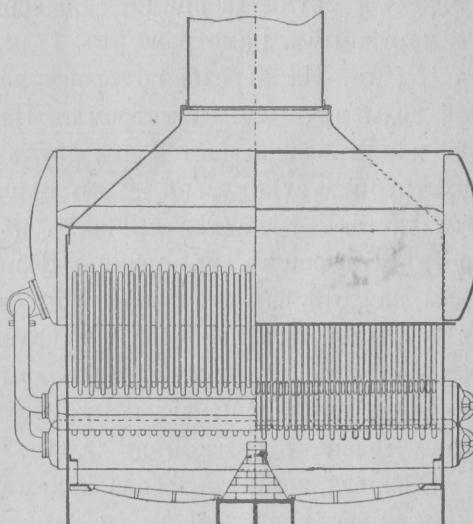


Рис. 244.

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

35. Котлы Мопшера.

Мопшеръ въ Нью-Йоркѣ сгроитъ для миноносокъ флота Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ котлы въ родѣ изображенного на рис. 245 и 246; они походять на торни-крофтовскіе 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 трубки стальныя, 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 направлению 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 удлиненіи. Водяные коллекторы образованы каждый изъ стальной трубы съ внутреннимъ діаметромъ въ $8\frac{1}{4}$ дм.; ихъ переднее дно вварное, 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, сверхъ 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 котельного кожуха состоятъ изъ слоя азбеста въ $\frac{1}{2}$ дм. толщиной, за которымъ слѣдуетъ слой магнезіевой земли въ 2 дм. толщиной; сверху накладывается опять слой азбеста въ $\frac{1}{2}$ дм., къ которому прилегаетъ стальной листъ въ $\frac{3}{64}$ дм. толщиной.

Въ паросушителяхъ у концовъ трубокъ расположены щиты, подъ которыми проходитъ паровая труба, снабженная сверху мелкими отверстіями. Внутри этой трубы поставленъ

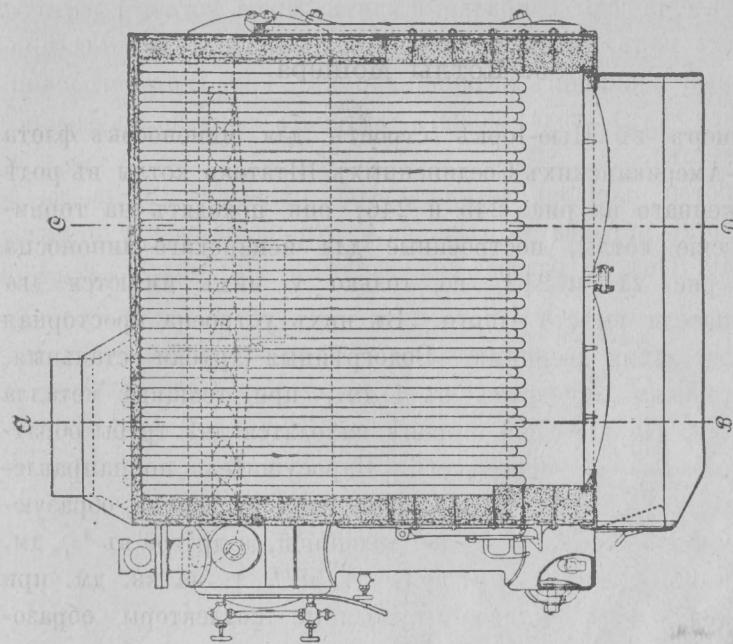


Рис. 246.

Котел Монепа.

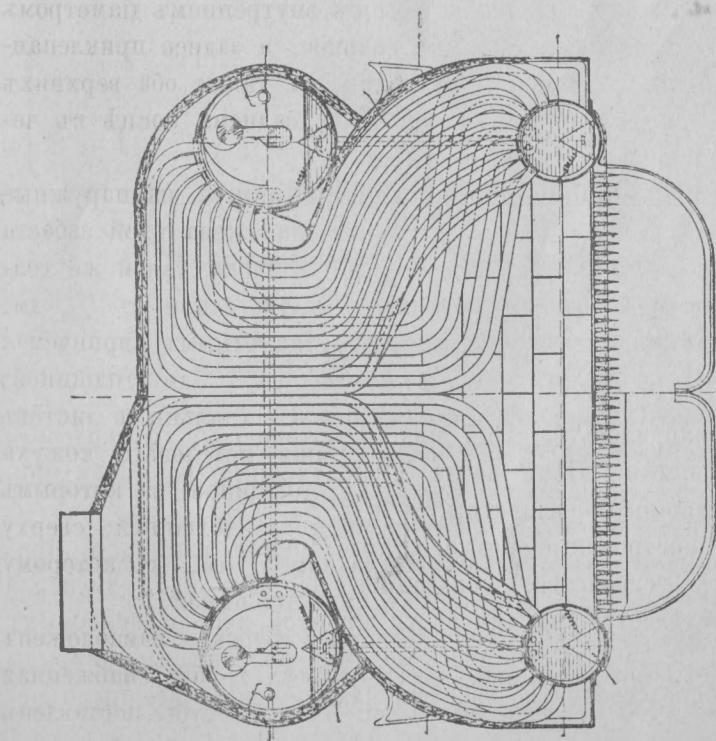


Рис. 245.

для отде́ления 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 пло́щадь колосниковой рѣшетки 12 кв. ф. и поверхность нагре́ва 480 кв. ф., — отноше́ние между ними == 1 : 40. Онъ не разви́лъ ожидаемыхъ 200 инд. л. с.; при

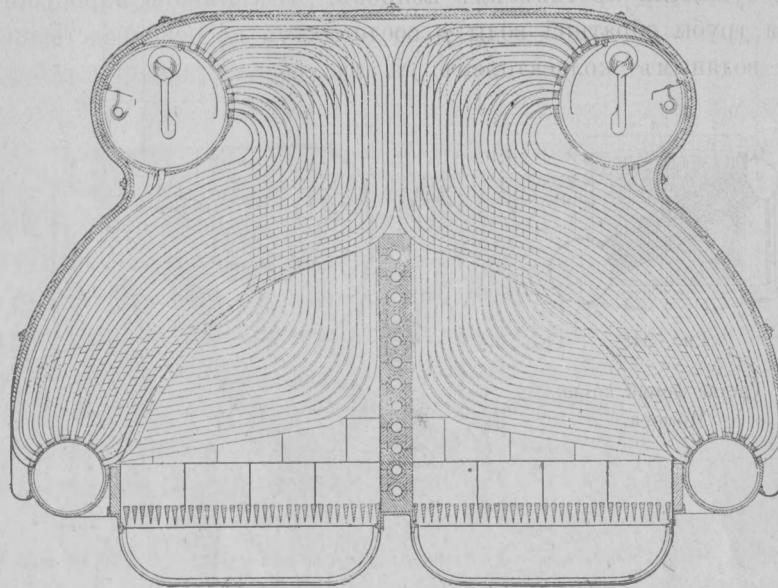


Рис. 247.

Вторая форма котла Мошера.

этомъ приходилось бы 16,7 инд. л. с. на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки. Въсъ 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 непосредственного дѣйствія пламени поставленными пе-

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

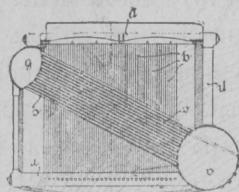


Рис. 248.

Третья форма котла
Мошера.

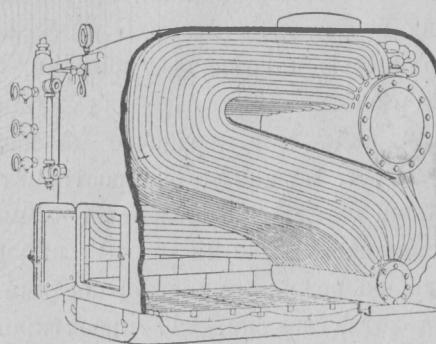


Рис. 249.

Катерный котель Мошера.

идущей къ послѣднему. Параллельно этой трубѣ расположена сверху труба *r*, ведущая къ паросушителю, и между этими двумя трубами поставлены водогрѣйныя трубы *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 по поламъ свой большой котелъ, рис. 247, по способу Торникрофта, рис. 230 и 231, причемъ такая половина котла, изображенная на рис. 249, образуетъ

кательный паровой котель. Впрочемъ колосниковая решетка состоитъ здѣсь не изъ водогрѣйныхъ трубокъ, а изъ тонкихъ чугунныхъ колосниковъ. Во всякомъ случаѣ этотъ котель очень тяжель, а потому не можетъ быть пригоденъ для указанного примѣненія пастолько же, какъ и торникрофтовскій.

* По свѣдѣніямъ Машера его котель, рис. 247, съ поверхностью нагрѣва въ 1100 кв. ф. былъ испытанъ проф. Дентономъ, причемъ на 1 фунтъ угля испарялось $8\frac{1}{2}$ фун. воды съ температурой 15° въ парѣ 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 площестью колосниковой решетки 26 кв. ф. для машины тройного расширенія въ 450 инд. л. с. (рабочее давленіе пара 200 фун.) вѣситъ $2\frac{1}{3}$ 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 решетки и 485 кв. ф. поверхности нагрѣва, вѣситъ со всѣми принадлежностями и водой около $1\frac{3}{4}$ т. Форма котла на рис. 247 проектирована для минныхъ крейсеровъ; такой котель содержитъ 60 кв. ф. колосниковыхъ решетокъ и 3015 кв. ф. поверхности нагрѣва; со всѣми принадлежностями и съ водой вѣситъ около 14 т.; диаметръ водогрѣйныхъ трубокъ — $1\frac{1}{4}$ дм. Котлы этой формы предполагали поставить на 30-узловую яхту.*

36. Котлы Уорда.

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

срединѣ, 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. Водогрѣйные трубки, вставленные 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 котель сбоку, вставленъ въ паросушитель выше уровня воды, второй слѣдующій за нимъ рядъ ниже уровня воды и т. д. поперемѣнно, такъ что 6 рядовъ кончаются,

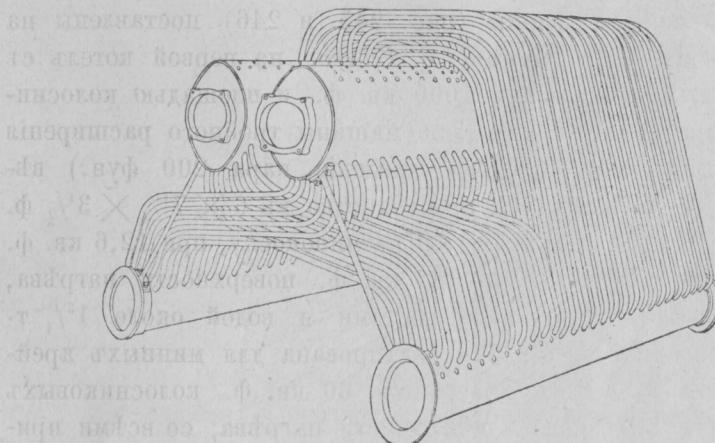


Рис. 250.

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 узнатъ, гдѣ примѣняются эти котлы и надежны ли они.

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

ній около 18 т. и должны доставлять паръ при 225 фунт. давленія машинъ четверного расширения въ 1500—1800 инд. лоп. 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 *Rex* съ котломъ нью-йоркской фирмы L. Boyers Sons, изображенныемъ на

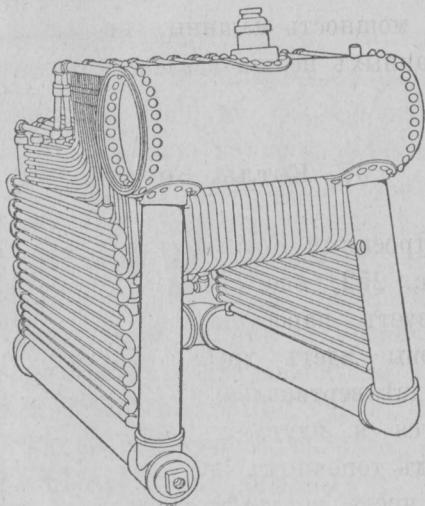


Рис. 251.

Котелъ Бойера.

рис. 251 и построеннымъ для давленія въ 300 фунт. на кв. дм. Этотъ котелъ 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 одинакового 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 толстые трубки. Боковыя стѣнки котла образуютъ ряды горизонтальныхъ трубокъ, которыя соединяются между собою и расположены такимъ же способомъ, какъ и въ котлѣ Геррепшофа 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.

Котелъ, построенный Коульсомъ изъ Нью-Йорка и изображенный на рис. 252, еще сложнѣе котла Бойера. Средній 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 решетки и отъ нихъ идутъ изогнутыя трубы къ паросушителю, въ который онъ 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 трубы обратной воды, расположенныхъ вдоль поддувала, идутъ трубы, показанныя на рисункѣ нальво 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 проходитъ трубка, идущая прямъе кверху. Два ряда, образуемыхъ 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.

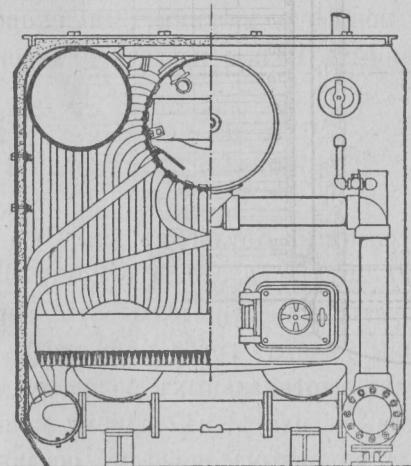


Рис. 252.

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 пароперегрѣвателными трубками), механиками съверо-американскаго флота былъ подвергнутъ вмѣстѣ съ котломъ Уорда очень обстоятельнымъ испытаніямъ, причемъ оказалось, что онъ не превосходитъ послѣднаго по паропроизводительности. Вслѣдствіе этого на мониторѣ *Monterey* поставили котлы Уорда, о которыхъ будемъ говорить дальше. Съ тѣхъ поръ котлы

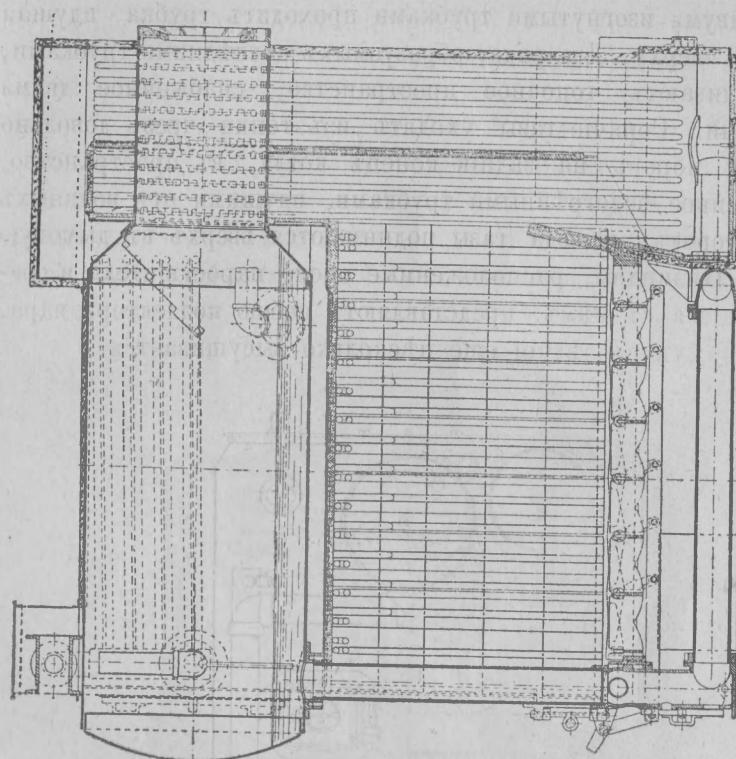


Рис. 254.

Вторая форма котловъ Коулса.

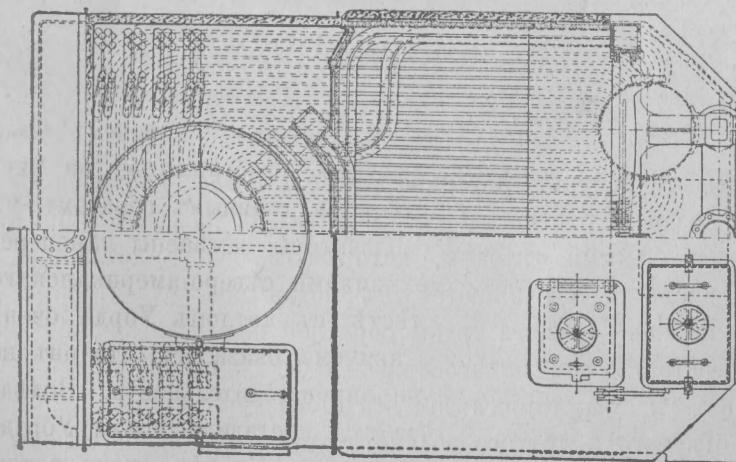


Рис. 253.

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

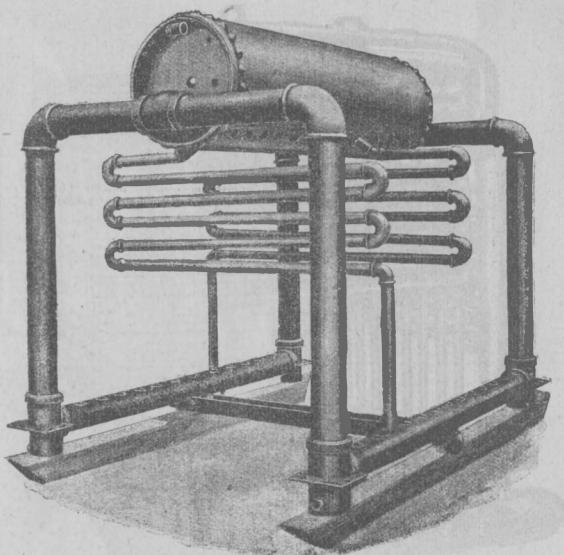


Рис. 255.

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 поперемѣнно 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

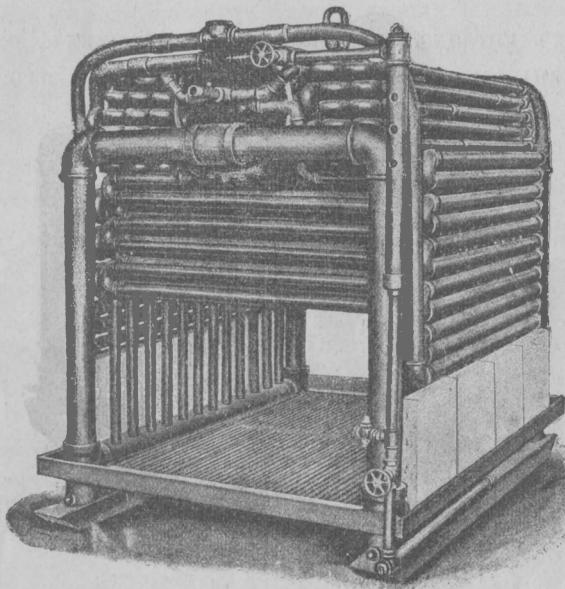


Рис. 256.

Котель Робертса безъ наружного кожуха.

и боковыя трубы, водяныя коллекторы, колѣна и тройники отливаются изъ мягкой стали, причемъ коллекторы дѣлаются большой толщины, такъ какъ водогрѣйныя трубы вставляются въ нихъ на рѣзьбѣ. 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 *E/ Primero*) главные

размѣры таковы: полная поверхность нагрева — 1126 кв. ф., площадь колосниковой решетки — $35\frac{1}{3}$ кв. ф., диаметръ 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. Котель доставляетъ паръ при давлениі 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 трубы состоятъ изъ прямыхъ

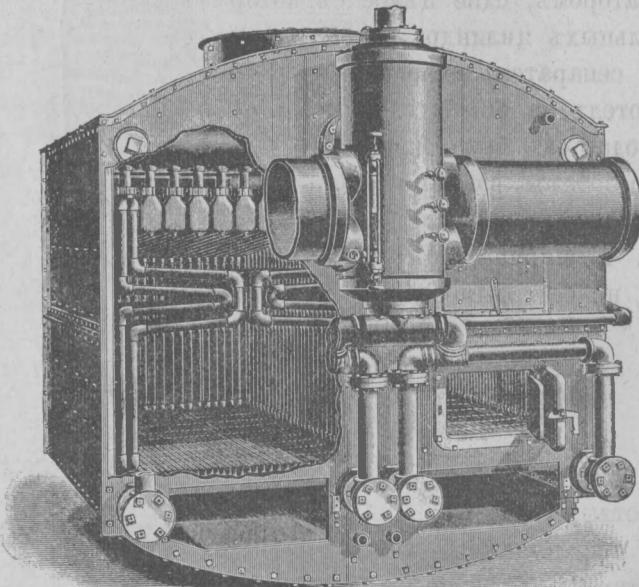


Рис. 257.

Двойной котелъ Альми.

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

винѣ служить П-образный, идущій съ боковъ и сзади водяной коллекторъ, расположенный ниже колосниковой решетки. Отъ боковыхъ его отростковъ поднимаются попарно вверхъ водогрѣйныя трубки, 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 въ кожухѣ котла; снизу сепараторъ сообщается съ водяными коллекторами.

Котелъ на *Stiletto* служитъ вполнѣ удовлетворительно уже три года; онъ былъ поставленъ взамѣнъ котла Герренофа. Главные его размѣры таковы: — Поверхность нагрева — 1020 кв. ф., площадь колосниковой решетки $29\frac{1}{2}$ 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 строитъ 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 трубки отъ Беллиса. Колосниковая решетка 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-

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

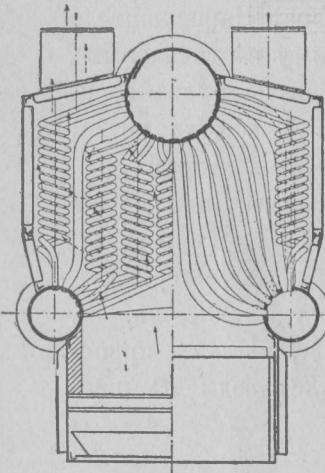


Рис. 258.

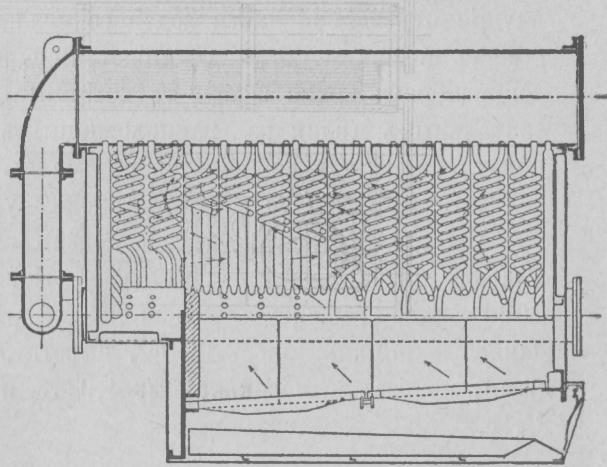


Рис. 259.

Котель Уайта.

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

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

Площадь колосниковой решетки и поверхность нагрева 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 трубки 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.

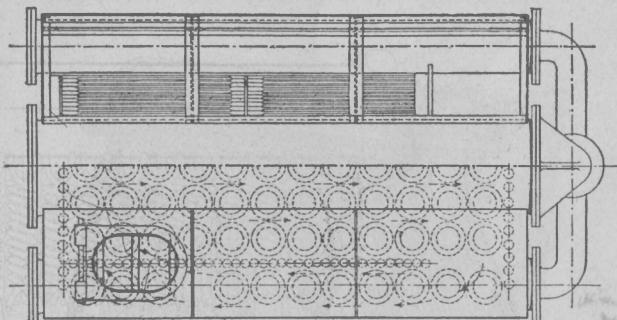


Рис. 260.

Котель Уайта (въ планѣ).

42. Котлы Ярроу.

Ярроу изъ Попляра (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 стальныя 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 трубокъ дѣлается доступной для обстоятельного осмотра и чистки. Вообще Ярроу главнымъ образомъ стремился къ тому, чтобы обеспечить свободный доступъ внутрь трубокъ. Но при этомъ у котловъ оказывается недостатокъ,— слишкомъ малая эластичность и вслѣдствіе этого чувствительность къ быстрымъ нагреваніямъ 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

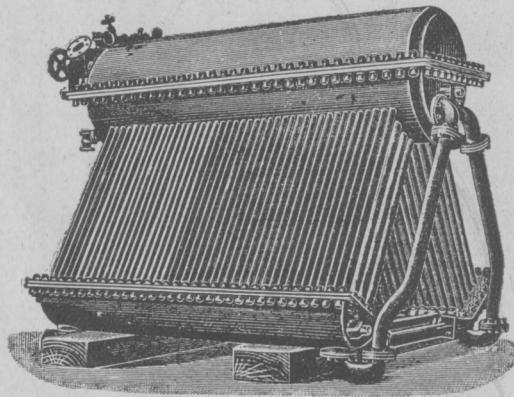


Рис. 261.

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 открытий 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 вѣсъ 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 нагревѣ

ваниі трубокъ, расположенныхъ ближе всего къ топкѣ и находящихся у наружныхъ сторопъ котла; послѣднія содер-жать всегда воду нѣсколько холоднѣе, чѣмъ самые внутрен-ніе 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-

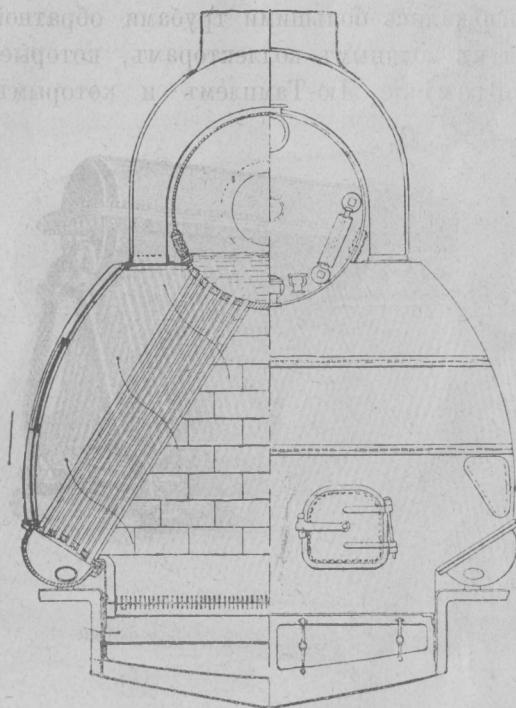


Рис. 262.

Новая форма котловъ Ярроу.

ной воды. Поэтому Максимъ также считаетъ совершенно излишними столь сильно восхваляемыя Норманомъ трубы обратной воды и отрицаетъ какое либо ихъ значеніе. На-сколько 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 трубы, 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

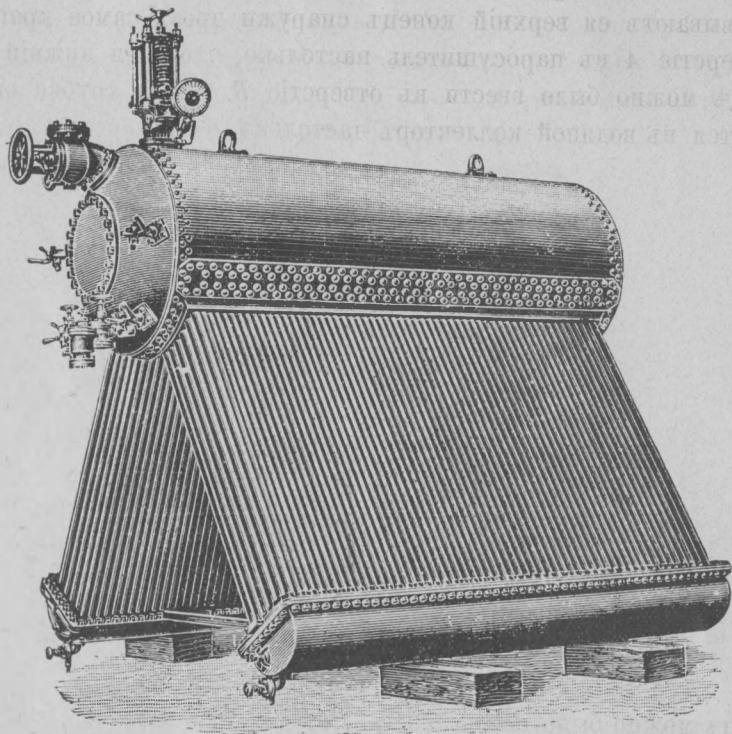


Рис 263.

Новая форма котловъ Ярроу.

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

Съ течениемъ 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-

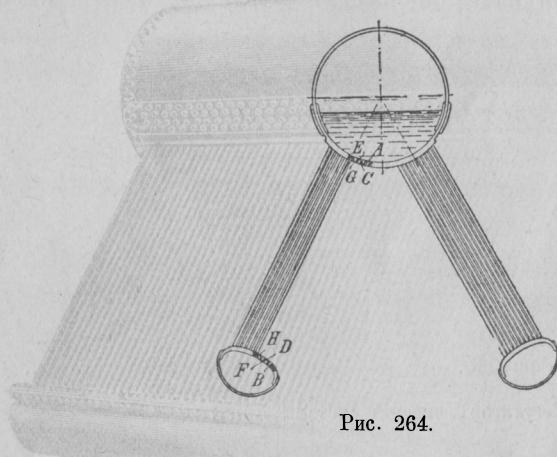


Рис. 264.

Способъ вставления 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 наконецъ 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 опоражненія 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 англійского миннаго крейсера *Nornet*, снабженаго такими котлами, трубка, пришедшая въ негодность вслѣдствіе своего плохого качества, была перемѣнена въ 40 минутъ, то, на основаніи предыдущаго, это могла быть только наружная легкодоступная трубка.

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

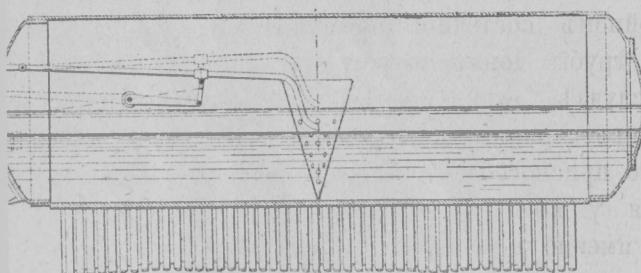


Рис. 265.

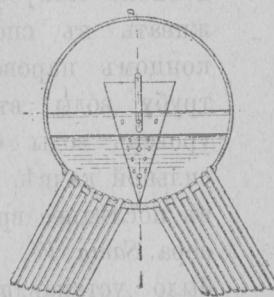


Рис. 266.

Регуляторъ питанія системы Ярроу.

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

Испытавъ въ послѣдніе годы различные автоматические регуляторы питанія и найдя, что всѣ они представляютъ извѣстные недостатки, Ярроу ставитъ теперь особую донку для каждого котла, какъ это дѣлаютъ и другіе. Вмѣсто автоматического 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 остріемъ 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 аргентинского миннаго крейсера *Santa Fe*, 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 прямymi трубками обладаютъ незначительной эластичностью, Ярроу подвергъ на заводѣ слѣдующему испытанію одинъ изъ котловъ миннаго крейсера *Hornet*: его заставили дѣйствовать при очень сильно форсированной тягѣ, а затѣмъ быстро выгребли жаръ и сняли весь кожухъ, чтобы котель могъ быстро охладиться. Собравъ опять его кожухъ, развели снова пары съ большой скоростью и подняли ихъ давленіе до 170 фунт. Послѣ этой пробы котель 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 представляеть по всей вѣроятности только одинъ вѣсъ котловъ съ водою,

не включая сюда дымоходы, дымовые трубы и остальные принадлежности котельныхъ отде́лений, 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. китайские миноносцы; при форсированной тягѣ подъ давлениемъ воздуха въ $1\frac{5}{8}$ дм. столба воды, причемъ 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 форсировании, доведенномъ до сожиганія 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 вполнѣ 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. английскихъ 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 длине 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 строившихся теперь 48 минныхъ крейсеровъ съ 30-узловымъ ходомъ английскіе адмиралтейство ни одного не заказало Ярроу.

* Ярроу строитъ 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 предполагаютъ 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 батареѣ; поверхность нагрѣва каждого 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 развиваются около 2000 инд. л. с.

Въ послѣднее время Ярроу нашелъ, что его котель становится продуктивнѣе, если питать его не въ паросушитель, какъ дѣжалось до сихъ поръ, а въ водяные коллекторы и именно въ ихъ наружную часть, отдѣляемую отъ остального коллектора перегородкой и захватывающую три наружныхъ ряда трубокъ. Сравнительные испытанія, произведенныя проф. Ламбертомъ и Гэддономъ изъ Royal Naval College, показали, что при указанномъ此刻и измѣненіи происходитъ нѣсколько лучшая утилизациѣ 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 самимъ выходомъ ихъ изъ промежутковъ между трубками въ дымоходы. Такимъ образомъ эти наружные ряды трубокъ, по его словамъ, играютъ роль экономайзера или подогрѣвателя 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 категоріи котловъ съ циркуляціонными трубками и описываются они въ этой главѣ только въ виду того, что предназначаются для применения, одинаковыхъ съ котлами рассматриваемой группы.

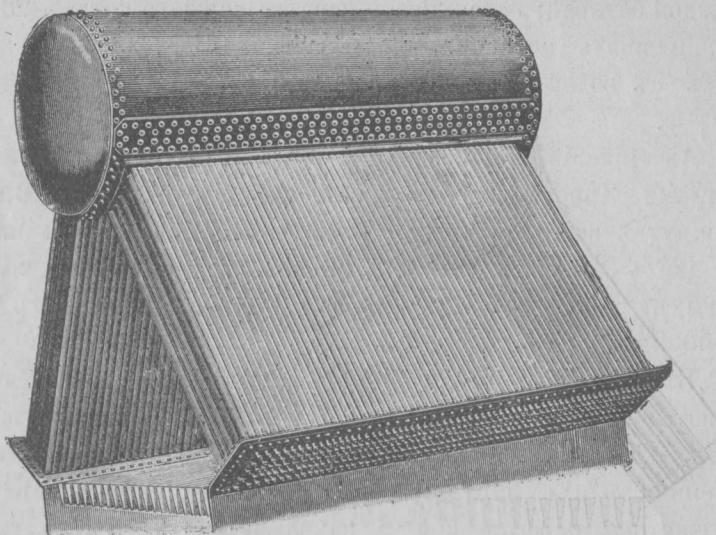


Рис. 267.

Котель Филлипса.

Какъ можно видѣть на рис. 267—269, котель Филлипса состоить изъ одного только паросушителя и двойныхъ водогрѣйныхъ трубокъ, нижніе концы которыхъ вставлены въ листъ съ отверстіями, 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 рѣзьбѣ, снявъ которыхъ, можно вынимать внутреннія трубы для облегченія осмотра и чистки тѣхъ и другихъ трубокъ; внутрен-

нія трубки для удобства виниманія 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. въситъ 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;

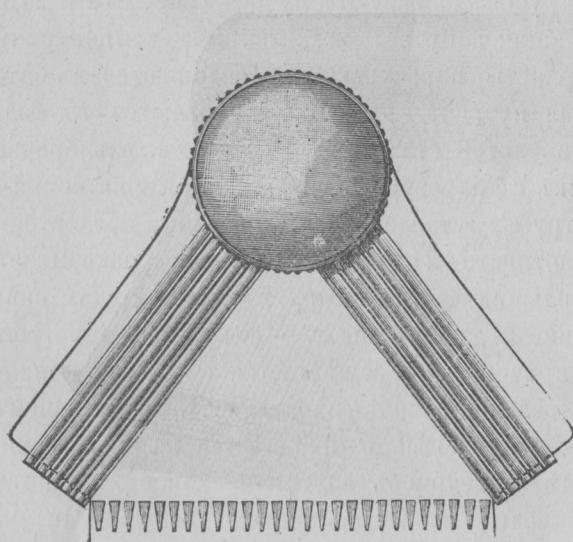


Рис. 268.

Котель Филлипса.

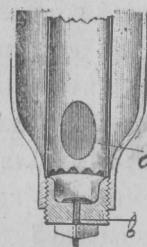


Рис. 269.

Оконечность трубы
котла Филлипса.

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 решеткѣ пульверизируемыми нефтяными остатками.*

44. Котлы Петерсена-Макдональда.

Фрэзеръ въ Мильволѣ и заводъ Хоуольда въ Дитрихсдорфѣ близъ Киля строютъ 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). Кажды 2 или 3 такихъ пучка, вставленныхъ концентрично въ водяное пространство паросушителя, соединяются въ батарею. Колпаки для пучковъ трубокъ выдѣлываются 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, впаяваемыя въ колпаки, а для большихъ — стальныя, діаметромъ не больше 1 дм., причемъ онъ зажимаются въ слегка коническихъ отверстіяхъ тѣла колпаковъ гидравлическимъ давленіемъ. Средняя трубка служить связной и для этой цѣли ея концы загибаются въ видѣ заплечиковъ внутри колпаковъ. У котла 4 трубы обратной воды, по 2 на каждомъ концѣ. Питаніе производится въ подогрѣватель, расположенный подъ паросушителемъ, т. е. какъ разъ надъ топкой, откуда подогрѣтая вода перепускается въ паросушитель. Для этой цѣли подогрѣватель, 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. Дѣйствію пламени въ этомъ котлѣ подвергаются только пучки трубокъ, паросушитель и подогрѣватель; что же касается до трубъ обратной воды, водяныхъ коллекторовъ и трубъ для соединенія послѣднихъ съ пучками трубокъ, то они отдѣляются отъ топочного пространства кирпичной кладкой или листами съ ребрами для задерживанія непроводящей тепла сажи.

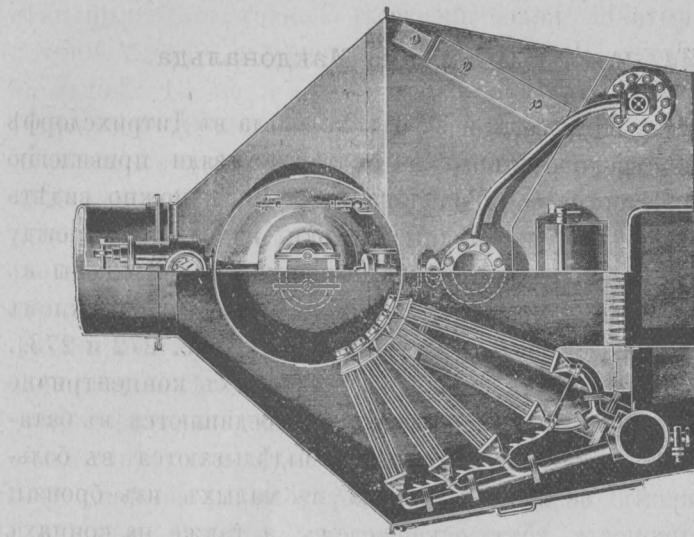


Рис. 271.

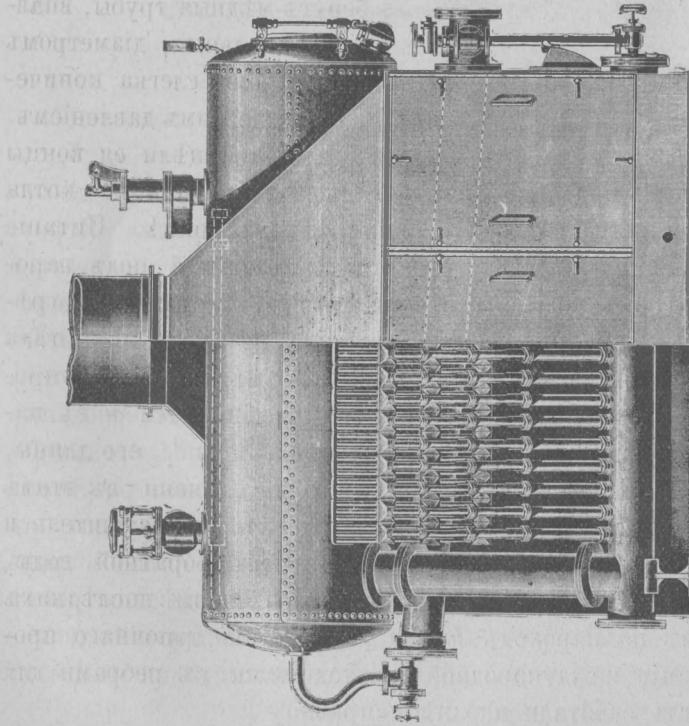


Рис. 270.

Котель Петерсена-Макдональда

При испытаниі, 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 решетки 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 разумѣется, какъ обыкновенно у англичанъ, преобразованіе воды въ 100° въ паръ въ 100° , потому что иначе такое парообразованіе было бы совершенно необычайно высокимъ при этой степени форсированія. Испытываемый котель вѣсилъ 7,5 т. безъ воды, а вѣсъ послѣдней былъ 2,5 т., т. е. составлялъ $\frac{1}{4}$ полнаго вѣса и слѣдовательно былъ слишкомъ большой для водотрубныхъ котловъ этой группы. Мощность котла указана въ 400 инд. л. с., что



Рис. 272.

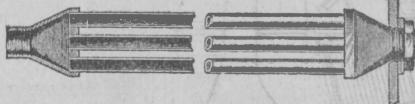


Рис. 273.

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 обусловливаться большимъ вѣсомъ воды, а отчасти также вѣсомъ винтовыхъ соединений 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 миннымъ судовъ. Важное преимущество котловъ заключается въ томъ, что ихъ можно разбирать на мелкія части и, подобно котламъ Рута, пересыпать въ такія мѣста, куда существуетъ только выочный способъ транспортированія. Заводъ Хоуольда въ Дитрихсдорфѣ построилъ такой котель на пароходъ *Johann Schweffel* и другой для котельного зданія международной мореходной выставки въ Килѣ; оба эти котла работали вполнѣ исправно.

45. Котлы Сампсона.

Котель Сампсона, рис. 274 и 275, построенный заводомъ Maudslay Sons & Field въ Лондонѣ, также не принадлежитъ, строго говоря, къ рассматриваемой 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 трубы, сдѣланы очень узкими. Отъ каждого паросушителя идутъ къ соответствующему водяному коллектору двѣ трубы обратной воды, одна на переднемъ

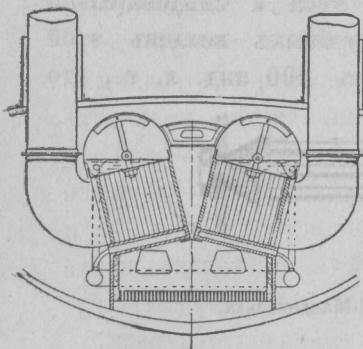


Рис. 274.

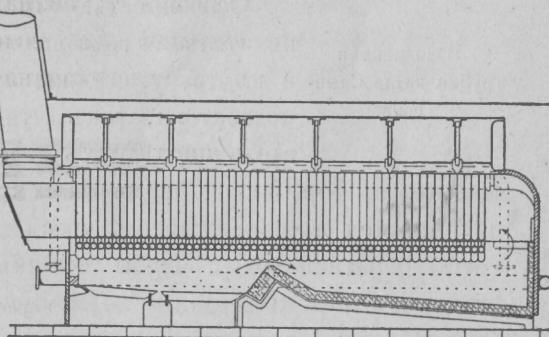


Рис. 275

Котель Сампсона.

концѣ и другая на заднемъ. Отъ каждого водяного коллектора идетъ рядъ изъ 55 трубокъ съ небольшимъ колѣномъ, которыя ограничивають 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 трубы, 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 трубы могутъ служить только трубами обратной воды.

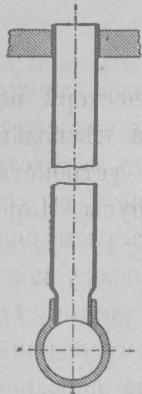


Рис. 276.

Горячие газы идут из 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 дымовые трубы. Водогрѣйные трубы съуживаются 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, трубка котла Самп- а въ трубу, соединяющую сзади оба водяныхъ сона.

коллектора, такъ что она частію проходить вдоль послѣднихъ и поступаетъ чрезъ расположенные въ формѣ свода водогрѣйные трубы, 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 трубы 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 горячие газы будутъ проходить только по дымоходу другой половины котла. Трубы чистятся щетками чрезъ устроенные 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 обѣ 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-

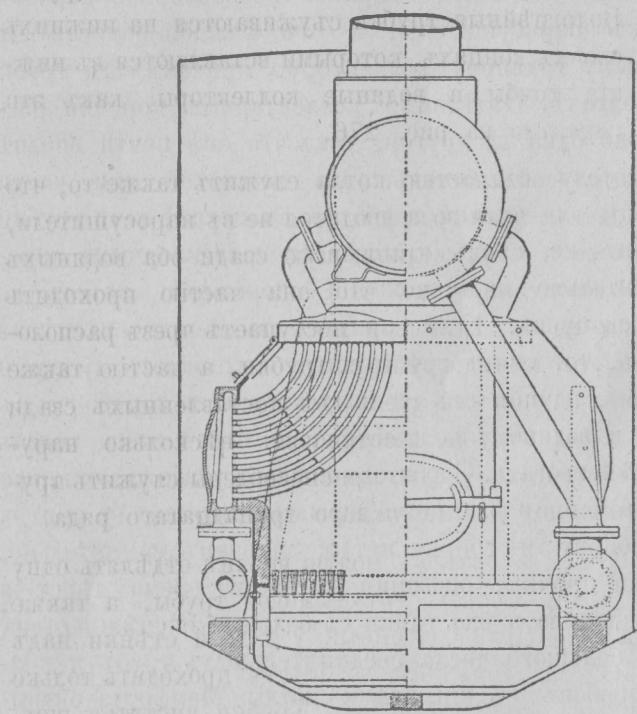


Рис. 277.

Котель Мемфорда.

ушитель 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 расположениіи водогрѣйныхъ трубокъ. Послѣднія, изогнутыя по дугѣ

въ четверть круга, соединяются на каждой сторонѣ котла въ отдельныя — 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 водогрѣйныя трубки, цинкованныя снаружи, закрѣпляются раскаткой. Отъ каждой верхней коллекторной коробки идетъ труба къ паросушителю, а отъ каждой боковой къ соотвѣтствующему водяному коллектору, причемъ эти трубы ставятся на болтахъ. Отдельныя коллекторныя коробки расположены близко одна къ другой, такъ что онѣ почти вполнѣ закрываютъ котелъ съ боковъ. На незанятой ими части устроены дверцы для чистки трубокъ. Въ случаѣ течи трубы легко перемѣнить ее, снявъ крышку ея коллекторныхъ коробокъ; предварительно надо конечно опорожнить котелъ 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 котелъ 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 большой 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, которыхъ очевидно не стали бы держать въ секрѣтѣ, если бы онѣ представлялись выгодными.

Котелъ этой системы подвергали очень сильному форсированію, причемъ сожигали до 160 анг. фунт. угля въ часъ

на 1 кв. ф. колосниковой решетки и въ котлѣ испарялось 5,5 т. воды за такой же промежутокъ времени. Не указано, какъ велико было при этомъ давление 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 рассматриваемыхъ 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 котель Уорда, рис. 278 и 279, въ 1884 г. былъ подвергнутъ обстоятельнымъ испытаніямъ комиссией 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

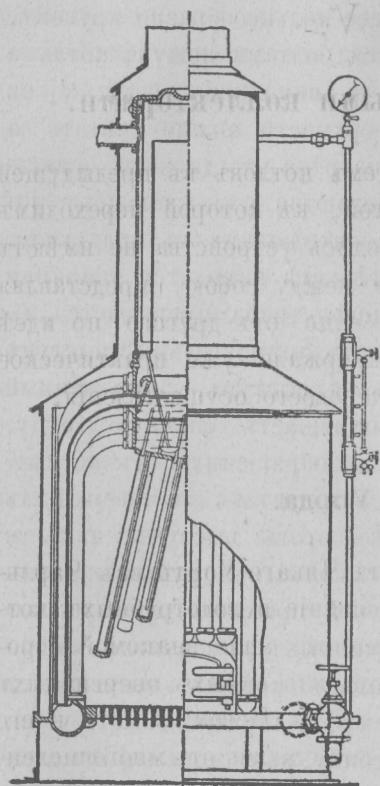


Рис. 278.

Катерный котелъ Уорда.

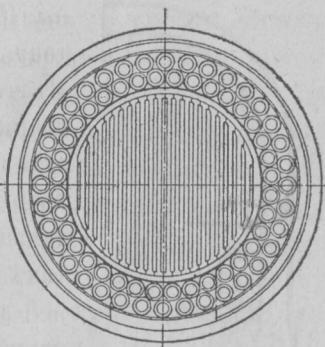


Рис. 279.

подъ давленіемъ въ 500 фунт. на кв. дм. Во время этой пробы, а также во время пробѣ въ дѣйствіи, которыя производились 13 разъ по 24 часа, причемъ давленіе пара поднимали до 260 фунт. на кв. дм., нигдѣ не обнаружилось никакихъ признаковъ формоизмѣненій или слабости отдѣльныхъ соединеній.

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

наружной поверхности можно считать за поверхность нагрѣва, тогда какъ остальная $\frac{3}{4}$ подвергаются охлаждающему потоку воздуха, входящаго въ поддувало. Въ томъ мѣстѣ, где 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 порядке приливовъ, въ которые ввинчиваются посредствомъ муфтъ вертикальныя трубы, окружающія топку, какъ показываетъ рис.

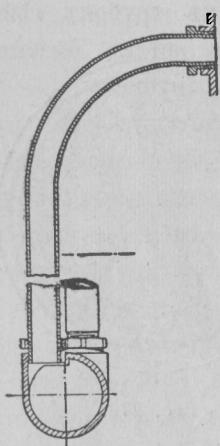


Рис. 280.

Водяной коллекторъ и водогрѣвныя трубы котла Уорда.

280. Верхніе концы этихъ трубокъ загнуты, такъ что онѣ вставляются горизонтально въ цилиндръ изъ литой стали четырьмя рядами, расположеннымими одинъ надъ другимъ также въ шахматномъ порядке. Этотъ цилиндръ снабженъ такими же приливами, какъ и нижняя кольцевая труба, и въ нихъ трубы 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 почномъ 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 трубочкѣ течетъ вода изъ внутренняго стальнаго цилиндра на дно подвѣсной трубы 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 фильтровскими трубками.

Внутри стальнаго 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 котелъ 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 стальнаго цилиндра и отсюда въ подвѣсныя трубы, откуда наконецъ уходитъ въ видѣ пара въ верхнюю часть цилиндра. Такимъ образомъ въ котлѣ происходитъ вполнѣ 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 стальнаго цилиндра склеано изъ стальнаго листа; въ его крышкѣ устраивается горловина. Въ него вставлены два внутреннихъ цилиндра; паръ поднимается въ самомъ внутреннемъ цилиндрѣ, проходить 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 отде́ленія воды отъ пара; отде́ляющаяся вода стекаетъ по трубкѣ въ дежекторный желобъ, расположенный въ нижней части водяного пространства сталь-ного цилиндра.

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

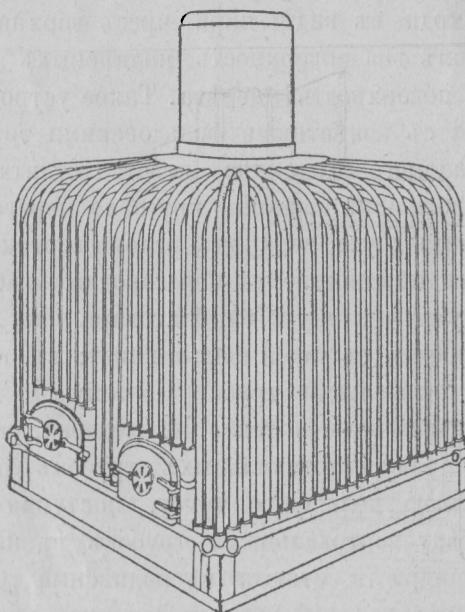


Рис. 281.

Вторая форма котернаго котла Уорда,

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

ствие. Устройство котла для высокихъ давлений 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-

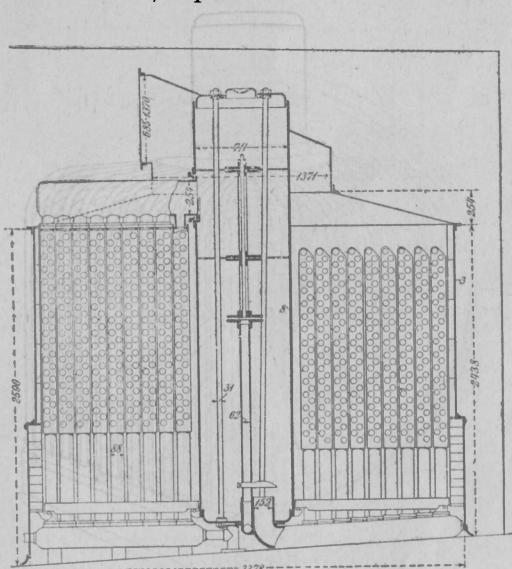


Рис. 282.

Котель Уорда.

ление 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 постепенного 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 придаются не круглую,

а квадратную форму въ планѣ, рис. 281, чтобы увеличить размѣры колосниковой рѣшетки и поверхности нагрева, 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,

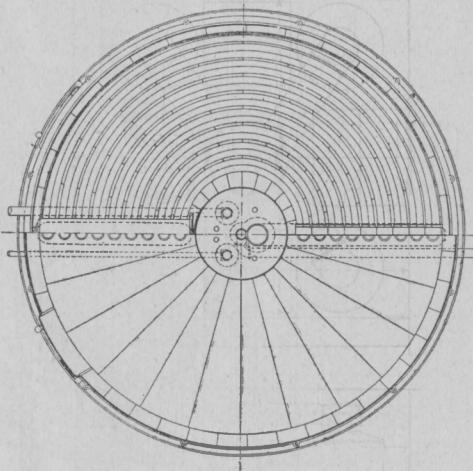


Рис. 283.

Котелъ 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. Соответствующія вертикальныя трубы съ обѣихъ сторонъ цилиндра соединяются между собой въ плоскости, нѣсколько отклоняющейся отъ горизонтального положенія, батареей изогнутыхъ по полукругу водогрѣйныхъ трубокъ, такъ что образуется столько пучковъ трубокъ, сколько

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

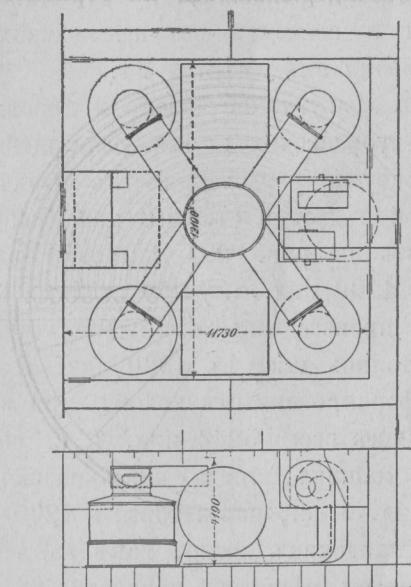


Рис. 284 и 285.

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, проходитъ 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 исправленій каждый пучокъ трубокъ съ его обѣими вертикальными трубами. Колосниковая решетка 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 инженеромъ-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 плошадь колосниковыхъ решетокъ равняется 88 кв. фут., то, считая 14 инд. л. с. на 1 кв. ф. колосниковой решетки, можно допустить, что они доставили требуемыя 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 решетокъ, равняющихся 295 кв. ф., слѣдовало бы получить отъ нихъ уже 4130 инд. л. с., то на 1 т. ихъ полнаго вѣса въ готовомъ для дѣйствія состояніи (указанъ въ 69,97 т.) приходилось бы всего 60 инд. л. с., а не 79,02, какъ разсчитывали на основаніи предварительныхъ испытаній. Послѣднія, при сожиганіи 55 фунт. угля на 1 кв. ф. колосниковой решетки въ часъ, при температурѣ

питательной воды 10° Ц., температурѣ пара 100° и $12,48\%$ содержанія воды въ парѣ, дали парообразованіе 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 $3,89\%$ содержанія воды въ парѣ, когда горѣніе было доведено до 40 фун. угля въ часть 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 $1/7$ вѣса котла.

Говорятъ, что равномѣрное 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 котелъ, изображеній на рис. 286—288, причемъ онъ высказывается слѣдующимъ образомъ о своемъ изобрѣтеніи: —

При конструированіи своего котла онъ руководствовался тою мыслю, что для обезпеченія полнаго 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 слоѣ топлива на колосниковой рѣшеткѣ и горячіе газы приходятъ въ соприкасаніе съ водогрѣйными трубками, не покрытыми сажей, благодаря чему ихъ теплота утилизируется вполнѣ, чѣмъ тепрѣ, даже при сильномъ форсированіи. Въ настоящее время въ судовыхъ котлахъ вблизи слоя топлива находятся охлаждающія нагрѣвателныя поверхности, которыя понижаютъ температуру го-

рячихъ газовъ, препятствуютъ окислению углерода доходить до высокой степени и вслѣдствіе возстановленія образующихся горячихъ газовъ приводятъ къ покрыванію сажей тепловоспринимающихъ поверхностей трубокъ, которая 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 устраниется въ разсматри-

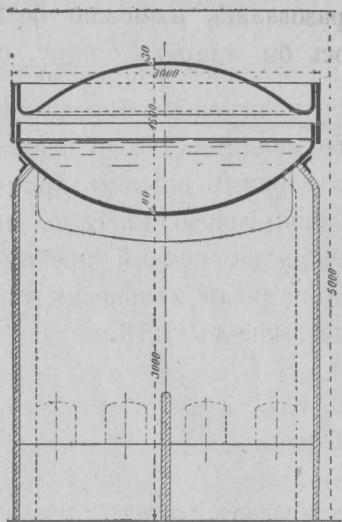


Рис. 286.

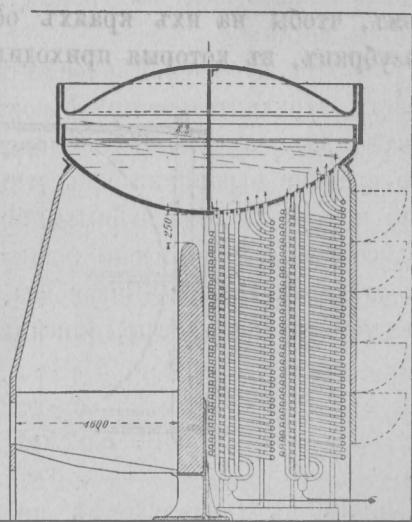


Рис. 287.

Котель Ленца.

ваемомъ котлѣ при помощи чечевицеобразнаго паросушителя, подъ передней половиной котораго расположена решетка 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 решеткѣ и сильно форсируемой тягѣ. Только по переходѣ чрезъ раскаленный топочный порогъ горячіе газы приходятъ въ соприкосновеніе съ водогрѣйными трубками, которая 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 склеивать 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 которыхъ приходилось бы ударяться пару, про-

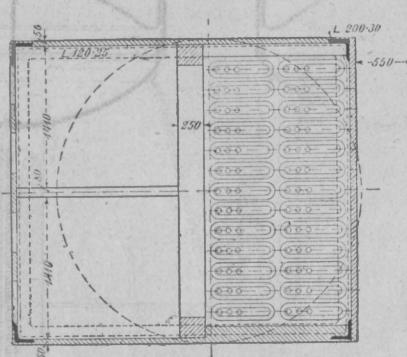


Рис. 288.

Котелъ Ленца.

ходящему чрезъ щели. Дно паросушителя образуетъ трубная стѣнка, въ которой трубы закрѣпляются раскаткой. Вертикальныя толстыя трубы обратной воды расположены въ нѣкоторомъ прикрытии отъ горячихъ газовъ внутри змѣевиковъ нагрѣвателныхъ трубокъ и вставляются внизу въ дежекторныя коробки, которыя соединены между собою; ихъ можно продувать чрезъ продувательный клапанъ. Отъ дежекторныхъ коробокъ идуть вверхъ свитыя въ три спирали съ большимъ шагомъ (1 : 5,7) змѣевики трубокъ, въ которыхъ вода циркулируетъ съ такой быстротой, что накипь въ нихъ не образуется. Только въ трубахъ обратной воды, въ которыхъ вода сильно подогрѣвается, 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

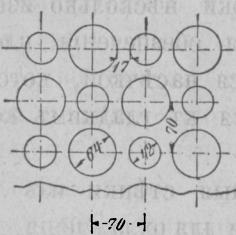


Рис. 289.

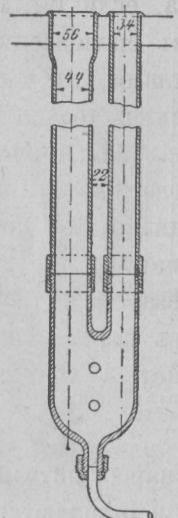


Рис. 290.

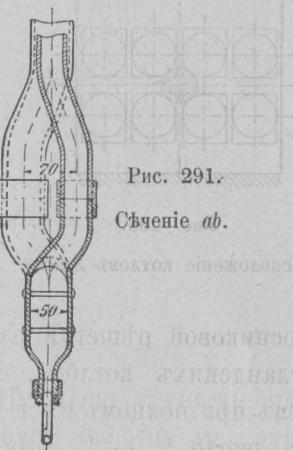


Рис. 291.

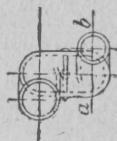


Рис. 292.

Трубы котла Ленца.

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

Если вмѣсто змѣевиковъ надо примѣнить прямыя верти-
кальныя трубки, то ихъ можно ставить, какъ показано на

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

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

По разсчету конструктора, если бы 12 ординарныхъ кот-

ловъ броненосца *Worth* замѣнить его котлами, то послѣднихъ потребовалось бы только 8, какъ показано на рис. 293, причемъ они доставили бы около 125 т. экономіи въ вѣсъ при одинаковой площади колосниковой решетки, но при поверхности нагрѣва около 11% больше, такъ какъ

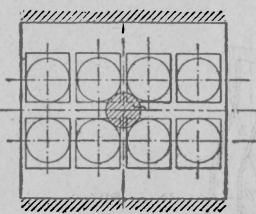


Рис. 293.

Расположеніе котловъ Ленца.

вѣсъ котла Ленца въ готовомъ для дѣйствія состояніи на 1 кв. футъ

колосниковой решетки равняется 0,65 т. вмѣсто 0,81 т. для шотландскихъ котловъ. Изображеній на рис. 286—288 котелъ при полномъ вѣсѣ въ 31 т. содержалъ бы 4,1 т. воды, т. е. около $1\frac{1}{7}$ — $1\frac{1}{8}$ своего вѣса. Такъ какъ котлы Ленца оказываются одинакового 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 выяснить, на сколько практическіе принципы, на которыхъ основано устройство этихъ котловъ.

— ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОТЛОВЪ
— КОТОЛЪ ПОДЪ ГРУЗОМЪ
— ПРОВѢРКА КОТЛОВЪ
— ОБСЛУЖИВАНИЕ КОТЛОВЪ

ПАСТЫРЬ

БИБЛІЯ НАШАМО

ОПІШО

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.

СМЪШАННЫЕ КОТЛЫ.

ОБЩІЯ ЗАКЛЮЧЕНІЯ.

Глава VI.

Смѣшанные котлы.

Название «смѣшанные котлы» стали давать въ послѣднее время такимъ котламъ, въ которыхъ имѣются какъ водогрѣйные, такъ и дымогарные трубы. Первые располагаются всегда вблизи колосниковой решетки, обыкновенно прямо въ топкѣ; поэтому имъ приходится выдерживать самую высокую температуру, а по дымогарнымъ трубкамъ проходятъ уже нѣсколько охлаждивающіе газы на пути въ дымовую трубу. Строители смѣшанныхъ котловъ исходятъ изъ того, что для самаго полнаго утилизированія теплоты горячихъ газовъ послѣдніе должны возможно полноѣ разсѣиваться по очень большой поверхности. Для осуществленія этой идеи изобрѣтатели отчасти вернулись опять къ прежней поверхности нагрева въ формѣ дымогарныхъ трубокъ.

49. Котлы Андерсона-Лайола.

Изображенный на рис. 294 и 295 смѣшанный котелъ построили Андерсонъ и Лайолъ въ Глазговѣ. Онъ представляеть собою двухсторонній котелъ, состоящій съ каждой стороны изъ цилиндрическаго огнетрубного котла и расположеннаго снизу водотрубного котла съ двумя камерами. При этомъ топка огнетрубного котла находится внутри водотрубного котла. Водогрѣйные трубы разставлены довольно далеко одна отъ другой, чтобы горячіе газы проходили между ними безпрепятственно. Сверху на водогрѣйныхъ трубкахъ съ внутренней стороны расположены щиты, 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 давлениі пара въ 170 футъ; при площади колосниковой рѣшетки въ 69 кв. ф. и поверхности нагрева въ 2340 кв. ф. (отношеніе между ними = 1 : 34), этотъ котель

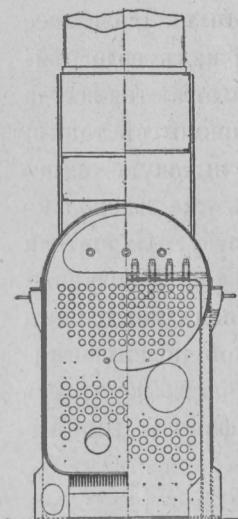


Рис. 294.

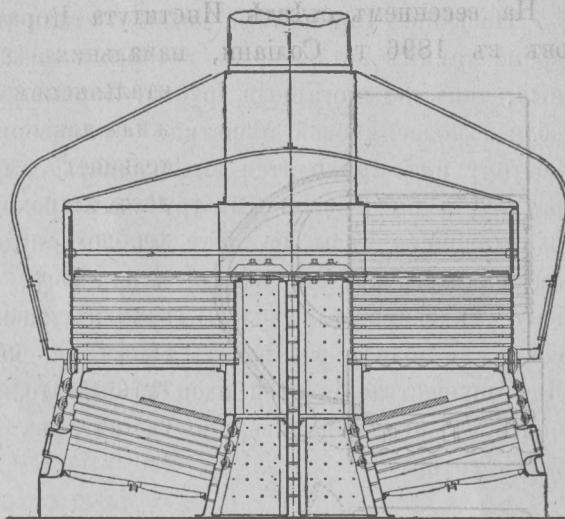


Рис. 295.

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 подвергнутъ 5-часовому испытанію, во время котораго, при сожиганіи 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 меныше 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 съездѣ Института Корабельныхъ Инженеровъ въ 1896 г. Соліани, начальникъ кораблестроенія въ

итальянскомъ флотѣ, предложилъ для повышенія производительности шотландскихъ котловъ, благонадежность которыхъ хорошо известна, 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 вставленныя 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 говоритъ, что водотрубные котлы

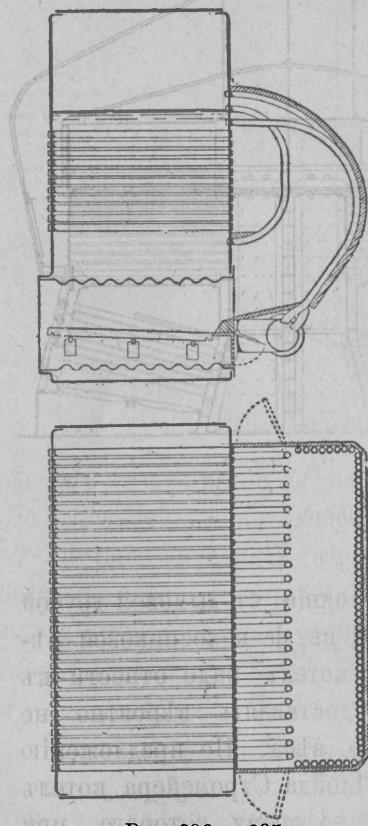


Рис. 296 и 297.

Смѣшанный ординарный котель
Соліани.

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

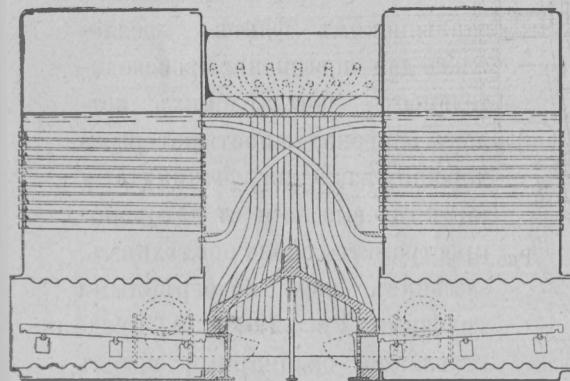


Рис. 298.

Смѣшанный ординарный котель Соліані.

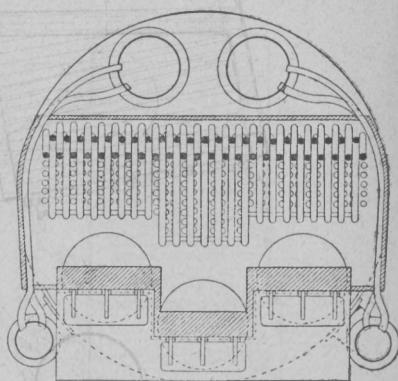


Рис. 299.

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

51. Котлы Штроомана.

Андерсонъ и Лайолъ, а также Соліані 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

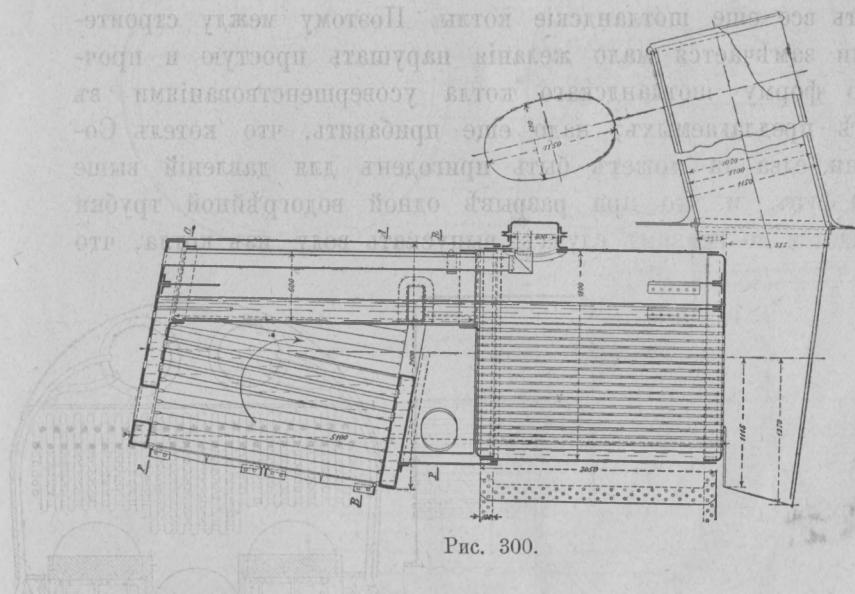


Рис. 300.

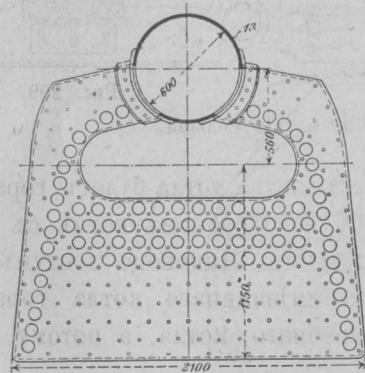


Рис. 301.

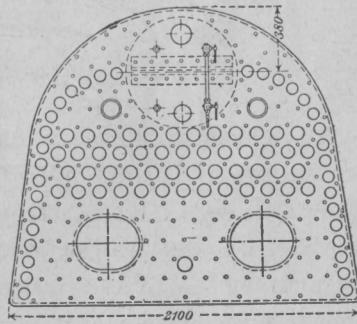


Рис. 302.

Котель Штроомана.

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

Сечение по АВ Сечение по СГ

Сечение по RP

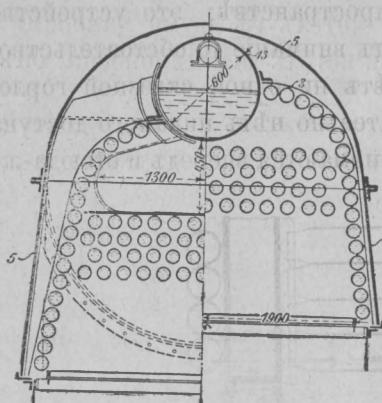


Рис. 303.

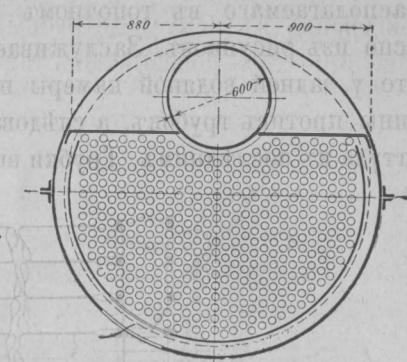


Рис. 304.

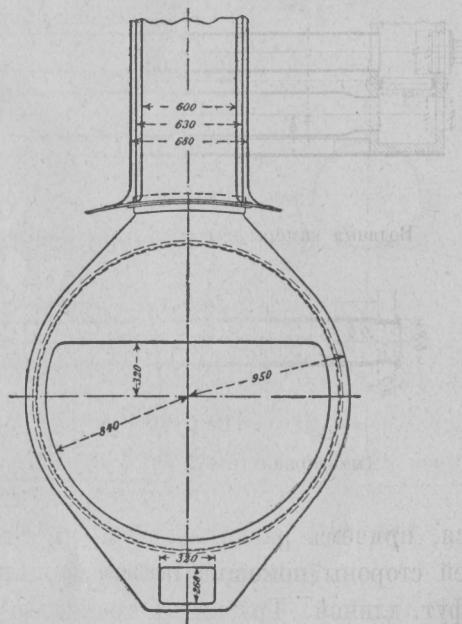


Рис. 305.

Котел Штромана.

топочную камеру, получили мѣсто для водотрубного 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

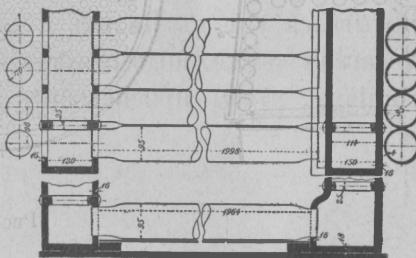


Рис. 306 и 307.

Крайній рядъ трубокъ въ котлѣ Штроомана.

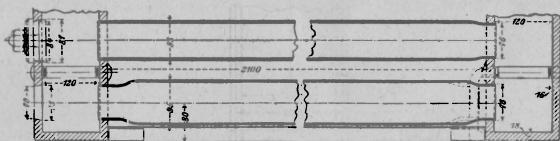


Рис. 308.

Водяные камеры и трубы котла Штроомана.

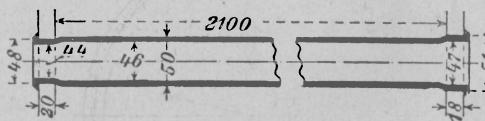


Рис. 309.

Дымогарная трубка котла Штроомана.

вставляются, причемъ раскатываются въ трубныхъ стѣнкахъ съ передней стороны помошью 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 съуживаются на концахъ, рис. 306 и 307, во первыхъ, для обра-

зованиія 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 загибаниемъ 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 хорошия результаты; предполагали также подвергнуть его болѣе обстоятельнымъ испытаніямъ, чтобы приспособить для примѣненій на миноносцахъ.

Глава VII.

Современное значение водотрубныхъ котловъ для примѣненія на судахъ.

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

Всѣмъ безъ исключенія водотрубныхъ 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 разъѣданіе и загрязненіе;
- 12) Невозможность закупоривать трубы съ течью во время дѣйствія.

Обсудимъ теперь эти пункты, каждый отдельно, 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 содержать 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 онъ бываетъ часто тяжелѣе, чѣмъ у другихъ котловъ вслѣдствіе того, что въ ихъ топкахъ имѣются кирпичныя кладки; дымоходы и дымовыя трубы бываютъ почти одинакового вѣса. Нельзя также указать разницы въ вѣсѣ кочегарныхъ принадлежностей, которыхъ 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 меныши вѣсъ водотрубныхъ котловъ съ болѣе высокой паропроизводительностью. Отвѣтъ на этотъ вопросъ лучше всего предоставить цифрамъ.

Цилиндрические котлы съ обратнымъ ходомъ дыма или, короче, шотландские 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 давлении всего въ 60 фунт., считаются вполнѣ пригодными и для современныхъ машинъ тройного расширенія съ рабочимъ давлениемъ въ 150—175 фунт. и даже примѣняются при машинахъ четверного расширенія при давлении пара въ 200 фунт.

Для болѣе высокихъ давлений они становятся слишкомъ тяжелыми и дорогими вслѣдствіе большой толщины листовъ корпуса и необходимыхъ скрѣплений, не говоря уже о затруднительности ихъ постройки. Поэтому едва ли можно сомнѣваться, что для давлений пара въ 250—280 фунт., какія требуются для современныхъ машинъ четверного расширенія, большие шотландскіе котлы пригодны настолько же мало, какъ и прежніе плоскостѣпные котлы для рабочаго давленія въ 60 фунт. Не смотря на это, представляется интереснымъ посмотреть, каково отношеніе между вѣсомъ и производительностью 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 (крейсеры 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 решетки 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. л. с., а при форсированной 30—37 и даже въ одномъ

случаѣ (*Karakalpa*) 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 крейсерѣ *Satellit* 51 инд. л. с. на тотъ же вѣсъ котловъ.

Водотрубные котлы иервыхъ трехъ группъ съ прямymi 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 при томъ не только такие 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, содержащие 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 большие котлы Уорда, которые на *Monterey* доставляли около 60 инд. л. с. Прежніе 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 торникрофтовскіе котлы, а также котлы Нормана, Ярроу, Рида, Блекіндана 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 скучныхъ числовыхъ данныхъ, то окажется, что *вѣсъ водотрубныхъ котловъ съ прямыми трубками въ готовомъ для дѣйствія состояніи по отношенію къ ихъ производительности до сихъ поръ только немноже вѣса шотландскихъ кот-*

ловъ и гораздо большие въса локомотивныхъ котловъ. Существенное уменьшение въса представляютъ только новѣйшие водотрубные котлы съ кривыми трубками.

По рѣкамъ въ Германии ходятъ уже нѣсколько пароходовъ съ водотрубными котлами мѣстныхъ заводовъ, причемъ, благодаря достигнутой при этомъ экономии 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, полученные на пробѣ или, еще лучше, при обыкновенной работе. Если эти числа будутъ значительно благопріятнѣе 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 кубического объема пространствъ, 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 данные относительно различныхъ водотрубныхъ котловъ, а найти данные относительно занимаемаго помѣщенія еще труднѣе. Торникрофтъ сообщаетъ для *Speedy* эскизъ котельного отдѣленія и его длину; Бельвиль 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 данныхъ о *Fei-Ying*, а фирма Шихау о *Satellit* и *Казарскомъ*. По этимъ даннымъ и по до-

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

На приведенныхъ въ ней судахъ установлены машины тройного расширения съ начальнымъ давлениемъ 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
Название судовъ.	Индик. лош. силы машинъ.	Котельные отдѣленія.				Замѣчанія.
		Ширина	Общая длина	Площадь	Инд. л. с. на 1 кв. ф. площади.	
		футы.	футы.	кв. ф.	Инд. л. с. на 1 кв. ф. площади.	
I. Шотландскіе котлы.						
<i>Hohenzollern</i>	9635	44 и 40	53	4500	2,14	4 двойн. и 4 ордин. котла.
		I II III	I II III			
<i>Kaiserin Augusta</i> . .	14015	55 ³ / ₄ 48 ¹ / ₂ 39	32 39 39	5250	2,67	8 двойныхъ.
<i>Wörth</i>	10228	40	93 ¹ / ₂	3770	2,71	12 ординарныхъ.
II. Локомотивные котлы.						
<i>Beowulf</i>	4866	25 ³ / ₄	66 ¹ / ₂	1715	2,83	4 котла.
<i>Satellit</i>	4600	15 ³ / ₄	57 ¹ / ₂	905	5,08	4 »
<i>Казарекий</i>	3500	16 ¹ / ₄	32 ³ / ₄	538	6,51	2 »
III. Водотрубные котлы.						
<i>Alger</i>	5089	26 ¹ / ₂	99	2630	1,93	24 бельв. котла.
<i>Latouche-Tréville</i> . .	7300	27	83	2240	3,26	16 » котловъ.

1	2	3	4	5	6	7
Название судовъ.	Индик. мощн. машины.	Котельный отдѣленія.				Замѣчанія.
		Ширина	Общая длина	Площадь	Инд. л. с. на 1 кв. ярдъ.	
		футы.	футы.	кв. ф.		
<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	4185	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>Rossia</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 » Торнир.
<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 Мешера.	

Сравнительные цифры для *Kaiserin Augusta* и *Wörth*, почти равные цифрамъ для *Rossia* 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 прямymi трубками (а именно при бельвилевскихъ котлахъ) по сравненію съ шотландскими котлами не очень велика, а водогрубные котлы съ кривыми трубками занимаютъ больше места, чѣмъ локомотивные котлы, и во всякомъ случаѣ для нихъ требуется площадь не менѣе, чѣмъ для послѣднихъ. Но если бы даже можно было достичь большой экономіи въ помѣщ.

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 угольныхъ 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 нимъ 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 обѣ экономіи въ помѣщеніи при водотрубныхъ котлахъ не можетъ быть рѣчи, потому что на новые крейсеры 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 разсчитано въ 8407 т., но впослѣдствіи, 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 инд. 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 состоить изъ возможно большого 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 обработанного материала, — въ настоящее время по большей части сталь, — въ нихъ меныше, чѣмъ въ другихъ котлахъ, а потому они должны стоить дешевле. Сюда надо прибавить, что они состоять изъ большого числа частей, вполнѣ 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 Германии 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 кочегарной 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 такие же вѣса. Если стоимость котловъ отнести къ контрактной силѣ машинъ, тогда получаются результаты, болѣе благопріятные 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-

мемъ въ разсчетъ ихъ слишкомъ тщательную и прочную постройку, о которой упоминалось уже нѣсколько разъ. Возможно, что при большемъ числѣ примѣровъ для сравненія получатся цифры, болѣе благопріятныя для водотрубныхъ котловъ, но на основаніи имѣющихъся свѣдѣній слѣдуетъ признать, что не можетъ быть и рѣчи о сколько нибудь значительномъ уменьшениі стоимости котловъ для судовъ всѣмъ-ствѣ примѣненія водотрубныхъ котловъ.

Названія судовъ.	Число и система котловъ.	Давл. пара въ фун. на кв. дм.			Поверхность нагрева.			Стоимость въ рубляхъ.			Дѣйствительно по- лученная инд. л. с.
		въ котлахъ.	въ цилиндрѣ высокаго давленія.	Площадь кот. рѣшетки.	въ квадр. футы	въ котловъ, въ тонахъ.	Площадь кот- ловъ.	1 тонны котла.	1 инд. лоп. слы.		

Котлы на 9000 инд. л. с.

<i>Bugeaud</i> . .	24 бельвил. котла .	240	170	755	21535	273,3	241428	883	26,8	9565	
<i>Chasseloup- Laubat</i> . .	20 котл. Лаграфели- д'Аллеста . .	210	170	732	19450	229,2	201320	878	22,3	9700	
<i>Friant</i> . .	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. Торнир.	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 перемѣнной повреждающихся трубокъ и рѣдко распространяются на прішедшія въ негодность части, въ которыя вставляются трубы; поэтому являющіеся въ каждомъ отдельномъ 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 комиссіи 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 питательная присособленія и въ особенности автоматическія (у бельвилевскихъ котловъ, а въ послѣднее время также у котловъ Ярроу, Торникрофта 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 каждого 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 коробки, замѣна повредившейся во время дѣйствія трубы производится очень быстро, не смотря на то, что приходится выводить изъ дѣйствія и опоражнивать котель, 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. Вмѣстѣ 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 Блекиндана и новыхъ Ярроу.

Съ легкостью исправленій новѣйшихъ водотрубныхъ котловъ, которая обусловливается тѣмъ, что они состоятъ изъ большого числа отдѣльныхъ 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 взамѣнѣ старыхъ пришедшихъ въ негодность эти работы и расходы на нихъ остаются въ экономіи, потому что ихъ отдѣльные 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 отдаются 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 отношении взрывовъ.* — Это преимущество водотрубныхъ котловъ обусловливается обыкновенно малымъ содержанiemъ 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'Аллеста и Никлосса ея количество доходитъ уже до 3 т., а въ котлахъ Дюрра и Бабюка-Вилькокса ея содержится даже больше 4 т. При давленіяхъ пара въ 185 — 240 фунт., какія бываютъ обыкновенно въ этихъ котлахъ, и при обусловливаемой 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 котель 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 разрушение, произведенное на суднѣ! Итакъ безопасность въ разсчетѣ 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 говорятъ, что изъ лопнувшей трубки начинаетъ выходить паръ или вода, какъ изъ очень неплотной части арматуры или изъ открытаго предохранительного 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 Роэна и Гортон-а и первой машинной тройного расширенія рассказываютъ, что въ 1875 г. вслѣдствіе разрыва **нижнихъ** цилиндрическихъ водяныхъ коллекторовъ были обварены два кочегара. Въ декабрѣ 1894 г. австрійский минный крейсеръ *Shark*, построенный Томсономъ на Клайвѣ, съ котлами Нормана, пошелъ на пробу форсированнымъ юдомъ и во время послѣдней разорвалась одна изъ водогрѣющихъ трубокъ, которая первоначально были мѣдныя; при этомъ были сильно обварены **нѣсколько** человѣкъ. Весной 1895 г. развало **нѣсколько** пробокъ изъ судового котла Бабкока-Вількокса, надъ которымъ заводъ *Fairfield Shipbuilding Co.* проводилъ предварительныя испытанія на бензинѣ; при этомъ были обварены 6 человѣкъ, хотя они могли выскакивать изъ котельного помѣщенія **прямо** на открытый воздухъ. Наконецъ 9 июня того же года, во время пробы французскаго броненосца *Jauréguiberry*, въ одномъ изъ его котловъ Лаграфеля-Дамста въ средней лѣвой кочегарнѣ разорвалась трубка на днѣ около 10 дм., вслѣдствіе чего находившіеся въ кочегарѣ 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 самъстроилъ много водотрубныхъ котловъ для судовъ. На одномъ построенному имъ грузовому пароходу въ 800 грузовыхъ тоннъ образовалась въ одной изъ трубокъ водотрубного котла маленькая дырка, когда пароходъ стоялъ у набережной съ полнымъ грузомъ, готовый къ уходу. Паръ выходилъ изъ этого отверстія 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 разъѣданія и, такъ какъ прежде, въ желѣзныхъ трубкахъ изъ нечисто обработанного материала, онѣ являлись гораздо чаще, чѣмъ въ теперешнихъ стальныхъ трубкахъ, выдѣланныхъ изъ вполнѣ однороднаго материала, 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 разъѣданія трубокъ обыкновенной толщины проявлялись уже послѣ трехлѣтней службы въ столь значительныхъ размѣрахъ, что дѣлалось практически необходимымъ перемѣнить всѣ трубки.

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

Такіе же практическіе результаты получили и съ береговыми водотрубными котлами, потому что на собраниіи delegatovъ 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 начинаетъ выходить паръ или вода, какъ изъ очень неплотной части арматуры или изъ открытаго предохранительного 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 Рооэна и Гортонса 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, которая 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 котельного 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 соответствующая 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 водотрубного котла маленькая дырка, когда пароходъ стоялъ у набережной съ полнымъ грузомъ, готовый къ уходу. Паръ выходилъ изъ этого отверстія 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. Подобные дыры образуются въ трубкахъ отъ разъѣданія и, такъ какъ прежде, въ желѣзныхъ трубкахъ изъ нечисто обработанного материала, онѣ являлись гораздо чаще, чѣмъ въ теперешнихъ стальныхъ трубкахъ, выдѣланныхъ изъ вполнѣ однороднаго материала, 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 разъѣданія трубокъ обыкновенной толщины проявлялись уже послѣ трехлѣтней службы въ столь значительныхъ размѣрахъ, что дѣлалось практически необходимымъ перемѣнить всѣ трубы.

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

Такіе же практическіе результаты получили и съ береговыми водотрубными котлами, потому что на собраніи delegatovъ международного 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

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

6. *Большая экономичность.*— Водотрубные котлы содержать небольшое количество воды въ очень тонкостѣнныхъ вмѣстительницахъ малаго поперечного 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 нагрева, т. е. повысить утилизацию теплоты горячихъ газовъ. Улучшая циркуляцію воды, уже и безъ того хорошую въ большинствѣ водотрубныхъ котловъ, а также придавая трубкамъ надлежащее расположение, можно по сло-вамъ 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 анг. 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 па двухъ одинаковыхъ пароходахъ *Australien* и *Polynesien* съ машинами тройного расширенія и бельвилевскими котлами расходовалось 1,83 фунт. угля на 1 инд. л. с. въ часъ, тогда какъ на пароходахъ *Bresil* и *La Plata* съ шотландскими котлами этотъ расходъ равнялся 1,85 фун. Для получения этого результата должны были вычислить, какому количеству кардифскаго угля будутъ соотвѣтствовать сожженные въ бельвилевскихъ котлахъ 9771 т. брикетнаго угля и 17863 т. австралийскаго, умножая эти количества соотвѣтственно на 0,9 и 0,8, потому что шотландскіе котлы отоплялись только кардифскимъ углемъ; этотъ разсчетъ 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 болынихъ германскихъ пароходныхъ компаний, на пароходахъ которыхъ, при машинахъ тройного расширения 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 впослѣдствіи, при уменьшенной мощности машинъ, этотъ расходъ понизился до 2,44 фун. На броненосцѣ *Jetapres*, 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 пробѣ германского броненосца *Wörth* съ простыми шотландскими котлами, на 6-часовой пріемной пробѣ котрого 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 расширения съ тѣмъ же начальнымъ давленіемъ пара (170 фун.), расходъ угля очень великъ, особенно если принять въ разсчетъ, 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 сомнѣтельной.

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 решетки распределена на нѣсколько независимыхъ между собой топокъ. Затѣмъ въ топкахъ шотландскихъ и локомотивныхъ котловъ порогъ представляетъ собою средство для задерживания горючихъ газовъ въ топкѣ до тѣхъ поръ, пока они не перемѣщаются достаточно съ воздухомъ и не сгорятъ вполнѣ. Изъ топокъ водотрубныхъ котловъ газы, какъ только они образуются, уходятъ въ промежутки между трубками, не успѣвая перемѣщаться 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 недостающей для ихъ сгоранія кислородъ, а съ другой стороны отбрасываетъ ихъ обратно къ колосникамъ, чтобы они успѣвали сгорать. Для доставленія сжатаго воздуха приходится ставить особый воздухонагнетательный насосъ. Болѣе совершеннымъ горѣніемъ объясняется большая экономичность котловъ Лаграфеля-д'Аллеста по сравненію съ другими прямотрубными котлами. Какъ известно, 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 горючихъ газовъ остается только боковой выходъ поверхъ упомянутаго порога. Только пройдя чрезъ этотъ съуженный проходъ, газы распредѣляются по промежуткамъ между трубками изъ просторной газовой камеры. Въ своихъ послѣднихъ котлахъ Лаграфель и д'Аллестъ расположили колосниковая решетка значительно ниже, чѣмъ прежде, и устроили еще болѣе высокія топки, чѣмъ и объясняются хорошие результаты, полу-

ченные на *Casabianca*. Относительно англійскихъ и американскихъ водотрубныхъ котловъ съ изогнутыми трубками не опубликовано почти никакихъ данныхъ объ ихъ экономичности; впрочемъ можно вывести нѣкоторыя заключенія изъ результатовъ иробъ новыхъ англійскихъ 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. лош. 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 отоплении 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 экономического 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 работе водотрубные котлы менѣе экономичны, чѣмъ шотландскіе и локомотивные.*

Вышеуказанные практическіе результаты, полученные на судахъ, согласуются вполнѣ съ наблюденіями на электротехнической выставкѣ 1891 г. во Франкфуртѣ надъ береговыми водотрубными котлами; топки во всѣхъ котлахъ работали съ большимъ избыткомъ воздуха, сожигали 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 испытаний 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 хороший 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 испытаний по большей части нельзя бываетъ извлечь никакихъ заключеній. Хорошо известно, что и въ шотландскихъ и локомотивныхъ котлахъ, пока они новые и чистые, при очень умѣренномъ отоплениі и съ подогрѣтой питательной водой, можно получить испареніе 10 фун. воды на 1 ф. угля и въ водотрубныхъ котлахъ парообразованіе 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 нормальнааго. Въ водотрубныхъ котлахъ, при ихъ очень большой эластичности, которая дѣлаетъ ихъ почти нечувствительными къ неодинаковоымъ 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 допускаются 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 течь трубокъ или водяныхъ камеръ; при повтореніяхъ быстрой разводки эта течь 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 скоро, 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 имѣть 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 перемѣны дѣйствія, быстрая разводки пара и быстрое охлажденіе. Отъ этого не только текутъ ихъ дымогарныя трубки и разрываются связи, но въ концѣ концовъ появляется даже сильная течь въ большей части швовъ, подвергающихся натяженію. Поэтому при форсированіи тяги въ шотландскихъ котлахъ обыкновенно не переходятъ съ давленіемъ воздуха за $1-1\frac{1}{8}$ дм. столба воды, а при локомотивныхъ доходятъ, самое большое, до 2 дм. Соответственно этому часовой расходъ угля на 1 кв. ф. колосниковой решетки 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 сожигали 67 англ. фун. въ часъ на 1 кв. ф. колосниковой рѣшетки и должны сожигать 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 площиади колосниковыхъ рѣшетокъ. Итакъ водотрубные котлы съ кривыми трубками не только отличаются высокой способностью форсированія, но и могутъ выдерживать такое форсированіе, не обнаруживая никакой течи. Котлы съ прямыми трубками оказываются не лучшіе шотландскихъ котловъ въ отношеніи способности форсированія; они непрігодны для сильныхъ форсированій, потому что сейчасъ же начинаютъ доставлять сырой паръ или вскипать, о чёмъ будемъ говорить еще ниже. Въ виду этого во французскомъ флотѣ предписано при пробахъ форсированнаго 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 форсированнаго ходомъ броненосца *Le Tonnere* 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 форсированнаго 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 указанныя ниже суровыя испытания, 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 решетки въ часъ. Повидимому только новые прямотрубные котлы Ярроу могутъ выдерживать нѣсколько большее форсированіе. Ихъ строитель разсказываетъ, что испытывавшійся на берегу котель 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 котель не обнаружилъ никакого формоизмѣненія или вообще поврежденія. Торникрофтъ сообщаетъ еще о болѣе суровой пробѣ двухъ торникрофтовскихъ котловъ типа *Daring*: изъ находящихся въ дѣйствии 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 котель Туна въ Америкѣ: изъ работающаго при сильномъ форсированіи тяги котла мгновенно выгребли жаръ и затѣмъ находящійся еще подъ парами котель начали обливать холодной водой изъ брандспойта, причемъ не появилось никакой течи.

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

внимательный. Было уже говорено, что во всѣхъ водотрубныхъ котлахъ водяное пространство очень мало, на чёмъ 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 вполнѣ 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 вполнѣ чистую воду даже при примѣненіи фильтровъ питательной воды и такъ какъ кромѣ того давленіе въ этихъ котлахъ, какъ уже было упо-

мянуто, тѣмъ больше подвергается колебаніямъ, чѣмъ менѣе воды они содержатъ и чѣмъ небрежнѣе уходъ 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 высушиванія 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 оставшуюся 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 служитъ, 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 ставить большое число котловъ, совокупная мощность которыхъ всегда бываетъ значительно болѣе, 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 торникрофтovскихъ 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 которого внутренняя паровая труба обыкновенного устройства отводить его къ стопорному клапану. Въ остальныхъ котлахъ съ изогнутыми трубками, которые всѣ одинакового устройства съ торникрофтовскими, но у которыхъ трубы вставлены въ паросушитель подъ водой, всегда старались устраивать болынѣе паросушители для обеспеченія достаточнаго парового пространства, чтобы образующійся паръ находилъ въ немъ большую поверхность воды, а также могъ бы высыпываться какимъ-либо механическимъ способомъ.

Итакъ *въ водотрубныхъ котлахъ съ изогнутыми трубками наклонность къ вскипанію и къ произведению сырого пара менѣе, чѣмъ въ котлахъ съ прямыми трубками, а потому ихъ можно сильнѣе форсировать. Водотрубные котлы съ прямыми трубками способны къ вскипанію болыше 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 автоматического прибора нельзя обходиться, такъ какъ при регулированіи уровня воды въ-ручную потребовалось бы для каждого котла по одному человѣку, который управлялъ бы

питательнымъ клапаномъ. Послѣствiемъ поврежденiй 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 значенiя, явилась надобность въ автоматическихъ питателяхъ (у прежнихъ торникрофтовскихъ котловъ ихъ не было), то отсюда можно заключить, что питание водотрубныхъ котловъ требуетъ отъ прислуши гораздо большиe внимательности, чьмъ для котловъ съ большими водяными пространствами вродѣ шотландскихъ и локомотивныхъ.

Съ этимъ тѣсно связана также большая чувствительность водотрубныхъ котловъ къ неравномѣрному отопленiю, вслѣствiе чего обыкновенный кочегаръ, находившiйся у шотландскихъ или локомотивныхъ котловъ, долженъ особо обучаться для отопленiя водотрубныхъ котловъ, потому что онъ долженъ обращать на ихъ топки гораздо больше вниманiя. Къ этой требующейся отъ кочегаровъ большей умѣлости прибавляется еще ихъ обременение непрерывно требующимися мелкими исправленiями и работами по чисткѣ. Поэтому при водотрубныхъ котлахъ являются болѣе высокiя требования, чьмъ при шотландскихъ и локомотивныхъ котлахъ въ отношенiи хорошаго состава прислуши.

11. *Повреждаемость отъ ржавленiя и загрязненiя.*—Выше (§ 5) уже указывалось, какъ чувствительны къ разъѣданiю тонкостѣнныя кривыя трубки водотрубныхъ котловъ и какiя опасности ведутъ за собою подобныя не замѣченныя своеевременно утоненiя ихъ стѣнокъ. Паровые и водяные коллекторы различныхъ водотрубныхъ котловъ, какъ показала практика, можно довольно хорошо защищать цинковыми плитками, но относительно трубокъ этого къ сожалѣнiю сдѣлать нельзя. Поэтому пробовали примѣнять мѣдныя и латунныя трубы, но пришлось ихъ оставить вслѣствiе незначительной крѣпости при высокихъ температурахъ. Теперь вездѣ употребляются стальные трубы, которыя цинкуются снаружи для защиты отъ ржавленiя. Кромѣ того надо обращать вниманiе, чтобы

трубки всегда оставались свободны отъ осадковъ внутри для устраненія возможности ихъ мѣстныхъ перегрѣваний. 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 вполнѣ избѣжать нельзя, а потому французы непрерывно прибавляютъ къ питательной водѣ своихъ водотрубныхъ котловъ известковый растворъ и подвергаютъ ихъ послѣ определенного времени дѣйствія основательной чисткѣ выщелачиваніемъ по описанному выше способу. Кромѣ того каждая трубка тщательно вычищается чрезъ снятая горловины и осматривается, нѣтъ ли въ ней язвинъ отъ разъѣданія. При такомъ уходѣ никогда не бываетъ очень большихъ осадковъ въ трубкахъ, а кромѣ того эти осадки бываютъ мягкие, 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, которая вслѣдствіе этого служатъ дольше. Главный инженеръ-механикъ англійского флота Дерстонъ на собраніи англійскихъ кораблестроителей въ 1896 г. высказалъ требованіе, чтобы водогрѣйные трубки котловъ на большихъ военныхъ судахъ, за исключеніемъ случайныхъ перемѣнъ негодныхъ трубокъ, выдерживали три трехлѣтнихъ илаванія, 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 усиленного продолжительного 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 разъѣданіе 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 котель 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 сильного загрязненія палубы отъ этого, оказалось, что чистка трубокъ этимъ способомъ возможна только при совершенно сухой сажѣ, а при углѣ съ нѣсколькою смолистой сажей наружный налетъ на трубкахъ не поддается баненію. Затѣмъ оказалось, что нѣкоторая часть сажи всегда падаетъ внизъ и тамъ, въ особенности въ котлахъ съ кривыми трубками, по охлажденіи, съ сыростью отъ пара, которымъ банили, образуется смѣсь, сильно развѣдающая не только трубы, но и стѣнки котловъ, обшивку и пр., какъ это случилось напр. на испанской миноносцѣ *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 указанныя 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 кампаниі, которая рѣдко продолжается больше нѣсколькихъ недѣль, торнирофтовскіе котлы миноносцевъ вынимаютъ изъ послѣднічъ, 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 хлопотливъ и утомительныъ 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 трубы; не остается никакого другого выхода, какъ выводить котель 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 вполнѣ и охлаждать. Изъ всѣхъ водотрубныхъ котловъ легче всего перемѣна трубокъ производится въ котлахъ съ циркуляціонными трубками, уже труднѣе въ котлахъ съ двумя водяными камерами и труднѣе всего въ котлахъ съ кривыми трубками, потому что въ послѣдніхъ, 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 будеть 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 лишились бы уже половины мощности машины. Однако чѣмъ больше число котловъ, тѣмъ больше получается арматуры, въ особенности питательныхъ приспособлений, тѣмъ труднѣе становится равномѣрное питаніе всѣхъ соединенныхъ между собою котловъ и тѣмъ сложнѣе управлѣніе 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 плохого 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 законченного развитія, можетъ только повредить ихъ дальнѣйшему распространѣнію на судахъ, потому что такое восхваленіе возбуждаетъ несбыточныя ожиданія, за которыми должно слѣдоватъ разочарованіе. Чѣмъ медленнѣе и осмотрительнѣе происходитъ распространѣніе водотрубныхъ котловъ, особенно на коммерческихъ судахъ, которыя теперь могутъ еще безъ ущерба обходиться безъ нихъ, тѣмъ больше можно надѣяться, что въ будущемъ они пріобрѣтутъ въ паровомъ судоходствѣ такое же важное значеніе и господство, какое принадлежало неоспоримо въ продолженіи 3 послѣднихъ десятилѣтій шотландскимъ котламъ.