

*Арзамасъ*

# ТРУДЫ

43-ГО СЪѢЗДА УПОЛНОМОЧЕННЫХЪ И ИНЖЕНЕРОВЪ

Международнаго Союза  
обществъ для надзора за паровыми котлами

состоявшагося въ Москвѣ

20, 21 и 22 ЮНЯ 1913 г.



РАЗРѢШЕННЫЙ СОЮЗОМЪ ПЕРЕВОДЪ  
подъ редакціей проф. Г. Ф. Делпа и Г. А. Якобсона.



GOLDENE MEDAILLE.

Издание обществъ для надзора за паровыми котлами:  
Баварскаго, Мюнхенскаго, Московскаго, С.-Петербургскаго, Сѣвернаго и Южно-Русскаго.

Тип А. П. Поплавского. Москва.

# СОДЕРЖАНІЕ.

---

	<i>Стр</i>
Повѣстка . . . . .	5
Списокъ присутствовавшихъ . . . . .	7
Отчетъ Бюро . . . . .	16
Докладъ Технической Комиссiи . . . . .	25
Докладъ Комиссiи для испытанiя поврежденныхъ котельныхъ листовъ . . . . .	27
Докладъ Комиссiи по измѣненiю нормъ для испытанiя паровыхъ котловъ и машинъ . . . . .	50
Современные вертикальные водотрубные котлы и ихъ успѣхи за послѣдніе годы . . . . .	67
О вредныхъ составныхъ частяхъ, содержащихся въ питательной водѣ паровыхъ котловъ или прибавляемыхъ къ ней. Вліяніе рабочаго давленiя на дѣйствіе составныхъ частей воды . . . . .	100
Вліяніе свойствъ топлива на устройство и обслуживаніе топки . . . . .	146
О паромѣрахъ . . . . .	164
Совмѣстная работа котловъ съ разнымъ давленiемъ . . . . .	168
Какія причины вызываютъ образованіе выпучинъ трубокъ водотрубныхъ котловъ, даже при незначительномъ налетѣ? Можно ли при этомъ доказать вліяніе конструкции топки и прилегающихъ газоходовъ? . . . . .	175
Опыты съ электрической и автогенной сваркой въ примѣненiи къ котламъ . . . . .	189
Бетонныя дымовыя трубы . . . . .	205
Обсужденіе вопросовъ, допущеніе конхъ на ближайшее собраніе было предложено и для коихъ должны быть назначены докладчики . . . . .	240

Выборъ мѣста для ближайшаго годичнаго собранія . . .	244
Выборъ Бюро Союза . . . . .	245
Выборъ Правленія на 1913—14 г. . . . .	245
Выборъ 2-хъ членовъ ревизіонной комиссіи на 1913—14 г. . . . .	245
Выборъ членовъ и предсѣдателя технической комиссіи. . . . .	245
Отчетъ и принятіе его . . . . .	246
Изданіе протокола на французскомъ языкѣ . . . . .	250
Ассигнованіе средствъ на опыты . . . . .	254
Установленіе членскаго взноса на 1913—14 г. . . . .	261
Списокъ членовъ . . . . .	266
Статистика Обществъ по отдѣльнымъ государствамъ . . . . .	269

*Замѣченныя посылъ отпечатанія опечатки приведены  
на стр. 271.*

# ПОВѢСТКА

Н А

43-е Собрание Международнаго Союза Обществъ для надзора за паровыя котлами въ Москвѣ. Четвергъ 20-го, пятница 21-го и суббота 22-го июня, 1913 г.

## I.

1. а) Открытіе Собранія представителемъ общества, исполняющаго обязанности Бюро Союза;  
б) выборы предсѣдателя собранія и одного или нѣсколькихъ замѣстителей;  
в) выборы двухъ секретарей.
2. Отчетъ Бюро Союза, по докладу г. Рейшле—Мюнхень.

## II. Технический Отдѣль.

3. Отчетъ Технической Комиссіи:
  - а) Общій. Прессель—Хемницъ.
  - б) Комиссіи по изслѣдованію поврежденныхъ котельныхъ листовъ. Бютовъ—Эссенъ.
  - в) Комиссіи по разработкѣ предложеній, касающихся вычисления сопротивленія тонкостѣнныхъ мѣдныхъ барабановъ, подверженныхъ дѣйствию температуры до 150° Ц. Прессель—Хемницъ.
  - г) Расчетъ сопротивленія плоскаго неба огневой коробки стационарныхъ паровыхъ котловъ. Рейшле—Мюнхень.
4. Докладъ комиссіи по измѣненію нормъ для испытанія паровыхъ котловъ и машинъ. Рейшле—Мюнхень.
5. Современные вертикальные паровые котлы и ихъ успѣхи за послѣдніе годы. К. Киршь—Москва.
6. Сообщенія о вредныхъ составныхъ частяхъ, содержащихся въ питательной водѣ паровыхъ котловъ или прибавляемыхъ къ ней. Вліяніе рабочаго давления на дѣйствіе составныхъ частей воды.
  - а) Всюду встрѣчаемая, преимущественно неорганическія составныя части (воздухъ, углекислота, вакипеобразователи и т. п.). Блахеръ—Рига.

- б) Органическія составныя части. Баварское о-во.
7. Какое вліяніе имѣютъ свойства топлива на конструкцію топокъ и уходъ за ними? Нисъ—Гамбургъ.
  8. Сообщенія о паромѣрахъ. Бютовъ—Эссенъ.
  9. Использование пара для цѣлей нагрѣванія К. Киршъ—Москва.
  10. Какія причины вызываютъ выпучиваніе трубокъ водотрубныхъ котловъ уже при незначительномъ налетѣ накипи? Можно ли въ такихъ случаяхъ доказать вліяніе устройства топки и газоходовъ? Чернекъ—Франкфуртъ/О.
  11. Практическія свѣдѣнія объ автогенной и электрической сваркѣ. Эггерсъ—Мюнхенъ—Гладбахъ и Мюнстеръ—Данцигъ.
  12. Вліяніе толщины стѣнокъ котельнаго помѣщенія на дѣйствіе взрывовъ паровыхъ котловъ. Рейшле—Мюнхенъ.
  13. Бетонныя дымовыя трубы. Питчъ—Мангеймъ.
  14. Совмѣстная работа паровыхъ котловъ съ различными рабочими давленіями. Барменское о-во.
  15. Бесѣда о вліяніи распространенія электричества и двигателей внутренняго сгорания на количество паровыхъ установокъ. Вступленіе сдѣлаетъ Дунзингъ—Ганноверъ.
  16. Обсужденіе вопросовъ, допущеніе коихъ на ближайшее собраніе будетъ предложено, и назначеніе по таковымъ докладчиковъ.

### III. Дѣловая часть.

17. Выборъ мѣста ближайшаго годичнаго собранія.
18. Выборъ Бюро Союза.
19. Выборъ Правленія на 1913/14 г.
20. Выборъ 2 членовъ Ревизіонной Комиссіи на 1913/14 г.
21. Выборъ членовъ и предсѣдателя Технической Комиссіи.
22. Денежный отчетъ и утвержденіе такового.
23. Изданіе «Трудовъ Съѣзда» на французскомъ языкѣ.
24. Ассигнованіе средствъ на изслѣдованія.
25. Опредѣленіе размѣра членскаго взноса на 1913/14 г.

# СПИСОКЪ

## присутствующихъ членовъ Союза.

Телуц. №	Мѣстоахожденіе о-ва.	Наименованіе о-ва.	Представитель.
1.	Аахенъ.	Dampfkessel- Überwachungs-Verein für den Regierungsbezirk Aachen.	Циммермавсъ, директоръ.
2.	Альгона.	Norddeutscher Verein zur Überwachung von Dampfkesseln.	Г. Цебель, предсѣдатель. Г. Эккерманъ, директоръ.
3.	Аміенъ.	Association des propriétaires d'appareils à vapeur de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise.	Е. Шмидъ, главн. инжен.
4.	Барменъ.	Bergischer Dampfkessel- Überwachungsverein Barmen.	Г. Овербекъ, предсѣдатель. Д. Виртвейнъ, и. о. главн. инж.
5.	Берлинъ.	Dampfkessel-Revisions- Verein «Berlin».	Г. Гиллигеръ, директоръ.
6.	Брауншвейгъ.	Braunschweigischer Dampf- kessel-Überwachungs- Verein.	Ф. Шмицъ, директоръ.
7.	Бреславль.	Schlesischer Verein zur Überwachung von Dampf- kesseln.	Бальперъ, членъ правл. Цункель, и. о. главн. инж.

8.	Варшава.	Варшавское о-во для надзора за паровыми котлами.	С. Крушевский, инженерь. I. Комдрижский инженерь.
9.	Вильна.	Сѣверо-западное о-во для надзора за паровыми котлами.	С. Троицкий, членъ правл. А. Миляевъ, главн. инжен.
10.	Вѣна.	Dampfkessel-Unter- suchungs- und Ver- sicherungs-Gesellschaft auf Gegenseitigkeit.	Ф. Краусъ, инспекторъ.
11.	Гамбургъ.	Verein für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung.	Е. Нисъ, главн. инжен.
12.	Ганноверъ.	Dampfkessel-Überwachungs- Verein.	А. Дунзингъ, главн. инжен.
13.	Гельсингфорсъ.	Finska Angpanneföreningen.	М. Генеръ, главн. инжен.
14.	Данцигъ.	Westpreussischer Verein zur Überwachung von Dampfkesseln.	Мюнстеръ, директоръ.
15.	Дортмундъ.	Dampfkessel-Über- wachungs-Verein Dortmund.	Келеръ, главн. инжен.
16.	Каттовицъ.	Oberschlesischer Dampf- kessel-Überwachungs- Verein.	Кнохенгауеръ, членъ правл. Гейдепримъ, главн. инжен.
17.	Кенигсбергъ.	Ostpreussischer Revisions-Verein.	Е. Биске, предсѣдатель. Ролинъ, директоръ.
18.	Кіевъ.	Кіевское о-во для надзора за паровыми котлами.	Ф. Богатко, директ. правл. А. Медвѣдевъ, главн. инжен. Т. Усенко, инженеръ.



19.	Магдебургъ.	Magdeburger Verein für Dampfkesselbetrieb.	Залевскій, директоръ.
20.	Мальмэ.	Södra Sveriges Angpanneförening.	А. Шенбекъ, главн. инжен.
21.	Мангеймъ.	Badische Gesellschaft zur Ueberwachung von Dampfkesseln.	Ф. Питчъ, главн. инжен.
22.	Москва.	Московское о-во для надзора за паровыми котлами.	Э. Липгартъ, предсѣдатель. Н. Вашковъ, членъ правл. К. Фрей, членъ правл. А. Ценкеръ, членъ правл. Г. Якобсонъ, директоръ.
23.	Мюльгаузенъ/Э.	Elsässischer Verein von Dampfkesselbesitzern.	В. Каммереръ, главн. инжен.
24.	Мюнхенъ.	Bayerischer Revisions-Verein.	Рейшле, директоръ.
25.	М.-Гладбахъ.	Gesellschaft zur Ueberwachung von Dampfkesseln.	Г. Эггерсъ, главн. инжен.
26.	Одесса.	Одесское о-во для надзора за паровыми котлами.	М. Шахрай,
27.	Позень.	Dampfkessel-Ueberwachungs-Verein für die Provinz Posen.	Бретшнейдеръ, директоръ.
28.	Прага.	Dampfkessel-Prüfungs- und Ueberwachungs-Verein.	Авг. Пренчъ, директоръ.
29.	Рига.	Рижское о-во для надзора за паровыми котлами.	Блахеръ, проф. К. Новицкій, главн. инжен.

30.	С.-Петербургъ.	Сѣверное о-во для надзора за паровыми котлами.	Г. Деспъ, вице-предсѣд. М. Левицкій, главн. инжен.
31.	С.-Петербургъ.	С.-Петербургское о-во для надзора за паровыми котлами.	Р. Валентино- вичъ, главн. инжен.
32.	Стокгольмъ.	Mellersta & Norra Sveriges Angpanneförening.	А. Виделль, главн. инжен.
33.	Триръ.	Dampfkessel-Über- wachungs-Verein für den Regierungsbezirk Trier.	Киль, предсѣдатель.
34.	Франкфуртъ н/М.	Dampfkessel-Über- wachungs-Verein in Frankfurt a/M.	Цирфогель, главн. инжен.
35.	Франкфуртъ н/О.	Märkischer Verein zur Prüfung und Überwachung von Dampfkesseln.	Чернекъ, главн. инжен.
36.	Харьковъ.	Южно-Русское о-во для надзора за паровыми котлами.	Богуславскій, тов. предсѣд. Н. Грузовъ, управл. дѣлами.
37.	Хемницъ.	Sächsischer Dampfkessel- Revisions-Verein.	Прессель, директоръ.
38.	Штеттинъ.	Pommerscher Verein zur Überwachung von Dampfkesseln.	Г. Сидовъ, директоръ.
39.	Эссенъ/Р.	Dampfkessel Über- wachungs-Verein der Zechen im Oberbergamts- bezirk Dortmund.	Мюллеръ, предсѣдатель. Бютовъ, главн. инжен.

Не были представлены о-ва съ мѣстонахожденіями: въ Баку, Бернбургъ, Болоньѣ, Брюсселѣ, Будапештѣ, Касселѣ, Кобленцѣ, Кельнѣ, Дюссельдорфѣ, Дюйсбургѣ, Эйслебенѣ, Эссенѣ (Круппъ), Гогѣ, Гагенѣ въ В., Гальберштадтѣ, Галле, Кайзерслаутернѣ, Лиллѣ, Лионѣ, Миланѣ, Неаполѣ, Опшельнѣ, Парижѣ, Реймсѣ, Руанѣ, Заарбрюкенѣ, Саратовѣ, С.-Петербургѣ (О-во частныхъ желѣзныхъ до-  
рогъ), Зигенѣ, Штуттгартѣ, Туринѣ и Цюрихѣ.

## Списокъ гостей.

Имя и званіе.	Мѣстожителство.	Представляетъ.
П. Незнамовъ, инж.	С.-Петербургъ.	М-во Императорскаго Двора.
Л. Ивановскій, дѣйств. ст. сов., инж.-техн.	С.-Петербургъ.	М-во Финансовъ, Департ. неокладныхъ сборовъ.
Н. Семибратовъ, инж.-техн.	С.-Петербургъ.	М-во Путей Сообщенія.
Н. Тихомировъ, окруж. фабр. инсп.	Москва.	Отдѣлъ Промышленности М-ва Торговли и Промышл.
Е. Леманъ, инж.	С.-Петербургъ.	Отдѣлъ Торговаго Мореплаванія М-ва Торговли и Промышленности.
Р. Левицкій, горный инж.	Москва.	Горную инспекц. Моск. г.
Л. Игнатовъ.	Москва.	Фабр. инсп. Моск. губ.
ф.-Левенштейнъ.	Эссенъ н/Р.	О-во для содѣйствія горной промышленности въ Эссенъ н/Р.
Доббельштейнъ, горн. ассесоръ.	Эссенъ н/Р.	»     »     »
Линде.	Берлинъ.	О-во Германскихъ инженеровъ.
Ф. Краусъ.	Вѣна.	Австрійское инженерное и архитектурное О-во.
К. Киршъ.	Москва.	Импер. техническ. училище.
В. Ясинскій, д-ръ-инж.	Москва.	»     »     »
А. Ставровскій.	Москва.	»     »     »
А. Шахно.	Томскъ.	Технологическій институтъ Императора Николая II.
Ив. Арбатскій.	Москва.	Политехническое о-во.
П. Стефанъ.	Москва.	Т-во Э. Циндель.

## Привѣтствія въ городской думѣ, въ Москвѣ.

Въ среду, 19 іюня (2 іюля), въ 5 час. пополудни.

Г-нъ Липгартъ—Москва: Имѣю честь открыть 43-ій Съѣздъ обществъ для надзора за паровыми котлами и отъ всей души здѣсь васъ привѣтствовать. Спасибо вамъ, что вы рѣшились предпринять такую далекую поѣздку. Надѣюсь, что вы не раскаетесь, что пріѣхали сюда, и что вы увезете съ собой наилучшія воспоминанія. Прошу васъ обращаться со всѣми вопросами и желаніями къ представителямъ нашего Общества, и мы будемъ считать за особую честь удовлетворить ваши желанія. Желаю всѣмъ намъ плодотворной работы на пользу общаго дѣла. (Знаки одобренія).

Членъ Городской Управы, Сергѣй Челноковъ, Москва: Въ первый разъ Съѣздъ собирается въ Россіи. На долю Москвы выпала честь привѣтствовать васъ при первомъ вашемъ посѣщеніи Россіи, и досталась ей эта честь по праву. Москва—центръ крупнаго фабричнаго района. Въ самомъ городѣ очень много фабрикъ, у Московскаго Городскаго Управленія очень много котловъ, и оно является самымъ крупнымъ членомъ Московскаго общества для надзора за паровыми котлами. Съ величайшимъ интересомъ Городское Управленіе слѣдитъ за успѣхами техники. Оно надѣется, что ваши занятія въ Москвѣ принесутъ громадную пользу, не только нашему городу, но также и всему міру. Въ свободное отъ занятій время вы, вѣроятно, не откажетесь познакомиться съ достопримѣчательностями нашего древняго города. Еще разъ, милостивые государи, добро пожаловать въ нашъ древній городъ. (Оживленные аплодисменты).

Г-нъ Рейшле—Мюнхень (по-французски): Г-нъ Пред-

ставитель Московскаго Городскаго Самоуправленія, милостивыя государыни и милостивые государи! Позвольте мнѣ въ немногихъ словахъ отвѣтить на любезное привѣтствіе, обращенное къ намъ представителемъ самоуправления г. Москвы. Мы высоко цѣнимъ честь, которую вы оказываете Международному Союзу, встрѣчая его членовъ въ моментъ ихъ прибытія сюда и выражая, такимъ образомъ, тотъ крупный интересъ, который вы питаете къ нашимъ работамъ и стремленіямъ. Отъ имени Союза и всѣхъ его членовъ, которые здѣсь присутствуютъ, я вамъ говорю спасибо отъ всей души. (*Далѣе по-нѣмецки*): Также сердечно благодарю г-на Липгарта за его любезное привѣтствіе, а русскія общества за ихъ дружелюбное приглашеніе. Мы охотно приняли это приглашеніе и не только, чтобы посѣтить нашихъ милыхъ друзей, но также, чтобы увидѣть весьма интересную и для большинства изъ насъ чуждую страну съ древней, главной ея столицей Москвой, страну, въ которой, какъ уже упомянулъ объ этомъ представитель города, промышленность очень сильно развивается. Лучшимъ доказательствомъ развитія ея промышленности служить развитіе русскихъ обществъ для надзора за паровыми котлами, число которыхъ за послѣдніе годы сильно выросло и изъ которыхъ 11 уже примкнуло къ нашему Союзу.

Если мы явились сюда, можетъ быть, не въ такомъ большомъ числѣ, какъ на предыдущіе Сѣзды, то мы это можемъ приписать тому, что многимъ изъ насъ пришлось проѣхать громадный путь и потратить очень много времени, прежде чѣмъ попасть къ вамъ. Поэтому примиритесь съ тѣмъ, что мы прибыли въ меньшемъ числѣ. Къ счастью, то, что мы могли бы потерять въ числѣ, а можетъ быть, и въ качествѣ, вознаградится русскими делегатами, которые примутъ участіе въ нашихъ засѣданіяхъ.

Отъ имени Союза, душевно привѣтствую представителей государственныхъ учреждений и родственныхъ намъ организацій и выражаю имъ нашу искреннюю благодарность за ихъ участіе въ нашей работѣ.

Милостивые Государи! Завтра мы, съ обычной серьезностью и съ обычнымъ рвеніемъ, приступимъ къ нашимъ

технически-научнымъ задачамъ. Мы будемъ вести наши занятія въ городѣ, который намъ, иностранцамъ, кажется ~~вышебнымъ~~ и который, насколько намъ извѣстно, и на русскій производитъ весьма сильное впечатлѣніе. Будемъ надѣяться, что *genius loci* Москвы будетъ помогать нашимъ занятіямъ (О живленные аплодисменты).

Фабричный инспекторъ Тихомировъ: Отъ имени губернской фабричной инспекціи имѣю честь привѣтствовать Съѣздъ и пожелать ему плодотворной работы. Я охотно выражаю свою готовность вездѣ оказывать вамъ свое содѣйствіе, когда только вамъ это понадобится.

Г-нъ Липгартъ—Москва: Какъ Предсѣдатель Московскаго общества для надзора за паровыми котлами, могу засвидѣтельствовать, что фабричная инспекція во всемъ идетъ намъ навстрѣчу и дѣлаетъ все возможное, чтобы облегчить намъ нашу работу.

Проф. Деппъ — С.-Петербургъ: Милостивые Государи! Нашъ технологическій институтъ, представителемъ котораго я имѣю честь быть, всегда особенно интересовался техникой паровыхъ котловъ. Я укажу только на то, что мы обладаемъ, если не самой большой, то одной изъ самыхъ большихъ въ Европѣ коллекцій поврежденій котловъ. Какъ только въ Россіи появились общества для надзора за паровыми котлами, наша администрація, наши профессора и инженеры съ особымъ интересомъ стали слѣдить за ихъ дѣятельностью. Нашъ технологическій институтъ присоединился къ одному изъ обществъ и многіе изъ его членовъ принимаютъ живое участіе въ дѣятельности отдѣльныхъ обществъ. Поэтому, мнѣ особенно отраднo привѣтствовать васъ здѣсь, въ Россіи, и я желаю вашимъ работамъ полнаго успѣха (аплодисменты).

Г-нъ Поливановъ (*по-французски*): Имѣю честь васъ привѣтствовать отъ имени электротехниковъ г. Москвы. Всѣ инженеры съ большимъ интересомъ слѣдятъ за вопросами, которые составляютъ предметъ вашихъ занятій. Ваши работы всегда увѣнчивались замѣтнымъ успѣхомъ. Пожелаемъ вамъ успѣха и въ теперешнихъ вашихъ занятіяхъ.

Г-нъ Кукинъ—Москва. (*По-французски*): Милостивыя

Государыни и Милостивые Государи! Отъ имени Общества для содѣйствія улучшенію и развитію мануфактурной промышленности, привѣтствую 43-й Съѣздъ и желаю ему плодотворной работы. Какъ представитель отрасли промышленности, которая имѣетъ такое громадное значеніе въ Московскомъ районѣ, я говорю: Милостивыя Государыни и Милостивые Государи, добро пожаловать!

---

## Первое засѣданіе.

Въ четвергъ 20 іюня (3 іюля), въ 9 час. утра.

### Пунктъ 1 а. Открытіе Съѣзда.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Милостивые Государи! Послѣ того, какъ формальное открытіе нашего Съѣзда, сопровождавшееся привѣтствіями, уже вчера имѣло мѣсто въ Городской думѣ, я сегодня позволю себѣ, какъ представитель общества, исполняющаго роль Бюро Съѣзда, кратко привѣтствовать васъ и попросить васъ приступить къ занятіямъ съ такой же любовью и съ такимъ же рвеніемъ, какъ вы это всегда привыкли дѣлать. Намъ предстоитъ обсудить большое число докладовъ, поэтому, заранѣе можно оправдать нашу просьбу—весьма дорожить временемъ.

Прежде, чѣмъ приступить къ первому пункту программы Съѣзда, я хотѣлъ бы сдѣлать нѣсколько дѣловыхъ сообщеній. Прежде всего, я позволю себѣ довести до свѣдѣнія тѣхъ, которые были съ нами въ С.-Петербургѣ, содержаніе телеграммы, полученной мной передъ самымъ нашимъ отъѣздомъ оттуда, отъ командира и офицеровъ Императорской яхты «Стрѣла», гостепріимствомъ которыхъ мы имѣли удовольствіе пользоваться, въ отвѣтъ на нашу благодарственную телеграмму:

«Глубоко тронутые вниманіемъ участниковъ Съѣзда, шлемъ вамъ въ отвѣтъ свою сердечную благодарность вмѣстѣ съ пожеланіемъ успѣха и пріятнаго продолженія путешествія. Командиръ и офицеры яхты «Стрѣла». (А п л о д и с м е н т ы).

Далѣе, довожу до свѣдѣнія, что для перевода съ нѣмецкаго языка на французскій языкъ или на русскій, или съ русскаго на французскій или нѣмецкій имѣются спе-



ціальные переводчики. Позволю себѣ предложить на случай, если будутъ прочитаны доклады на французскомъ или на русскомъ языкѣ, которые для нѣкоторыхъ окажутся непонятными, словомъ, если окажется желательнымъ перевести какой-нибудь докладъ на другой языкъ, заявить объ этомъ заблаговременно. Для переводовъ съ французскаго языка я могу предложить г-на Гартмана. Что же касается переводовъ съ русскаго языка, то русскіе товарищи сами кого-нибудь предложить. То же касается и стенографа. У насъ имѣется стенографъ, который записываетъ только по-нѣмецки. Для докладовъ на французскомъ языкѣ я попросилъ бы г-на Гартмана дѣлать краткія замѣтки, достаточныя для протокола и для перевода на другіе языки.

Относительно программы Съѣзда, я укажу, что рефератъ, помѣченный въ технической части программы Съѣзда цифрой 9: «Использованіе пара для цѣлей нагрѣванія», по желанію К. В. Қирша, снимается съ очереди и вмѣсто него, по порученію русскихъ обществъ, будетъ прочтенъ д-ромъ инж. В. Ясинскимъ докладъ: «Объ измѣреніи количества пара, протекающаго по паропроводамъ», при чемъ этотъ докладъ будетъ прочтенъ въ послѣдній день, то-есть послѣзавтра.

Итакъ, Милостивые Государи, предлагаю вамъ приступить

**къ пункту 1 б программы Съѣзда: Выборы предсѣдателя и одного или нѣсколькихъ его товарищей.**

По порученію Бюро Съѣзда, позволю себѣ предложить въ предсѣдатели профессора Деппа (аплодисменты), а въ товарищи предсѣдателя, прежде всего, г-на Липгарта, предсѣдателя мѣстнаго общества, и затѣмъ двухъ присутствующихъ здѣсь членовъ Бюро, г-на Дунзинга, изъ Ганновера и меня, вашего покорнаго слугу. (Аплодисменты).

— Согласны ли вы съ моимъ предложеніемъ? (Общее согласіе). Тогда позволю себѣ попросить профессора Деппа, господина Липгарта и господина Дунзинга занять мѣста здѣсь, за столомъ.

Затѣмъ намъ надо перейти

къ пункту 1 в. Къ выбору двухъ секретарей.

— Позволю себѣ предложить переизбрать секретарей предыдущихъ сѣздовъ, господъ Мюнстера и Чернека. Вамъ извѣстно, какую громадную услугу нашему Союзу оказывали оба, и прежде всего г-нъ Мюнстеръ, въ качествѣ секретарей въ теченіе многихъ лѣтъ, такъ что мы не будемъ въ состояніи сдѣлать лучший выборъ. Послѣ того, какъ они любезно намъ дали свое согласіе выставить свою кандидатуру, я надѣюсь, что вы ихъ переизберете (Согласіе).

Такимъ образомъ, мое предложеніе принято, а потому прошу обоихъ, г-на Мюнстера и Чернека, приступить къ секретарскимъ обязанностямъ и затѣмъ передаю председательствованіе профессору Деппу, при чемъ, прошу его предоставить мнѣ слово для прочтенія дѣлового отчета.

Г-нъ Деппъ—С.-Петербурзь: Милостивые Государи, господинъ Липгартъ и я благодаримъ васъ за высокую честь, которую вы намъ оказали, выбравъ насъ въ президіумъ Московскаго Сѣзда. Постараемся оправдать ваше довѣріе, но просимъ вашего драгоцѣннаго содѣйствія, такъ какъ никогда еще не имѣли честь председательствовать на вашихъ собраніяхъ.

Предоставляю теперь слово профессору Киршу, который, по порученію Императорскаго Московскаго Техническаго училища, имѣетъ вамъ сказать нѣсколько словъ.

Г-нъ Киршъ—Москва: Милостивые Государи! По порученію Императорскаго Московскаго Техническаго Училища и Политехническаго общества, объединяющаго бывшихъ его студентовъ, привѣтствую васъ здѣсь, въ сердцѣ Россіи.

Насъ потому особенно радуетъ ваше посѣщеніе, что вы являетесь представителями отрасли технической науки, изученію которой мы особенно усердно предавались въ нашемъ училищѣ за послѣдніе 10 лѣтъ. Эта наука, теплотехника, для московскаго района, гдѣ имѣемъ дѣло съ дорогимъ топливомъ, имѣетъ особенно важное значеніе. Поэтому, мы, русскіе теплотехники, получили особенное удо-

влетвореніе, когда три года тому назадъ и въ Россіи были надѣлены законными правами общества для надзора за паровыми котлами, которыя въ Западной Европѣ уже давно признаны и добились всеобщаго уваженія. Мы имѣли достаточно случаевъ наблюдать, какое громадное вліяніе именно эти организациі имѣли на быстрое и правильное развитіе всей теплотехники.

Мы всегда внимательно слѣдили за вашей дѣятельностью, и многихъ изъ васъ, присутствующихъ здѣсь, наши русскіе инженеры посѣщали, чтобы на мѣстѣ познакомиться съ дѣятельностью своихъ старшихъ и болѣе опытныхъ товарищей за предѣлами своей родины. Имена многихъ изъ собравшихся здѣсь хорошо знакомы не только намъ, преподавателямъ, но также и нашимъ студентамъ. Поэтому, намъ особенно отрадно васъ здѣсь лично привѣтствовать.

Пусть извѣстное всѣмъ русское гостепріимство вызоветъ въ васъ желаніе посѣтить насъ опять. (Аплодисменты).

Предсѣдатель: Предоставляю слово господину Рейшле, для

## **пункта 2. Докладъ Общества, выполняющаго функціи Бюро Съѣзда.**

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Милостивые Государи! Имѣю честь вкратцѣ доложить о прошедшемъ 41-мъ годѣ дѣятельности нашего Союза, протекшемъ послѣ послѣдняго нашего Съѣзда, какъ представитель Баварскаго Ревизионнаго Общества, исполняющаго въ настоящій моментъ функціи Бюро Съѣзда. Прежде всего, я считаю необходимымъ довести до вашего свѣдѣнія, что созывъ настоящаго Съѣзда произведенъ своевременно, согласно Уставу, такъ какъ уже 2-го (15) апрѣля текущаго года я разослалъ приглашенія всѣмъ обществамъ, входящимъ въ составъ Союза, а 4-го (17) іюня, то-есть болѣе, чѣмъ за 2 недѣли до сегодняшняго засѣданія, была разослана программа Съѣзда.

Приглашеніе гостей, проживающихъ въ Европѣ внѣ предѣловъ Россіи, состоялось согласно постановленію Бюро, приблизительно, въ прежнемъ числѣ; гости изъ Россіи большею частью приглашались русскими обществами.

Со времени Съезда въ Мюнхенѣ, къ Союзу примкнули нижеслѣдующія восемь обществъ:

Общество владѣльцевъ паровыхъ котловъ Сѣверо-Востока Франціи, въ Реймсѣ;

Бакинское общество для надзора за паровыми котлами, въ Баку;

Общество для надзора за паровыми котлами въ Неаполитанской провинціи, въ Неаполѣ;

Одесское общество для надзора за паровыми котлами, въ Одессѣ;

Нормандское общество владѣльцевъ паровыхъ аппаратовъ, въ Руанѣ;

Волжское общество для надзора за паровыми котлами, въ Саратовѣ;

Сѣверо-западное общество для надзора за паровыми котлами, въ Вильнѣ, и

Общество для надзора за паровыми котлами частныхъ желѣзныхъ дорогъ, въ С.-Петербургѣ.

Такимъ образомъ, въ настоящее время въ составъ членовъ Союза входитъ 71 общество, изъ которыхъ 41 находится въ Германіи, 13—въ Россіи, 6—во Франціи, 4—въ Италіи, 3—въ Австро-Венгріи, 2—въ Швеціи, по одному—въ Бельгіи и въ Швейцаріи. Союзъ охватываетъ весь материкъ Европы, поскольку дѣло касается мѣстъ съ достаточно развитой промышленностью. Въ настоящее время подъ надзоромъ обществъ, входящихъ въ составъ Союза, находится не менѣе 265,000 паровыхъ котловъ. Но большая часть обществъ выполняетъ еще другія работы: наблюдаютъ за паровыми аппаратами, за электрическими установками, за ацетиленовыми установками, за подъемниками, автомобилями, гринелями и т. д. и также занимаются экономическими изслѣдованіями, въ особенности же въ области силовыхъ установокъ всякаго рода. Можно утверждать, что общества для надзора за паровыми котлами, изъ которыхъ первое на материкѣ основано въ Мангеймѣ уже въ 1866 году по англійскому образцу, въ настоящее время являются большимъ подспорьемъ для фабрикантовъ и заводчиковъ и также для правительственнаго надзора, съ которымъ, при взаимномъ довѣрїи, они работаютъ рука-объ-руку.

Бюро Създа засѣдало въ прошедшемъ году два раза: въ первый разъ 3 ноября (21 октября) прошлаго года, въ Мюнхенѣ, а второе вчера, здѣсь въ Москвѣ; оба раза въ засѣданіи принимала участіе Техническая Комиссія.

Предметомъ перваго засѣданія служилъ вопросъ, уже обсуждавшійся на прошлогоднемъ Създѣ и переданный тогда въ Техническую Комиссію, именно: Правила растопки вновь построенныхъ дымовыхъ трубъ паровыхъ котловъ и топокъ. Правила были предложены Обществомъ германскихъ заводовъ, строящихъ дымовыя трубы и топки. Комиссія по составленію нормъ вынесла нижеслѣдующую резолюцію:

«Техническая Комиссія Международнаго Союза обществъ для надзора за паровыми котлами привѣтствуетъ стремленіе общества германскихъ заводовъ, строящихъ дымовыя трубы и топки, поставить на должную высоту вопросъ о наилучшемъ исполненіи кладки дымовыхъ трубъ, паровыхъ котловъ и топокъ. Но она не можетъ окончательно высказаться по поводу составленныхъ правилъ. О проведеніи ихъ въ жизнь должно позаботиться упомянутое выше общество».

Эта резолюція мною переслана обществу.

То же общество 12 декабря (29 ноября) прошлаго года обратилось къ нашему Союзу съ предложеніемъ оказать энергичное содѣйствіе въ проведеніи испытаній прочности матеріаловъ для обмуровки котловъ, которыя имѣется въ виду произвести въ Прусской королевской лабораторіи по испытанію матеріаловъ въ Гросс-Лихтерфельде-Вестѣ. На это я отвѣтилъ 5 (18) декабря, что согласно нашему уставу это предложеніе можетъ обсуждаться и быть рѣшеннымъ только на ближайшемъ Създѣ (приблизительно въ іюнѣ 1913 г.). Если время терпитъ, то просимъ насъ объ этомъ вторично увѣдомить. Отвѣтъ на это не послѣдовалъ, поэтому вопросъ для насъ долженъ считаться исчерпаннымъ.

Доложенный мною кассовый отчетъ заключенъ доходомъ въ 20429,81 Мар. и расходомъ въ 9969,30 М., такимъ образомъ, получается остатокъ въ 10522,45 М. (включая остатокъ отъ 1912 г. въ 7504,13 М.).

Изъ 4500 М., ассигнованныхъ на производство испыта-

ній, выдано лабораторіи по испытанію матеріаловъ въ Штутгартѣ 1500 М. Капиталь въ цѣнныхъ бумагахъ составляетъ 17000 М. (3½% прусскія консоли) и 10000 М. (4% Германскій государственный заемъ).

Осмотръ кассовыхъ книгъ и документовъ былъ недавно произведенъ господами Пресселемъ и Стефанусомъ.

Смѣта на 1913—14 г. должна быть пополнена 3000 М., ассигнованными еще въ прошломъ году на производство испытаній для опредѣленія напряженія въ кромкахъ лазовъ; но сумма эта будетъ выплачена лабораторіи по испытаніи матеріаловъ только въ концѣ этого года; объ ассигнованіи болѣе крупныхъ средствъ для производства дальнѣйшихъ опытовъ предстоитъ докладъ г-на фонъ-Баха; о согласіи на покрытие расходовъ на поѣздку членовъ комиссіи по составленію нормъ испытаній предстоитъ докладъ г-на Бюгова. Оба доклада заключаются во второй части программы Съѣзда.

Согласно рѣшенію, принятому на послѣднемъ Съѣздѣ, протоколъ Съѣзда 1912 г. въ первый разъ появился въ двухъ отдѣльныхъ изданіяхъ, на нѣмецкомъ языкѣ и на французскомъ. На нѣмецкомъ языкѣ протоколъ разосланъ въ концѣ ноября 1912 г., французское изданіе разослано только въ серединѣ юня т. г. Такое значительное опозданіе объясняется многочисленными затрудненіями, которыя встрѣтились на различныхъ стадіяхъ этого изданія даже послѣ того, какъ я, по полномочію Бюро, въ Парижѣ обо всемъ лично поговорилъ съ переводчикомъ и съ издателемъ и во всемъ съ ними условился.

Переводчикъ, инженеръ Декруа, въ Аньерѣ, оказался вполне подходящимъ для сдѣланнаго ему порученія, и выбранная мною издательская фирма Dunod & Pinat въ Парижѣ принялась за дѣло съ большимъ усердіемъ. Неприятное опозданіе, вызванное нѣкоторыми обстоятельствами, въ случаѣ повторенія французскаго изданія въ будущемъ, можно будетъ устранить. Пользуюсь случаемъ выразить свою благодарность товарищамъ—г-ну Шмидту—Амьень и г-ну Каммереру—Мюльгаузенъ, оказавшимъ мнѣ неоцѣнимую помощь; выражаю также благодарность товарищу г-ну Перелли, который взялъ на себя трудъ раздать 150 протоколовъ италья-

янскимъ обществамъ и тѣмъ значительно облегчилъ мнѣ работу; что же касается нѣмецкаго изданія, выражаю благодарность нашему уважаемому секретарю, товарищу г-ну Мюнстеру.

На нѣмецкомъ языкѣ Протоколы изданы въ количествѣ 1400 экз., а на французскомъ—въ количествѣ 600 экз. По отдѣльнымъ обществамъ Протоколы распредѣлялись ниже слѣдующимъ образомъ:

	Нѣм. изд.	Франц. изд.	
Бесплатные экземпляры	176	24	
Платные	757	372	(4 М. и 5 Фр.
			за экз.).
Всего:	933	396.	

Изъ нѣмецкаго изданія книжный магазинъ Boysen & Masch, въ Гамбургѣ, заказалъ 100 экз., а затѣмъ, выписалъ еще 7 экз. Распространеніе французскаго изданія находится всецѣло въ рукахъ названной парижской издательской фирмы, которая также взяла на себя разсылку Протоколовъ обществамъ, входящимъ въ составъ Союза.

Изъ сообщенныхъ выше данныхъ слѣдуетъ, что отдѣльныя общества, входящія въ составъ Союза, очень слабо распространяютъ какъ нѣмецкое, такъ и французское изданіе Протоколовъ. Имѣется цѣлый рядъ обществъ, которыя получаютъ только бесплатные экземпляры или весьма мало платныхъ! Поэтому отъ имени Бюро повторяю обращенію къ Вамъ уже въ прошломъ году просьбу болѣе энергично ихъ распространять; неужели, въ частности, члены правленій отдѣльныхъ обществъ, входящихъ въ составъ Союза, не интересуются настолько нашими трудами и драгоценнымъ матеріаломъ, заключающимся въ единственномъ нашемъ изданіи, чтобы каждый изъ нихъ обязательно выражалъ желаніе получить экземпляръ Протоколовъ?

Парижское Общество вновь прислало намъ 57 экз. Протоколовъ послѣдняго Съѣзда французскихъ обществъ для надзора за паровыми котлами. Всѣ эти экземпляры мы разослали не французскимъ обществамъ членамъ Союза. Журналъ: «Zeitschrift für Dampfkessel und Maschinenbetrieb»

мы все время получали въ двухъ экземплярахъ; Германскій Ллойдъ прислалъ намъ свои «Предписанія для классификаціи, построенія и снабженія кораблей изъ литого желѣза» 1912 г., а Эльзасское Общество—свой послѣдній годичный отчетъ. За всѣ эти изданія я выражаю здѣсь благодарность отъ имени Союза.

Милостивые Государи! Изъ числа членовъ нашего Союза мы въ прошломъ году понесли единственную, но весьма тяжелую утрату. 18 апрѣля н. ст. скончался инж. Альбертъ *Ольри*, главный уполномоченный Правленія Общества для надзора за паровыми котлами, въ Лилѣ, 65 лѣтъ отъ роду. Г-нъ Ольри, благодаря рѣдкимъ качествамъ ума и сердца, благодаря обширнымъ познаніямъ и чрезвычайной любезности, оставилъ о себѣ среди насъ неувядаемую память; кто изъ участвовавшихъ въ нашемъ Съѣздѣ въ Лилѣ съ удовольствіемъ не вспомнитъ о пріятныхъ дняхъ, проведенныхъ тамъ, благодаря прежде всего нашему дорогому товарищу Ольри? Поэтому, если вы согласны съ тѣмъ, что я вамъ только что высказалъ, въ чемъ я не сомнѣваюсь, то прошу васъ почтить память усопшаго вставаніемъ. (Всѣ встаютъ).

Изъ докладовъ, которые входятъ въ программу Съѣзда, не состоятся по просьбѣ лицъ, кому они поручены, нижеслѣдующіе:

1) Какія требованія слѣдуетъ предъявить къ арматурѣ паровыхъ котловъ? (Г-нъ Блокъ—Гагенъ).

2) Использование мятаго пара для цѣлей отопленія (Баварское и Московское общества).

3) Какое паденіе давленія пара наблюдается при установкѣ перегрѣвателей и въ какихъ предѣлахъ такое паденіе давленія технически допускается? (Г-нъ Цирфогель—Франкфуртъ-на-Майнѣ).

4) Какимъ образомъ можно облегчить кочегару наблюденіе за уровнемъ воды въ котлѣ, если водомѣрные стекла расположены очень высоко? (Г-нъ Клейнъ—Штуттгартъ).

5) Классификація поврежденій паропроводовъ. (Вѣнское Общество).

Зато прибавилась новая тема, имѣющая въ настоящее



время для насъ особенно важное значеніе, именно—докладъ о вліяніи распространенія электричества и двигателей внутреннего сгорания на количество котельныхъ установокъ.

Всѣ отложенные доклады могли бы войти въ пунктъ 16 технической программы ближайшаго нашего Съѣзда.

Въ заключеніе довожу до свѣдѣнія Союза, что въ 1914 г. нѣмецкое общество книжной промышленности устраиваетъ въ Лейпцигѣ «Интернаціональную выставку книжной промышленности и графики» и что Дирекція послѣдней прислала намъ приглашеніе посѣтить эту выставку.

Предсѣдатель: Благодарю г-на Рейшле за его докладъ и предлагаю перейти къ

### **пункту 3. Докладъ Технической комиссіи.**

#### **За. Общіе вопросы.**

Г-нъ Прессель—Хемницъ: Техническая комиссія за сѣдала 2 раза: 3 ноября (21 октября) 1912 г. въ Мюнхенѣ и 19 іюня (2 іюля) 1913 г. въ Москвѣ; въ засѣданіяхъ принимало участіе Техническое бюро.

Въ засѣданіи въ Мюнхенѣ Комиссія обсуждала запросъ общества германскихъ фирмъ, строящихъ дымовыя трубы и топочныя устройства, обращенный къ Международному Союзу обществъ для надзора за паровыми котлами. Въ этомъ запросѣ упомянутое общество предлагаетъ рѣшить вопросъ, достаточны ли Правила, принятія обществомъ на общемъ собраніи отъ 1 и 2 марта 1912 г. и касающіяся растопки вновь обмурованныхъ или уже работавшихъ дымовыхъ трубъ, паровыхъ котловъ и топокъ, или эти Правила требуютъ какого-нибудь измѣненія.

Правила эти распадаются:

- 1) На основныя правила;
- 2) На специальныя правила пуска въ ходъ, съ ихъ подраздѣленіями:
  - а) для дымовыхъ трубъ въ новыхъ установкахъ;
  - б) для дымовыхъ трубъ, которыя присоединяются къ существующимъ установкамъ;
  - в) для обмуровокъ паровыхъ котловъ и топокъ.

Техническая Комиссія вынесла относительно этого ниже-слѣдующее рѣшеніе:

«Техническая Комиссія привѣтствуетъ стремленія общества германскихъ фирмъ, строящихъ дымовыя трубы и т. д. поставить на должную высоту вопросъ о наилучшемъ исполненіи кладки дымовыхъ трубъ, паровыхъ котловъ и топковъ. Но она не можетъ окончательно высказаться относительно составленныхъ правилъ. О проведеніи ихъ въ жизнь должно позаботиться упомянутое выше общество».

Техническая Комиссія дальше получила письмо г-на директора Стефануса—Бернбургъ, касающееся требованій о лазахъ и о другихъ вырѣзахъ, предъявляемыхъ Строительными Правилами къ постояннымъ паровымъ котламъ (глава XII, цифра 5) и къ морскимъ паровымъ котламъ (глава IX, цифра 5) Циркуляра Имперскаго канцлера, касающагося общихъ полицейскихъ Правилъ объ установкѣ постоянныхъ и морскихъ паровыхъ котловъ отъ 17 декабря, 1908 г.

При обсужденіи этого предложенія Комиссія высказалась, что хотя Международный Союзъ не долженъ заниматься упомянутыми Правилами, все-таки желательно обсудить соотвѣтствующія предписанія гамбургскихъ нормъ.

Г-нъ фонъ-Бахъ—Штуттгартъ принялъ предложеніе выполнить испытанія въ упомянутомъ направленіи и сообщить ихъ результаты на сегодняшнемъ Съѣздѣ.

Г-нъ референтъ, задержанный дѣлами, къ сожалѣнію, не могъ сюда явиться, такъ что результаты его испытаній будутъ сообщены позже.

Докладъ г-на фонъ-Баха—Штуттгартъ—объ испытаніяхъ для опредѣленія напряженія въ продольныхъ анкерахъ, вслѣдствіе отсутствія референта, также долженъ быть отложенъ.

Докладъ Предсѣдателя Комиссіи по испытанію поврежденныхъ частей котловъ, г-на инженера Бютова—Эссенъ для отчетнаго 1912—13 года, лежитъ передъ вами уже отпечатанный.

Докладъ г-на Прессель—Хемницъ о сопротивленіи тонкостѣнныхъ мѣдныхъ цилиндровъ при различныхъ температурахъ до 150° С. долженъ быть отложенъ, такъ какъ онъ

не могъ быть законченъ, вслѣдствіе нѣкоторыхъ обстоятельствъ, обнаружившихся во время испытаній.

Зато г-нъ Рейшле—Мюнхенъ прочтетъ рефератъ о «Расчетѣ сопротивленія плоскихъ стѣнокъ топочныхъ коробокъ въ сельско-хозяйственныхъ паровыхъ котлахъ», согласно стр. 69 Протокола 42-го Съѣзда въ Мюнхенѣ, 1912 г.

На соединенномъ засѣданіи Техническаго Бюро и Технической Комиссіи отъ 3 ноября (21 октября) 1912 г., были утверждены доклады 43-го Съѣзда делегатовъ и инженеровъ, въ Москвѣ, а въ засѣданіи отъ 2-го іюля (19 іюня) 1913 г. были намѣчены доклады, которые предполагается внести на Съѣздъ 1914 г.

Предсѣдательствующій: Перейдемъ къ слѣдующему пункту:

### **36. Докладъ комиссіи для испытанія поврежденныхъ котельныхъ листовъ.**

Г-нъ Бютовъ—Эссенъ: Въ составъ комиссіи, какъ и въ прошломъ году, входятъ нижеслѣдующія лица:

- Инженеръ Бютовъ—Эссенъ (Руръ), предсѣдатель,
- » Шмидъ—Дюисбургъ, членъ комиссіи,
- » Кёлеръ—Дортмундъ, секретарь.

Для испытанія были присланы восемь посылокъ съ частями поврежденныхъ листовъ и для обсуждения результатовъ комиссія засѣдала пять разъ.

На собранія посылались приглашенія старшимъ инженерамъ тѣхъ обществъ, отъ которыхъ получались поврежденные листы, и инженеры бѣльшею частью отзывались на приглашенія.

Испытанія относились къ номерамъ 19—26, подъ которыми они и приводятся въ докладѣ.

Необходимо указать на то, что комиссія составлена исключительно для изслѣдованія трещинъ въ листахъ паровыхъ котловъ изъ литого желѣза. Несмотря на то, что на это было обращено особое вниманіе въ циркулярахъ, разосланныхъ обществамъ, входящимъ въ составъ союза, 25 февраля 1909 г., и 25 сентября 1911 г., въ комиссію поступили двѣ посылки изъ сварочнаго желѣза отъ 1872 г.,

отъ которыхъ комиссія, къ сожалѣнію, не могла отказаться. Къ одной посылкѣ не былъ приложенъ опросный листъ.

Вслѣдствіе этого повторили просьбу при отсылкѣ поврежденныхъ листовъ руководиться выработанными приѣмами и придавать особенную цѣну правильному заполненію опросныхъ листовъ. При поврежденіи паровыхъ аппаратовъ, могутъ быть изслѣдованы и другіе матеріалы, кромѣ литого желѣза, но въ каждомъ случаѣ необходимо передъ отправкой поврежденной части запросить комиссію, должно ли имѣть мѣсто изслѣдованіе.

Наконецъ, снова было указано на то, что результаты изслѣдованія не должны быть использованы въ судебныхъ процессахъ, потому что нельзя предвидѣть, какія послѣдствія они могутъ имѣть для членовъ комиссіи, или для представителей акціонернаго о-ва Фр. Круппъ, или для самой этой фирмы.

Число произведенныхъ въ этомъ году испытаній (8) достигло своего максимума со времени учрежденія комиссіи. Поэтому выразимъ особую благодарность фирмѣ Фр. Круппъ за ея обширную и безкорыстную работу, и также старшему инженеру Поппу и инженеру Рокау за ихъ сотрудничество.

Посылка № 19 (Таблица фигуръ I) касалась двухъ разорвавшихся листовъ (толщиною въ 17 *mm.*), нижняго барабана комбинированнаго котла, состоящаго изъ ланкаширскаго котла и изъ котла съ дымогарными трубками. Котель построенъ въ 1900 г., для рабочаго давленія въ 8 атм.— Расположеніе листовъ и трещинъ видно изъ фиг. 1; вырѣзанныя пробы А и В, присланныя для изслѣдованія, изображены на фиг. 2.

Проба А была передъ отправкой выпрямлена въ холодномъ состояніи и поэтому оказалась непригодной для металлографическаго изслѣдованія. Изъ пробы В, были приготовлены шлифы (фиг. 3 и 4), которые были протравлены въ мѣдно-аммоніевомъ хлоридѣ; на этихъ поверхностяхъ видны трещины въ поперечномъ сѣченіи и признаки ликвицій, которыя, однако, не превышаютъ нормальнаго предѣла.

Пробы на разрывъ (шириною въ 20 *mm.* и длиною въ 200 *mm.*) дали нижеслѣдующіе результаты:

	Пред- упруг. kg.	Крѣ- пость kg.	Удли- вение %	Уменьш- попер. сѣч. %.
Доставленный образец проба А вдоль . .	25,5	37,1	29,0	65,3
„ „ „ „ поперекъ . .	25,8	37,2	26,0	59,8
„ „ „ „ В вдоль . .	27,0	40,5	19,0	57,8
„ „ „ „ поперекъ . .	26,6	38,6	22,0	54,8
Послѣ отжига „ „ „ „ А вдоль . .	24,6	36,9	28,5	65,5
„ „ „ „ поперекъ . .	24,9	36,9	27,0	61,9
„ „ „ „ В вдоль . .	25,8	39,5	25,5	58,5
„ „ „ „ поперекъ . .	25,7	38,2	26,5	57,0

Ударная проба (нормально):

Доставленный образец проба А вдоль . .	2,0	тkg.	Рядомъ съ этимъ взя- тая проба на сокраще- ніе площади 16,1 тkg.
„ „ „ „ поперекъ . .	10,3	„	
„ „ „ „ В вдоль . .	13,2	„	
„ „ „ „ поперекъ . .	13,6	„	
Послѣ отжига „ „ „ „ А вдоль . .	17,9	„	
„ „ „ „ поперекъ . .	14,6	„	
„ „ „ „ В вдоль . .	15,0	„	
„ „ „ „ поперекъ . .	15,1	„	

Обычная проба на изгибъ, кузнечная проба и проба на пробиваніе дыръ оказались хорошими.

Химическій анализъ далъ нижеслѣдующія данныя въ %.

	C	Si	Mn	P	S	Cu	N
Проба А . . . . .	0,06	0,01	0,34	0,041	0,038	0,16	0,0095
„ В . . . . .	0,08	0,01	0,37	0,043	0,045	0,17	0,0090

Содержаніе азота для мартеновскаго литого желѣза надо признать высокимъ; въ общемъ, химическій составъ удовлетворителенъ.

По мнѣнію комиссіи, причина трещинъ не заключается въ качествѣ матеріала листовъ, а относительно изготовленія котла и ухода за нимъ нѣтъ данныхъ, на основаніи которыхъ можно было бы объяснить образованіе трещинъ.

Случай поэтому остался невыясненнымъ.

Посылка № 20 (Таблица II) относится къ ланкаширскому котлу, который построенъ въ 1897 г., для рабочаго давленія въ 8 атм. и въ которомъ на послѣдней оби-

чайкѣ правой жаровой трубы, около передняго отгиба появилась трещина. Поврежденная часть была вырублена. Фиг. 1 показываетъ присланную для язслѣдованія пробу съ наружной стороны, а фиг. 2—съ внутренней стороны. Трещина снаружи и изнутри была такъ сильно зачеканена, что первоначальная толщина листа въ 14 *mm.* уменьшилась до 11 *mm.* Поэтому края сходятся, въ то время, какъ въ толщинѣ листа трещина осталась, какъ это показываетъ фиг. 3. Фиг. 4 показываетъ, какъ отъ чеканки сдавлены зерна.

Пробы на разрывъ (шириною въ 20 *mm.* и длиною въ 200 *mm.*), взятая отъ жаровой трубы, дали нижеслѣдующіе результаты:

	Пределъ упругости <i>kg/mm<sup>2</sup>.</i>	Крѣпость <i>kg/mm<sup>2</sup>.</i>	Удлиненіе %	Уменьшеніе поперечнаго сѣченія %
До отжига . . . . .	26,1	40,6	19,0	56,5
Послѣ отжига . . . . .	25,3	39,2	23,5	59,4

Крѣпость холодной пробы, такимъ образомъ, превышала величину, предписанную для огневого листа I, а удлиненіе—меньше предписанной величины; однако, уменьшеніе площади поперечнаго сѣченія удовлетворительно, всего на нѣсколько процентовъ меньше, чѣмъ въ нагрѣтой пробѣ съ удлинениемъ въ 23,5%; ударныя пробы дали нижеслѣдующіе результаты:

До отжига	вдоль	12,1 <i>tkg</i>	сопротивлен. удару.	
	поперекъ	11,7	»	»
Послѣ отжига	вдоль	11,2	»	»

(Пробы взяты съ гладкой части трубы).

Пробы на изгибъ, кузнечная и на пробивку дыръ, дали хорошіе результаты.

Химическій анализъ далъ слѣдующій составъ:

C	Si	Mn	P	S	Cu	N
0,08	0,02	0,44	0,066	0,101	0,07	0,005/6

Содержаніе сѣры довольно велико, но вредное вліяніе могло обнаружиться только при обработкѣ въ нагрѣтомъ состояніи, въ томъ соображеніи, что матеріаль съ большимъ содержаніемъ сѣры легче можетъ дать трещины при отгибаніи края, чѣмъ матеріаль съ малымъ содержаніемъ сѣры. Можно было бы принять, что при этомъ образовались мелкія трещины, которыя увеличились уже потомъ во время работы котла; но можно предположить другую причину образованія трещинъ, которая заключается въ томъ, что при отбиваніи котельной накипи на вогнутой части отгиба сдѣланы насѣчки. По излому видно, что трещины появились съ этой стороны, между тѣмъ, какъ при отгибаніи края трещины должны были появиться на выпуклой поверхности, подвергающейся растяженію.

Въ то время, какъ пробы на изгибѣ, взятыя изъ гладкой части трубы, дали хорошіе результаты, образцы, взятыя въ мѣстѣ изгиба, ломались при меньшихъ усиліяхъ. Послѣ того, какъ на одной пробѣ съ поврежденной поверхности было сострогано  $\frac{3}{4}$  *mm.*, она не давала трещинъ, при томъ же изгибѣ, при которомъ проба съ необстроганной поверхностью ломалась. Фиг. 5 показываетъ обѣ пробы на изгибѣ. Однако, при дальнѣйшемъ сгибаніи и обстроганной пробы нельзя было перегнуть на  $180^\circ$ , что можно объяснить ббльшей твердостью матеріала въ отгибѣ и ббльшей его ломкостью. Твердость по Бринелю была на отгибѣ флянца приблизительно на  $50\%$  ббльше, чѣмъ въ остальныхъ частяхъ листа.

Причину образованія трещинъ можно видѣть въ иоврежденіяхъ листа, вызванныхъ при отбиваніи накипи, вліяніе коихъ усиливалось большой ломкостью матеріала въ отгибѣ.

Посылка № 21 (Таблица III) относится къ жаротрубному котлу, соединенному съ цилиндрическимъ котломъ, расположеннымъ надъ нимъ. На 2-омъ, 3-мъ и 4-омъ попережномъ швѣ нижняго котла въ его вершинѣ появились трещины, идущія отъ отверстій заклепокъ, длиною въ 360—420 *mm.* Котель около  $1\frac{1}{2}$  года отоплялся газомъ изъ коксовыхъ печей, вводимымъ въ волнистыя жаровыя трубы при помощи форсунокъ (внутреннія топки).

Спустя короткое время работы въ верхнемъ барабавѣ

появились неплотности и значительная выпучина, вызвавшая ремонт котла; въ разное время имѣлъ мѣсто взрывъ газовъ въ дымоходахъ. Неплотности вновь появились, такъ что опять потребовалась подчеканка неплотныхъ швовъ. Во время гидравлическаго испытанія, произведеннаго въ январѣ 1912 г. вдругъ раздался глухой трескъ, при чемъ давленіе тотчасъ же упало до 0. Когда стали искать причину, то были найдены трещины, которыя намъ предложено было изслѣдовать.

Фиг. 1 показываетъ часть обичайки (толщиною въ 17 *mm.*), присланную для изслѣдованія, и трещины, расположенныя вдоль заклепочныхъ швовъ; фиг. 2 и 3 показываютъ поверхности излома; фиг. 4 и 5 шлифы, идущіе черезъ края заклепочныхъ отверстій, изъ которыхъ видно, что послѣднія штампованы. По поверхностямъ излома видно, что трещины шли отъ отверстій заклепокъ. Пробы на разрывъ (шириною въ 30 *mm.* и длиною въ 200 *mm.*), дали нижеслѣдующіе результаты:

	Предѣлъ упругости <i>kg/mm<sup>2</sup>.</i>	Крѣпость <i>kg/mm<sup>2</sup>.</i>	Удлине- ніе %	Уменьше- ніе попе- речнаго сѣченія %
До отжига: . . . вдоль .	24,7	38,6	26,5	60,7
„ „ . . . поперекъ	24,2	37,8	23,0	59,2
Послѣ отжига: . . вдоль .	23,8	36,8	27,0	62,8
„ „ . . . поперекъ	23,6	37,2	29,5	61,4

Ударныя пробы:

До отжига	вдоль	17,2 <i>tkg</i> ,	сопротивлен. удару.
	поперекъ	12,0	» » »
Послѣ отжига	вдоль	20,6	» » »
	поперекъ	16,2	» » »

Пробы на сгибаніе, кузнечная и на пробивку дыръ, дали хорошіе результаты. Химическій анализъ матеріала, взятаго съ обѣихъ сторонъ обичайки около трещинъ, далъ слѣдующій составъ:



Дежюзеръ — Лионъ отложить этотъ докладъ и попросить васъ разрѣшить перенести его на слѣдующій Съѣздъ.

Предсѣдатель: Желаетъ ли кто-нибудь высказаться? Если нѣтъ, то намъ остается просить г-на Пресселя продолжать испытанія и въ слѣдующемъ году и доложить намъ о нихъ на слѣдующемъ Съѣздѣ.

Затѣмъ переходимъ къ

пункту 3г. Расчетъ прочности плоскихъ потолковъ топочныхъ коробокъ въ сельскохозяйственныхъ паровыхъ котлахъ.

Г-нъ Рейшле — Мюнхенъ: Согласно страницѣ 69 мюнхенскаго протокола подкомиссія, состоящая изъ Баха, Питча и меня, вашего покорнаго слуги, должна была разработать названный выше вопросъ и представить вамъ свой докладъ. Вопросъ обсуждался въ объединенномъ засѣданіи Техническаго бюро и Технической комиссіи отъ 3 декабря 1912 г.; г-нъ Питчъ, который въ прошломъ году взялъ на себя составленіе доклада, написалъ мнѣ, что онъ не можетъ явиться и что ему недостаетъ матеріала для разработки этого вопроса. Напротивъ, я тогда сообщилъ собранію, что наше Баварское общество можетъ взять на себя выполненіе испытаній въ указанномъ направленіи на одномъ локомобильномъ котлѣ и составленіе доклада, если результаты испытаній покажутъ, что это цѣлесообразно. Испытанія были выполнены на старомъ локомобильномъ котлѣ и показали, что потолки и ихъ балки могутъ выдержать весьма значительную нагрузку; но работа еще не вполнѣ закончена: недостаетъ еще результатовъ испытаній матеріаловъ. О выполненіи испытаній и объ ихъ результатахъ я напечатаю сообщеніе въ извѣстіяхъ нашего общества и оно можетъ послужить матеріаломъ для технической комиссіи и для ея подкомиссіи.

Такимъ образомъ, предлагаю этотъ вопросъ сохранить на повѣсткѣ и обсудить его на слѣдующемъ Съѣздѣ.

Предсѣдатель: Не желаетъ ли кто-нибудь высказаться? Милостивые Государи, такимъ образомъ считаю, что вы согласны съ предложеніемъ г-на Рейшле, чтобы докладъ по этому вопросу былъ представленъ въ будущемъ.

году. (Принимается). Тогда поблагодаримъ г-на Рейшле и переходимъ къ слѣдующему пункту, по которому онъ намъ снова будетъ докладывать, а именно:

**Пунктъ 4. Докладъ комиссіи по измѣненію нормъ для испытанія паровыхъ котловъ и машинъ**

По поводу этого пункта я позволю себѣ замѣтить, что въ текущемъ году въ С.-Петербургѣ собирався съѣздъ дѣятелей по машиностроенію, металлургіи и горному дѣлу, занимавшійся также вопросомъ о переработкѣ указанныхъ нормъ. Нѣсколько позже мнѣ, можетъ быть, будетъ позволено, въ дополненіе къ докладу г-на Рейшле, указать на нѣкоторые пункты, затронутые на этомъ съѣздѣ.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Милостивые Государи, согласно рѣшенія вашего засѣданія отъ 26 іюня 1912 года (см. мюнхенскій протоколъ стр. 93), всѣ предложенія относительно измѣненія и дополненія, вносимыя отдѣльными обществами къ предложенному на обсужденіе проекту, должны были быть сообщаемы мнѣ, какъ предсѣдателю подкомиссіи. Послѣдней было поручено, на основаніи этихъ новыхъ предложеній, составить окончательный проектъ и представить его какъ проектъ подкомиссіи, а не Союза, обществу германскихъ инженеровъ въ качествѣ матеріала для совѣщаній, долженствовавшихъ состояться между нами и Союзомъ германскихъ машиностроительныхъ обществъ. Всѣ предложенія предполагалось внести къ 1-му октября.

Передъ засѣданіемъ членамъ комиссіи были разосланы соображенія, внесенныя г-ми: д-ромъ Молие, д-ромъ Нэгелемъ, д-ромъ Левицкимъ и присланныя мнѣ обществомъ германскихъ инженеровъ.

Въ засѣданіи для составленія новаго проекта, состоявшемся въ домѣ Баварскаго ревизіоннаго общества 4-го ноября 1912 года, со стороны Союза присутствовали: Брахтъ, (какъ предсѣдатель Рейнско-Вестфальскихъ обществъ), Бютовъ, Каммереръ, Нисъ, Перелли, Прессель, Рейшле и Цвіауэръ.

Было рѣшено, что проектъ, составленный на основаніи результатовъ обсужденій, будетъ представленъ членамъ ко-

миссии для вторичного просмотра и только тогда будетъ сданъ окончательно въ печать.

22—24-го ноября 1913 г. окончательный проектъ комиссiи былъ разосланъ членамъ Союза и обществу германскихъ инженеровъ (послѣднему въ количествѣ 30-ти экземпляровъ).

Въ осуществленіе рѣшенія, принятаго комиссiей на засѣданіи 26 іюня (см. протоколъ стр. 94), мною, по порученію Союза было послано въ О. Г. И. (общ. герм. инж.) письмо. Въ отвѣтъ, полученномъ 12-го іюля, указывалось, что научной секціи О. Г. И. предложено избрать комиссiю. 24-го октября общество германскихъ инженеровъ извѣстило о выборахъ комиссiи и 24-го января—о ея личномъ составѣ.

Членамъ комиссiи былъ переданъ слѣдующій матеріалъ:

1) Проектъ правилъ для испытанія паровыхъ машинъ, представленный Союзомъ обществъ по надзору за паровыми котлами;

2) предложеніе г.г. Левицкаго, д-ра Мольте и д-ра Негеля изъ Дрездена, относительно новой номенклатуры (о чемъ союзная комиссiя была освѣдомлена до выработки ея проекта);

3) замѣчанія г-на Левицкаго касательно паровыхъ турбинъ;

4) соображенія г-на Ридлера, взятыя изъ его книги: «Автомобиль съ научной точки зрѣнія».

15 марта въ Берлинѣ состоялось первое засѣданіе соединенной комиссiи, разсматривавшей нашъ проектъ; по предложенію Союза было рѣшено, въ цѣляхъ признанія нормъ также въ Австріи и Италіи, пригласить въ эту комиссiю г.г. Перелли и Цвіауэра.

Протоколъ этого засѣданія, въ которомъ со стороны Союза присутствовали г.г. Бютовъ, Каммереръ и Нисъ, былъ разосланъ членамъ комиссiи 12-го апрѣля.

Въ основной составъ комиссiи входили: г.г. Бахъ, Дерфель, Фрелихъ, Гольденбергъ, Грабау, Каммереръ, Марксъ, Нисъ и Шторкъ.

20-го мая О. Г. И. представило проектъ своего бюро, являвшійся дальнѣйшей разработкой союзнаго проекта на основаніи результатовъ обсужденій его въ комиссiи и пред-

ложений отдѣльныхъ ея членовъ; основные пункты договоровъ, выпущенные на первомъ берлинскомъ засѣданіи, остались также и здѣсь безъ разсмотрѣнія.

Къ 10-му іюня члены комиссіи должны были выяснить свое отношеніе къ этому новому проэку. 14-го іюня предполагалось избрать подкомиссію, но, согласно извѣщенія отъ 6-го іюня, засѣданіе было отложено до осени, такъ какъ важность и значеніе вырабатываемыхъ нормъ требовали предварительно всесторонняго разсмотрѣнія предмета.

Таково положеніе дѣла въ настоящее время.

Предсѣдатель: Желаетъ ли кто-нибудь говорить по этому поводу?

Г-нъ Каммереръ—Мюльгаузенъ: Милостивые Государи! Я хотѣлъ бы внести сюда нѣкоторыя поясненія технического характера. Я считаю весьма желательнымъ ознакомленіе всего Союза хотя бы только съ сущностью технической стороны дѣла, дабы въ лицѣ членовъ своей комиссіи, являющейся, какъ бы довѣреннымъ Союзу, имѣть органъ, отражающій взгляды послѣдняго. Такъ какъ въ соединенной комиссіи мы являемся представителями Союза, то я и желалъ бы знать его мнѣніе относительно слѣдующихъ двухъ пунктовъ. Какъ вамъ уже сообщилъ г-нъ Рейшле, основные пункты договоровъ, поставленные нами въ началѣ проэкта, были выпущены при обсужденіи его въ соединенной комиссіи. Я думаю, что они выпущены не окончательно, а только временно, и будутъ внесены какъ дополненіе къ проэку.

Вы, можетъ быть, припомните, что, упраздняя въ нашемъ проэктѣ обычный 50%-ный допускъ (толеранць), мы указали, что при испытаніи послѣднія могутъ быть приняты во вниманіе только въ томъ случаѣ, когда они вполне опредѣленно указаны въ договорѣ. Мы приняли это рѣшеніе, чтобы покончить съ практикующимися до сихъ поръ злоупотребленіями. (Вполнѣ правильно!) Соединенная комиссія, въ особенности со стороны машино-и котлостроителей, всѣми силами противодѣйствовала внесенію этого пункта и заявила, что для нея онъ является абсолютно неприемлемымъ и допускъ, такъ или иначе, долженъ быть введенъ. Такъ какъ насъ, членовъ или представителей Союза, было

меньшинство, большинство же было против насъ, то отклоненія и были введены опять, хотя и въ смягченномъ видѣ.

Было указано, что 5%-ныя отклоненія собственно только покрываютъ неточности при испытаніяхъ, а не измѣняютъ на 5% гарантированныя цифры. По этому размѣръ допуска долженъ быть опредѣляемъ въ зависимости отъ примѣняемыхъ при испытаніи методовъ. Было бы, напримѣръ, вполне несообразнымъ имѣть 5%-ный допускъ въ случаѣ испытанія паровыхъ турбинъ по конденсату, ибо, какъ всякому технику извѣстно, при такомъ способѣ измѣренія, расходъ пара турбиной больше измѣряемаго количества конденсата, вслѣдствіе потерь пара по дорогѣ, и допускъ былъ бы здѣсь умѣстенъ скорѣй въ обратномъ смыслѣ.

Вслѣдствіе этого было принято основное положеніе, что размѣръ допуска опредѣляется въ зависимости отъ того, производится ли обмѣръ питательной или конденсационной воды, способовъ обмѣра топлива и т. д. По этому поводу было сдѣлано много предложеній, которыя еще должны быть подвергнуты обсужденію.

Другой пунктъ, которому ваша подкомиссія удѣлила большое вниманіе, выдвинувъ его съ самаго начала по предложенію г-на Перелли и еще другого лица на первый планъ—это разсмотрѣніе въ нормахъ, такъ называемыхъ практическихъ испытаній (т.-е. во время нормальной эксплуатаціи) и необходимость допускать иногда и при повѣркахъ гарантій перерывы и паузы, вынужденныя имѣющимися на этотъ счетъ законоположеніями. Послѣ долгихъ обсужденій, первый вопросъ былъ рѣшенъ соединенной комиссіей въ положительномъ смыслѣ, т.-е.—практическія испытанія должны войти въ нормы; дѣло остается только за редакціонной частью.

Нѣсколько иначе обстоитъ дѣло съ паузами или перерывами. До сего времени выяснилось, что машиностроители едва ли охотно пойдутъ на то, чтобы допустить обѣденные перерывы при повѣркахъ гарантій. (Вполнѣ правильно!). Я хотѣлъ бы знать, путемъ ли обмѣна мнѣніями или при помощи баллотировки, на чьей сторонѣ находится большинство Союза: на сторонѣ ли машиностроителей, ни при

какихъ обстоятельствахъ недопускающихъ перерывовъ, или на сторонѣ нѣкоторой части своихъ членовъ комиссіи, полагающихъ, что при нѣкоторыхъ испытаніяхъ, какъ, на-примѣръ, опредѣленіе расхода пара на машины, могутъ быть допущены перерывы, съ которыми часто приходится считаться въ промышленности и которые, въ большинствѣ случаевъ, вызываются требованіями фабричной инспекціи. Указанные члены комиссіи полагаютъ, что въ такихъ случаяхъ допускаемая отклоненія должны быть нѣсколько увеличены. Положеніе дѣла таково, что уже и теперь большая часть заводчиковъ соглашается допустить въ пріемныхъ испытаніяхъ машинъ обѣденные перерывы, принимая при этомъ рядъ мѣръ, дабы не нарушить точности испытаній. Поэтому было бы очень жаль, если, согласно новымъ нормамъ, такія испытанія оказались бы невозможны, такъ какъ для нѣкоторыхъ промышленныхъ раіоновъ это было бы равносильно отказу отъ пріемныхъ испытаній, ибо здѣсь послѣднія могутъ быть произведены и допущены владельцами предпріятій только при условіи сохраненія нормальнаго хода производства.

Какъ я уже и сказалъ, по этому поводу желательно выслушать мнѣніе большинства.

Г-нъ Бютовъ: Я нѣсколько разовью соображенія, высказанныя г-номъ Каммереромъ относительно обоихъ пунктовъ. Не такъ еще давно сами машиностроители высказались черезъ Союзъ германскихъ машиностроителей о желательности уничтоженія допуска, ибо, какъ они говорили, благодаря этому допуску въ 5 и болѣе 0/0, открывается обширное поле для недобросовѣстной конкуренціи. Не особенно чистоплотный въ этомъ смыслѣ заводчикъ считаетъ для себя допускъ выгоднымъ, разсуждая такъ: вмѣсто того, чтобы дать 100-сильную машину, я дамъ только 95-сильную. Это послужило, нѣсколько лѣтъ тому назадъ, причиною учрежденія обществомъ германскихъ инженеровъ комиссій для выработки нормъ и правилъ для пріемныхъ испытаній. Одна изъ этихъ комиссій занималась правилами для пріемовъ газовыхъ двигателей, другая—для компрессоровъ и вентиляторовъ. Въ обѣихъ комиссіяхъ допускъ былъ упраздненъ и до сего времени мнѣ не извѣстно еще

ни одного случая, гдѣ бы его упраздненіе служило причиною какихъ-либо недоразумѣній. Такъ какъ со стороны членовъ Союза германскихъ инженеровъ и машиностроителей въ соединенную комиссію входили почти тѣ же самые, или большая часть лицъ, составлявшихъ двѣ, только что упомянутыхъ комиссіи, то причины, вызвавшія внезапный поворотъ въ рѣшеніи вопроса, остаются для меня не совсѣмъ ясными. Господинъ Каммереръ былъ правъ, говоря: мы были въ меньшинствѣ, мы были побѣждены. Комиссія была составлена такимъ образомъ, что машиностроителей въ ней было значительно болѣе одной трети, да къ тому же надо прибавить еще и членовъ общества германскихъ инженеровъ,—за исключеніемъ двухъ—трехъ, стоявшихъ на ихъ сторонѣ. Такимъ образомъ, наша оппозиція будетъ имѣть значеніе только тогда, когда за нами будетъ стоять весь Союзъ. Мое предложеніе — необходимо упразднить допускъ, оставивъ его въ томъ смыслѣ, какъ указывалъ г-нъ Каммереръ, къ которому вполнѣ присоединяюсь и по поводу второго пункта.

Заводы большей частью пользуются общимъ трафаретомъ при составленіи условій поставки. Въ нихъ обыкновенно говорится: При приемкѣ дѣйствительны нормы, выработанныя обществомъ германскихъ инженеровъ. Это не всегда всѣми прочитывается. Надо признать, не касаясь пока практическихъ испытаній, что въ установкахъ, не допускающихъ возможности провести 8-ми, 10-ти или 12-тичасового испытанія, хотя бы вслѣдствіе полицейскихъ ограниченій, заказчики машинъ окажутся въ роли пострадавшихъ. Согласно нормамъ, приемное испытаніе не будетъ считаться выполненнымъ, и поставщикъ съ полнымъ правомъ можетъ настаивать на томъ, чтобы машина была принята. И вотъ тутъ-то практическія испытанія могли бы имѣть мѣсто; и если при соотвѣтствующемъ ихъ выполненіи обѣ стороны будутъ проникнуты желаніемъ добросовѣстно разрѣшить вопросъ, то я не вижу причинъ быть противъ такихъ испытаній.

Г-нъ Нисъ — Гамбургъ: При обсужденіи нормъ въ берлинскомъ засѣданіи я не вынесъ впечатлѣній, что основные пункты договоровъ должны быть выпущены. Насколько мнѣ

извѣстно, подобнаго инѣнія и не возникало. Я думаю, что на этотъ счетъ вы можете быть вполне спокойны.

Достаточно подробно были рассмотрѣны комиссіей и другіе пункты, въ особенности вопросъ о допускаемыхъ отклоненіяхъ. Было внесено нѣсколько предложеній, и, какъ уже сообщилъ г-нъ Каммереръ, въ настоящее время положеніе вопроса таково, что размѣръ допуска долженъ находиться въ зависимости отъ способовъ, примѣняющихся при испытаніяхъ.

По моему мнѣнію, при составленіи договора необходимо вполне точно указать, какія именно допускаемыя отклоненія должны имѣть мѣсто; довольно часто дѣло происходитъ такимъ образомъ, что покупатель заключаетъ договоръ на поставку, не соображаясь съ нормами и совѣмъ не подозреваетъ, что тамъ говорится о 5%--номъ допускѣ. Поэтому, послѣ указанныхъ гарантій, въ договорѣ должна быть означена величина допуска въ зависимости отъ установки и способовъ проведенія испытанія. Вполне ясно, что въ примѣненіи къ машинамъ допускъ можетъ быть взятъ меньшихъ размѣровъ, чѣмъ въ случаѣ котловъ, ибо, какъ на это указывалъ еще и г-нъ Бютовъ, въ послѣднемъ случаѣ большую роль играетъ теплотворная способность топлива, которая не всегда можетъ быть опредѣлена съ достаточной точностью.

По поводу третьяго пункта могу указать, что у меня не осталось впечатлѣнія, будто практическія испытанія должны быть исключены изъ нормъ,—наоборотъ, въ новыхъ нормахъ они должны быть рассмотрѣны болѣе подробно.

Въ проектѣ, разработанномъ Союзомъ германскихъ инженеровъ, достаточно ясно проводится различіе между испытаніями при установившемся состояніи (парадные испытанія) и практическими испытаніями; при приемкахъ заранѣе должно быть оговорено, какое именно изъ указанныхъ испытаній будетъ имѣть мѣсто. Такимъ образомъ, вовсе не было намѣренія обойти молчаніемъ практическія испытанія, а, повторяю еще разъ, было высказано желаніе отмѣтить ихъ въ нормахъ болѣе рѣзко, чѣмъ это было сдѣлано до сихъ поръ.

Что касается затрудненій, могущихъ встрѣтиться при вы-



полненіи непрерывныхъ испытаній, то опросъ, произведенный по этому поводу прусскимъ центральнымъ Союзомъ, показываетъ, что, въ случаѣ приемныхъ испытаній, такихъ еще ни разу не возникло. Если бы даже законы по охранѣ труда и могли стать на дорогѣ, то для такихъ единичныхъ случаевъ легко могло бы быть получено соответствующее разрѣшеніе. (Возгласы одобренія). Таково мнѣніе центрального прусскаго Союза обществъ по надзору за паровыми котлами. Далѣе въ комиссіи было отмѣчено, что нормы должны лишь указать, какъ должно быть обставлено испытаніе, чтобы получить надежные результаты. Если того потребуютъ обстоятельства, всегда можно притти къ особому соглашенію. Не надо только вводить въ нормы «испытанія съ перерывами» какъ нѣчто самостоятельное, ибо они представляютъ лишь исключительный случай. Такова картина, рисуемая мнѣ въ настоящее время, и я не знаю, резонно ли со стороны Союза выступать съ новыми рѣшеніями въ то время, когда всѣ вопросы находятся еще въ стадіи обсуждения.

Г-нъ Эггерсъ—М.-Гладбахъ: Милостивые Государи! Я не могу вполне присоединиться къ мнѣніямъ г.г. Бютова и Каммерера, ибо мы должны имѣть въ виду не только интересы котловладѣльцевъ, но должны войти также и въ положеніе машиностроителей. Въ настоящее время значительно возрасли затрудненія при продажѣ крупныхъ машинъ и заводчикъ, прежде чѣмъ продать свой фабрикатъ, долженъ выдержать упорную борьбу. При покупкѣ предъявляется такое множество тяжелыхъ условій, что было бы вполне законно допустить въ нѣкоторыхъ случаяхъ допускъ въ томъ или другомъ размѣрѣ. Полное его упраздненіе мы, по-моему, едва ли можемъ взять на себя.

Г-нъ Бютовъ—Эссенъ: Я хотѣлъ бы вкратцѣ отвѣтить г-ну Нису. Мнѣ думается, что онъ или плохо меня понялъ, или же кое-что изъ сказаннаго мною успѣлъ позабыть. Я не говорилъ, что вообще не допускаю отклоненій; отклоненія по-моему не допустимы для окончательнаго результата—для коэффициента полезнаго дѣйствія.

При тѣхъ или другихъ методахъ или отдѣльныхъ способахъ измѣреній всегда могутъ быть установлены предѣлы

возможныхъ ошибокъ. Но разъ мнѣ гарантируютъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія котельной установки въ 72%, то пусть мнѣ такой и дадутъ. Въ своихъ условіяхъ поставокъ заводы гарантируютъ иной разъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія котельной установки съ точностью до  $\frac{1}{2}\%$  (Возгласы одобренія). И если какой-нибудь заводчикъ говоритъ себѣ: Я знаю коэффициентъ полезнаго дѣйствія моей установки съ точностью до  $\frac{1}{2}\%$ ,—то почему же онъ не долженъ сказать: Я и выполню это! Совершенно не понятно, на какомъ основаніи получаетъ онъ тогда эти 5%. То же самое и для турбинъ. При большихъ турбинахъ въ 30000 Л. С. заводчики гарантируютъ до третьяго десятичнаго знака, а въ концѣ-концовъ—5% отклоненій. Господа, я отказываюсь понять это.

Г-нъ Каммереръ — Мюльгаузенъ. Мнѣ хочется сперва успокоить нѣсколько коллегу г-на Эггерса. За судьбу машиностроителей вы можете быть вполне спокойны (Совершенно вѣрно!); они достаточно сильны и многочисленны, чтобы постоять за себя въ комиссіи. Конечно, каждый можетъ добиваться своихъ правъ, но намъ надо предохранить себя отъ недобросовѣстныхъ намѣреній. Если въ договорѣ отклоненія будутъ оговорены или вообще указаны цифрой въ соответствующемъ мѣстѣ, то мы не будемъ возражать противъ этого. Единственно чего мы добивались въ подкомиссіи въ вопросѣ объ отклоненіяхъ, это—его ясности, дабы поставщики и заказчики вполне отчетливо могли представлять себѣ, на что имъ рассчитывать въ своихъ сдѣлкахъ и чтобы никакія неожиданныя отклоненія не могли имѣть мѣста. (Вполнѣ правильно!).

Я хочу еще нѣсколько остановиться на послѣднемъ пунктѣ. Здѣсь было указано, что въ нормахъ будутъ разсмотрѣны какъ парадныя, такъ и практическія испытанія. Что касается первыхъ, фигурировавшихъ до сего времени въ проектѣ нормъ подъ названіемъ «испытанія при установившемся состояніи», то относительно ихъ я хотѣлъ бы отмѣтить слѣдующее. Господинъ Нисъ указалъ на необходимость перерывовъ, какъ на исключительный случай. Для его района пусть это и такъ, но ему придется согласиться со мной, что было бы весьма желательнымъ упомянуть въ

нормахъ также и объ исключительныхъ случаяхъ, дабы не считаться съ невозможностью выполнить испытаніе тамъ, гдѣ этотъ исключительный случай можетъ оказаться. (Совершенно вѣрно!). Въ другихъ раіонахъ этотъ случай можетъ стать и правиломъ.

Прусскіе коллеги, вопреки циркуляра, можетъ быть, и добьются у фабричной инспекціи согласія на работу безъ обѣденнаго перерыва. Но, господа, мы вѣдь имѣемъ дѣло не только съ фабричной инспекціей, но также и съ рабочими, и какъ дѣло будетъ обстоять здѣсь, сказать трудно. (Знаки согласія). Могутъ найтись предпріятія, въ которыхъ рабочіе, несмотря на полученное разрѣшеніе, откажутся работать безъ перерыва и тогда испытаніе или вовсе не будетъ произведено, или же придется допустить перерывъ. Какъ вамъ извѣстно, нормы гласятъ: «Если дѣло идетъ объ опредѣленіи расхода топлива, то опытъ долженъ продолжаться по крайней мѣрѣ 10 часовъ; при вполнѣ спокойной и равномерной нагрузкѣ — по крайней мѣрѣ 8 часовъ. Если же дѣло идетъ о расходѣ пара, то продолжительность опыта 8 и въ случаѣ совершенно равномерной работы—по крайней мѣрѣ 6 часовъ». Я бы предложилъ добавить сюда слѣдующее: «Въ тѣхъ установкахъ, для которыхъ перерывы въ производствѣ и частичная или полная разгрузка являются неизбѣжными, могутъ быть допущены уменьшеніе и полное прекращеніе нагрузки по большей мѣрѣ на два часа, даже и при парадныхъ испытаніяхъ» (Возгласы: «при допущеніи болѣе высокаго допуска!»)—это надо было бы еще вырѣшить—при условіи болѣе продолжительности опыта, т.е. 10 часовъ для перваго случая и 8 часовъ для второго, при этомъ должны быть приняты всѣ мѣры къ тому, чтобы вліяніе перерывовъ возможно менѣе сказалось на результатахъ испытанія».

Господа, если намъ удастся провести въ нормахъ это добавленіе, то думаю, обѣ стороны будутъ удовлетворены. Правиломъ при провѣркахъ гарантій будутъ служить непрерывныя испытанія при установившемся состояніи, въ случаяхъ же неизбѣжности перерывовъ, мы все-таки будемъ имѣть возможность произвести испытаніе, увеличивъ при этомъ нѣсколько предѣлъ возможныхъ отклоненій.

Я спрашиваю, согласно ли собрание, чтобы его представители предприняли соответствующие шаги для проведения въ соединенной комиссії указаннаго дополненія, которое, конечно, можетъ быть нѣсколько и измѣненно?

Г-нъ Нисъ—Гамбургъ: Вполнѣ присоединяюсь къ сказанному г-номъ Каммереромъ относительно допускаемыхъ отклоненій вообще, равно какъ и къ тому, что разъ предѣлы таковыхъ отклоненій будутъ опредѣлены, то они непременно должны быть указаны въ соответствующемъ мѣстѣ договора.

По поводу же сказаннаго г-номъ Бютовымъ надо добавить, что котельные заводчики гарантируютъ коэффициентъ полнаго дѣйствія ихъ установокъ до  $\frac{1}{2}\%$ , не потому, что испытаніе можетъ быть произведено съ такой точностью, а просто потому, что къ этому ихъ принуждаетъ конкуренція.

Теперь перехожу къ третьему пункту—къ вопросу объ испытаніяхъ съ перерывами. По моему мнѣнію подобныя испытанія, если и могутъ имѣть мѣсто, то только въ случаѣ машинъ, а не котловъ. Намъ достаточно извѣстны причины, говорящія противъ подобныхъ испытаній, и, я думаю, будетъ бесполезнымъ подробное ихъ перечисленіе. Скажу кратко, что, по-моему, а также и по мнѣнію цѣлаго ряда другихъ коллегъ, нельзя допустить испытанія на испарительность въ продолженіе 4-хъ часовъ до обѣда и 4-хъ часовъ послѣ обѣда, съ перерывомъ въ 2 часа, и при всемъ томъ держаться еще того мнѣнія, что результаты подобныхъ испытаній должны считаться обязательными и безъ допуска (Совершенно вѣрно!)

Г-нъ Блахеръ—Рига: Я вполнѣ могу присоединиться къ только что высказанному. Впрочемъ, можетъ быть, я не такъ понимаю. Г-нъ директоръ Бютовъ полагаетъ, что котлостроители могутъ гарантировать работу ихъ котловъ вполнѣ точно съ опредѣленнымъ коэффициентомъ полезнаго дѣйствія, напимѣръ въ 72%. Но мнѣ кажется, что это число 72 не есть, такъ сказать, физико-химическая постоянная котла, а представляетъ произведеніе весьма различныхъ и, подчасъ, совершенно неучитываемыхъ факторовъ, какъ напимѣръ, умѣніе кочегара обслуживать топку, родъ топлива

и многое тому подобное. Я думаю, слѣдовательно, что отклоненія должны быть допущены. Въ противномъ случаѣ можно опасаться такого явленія, что, гарантируя, напримѣръ, 72% безъ отклоненій, постараются достигнуть этой цифры создавъ искусственно условія, несоотвѣтствующія тѣмъ нормальнымъ условіямъ работы, для которыхъ котель предназначенъ.

Г-нъ Циммермансъ—Аахенъ: Я полагаю, что то, къ чему мы стремимся, вполне справедливо и ясно; нашъ Союзъ главнымъ образомъ и призванъ для того, чтобы высказать свой взглядъ по этому вопросу, такъ какъ общества занимаютъ нейтральное положеніе между заказчиками и поставщиками машинныхъ установокъ. Поэтому, намъ надо избѣгать вводить въ нормы неопредѣленности, и наоборотъ, постараться освѣтить то, что до сихъ поръ оставалось неяснымъ. Что заводчики заходятъ слишкомъ далеко въ своихъ стремленіяхъ—объ этомъ не стоитъ и говорить, но фактъ тотъ, что продавцы, будучи специалистами въ своей области, хорошо знаютъ свой фабрикатъ, тогда какъ случайный покупатель является не совсѣмъ освѣдомленнымъ въ этихъ вещахъ. Къ тому же организаціямъ машиностроителей не противопоставлены организаціи покупателей, имѣющихъ, слѣдовательно, болѣе шансовъ оказаться страдательнымъ лицомъ. Задача Союза состоитъ въ томъ, чтобы, вопреки всему сказанному, водворить справедливость.

Было бы весьма желательнымъ провести въ нормахъ основные пункты договоровъ. Но здѣсь, я думаю, придется столкнуться съ большими препятствіями — трудно будетъ приноровить однообразныя условія ко всѣмъ требованіямъ. Вполнѣ согласенъ съ г-номъ Каммереромъ, что къ этому мы должны стремиться. Боюсь, что многое едва ли мы сможемъ тутъ сдѣлать.

Относительно допуска придерживаюсь того мнѣнія, что и здѣсь было бы цѣлесообразнымъ его упраздненіе, какъ это уже, по заявленію г-на Бютова, и сдѣлано въ нормахъ для испытанія вентиляторовъ и компрессоровъ. Если машино- и котлостроители признаютъ, что допускъ часто поддерживаетъ стремленія, которыя мы не можемъ и не должны поощрять, то они должны будутъ принять наши положенія.

Что въ самомъ дѣлѣ означаетъ допускъ? Если кто-нибудь говорить: Я гарантирую 75%-ный коэффициентъ полезнаго дѣйствія установки съ отклоненіемъ въ 5%,—то онъ гарантируетъ вовсе не 75%, а 75 минусъ 5%. Такимъ образомъ гарантія будетъ соотвѣтственно ниже. Въ интересахъ ясности и справедливости допускъ долженъ быть упраздненъ и, согласно выяснившимся сегодня обстоятельствамъ, упраздненъ окончательно, какъ это и принято въ другихъ областяхъ машиностроенія. Въ отношеніи же испытаній съ перерывами наше общество занимаетъ позицію г-на Ниса, которую можно охарактеризовать словами: Въ нашемъ районѣ намъ неизвѣстны затрудненія по проведенію непрерывныхъ испытаній. До сихъ поръ ни рабочіе, ни фабричная инспекція не заставляли насъ отказываться отъ подобныхъ испытаній. Допущеніе же при испытаніяхъ перерывовъ съ уменьшеніемъ нагрузки вводитъ опять въ гарантіи неопредѣленность и неясность. Въ нормахъ мы не можемъ предусмотрѣть всего; случаи же, на которые указалъ г-нъ Нисъ, будемъ считать за исключенія. Какъ для поставщиковъ, такъ и для заказчиковъ нормы должны оставить нѣкоторую долю свободы. Въ случаяхъ же необходимости, мы попрежнему можемъ позволить себѣ нѣкоторыя отступленія отъ нормъ.

Возвращаясь къ сказанному г-номъ Бютовымъ, хочу спросить, какимъ образомъ произошло, что интересы заводчиковъ были представлены въ комиссіи сильнѣе, нежели интересы заказчиковъ. Если обѣ группы поставили себѣ задачей переработать нормы, долженствующія удовлетворять справедливости, то каждая группа должна была располагать одинаковымъ числомъ голосовъ, дабы выполнить поставленную себѣ задачу. Изъ словъ его я могу заключить, что машинозаводчики, будучи и сами по себѣ довольно многочисленны, получили большинство благодаря поддержки со стороны общества германскихъ инженеровъ. Надо надѣяться, что о-во германскихъ инженеровъ, разобравшись въ этомъ вопросѣ, позаботится, въ цѣляхъ справедливости, о нейтральномъ составѣ комиссіи.

Г-нъ Линде—Берлинъ: Прошу позволенія сдѣлать нѣ-

которыя указанія, чтобы разрѣшить возникшее недоразумѣніе.

Г-нъ Бютовъ указалъ, что общество германскихъ инженеровъ въ лицѣ своихъ членовъ комиссіи стало на сторону машино-и котлостроителей, а г-нъ Циммермансъ добавилъ, что если общество германскихъ инженеровъ склонно тяготеетъ къ послѣднимъ, то, какъ я понялъ г-на Циммерманса, надо позаботиться о другомъ составѣ комиссіи. Чтобы разрѣшить могущія возникнуть подозрѣнія, навѣянные рѣчью г-на Бютова, назову фамиліи лицъ, выбранныхъ въ комиссію обществомъ германскихъ инженеровъ. Сперва четыре профессора высшихъ учебныхъ заведеній: г-нъ Бахъ, г-нъ Дёрфель, г-нъ Нэгель и г-нъ Евгений Мейеръ, далѣе директоръ о-ва германскихъ инженеровъ г-нъ Д. Мейеръ, затѣмъ гражданскій инженеръ г-нъ Грабау и, наконецъ, г-нъ Карлъ Зульцеръ и г-нъ директоръ Гольденбергъ.

Если говорить о заинтересованныхъ лицахъ, то придется указать г-на Зульцера и Гольденберга,—одного, какъ представителя заказчиковъ и завѣдующаго большой электрической станціей и другого—какъ строителя машинъ. Первые изъ указанныхъ лицъ являются столь же нейтральными, какъ и лица, избранныя въ комиссію отъ вашего союза. О-во германскихъ инженеровъ удѣляетъ особенное вниманіе тому, чтобы въ его комиссіяхъ присутствовали только такія лица, которымъ оно можетъ довѣрить вести дѣло безъ всякихъ предвзятыхъ намѣреній.

Наконецъ, замѣчу, что проектъ послѣ разработки его комиссіей поступитъ въ отдѣльные союзы, а со стороны общества германскихъ инженеровъ будетъ разосланъ во всѣ его 48 отдѣленій на обсужденіе отдѣльныхъ комиссій. Въ указанныхъ отдѣленіяхъ представлены, какъ потребители котловъ и машинъ, такъ и ихъ строители. Послѣ всего этого, проектъ поступитъ еще на разсмотрѣніе о-ва германскихъ инженеровъ въ полномъ его составѣ.

Вслѣдствіе всего мною указаннаго, думаю, что опасенія относительно односторонности о-ва германскихъ инженеровъ, высказанныя нѣкоторыми лицами, не должны имѣть мѣста.

Г-нъ Бютовъ:—Эссенъ: По поводу затронутаго вопроса надо замѣтить, что предложеніе о созывѣ соединен-

ной комиссії исходило исключительно отъ о-ва германскихъ инженеровъ. Международный союзъ указалъ ему, что онъ можетъ прислать четырехъ представителей. Другія заинтересованныя группы должны были, по моему предложению, прислать также по четыре представителя. При этомъ никакихъ возраженій не послѣдовало. Остальные были люди науки. Такимъ образомъ, о-во германскихъ инженеровъ и Союзъ машиностроительныхъ обществъ должны были имѣть по 4 человѣка. Но на дѣлѣ оказалось не то. Союзъ машиностроительныхъ обществъ имѣлъ въ комиссії девять человѣкъ, что я и критиковалъ. Кромѣ того, я съ этимъ и посчитался. Мы рѣшили въ виду такого оборота дѣла пригласить еще двухъ лицъ, г-на Перелли и г-на Цвіауэра. Особенно одно обстоятельство заставило меня высказаться по этому поводу: Я присутствовалъ въ двухъ комиссіяхъ о-ва германскихъ инженеровъ, изъ которыхъ одна вырабатывала правила для газовыхъ двигателей, другая издала правила для компрессоровъ и вентиляторовъ. Въ обоихъ случаяхъ вопросъ о допускаемыхъ отклоненіяхъ былъ рѣшенъ просто,—было указано, что никакихъ отклоненій быть не должно. Естественно, что всѣ мы, а я въ особенности, питали надежду, что этотъ вопросъ останется такимъ же яснымъ и въ новой комиссії, созванной также обществомъ германскихъ инженеровъ. Но вышло не такъ, и мы внезапно натолкнулись на чрезвычайно упорное противодѣйствіе, котораго я никакъ не могу понять. Очевидно, что сюда вошло какое-то обстоятельство, взявшее перевѣсъ.

Я кончилъ, и не буду болѣе распространяться, если только въ дальнѣйшемъ вопросъ этотъ не будетъ опять затронутъ.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Я могъ бы сказать весьма многое, но мнѣ пришлось бы повторить все то, что, къ вашему неудовольствію, я такъ часто повторялъ въ прошломъ году. Если мы будемъ подвигаться впередъ такимъ же темпомъ, то намъ придется продолжить сѣздъ, по крайней мѣрѣ на три дня.

Къ моему сожалѣнію я принужденъ внести предложеніе о прекращеніи преній.

Предсѣдатель: Принимается ли предложеніе? (Возгласы: Конечно!)



— Тогда я попрошу г-на Каммерера формулировать внесенное имъ предложеніе.

Г-нъ Каммереръ—Мюльгаузенъ: Я предложилъ, чтобы представители союза настаивали на внесеніи слѣдующаго дополненія къ пункту, касающемуся числа и продолжительности испытаній при установившемся состояніи:

«Въ установкахъ, въ которыхъ паузы въ производствѣ и частичная или полная разгрузки являются неизбѣжными, могутъ быть допущены значительное уменьшеніе или полное прекращеніе нагрузки по большей мѣрѣ на два часа также и при парадныхъ испытаніяхъ (увеличивая на 10% допускаемыя отклоненія), при условіи бблыней продолжительности опыта (10 часовъ для § 16, 8 часовъ для § 17), и принимая всѣ мѣры къ тому, чтобы перерывы возможно менѣе отзывались на результатахъ испытанія».

Къ этому я долженъ добавить, что и при испытаніи паровыхъ котловъ придется иногда допустить на нѣкоторое время значительное уменьшеніе нагрузки, тогда какъ полное ея прекращеніе должно быть всячески избѣгаемо. Приходится еще особенно подчеркнуть и то, что указанное добавленіе не только не внесетъ неопредѣленности и неясности, а напротивъ, этимъ самымъ будетъ вполне опредѣленно указано, что въ случаяхъ, когда не остается ничего другого, можно будетъ допустить и обѣденные перерывы, при чемъ машиностроитель можетъ претендовать здѣсь и на бблыній допускъ, который, вообще, въ интересахъ обѣихъ сторонъ долженъ быть установленъ сообразно съ обстоятельствами, будетъ ли то испытаніе при установившемся состояніи или, вслѣдствіе необходимости, съ перерывомъ.

Я просилъ бы поставить мое предложеніе на баллотировку.

Г-нъ Нисъ—Гамбургъ. Я хочу только замѣтить, что послѣ того, какъ пренія были прекращены, нельзя было допускать только что сказаннаго, такъ какъ та часть собранія, которая придерживается другого мнѣнія, можетъ потребовать слова для дальнѣйшихъ возраженій. (Правильно!).

Предсѣдатель: Я ставлю на голосованіе предложеніе

г-на Каммерера. Желаете ли вы голосовать его en bloc, или по отдѣльнымъ обществамъ?

Г-нъ Бютовъ—Эссенъ (къ порядку дня): Я хотѣлъ бы спросить, не желаетъ ли г-нъ Каммереръ взять обратно свое предложеніе. Мы уже выслушали различныя мнѣнія и этимъ вопросъ вполне исчерпанъ. Было бы излишнимъ его голосованіе.

Г-нъ Каммереръ—Мюльгаузенъ: Я беру обратно мое предложеніе.

Предсѣдатель: Желаетъ ли кто-нибудь внести еще какое-либо предложеніе по этому поводу?

Г-нъ Циммермансъ—Аахенъ. (Къ порядку дня): Мнѣ думается, что здѣсь осталось невыясненнымъ, какъ раздѣляются мнѣнія по отдѣльнымъ обществамъ. Было рѣшено указать лицамъ, посланнымъ нами въ комиссію, какой взглядъ господствуетъ между нами, какъ въ цѣломъ, дабы они могли дѣйствовать не только по личнымъ соображеніямъ, но и отражать взгляды своего довѣрителя, каковымъ и является международный союзъ. (Совершенно вѣрно).

Поэтому я предложилъ бы проголосовать въ нашемъ интимномъ кругу—внѣ его это голосованіе не будетъ имѣть значенія: «Должны ли быть допущены испытанія съ продолжительными паузами или нѣтъ!» Я предлагаю исключить изъ правилъ такія испытанія. (Возгласы: При повѣркахъ гарантій!). При повѣркахъ гарантій. (Возгласы: Опять неясность!) Я думаю, что не будетъ неясности, если будетъ рѣшено, что испытанія съ длительными паузами должны быть исключены изъ правилъ.

Предсѣдатель: Я прошу лишь, стоящихъ за это предложеніе, поднять руки (Поднимаютъ руки 11 человекъ). Прошу обратно (Поднимаютъ руки 20 человекъ). Предложеніе отклонено.

Предлагаемъ комиссіи продолжать ея работу, какъ до сихъ поръ.

Въ заключеніе мнѣ хотѣлось бы сообщить вамъ кое-что о нормахъ, разрабатываемыхъ у насъ въ Россіи. Однако, за неимѣніемъ времени мнѣ придется обратить ваше вниманіе лишь на то, что между русскими нормами и нор-

мами разрабатываемыми комиссіей существуетъ нѣкоторая разница. Напримѣръ, намъ по необходимости пришлось принять во вниманіе нефтяное отопленіе. Было бы, можетъ быть, не лишнимъ, если бы наша комиссія разсмотрѣла и жидкія топлива. Существуетъ нѣкоторая разница и въ отношеніи опредѣленія теплотворной способности топлива. Вмѣсто того, чтобы останавливаться на этомъ подробно, я могъ бы, если вамъ будетъ угодно, прислать въ комиссію краткій переводъ относящихся сюда пунктовъ. (Знаки согласія).

Предсѣдатель: Отлично.

Мы переходимъ теперь къ слѣдующему докладу:

#### Пунктъ. 5. Современные вертикальные водотрубные котлы и ихъ успѣхи за послѣдніе годы.

Г-нъ К. В. Киршъ—Москва: Когда на съѣздѣ Союза въ Брюсселѣ инж. Пичъ докладывалъ на эту тему, онъ совершенно правильно указалъ на то, что располагаетъ ограниченнымъ матеріаломъ и что будетъ говорить только о котлахъ Гарбе. За протекшіе съ того времени три года котельная промышленность сдѣлала очень серьезные шаги впередъ. Въ одной Германіи, иапримѣръ, больше 20 заводовъ начали строить вертикальные водотрубные котлы и ббльшей частью для этой цѣли выработали собственныя конструкціи. Здѣсь повторяется явленіе, которое мы всегда можемъ наблюдать въ машиностроеніи, когда начинаетъ получать распространеніе какая-нибудь новая конструкція, которая выполняется многими предпринимателями. 10—12 лѣтъ тому назадъ приблизительно въ такомъ же положеніи находились горизонтальные водотрубные котлы, и выставка въ Дюссельдорфѣ показала, какъ различно отдѣльные конструкторы рѣшали задачу. Въ настоящее время большая часть этихъ своеобразныхъ конструкцій уже не выполняется и главные заводы перешли къ почти одинаковымъ и относительно простымъ формамъ. Вертикальный водотрубный котелъ долженъ еще пройти черезъ эту стадію развитія. Въ настоящее время мы еще должны считаться съ самыми

различными конструкціями, къ которымъ все еще прибавляются новыя видоизмѣненія.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ приведена большая часть нѣмецкихъ заводовъ, которые строятъ вертикальные водотрубные котлы. Если примемъ во вниманіе, что въ этой таблицѣ фигурируютъ всѣ главные нѣмецкіе заводы и между ними такіе, какъ заводъ Бабкокъ и Вилькоксъ, который въ теченіе многихъ лѣтъ съ большимъ упорствомъ велъ борьбу противъ вертикальныхъ водотрубныхъ котловъ, то мы заранее можемъ принять, что вертикальный водотрубный котель, наконецъ, будетъ принятъ и для постоянныхъ установокъ.

Соотвѣтственно этому котельная промышленность и круги, имѣющіе нѣкоторое отношеніе къ ней, обладаютъ довольно значительнымъ практическимъ опытомъ относительно изготовленія этихъ котловъ и ухода за ними и также результатами ихъ испытаній. Часть этихъ данныхъ уже обсуждалась въ техническихъ журналахъ и какъ разъ послѣдній годъ принесъ намъ въ этомъ отношеніи очень много интереснаго матеріала, среди котораго выдѣляется обстоятельная статья Минцингера въ журналѣ о-ва германскихъ инженеровъ.

Чтобы не слишкомъ много повторять то, что всѣмъ уже извѣстно, я также ограничу свой рефератъ и коснусь только нѣкоторыхъ пунктовъ, которые особенно важны для оцѣнки вертикальныхъ водотрубныхъ котловъ.

Правильно оборудованная котельная установка преслѣдуетъ задачу при помощи возможно малой и дешевой, но простой и безопасной поверхности нагрѣва—передать возможно большую часть тепла топлива внутрь котла. Но эта задача поверхности нагрѣва можетъ быть только тогда рѣшена, когда топка допускаетъ экономичный процессъ горѣнія и создаетъ условія для возможно интенсивнаго поглощенія тепла въ особенности же первой поверхностью нагрѣва, въ то же время экономайзеръ съ своей болѣе низкой температурой воды и болѣе дешевой поверхностью нагрѣва дѣлаетъ возможнымъ весьма сильное пониженіе температуры газовъ. Къ этому естественно еще надо прибавить обмуровку, безопасную,

## Нѣмецкіе заводы, строящіе вертикальные водотрубные котлы для постоянныхъ установокъ.

Ф И Р М А.	Система.	Обыков.	Комбин.	Съ перекладной лопаточной трубой.	ЭКОНОМАЙЗЕРЪ		Трубы.	Листы для концовъ трубъ.
					включенъ.	расположенъ за котломъ.		
Котельный зав. въ Дюссельдорфъ-Ратингенъ	Гирбе.	1	1	—	—	—	Прямые 60/54	Ступенчатые Гирбе.
Эльзасскій машиностроительный заводъ .	»	1	1	—	—	—	»	»
М. Яръ, въ Геръ (Gera) . . . . .	»	1	1	(1)	—	—	»	»
К. Кульницъ . . . . .	»	1	1	—	—	—	»	»
Вр. Зульцеръ . . . . .	»	1	1	1	—	—	»	»
А. Борангъ, въ Берлинъ . . . . .	Борангъ.	1	—	$\frac{1}{2}$ часть.	—	—	кромки 60/54	обыкновенные.
Вальтеръ в К <sup>о</sup> , въ Дельбрюкъ . . . . .	Вальтеръ.	1	1	1	—	—	»	»
Ганноверскій машиностроительный заводъ	Стирлингъ.	—	1	—	1	—	»	»
Бабкокъ и Вилькоксъ, въ Обергаузенъ .	»	—	1	—	1	—	»	»
Кетцеръ, въ Дюйобургъ . . . . .	Кетцеръ.	—	1	—	—	—	»	»
В. А. Родбергъ, въ Дарштадтъ . . . . .	Родбергъ.	—	1	—	—	—	»	»
Христофъ, въ Низкомъ . . . . .	Шуальцъ.	—	1	—	—	—	»	»
Фр. Крушиъ, въ Килъ . . . . .	»	1	1	1	—	—	»	»
Сакоонскій машиностроительный заводъ	Гартманъ.	1	1	1	—	—	»	»
Саксонскій машиностроительный заводъ .	Вернеръ—Гартманъ.	—	1	1	$\frac{1}{2}$ не полностью	1	прямые.	толстая (50 мм).
Гумбольдтъ, въ Калькъ . . . . .	Кестнеръ.	1	1	1	—	—	»	»
Ошатцъ, въ Меране (Meerane) . . . . .	Ошатцъ.	—	1	—	1	—	»	(32 мм).
Линке-Гофманъ, въ Бреславль . . . . .	Линке Гофманъ.	1	—	1	—	—	»	систем. Линке-Гофманъ.
Пидбвфъ, въ Дюссельдорфъ . . . . .	Бурггардтъ.	—	1	$\frac{1}{2}$	—	1	кромки.	обыкновенные.
Штейнмюллеръ . . . . .	Штейнмюллеръ.	—	1	1	$\frac{1}{2}$	1	»	»
Штейнмюллеръ . . . . .	Универсальный котель.	—	1	—	$\frac{1}{2}$	1	»	»
Зиллеръ и Янартъ, въ Барменъ . . . . .	Зиллеръ и Янартъ.	—	1	—	1	1	»	»

плотную и ограничивающую потерю тепла въ окружающую среду до возможнаго минимума, а также правильное устройство для полученія тяги.

Прежде всего я хотѣлъ бы поговорить о поглощеніи тепла поверхностью нагрѣва. Какъ извѣстно, тепло топлива переходитъ на поверхность нагрѣва частью непосредственнымъ ея соприкосновеніемъ съ образовавшимися изъ топлива газами, частью при помощи тепловыхъ лучей, которые или непосредственно излучаются раскаленнымъ топливомъ или его шпаменемъ, или излучаются посредствующими тѣлами, какъ кладкой, летучей золой и т. д. Послѣднія въ свою очередь воспринимаютъ тепло однимъ изъ указанныхъ способовъ. Въ дымовыхъ ходахъ котла отдѣльные виды передачи тепла обыкновенно комбинируются, но одинъ изъ этихъ видовъ всегда преобладаетъ. Если, напримѣръ, вблизи пламени преобладаетъ непосредственное лучеиспусканіе, а въ боковыхъ ходахъ котловъ съ жаровыми трубами и цилиндрическихъ значительную роль играетъ лучеиспусканіе кладки, то въ дымогарныхъ трубкахъ котла Тишбейна мы почти исключительно должны считаться съ передачей тепла прикосновеніемъ. Хотя законы передачи тепла даже для простѣйшихъ случаевъ еще недостаточно изслѣдованы, но при приблизительныхъ подсчетахъ мы можемъ пользоваться нижеслѣдующими законами: для передачи тепла непосредственнымъ прикосновеніемъ закономъ Редгенбахера:

$$Q_b = \alpha_1^b H_b (T - t)$$

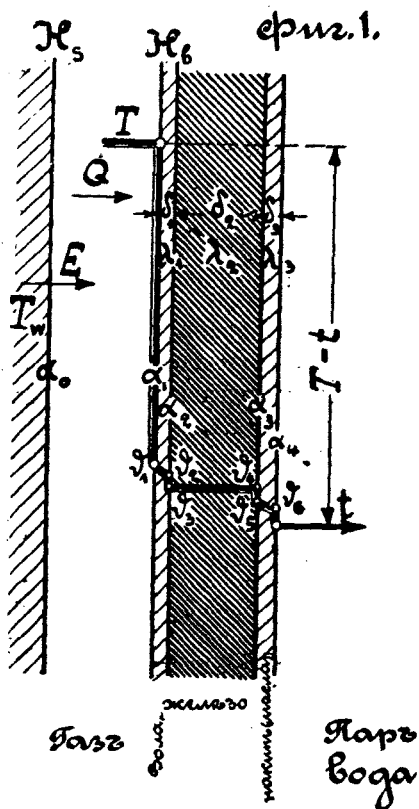
для передачи тепла чистымъ лучеиспусканіемъ закономъ Стефана Больцмана:

$$E = \sigma H_s \left\{ \left( \frac{T + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{t + 273}{100} \right)^4 \right\}$$

Для случая, изображеннаго на фиг. 1, передачи тепла поверхности нагрѣва  $H_b (\vartheta_1, ^\circ)$  прикосновеніемъ газовъ нагрѣтыхъ до температуры  $T^\circ$  и лучеиспусканіемъ стѣнки  $H_s (T^\circ_{ст})$  также получившей свое тепло прикосновеніемъ \*) съ га-

\*) Въ общемъ случаѣ стѣнка можетъ получать тепло, какъ непосредственнымъ, такъ и косвеннымъ лучеиспусканіемъ

зами, мы все количество тепла полученное поверхностью  $H_b$  можем выразить слѣдующей формулой:



$$Q = \alpha_1^b \cdot H_b (T - \vartheta_1) + \sigma H_s \cdot \left\{ \left( \frac{T_w + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{\vartheta_1 + 273}{4} \right)^4 \right\}$$

$T_w$  приближенно можно опредѣлить изъ баланса тепла стѣнки:

$$\alpha_o^b (T - T_w) H_s = \sigma H_s \cdot \left\{ \left( \frac{T_w + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{\vartheta_1 + 273}{100} \right)^4 \right\}$$

при этомъ большею частью можно принять

$$\alpha_o^b = \alpha_1^b; H_s = H_b; \sigma = 4$$

Точно также потеря тепла стѣнкой принята равной 0.

Въ общемъ случаѣ  $T_b = mT$ , при чемъ  $m < 1$ . Если же представимъ себѣ, что стѣнка  $H$  замѣнена пламенемъ или раскаленнымъ слоемъ топлива, такъ что  $H_b$  — первая поверхность нагрѣва, то получимъ  $m \geq 1$ .

Если пожелаемъ для полной передачи тепла воспользоваться простой формулой

$$Q = \alpha_1 H_b (T - \vartheta_1),$$

то придется принять

$$\alpha_1 = \alpha_1^b + \frac{H_s}{H_b} \frac{\sigma}{(T - \vartheta_1)} \left\{ \left( \frac{m \cdot T + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{\vartheta_1 + 273}{100} \right)^4 \right\}$$

При этомъ  $\alpha_1$  характеризуетъ только переходъ тепла на наружную поверхность нагрѣва ( $\vartheta_1^\circ$ ). Чтобы прослѣдить полный переходъ тепла къ водѣ въ котлѣ ( $t^\circ$ ), мы для случая загрязненной съ обѣихъ сторонъ поверхности нагрѣва (фиг. 1), имѣемъ нижеслѣдующія уравнения:

$$Q = \alpha_1 (T - \vartheta_1) \cdot H_b$$

$$Q = \frac{\lambda_1}{\delta_1} (\vartheta_1 - \vartheta_2) \cdot H_b$$

$$Q = \alpha_2 (\vartheta_2 - \vartheta_3) \cdot H_b$$

$$Q = \frac{\lambda_2}{\delta_2} (\vartheta_3 - \vartheta_4) \cdot H_b$$

$$Q = \alpha_3 (\vartheta_4 - \vartheta_5) \cdot H_b$$

$$Q = \frac{\lambda_3}{\delta_3} (\vartheta_5 - \vartheta_6) \cdot H_b$$

$$Q = \alpha_4 (\vartheta_6 - t) \cdot H_b$$

и отсюда

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_4}} \cdot H_b \cdot (T - t)$$

Въ этой формулѣ, какъ извѣстно,

$$\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_4}} = K$$



Киринг: Современные вертикальные водотрубные котлы.

Фиг. 2.

Распределение теплового потока установки

Комплексная  $F_{кв} = 250 \text{ м}^2$

$F_{и} = 95 \text{ м}^2$  Редукционный эк-

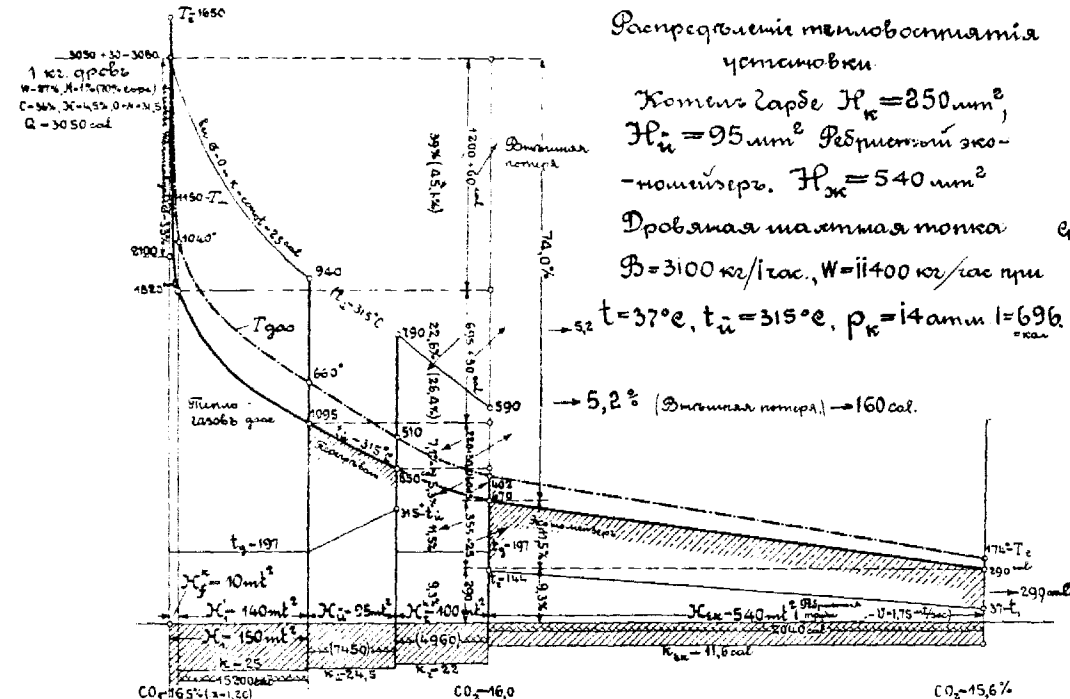
-нометр.  $F_{жк} = 540 \text{ м}^2$

Дровяная шахтная топка

$B = 3100 \text{ кг/час}$ ,  $W = 11400 \text{ кг/час}$  при

$t = 37^\circ\text{C}$ ,  $t_{и} = 315^\circ\text{C}$ ,  $p_{к} = 14 \text{ атм}$   $l = 696$

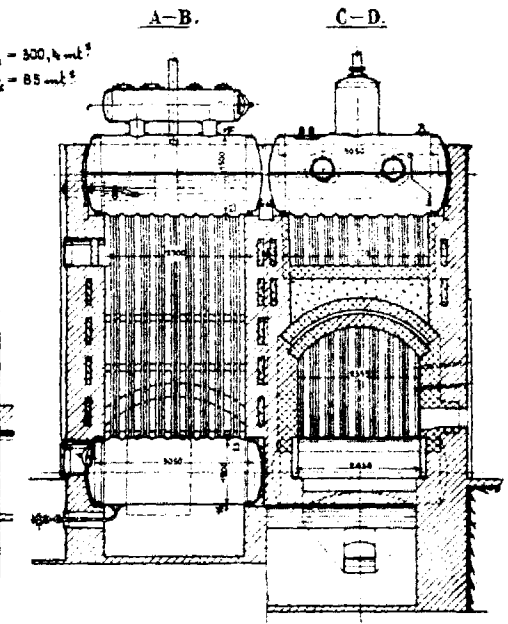
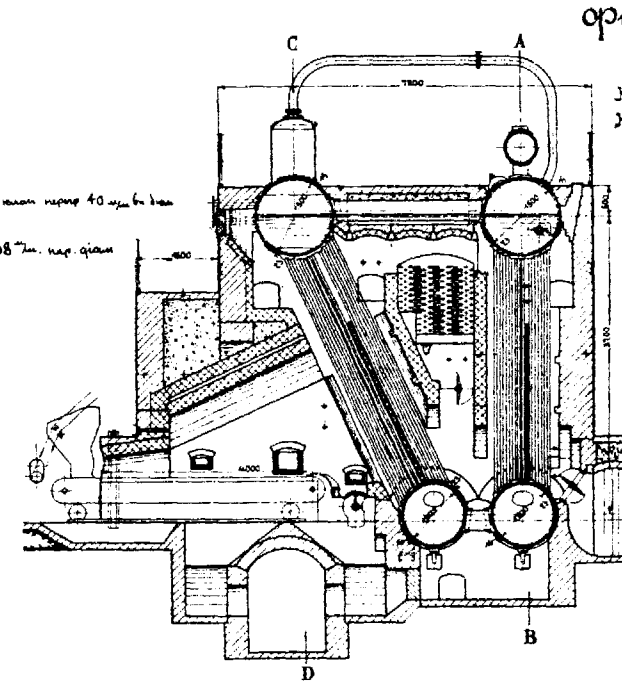
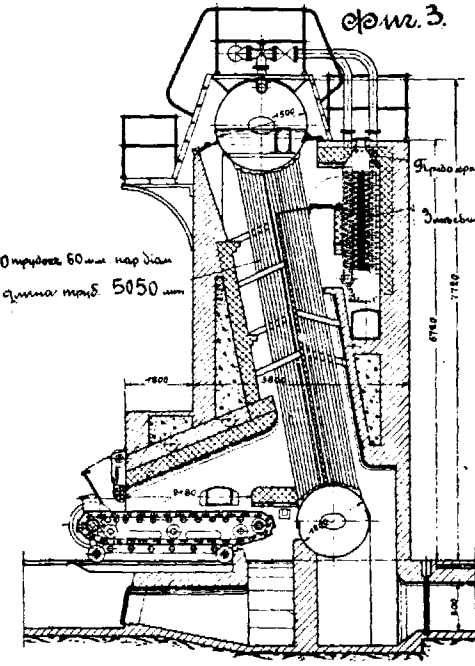
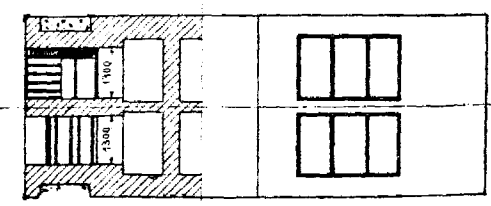
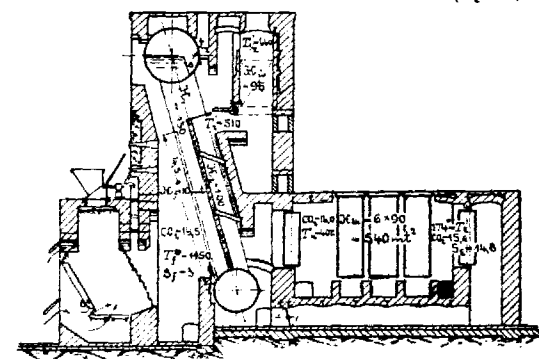
$\rightarrow 5,2\%$  (Экономия топлива)  $\rightarrow 160 \text{ cal}$ .



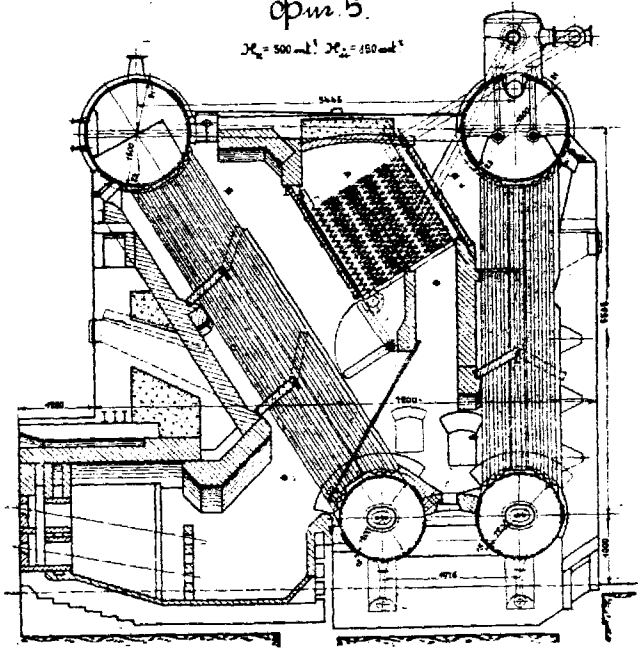
$B = 3100 \text{ кг/час}$   
 $W = 45,6$

$\eta = \frac{Q_{кв}}{Q_{т}} \cdot 100$   
 $\eta_{кв} = \frac{Q_{кв}}{Q_{т}} \cdot 100$   
 $\eta_{жк} = \frac{Q_{жк}}{Q_{т}} \cdot 100$

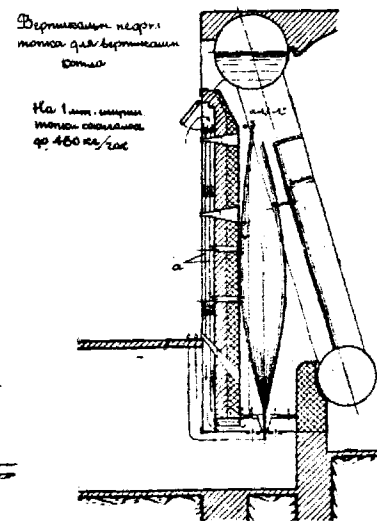
Расход топлива  $1 \text{ кг/час} = 1000 \text{ ккал}$   
(для  $B = 2200 \text{ кг} - 218400$ )



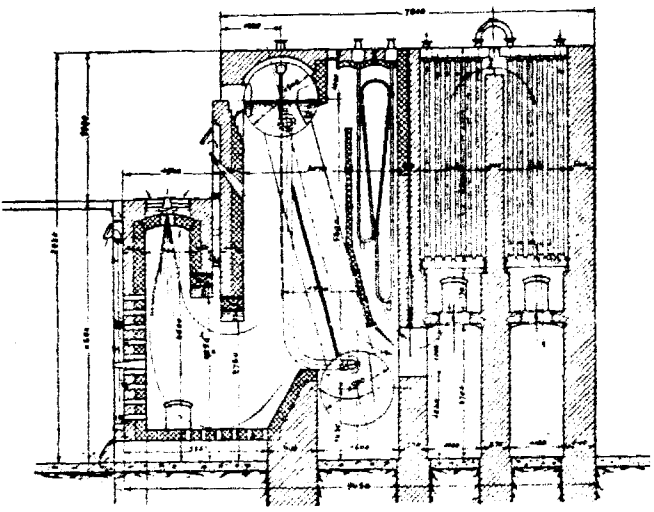
Фиг. 5.



Фиг. 6.



Фиг. 7.



Фиг. 8, 9, 10, 11, 14, 18, 19 и 20 взяты из книги Др.-инж. Мюльбергера-Шарлоттенбургера. Журнал техн. инж. 912 з. стр. 1725.

рис. 8.

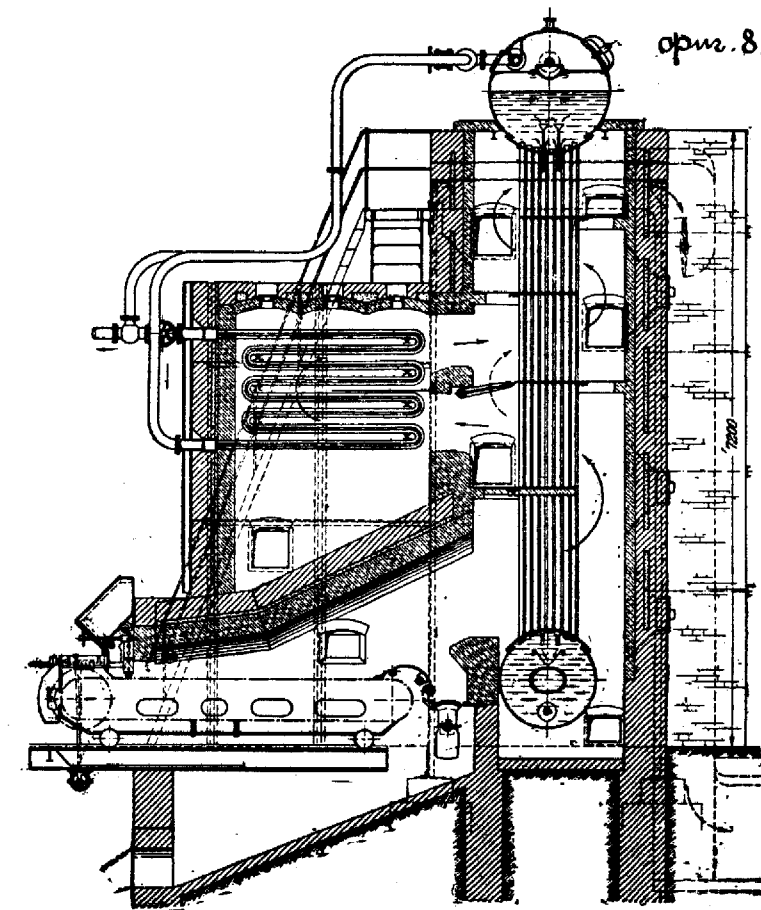
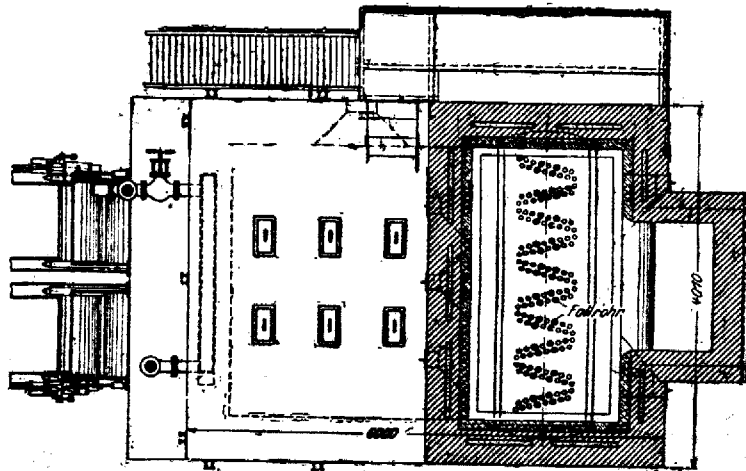
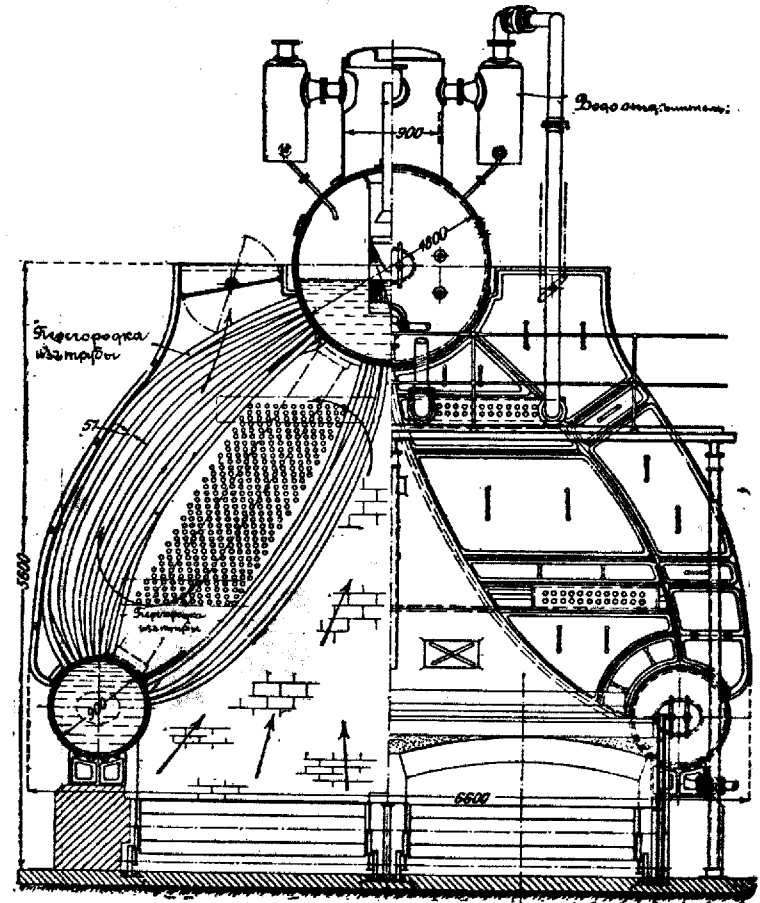
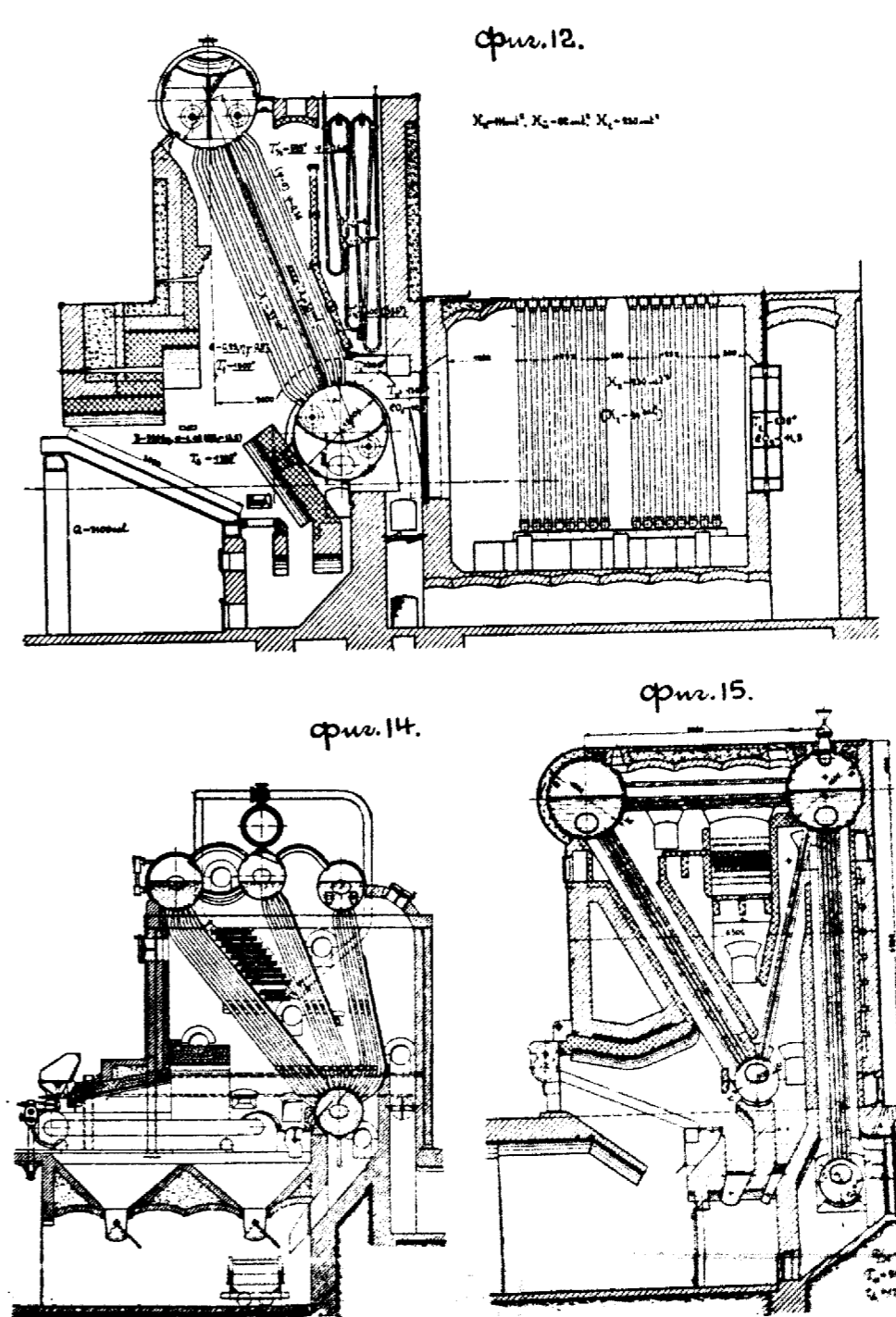
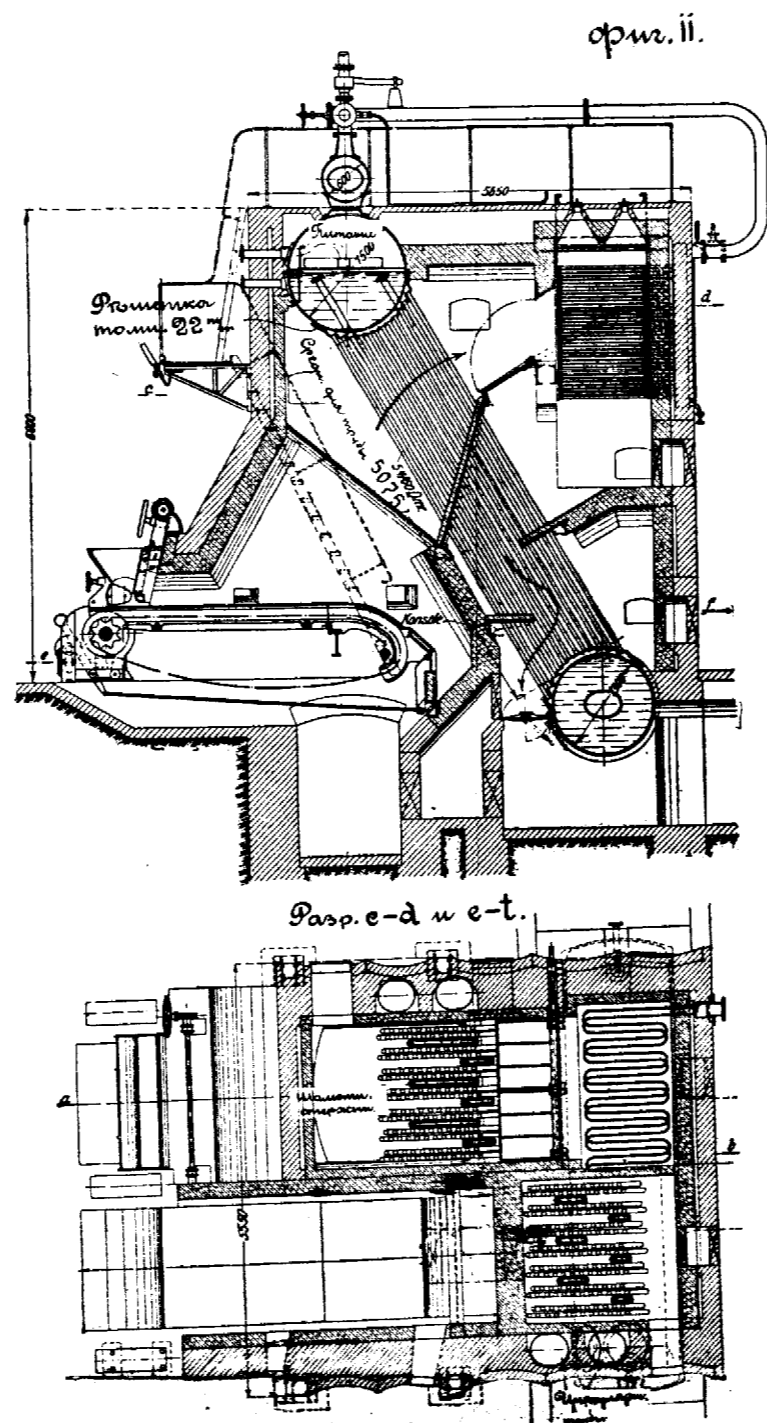
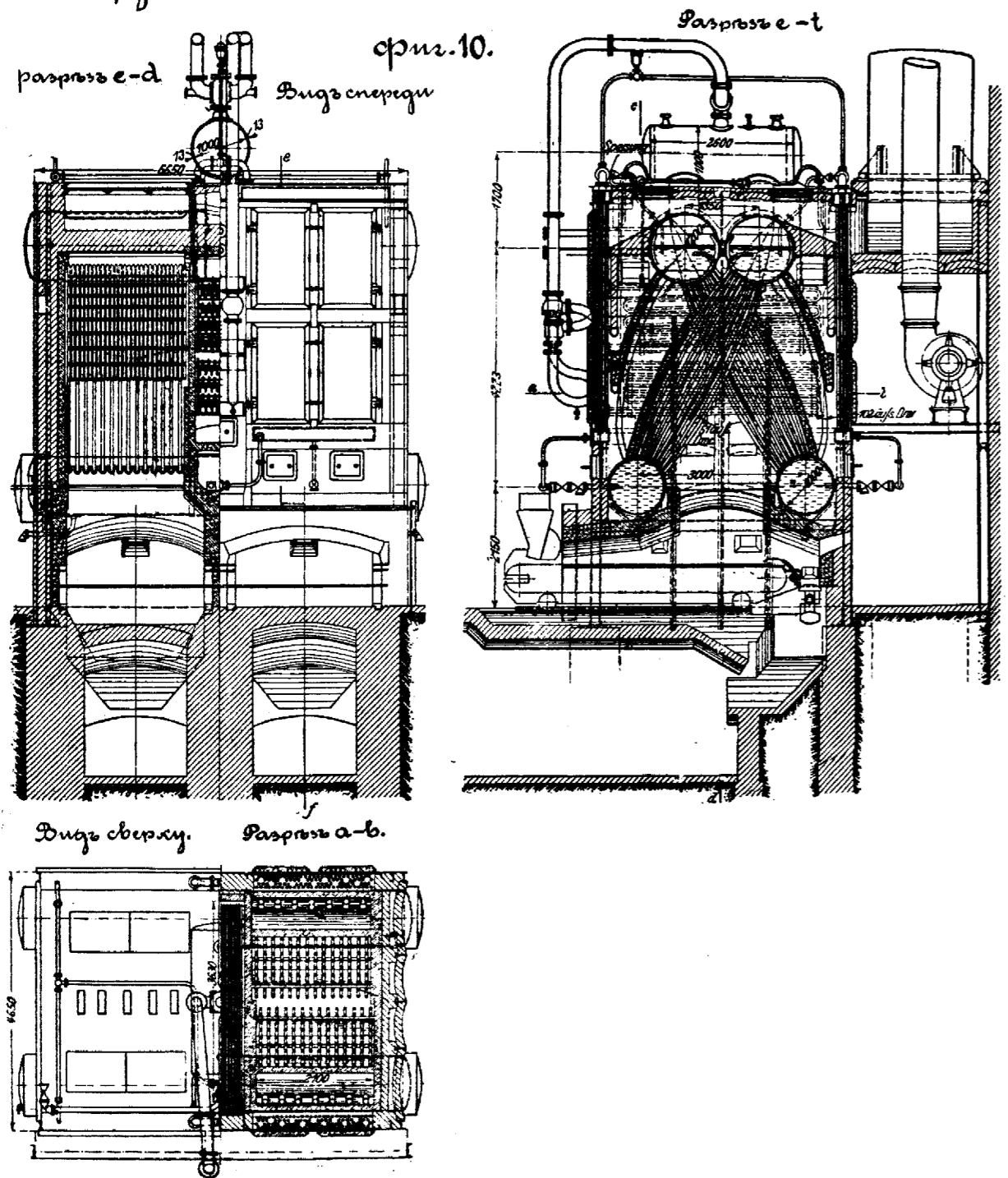


рис. 9

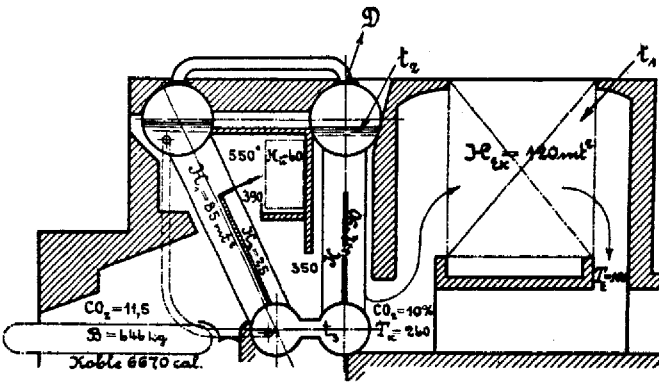


Журнал: Современные вертикальные  
водотрубные котлы.

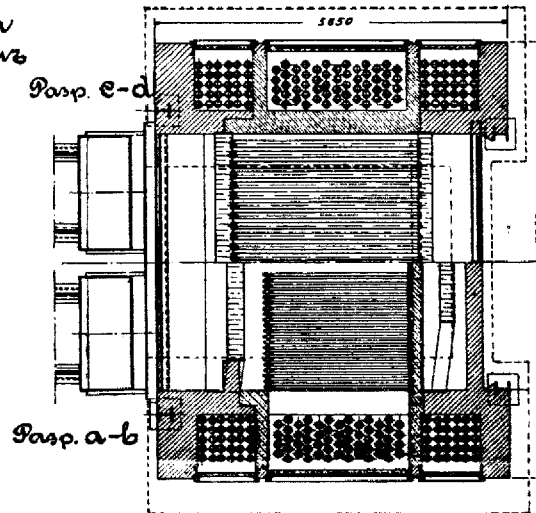
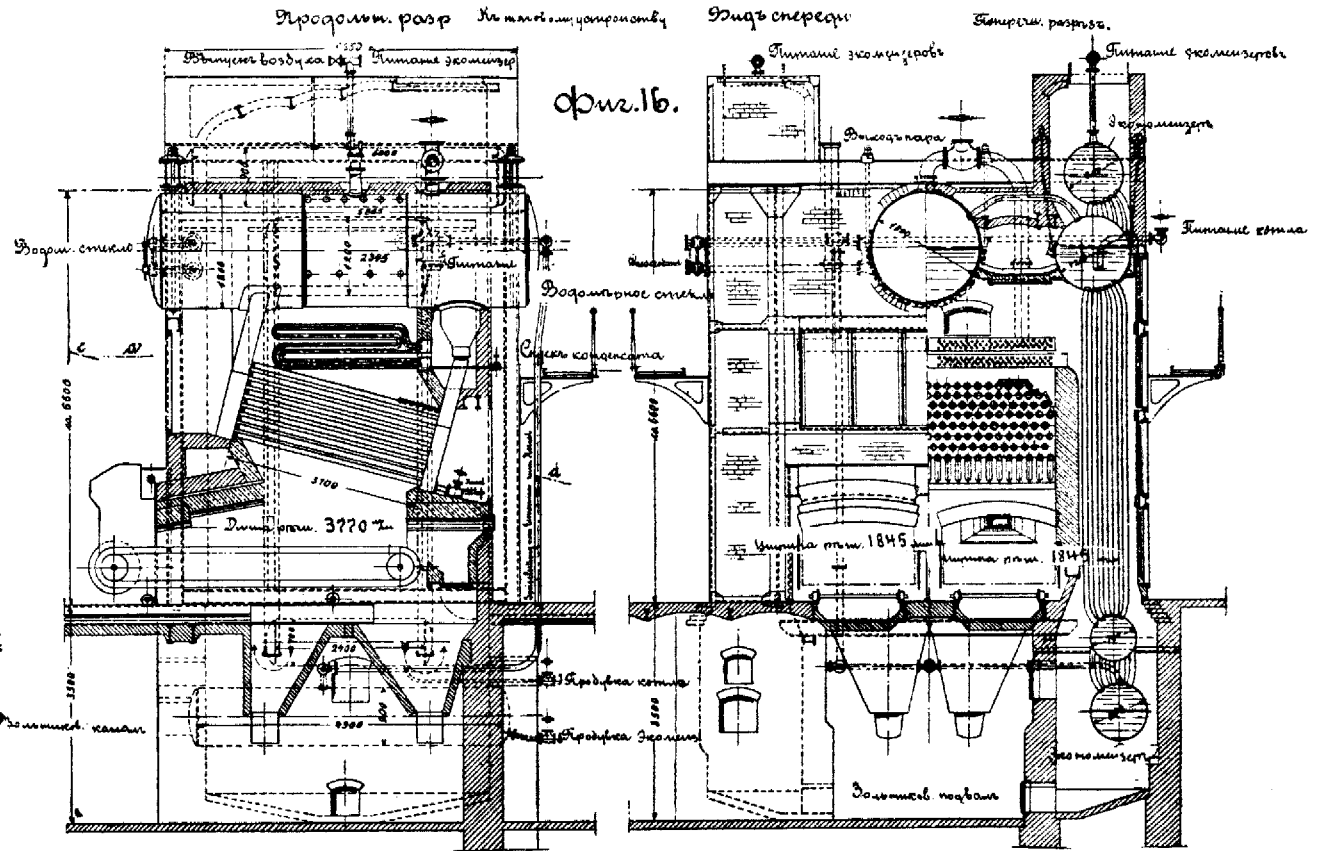
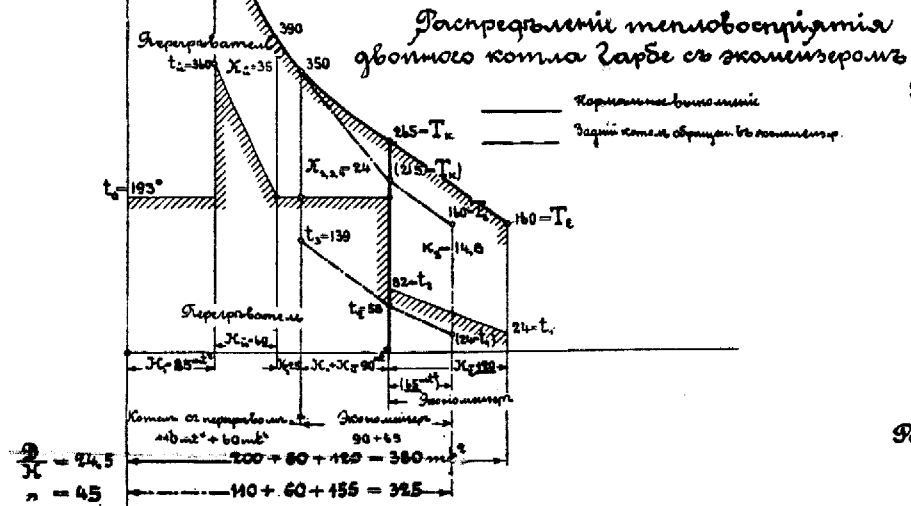


$Q = 6670 \text{ cal}$   
 $B = 646 \text{ kg}$   
 $D = 4900 \text{ kg}$

Фиг. 13.

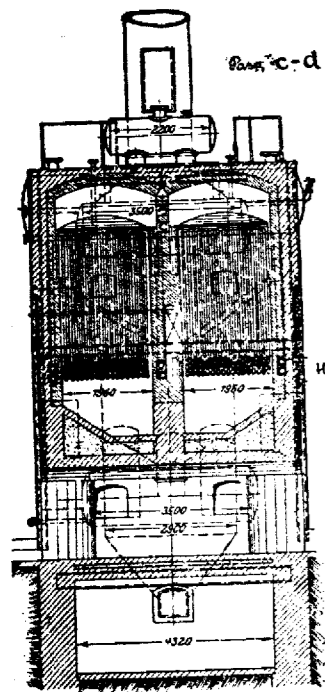


Распределение тепловосприимчивости  
 двойного котла Гарбе с эконосером

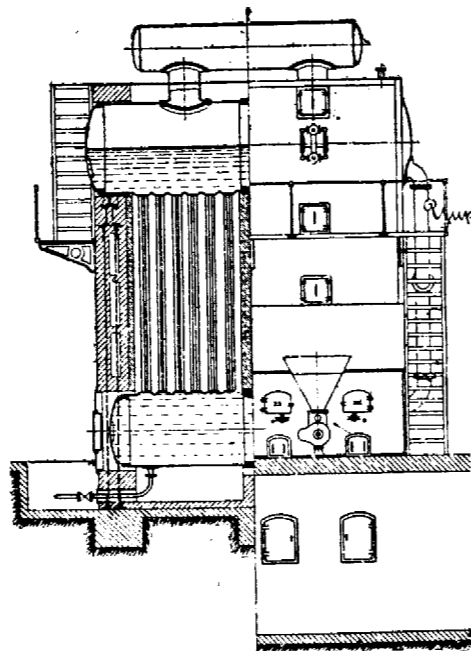
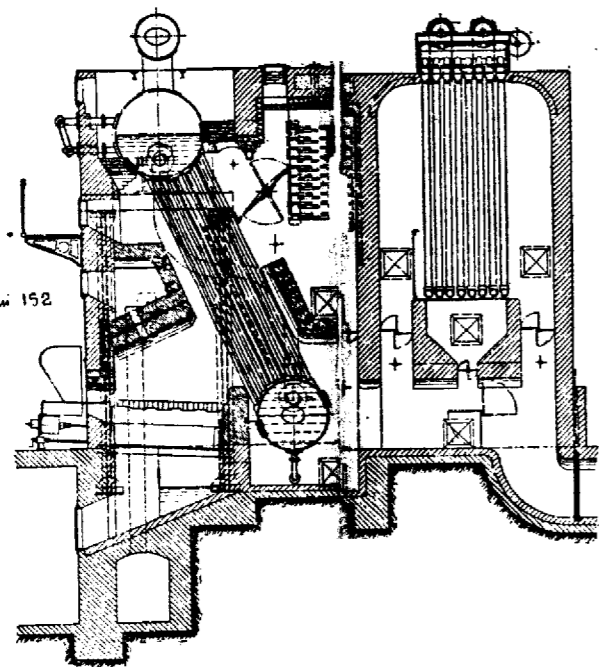




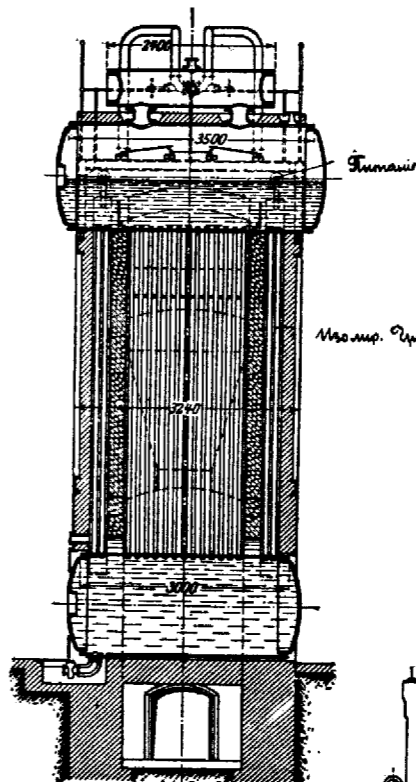
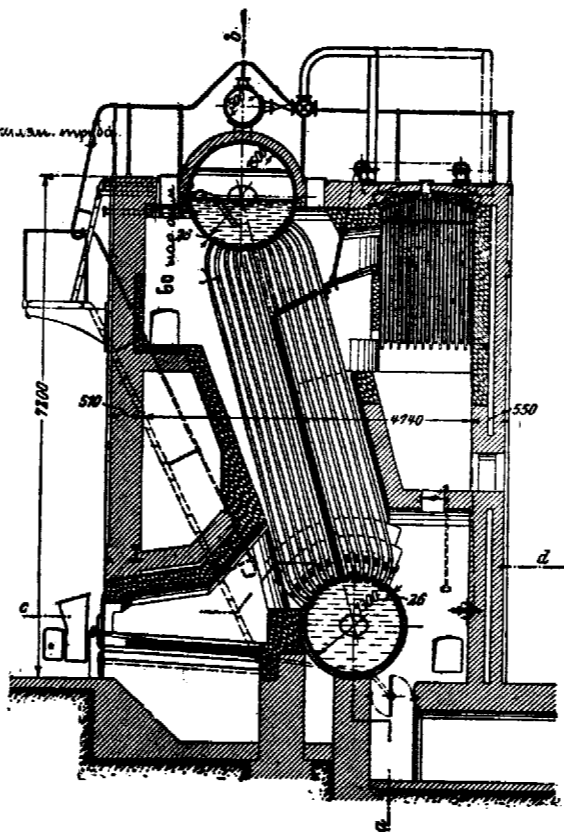




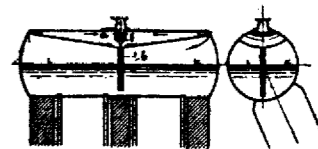
Фиг. 19.



Фиг. 20.

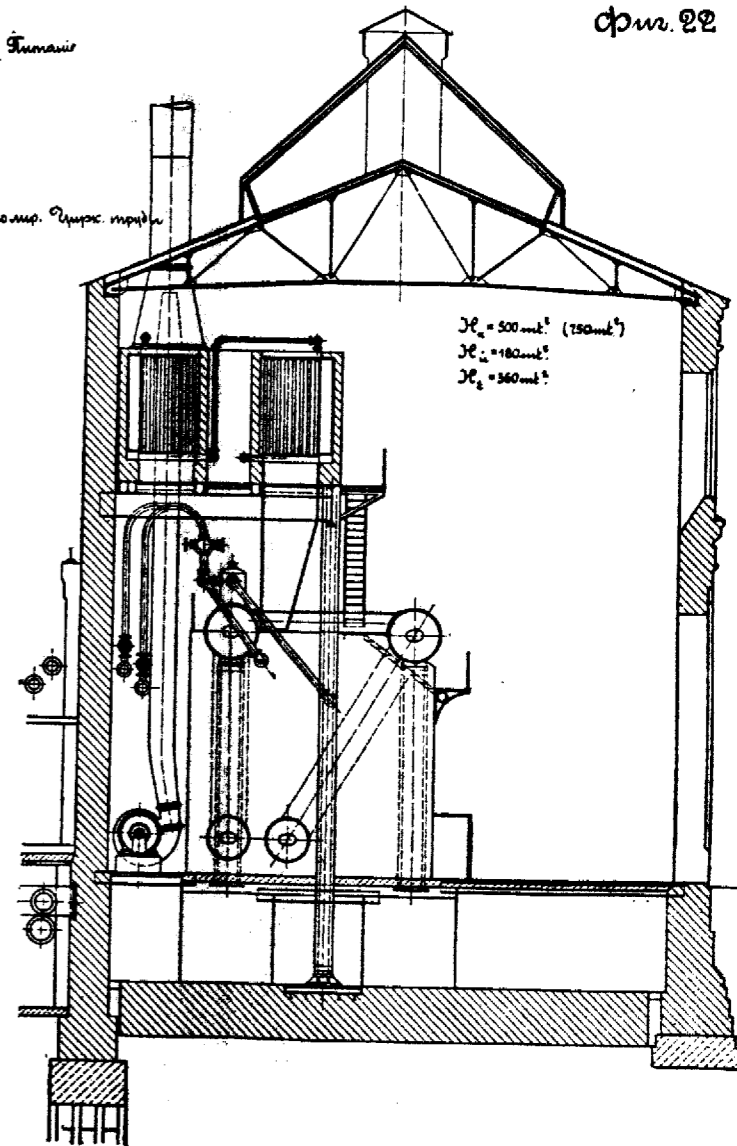


Фиг. 21. ПЛАН. XI



Изоотопитель вертикаль. Водоп. котла  
 при  $\frac{H}{d} = 20$  калор./л.мм<sup>2</sup>/час.

Фиг. 22

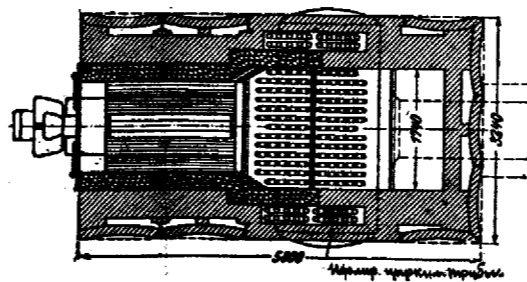


$J_{\text{в}} = 500 \text{ м.}^2$  (150 м.кв.)  
 $J_{\text{г}} = 180 \text{ м.}^2$   
 $J_{\text{с}} = 360 \text{ м.}^2$

Фиг. 8, 9, 10, 11, 14, 18, 19 и 20 взаты из Фр.-мск. Мотузера - Мариоттидурге.

Журнал Техн. Учен. 1912 г. стр. 1725.

Фиг. e-d



представляет собою полный коэффициентъ передачи тепла отъ газовъ къ водѣ.

Такимъ образомъ тепло, отданное водѣ, составляетъ

$$Q = K \cdot H_b (T - t).$$

Для поверхностей нагрѣва котла формула точнѣе выражается слѣдующимъ образомъ:

$$dQ = -K \cdot (T - t) dH_b$$

а при измѣненіи температуры газовъ отъ  $T_0$  до  $T_u$

$$H_b = \frac{V, c \cdot B}{K} \ln \frac{T_0 - t}{T_u - t}$$

при этомъ имѣемъ слѣдующія обозначенія:

$B$  = расходъ топлива въ 1 часть,

$V$  = объемъ газовъ, получающихся изъ 1 *kg* сожженного топлива,

$c$  = средняя теплоемкость газовъ (между  $T_0$  и  $T_u$ ).

Логариѳическое выраженіе вычислено, предполагая  $K = \text{const}$  и если мы впоследствии будемъ имъ пользоваться и въ тѣхъ случаяхъ, когда  $K$  мѣняется, то мы должны помнить, что такимъ путемъ мы получаемъ только приближенные значенія.

Для незагрязненной поверхности нагрѣва мы для  $K$  получаемъ болѣе простое выраженіе

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_4}}$$

Какъ извѣстно, при поверхностяхъ нагрѣва котловъ значеніе слагаемыхъ  $\frac{\delta_2}{\lambda_2}$  (при желѣзныхъ поверхностяхъ нагрѣва вертикальныхъ водотрубныхъ котловъ =

$$\frac{0,003}{50} = 0,000017) \ll \frac{1}{\alpha_1} \text{ (при кипящей водѣ)}$$

$\frac{1}{4000 \text{ до } 6000} = \infty 0,0002$ ), равно и величины, характеризую-

ція вліяніе затрязненій, ничтожны по сравненію съ

$$\frac{1}{\alpha_1} = \left( \frac{1}{10 \text{ до } 40} \right)$$

и поэтому могутъ быть приняты равными 0.

Такимъ образомъ мы получаемъ

$$K = \infty \alpha_1 = \alpha_1^b + \frac{H_s}{H_b} \cdot \frac{\sigma}{T - \vartheta_1} \left\{ \left( \frac{m \cdot T + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{\vartheta_1 + 273}{100} \right)^4 \right\}$$

Итакъ, переходъ тепла черезъ поверхность нагрѣва зависитъ отъ всѣхъ обстоятельствъ, усиливающихъ чистую передачу тепла прикосновеніемъ, то-есть прежде всего отъ условій перемѣшиванія газовъ около поверхностей нагрѣва, но переходъ тепла кромѣ того зависитъ отъ факторовъ, вліяющихъ на лучеиспусканіе тепла, то-есть:

1) отъ отношенія  $\frac{H_s}{H_b}$  гдѣ  $H_s$  часть лучеиспускающей поверхности, откуда лучи падаютъ на поверхность  $H_b$  (такимъ образомъ  $K$  зависитъ отъ того, какъ расположены другъ по отношенію къ другу эти обѣ поверхности);

2) отъ коэффициента лучеиспусканія  $\sigma$ ; покрытая сажей кладка ( $\sigma$  почти равна 4,6, какъ при абсолютно черномъ тѣлѣ) будетъ благоприятнѣе дѣйствовать, чѣмъ чистый отполированный желѣзный листъ; исходя изъ этого соображенія, можно принять, что слабое загрязненіе поверхности нагрѣва сажей усилитъ передачу тепла, такъ какъ слой сажи повышаетъ поглощеніе тепла;

3) при косвенномъ лучеиспусканіи (значитъ  $m < 1$ ) отъ условія нагрѣванія лучеиспускающихъ тѣлъ (такимъ образомъ, шероховатая кладка, хорошо омываемая газами, будетъ благоприятнѣе дѣйствовать, чѣмъ гладкая желѣзная стѣнка, расположенная въ мертвомъ углу);

4) отъ температуры газовъ  $T$  (предполагая, что  $\frac{H_s}{H_b} > 0$  въ противномъ случаѣ получится весьма незначительное лучеиспусканіе отъ газовъ). При прямомъ лучеиспусканіи ( $m \geq 1$ ) коэффициентъ  $\alpha$  совершенно исчезаетъ по сравненію съ коэффициентомъ лучеиспусканія;



5) отъ вѣншей температуры  $\vartheta_1$  нагрѣваемой стѣнки; съ увеличеніемъ  $\vartheta_1$  повышается вліяніе лучеиспусканія.

Приведенная въ формулѣ зависимость  $K$  часто очень легко объясняетъ, почему во время испытанія котловъ для  $K$  получаются чрезвычайно различныя значенія. Я приведу здѣсь нѣсколько примѣровъ изъ практики нашей лабораторіи паровыхъ котловъ.

Когда въ жаровой трубѣ сжигается антрацитъ (съ содержаніемъ летучихъ веществъ отъ 1 до 3%) то мы получаемъ для части жаровой трубы за порогомъ  $K=10-12$  *ед. т.*, потому что мы почти не имѣемъ лучеиспусканія пламени и  $\alpha_1^b$  оказывается весьма неблагоприятнымъ. Если мы внутри жаровой трубы (начиная въ разстояніи 1 *м.* отъ порога) выложимъ вертикальную шамотную стѣнку толщиной въ  $\frac{1}{2}$  кирпича, то  $K$  повышается до 16—20 *ед. т.* Та же жаровая труба при длинномъ сильно лучеиспускающемъ угольномъ или нефтяномъ пламени даетъ  $K=20-30$  *ед. т.*, если выложить лучеиспускающія стѣнки въ задней части трубы, то  $K$  можно повысить еще на 20—30%. Боковые ходы котла съ жаровыми трубами, несмотря на очень невыгодныя условія передачи тепла прикосновеніемъ, даютъ при сильно развитыхъ лучеиспускающихъ стѣнкахъ  $K=25-40$  *ед. т.* (мы принимаемъ  $K=0,065 T-3$ , при чемъ  $T$  средняя температура газовъ въ дымоходахъ).

Три поперечныхъ вертикальныхъ хода горизонтальнаго водотрубнаго котла нормальной конструкціи даютъ  $K=15-20$  *ед. т.*, при чемъ большія значенія соотвѣтствуютъ узкимъ котламъ, гдѣ еще сказывается вліяніе боковыхъ стѣнокъ кладки; поперечныя стѣнки расположены почти перпендикулярно къ поверхности нагрѣва, а потому ихъ лучеиспусканіе почти равно 0. Отличныя условія для передачи тепла соприкосновеніемъ въ этомъ случаѣ не въ состояніи создать высокій коэффициентъ теплопередачи.

Немногія болѣе точныя испытанія вертикальныхъ водотрубныхъ котловъ въ отношеніи передачи тепла показываютъ, что  $K$  въ послѣднихъ холодныхъ ходахъ получается равнымъ 18—25 *ед. т.*, а въ первыхъ ходахъ онъ подымается до 35. Здѣсь мы видимъ вліяніе большихъ лучеиспускающихъ

поверхностей обмуровки, расподожженныхъ параллельно поверхностямъ нагрѣва.

Если я себѣ позволилъ подробнѣе останавливаться на вопросѣ о передачѣ тепла, несмотря на то, что этотъ вопросъ подобнымъ же образомъ уже неоднократно обсуждался, на примѣръ, въ статьяхъ Эберле, въ прекрасной работѣ Рейтлингера (94. Forschungsheft) и т. д., то я оправдываю себя тѣмъ, что при конструированіи и разсмотрѣніи котловъ все еще оставляются безъ вниманія эти простыя соотношенія. И во многихъ новыхъ вертикальныхъ водотрубныхъ котлахъ можно это опять наблюдать и я не ошибусь, если буду утверждать, что и котель Гарбе потому сильно задержался въ своемъ распространеніи, что конструкторы неправильно проектировали его обмуровку въ отношеніи передачи тепла.

Прослѣдимъ это на одномъ примѣрѣ. На фиг. 2 приведена діаграмма передачи тепла въ ординарномъ котлѣ Гарбе поверхностью нагрѣва въ  $250\ m^2$ . Подъ котломъ сжигаются дрова (70% осины) съ содержаніемъ влаги въ 27% въ шахтной топкѣ. Котель снабженъ перегрѣвателемъ поверхностью нагрѣва въ  $95\ m^2$ , который по обыкновенію расположенъ за 5-ымъ рядомъ трубъ, къ котлу непосредственно примыкаетъ ребристый экономайзеръ въ  $540\ m^2$ . Между слоемъ топлива и поверхностью нагрѣва расположено большое совершенно свободное топочное пространство; при этомъ обмуровка чрезвычайно проста и потому надежна въ работѣ. Такъ какъ мы имѣемъ дѣло съ топливомъ съ содержаніемъ летучихъ веществъ около 40%, то почти все топочное пространство до самого верху заполняется лучеиспускающимъ пламенемъ. Пламя проникаетъ также въ характерныя для котла Гарбе дорожки между каждыми 2-мя рядами трубъ, такъ что эти трубы почти со всѣхъ сторонъ подвергаются дѣйствию лучистой теплоты. Въ разсматриваемомъ случаѣ благодаря крутому паденію зеркала горѣнія условія лучеиспусканія послѣдняго также весьма благоприятны. Топка работаетъ при условіяхъ, обезпечивающихъ полноту горѣнія, съ избыткомъ воздуха въ концѣ котла, въ 20—25%. Этотъ благоприятный результатъ частью зависитъ отъ конструкции топочной шахты, но еще

силнѣе зависитъ отъ величины и формы топочно-го пространства. Если бы мы здѣсь должны были считаться съ чистой передачей тепла прикосновеніемъ, то мы получили бы, въ особенности же въ первомъ ходѣ, очень плохое  $K$ . При нагрузкѣ котла, легкой въ основаніе диаграммы, въ  $45,6 \text{ kg}$  воды съ  $1 \text{ m}^2$  въ 1 часъ, котель даже при  $K=25$  долженъ былъ бы давать температуру отходящихъ газовъ въ  $590^\circ \text{ C}$ .

Въ дѣйствительности, испытаніе котла въ условіяхъ практическихъ работы дало нижеслѣдующіе результаты:

1) изъ топочнаго пространства прямымъ лучеиспусканіемъ передается первой поверхности нагрѣва около 33% тепла топлива (или 40% тепла, использованнаго въ установкѣ). Въ этой передачѣ тепла участвуетъ около  $10 \text{ m}^2$  поверхности нагрѣва. Если къ лучистой теплотѣ, полученной этимъ  $10 \text{ m}^2$ , еще прибавимъ тепло, отданное имъ прикосновеніемъ, то получимъ, что полная нагрузка этой части поверхности нагрѣва составляетъ 39% (45,6%) или  $372000 \text{ ед. т}$  въ 1 часъ съ  $1 \text{ m}^2$ , что соотвѣтствуетъ средней испарительности въ  $585 \text{ kg}$  нормальнаго пара съ  $1 \text{ m}^2$ ;

2) весь первый ходъ (безъ прямого лучеиспусканія  $150 \text{ m}^2$ ) понижаетъ измѣренную температуру въ топкѣ съ  $T=1150^\circ \text{ C}$ . до  $T^{1/2}=660^\circ$  передъ перегрѣвателемъ, что соотвѣтствуетъ  $K=29,5 \text{ ед. т}$ . Поглощеніе тепла слѣдующими  $140 \text{ m}^2$ , составляетъ 22,6% (26,4%), весь же первый ходъ получаетъ  $39+22,6=61,6\%$  отъ тепла топлива или 72% отъ полезно использованнаго тепла;

3) такъ какъ благодаря малому избытку въ топкѣ и интенсивному поглощенію тепла весьма большимъ первымъ ходомъ (60% котла) къ перегрѣвателю подводится только небольшое количество тепла при низкой температурѣ, то относительно большой перегрѣватель въ состояніи перегрѣть паръ съ влажностью въ 0,5% только до  $315^\circ \text{ C}$ ., хотя  $K_u=24,5 \text{ ед. т}$ ., значить довольно высокъ при параллельной работѣ и среднихъ температурахъ газовъ;

4) второй ход котла поверхностью нагрева въ  $100 \text{ м}^2$ , поглощаетъ всего 5,3% при  $K_2=22$ ;

5) ребристый экономайзеръ поглощаетъ 11,5% при  $K_e=11,6$  (скорость газовъ составляетъ всего  $1,75 \text{ м/с}$ ). Онъ охлаждаетъ газы съ  $402$  до  $172^\circ$  и соответственно этому нагреваетъ воду съ  $37^\circ$  до  $144^\circ$ ;

6) если по теплу поглощенному первой поверхностью нагрева по приведенной выше логариѳмической формулѣ, подсчитаемъ коэффициентъ  $K$ , то получимъ для первыхъ  $10 \text{ м}^2$ .  $K=315$ , для всего перваго хода  $K=45$  (пониженіе температуры съ  $T_e=1650$  до  $T_{1/2}=660$ ). Хотя эти числа не совпадаютъ съ коэффициентами теплопередачи въ собственномъ смыслѣ, они намъ ясно показываютъ, какое большое вліяніе лучеиспусканіе имѣетъ на поглощеніе тепла всѣмъ котломъ.

Въ установкѣ использовано 86,5% тепла топлива (85,5% тепла топлива и воздуха) при тягѣ, поглощенной топкой, котломъ и экономайзеромъ, въ  $14,8 \text{ тт}$ .

При этомъ испытанія, выполненныя послѣ почти непрерывной работы около 2900 часовъ при весьма неблагоприятныхъ условіяхъ, показали, что температура отходящихъ газовъ повысилась всего на  $25^\circ \text{ С}$ ., а коэффициентъ полезнаго дѣйствія котла упалъ всего на 1%.

Такой чрезвычайно хорошій конечный результатъ, который мы въ настоящее время довольно часто можетъ встрѣтить въ правильно выполненныхъ установкахъ вертикальныхъ водотрубныхъ котловъ, главнымъ образомъ, можно приписать процессу горѣнія и благоприятной для поглощенія тепла комбинаціи топки съ поверхностью нагрева.

Фиг. 3 даетъ типичную для старыхъ котловъ Гарбе комбинацію топки и котла (см. также фиг. 20). Исходя изъ желанія обезпечить возможно полную передачу тепла соприкосновеніемъ, конструкторы устраивали настолько тѣсныя топочныя пространства, что о полномъ горѣніи при малыхъ избыткахъ воздуха не могло быть и рѣчи даже при небольшихъ напряженіяхъ, вмѣстѣ съ тѣмъ ухудшались условія теплоизлученія (особенно отъ слоя угля), настолько, что общее теплопоглощеніе падало. Широкіе проходы между парами трубъ (у котловъ Гарбе) также закладыва-

дывались уже въ первомъ ходѣ особыми шамотными плитами и этимъ уничтожалась возможность горѣнія пламени въ этихъ сравнительно просторныхъ пространствахъ. Полное горѣніе здѣсь можно было получить только при большихъ избыткахъ воздуха, т.-е. низкихъ начальныхъ температурахъ, значитъ пониженномъ теплопоглощеніи, и большихъ объемахъ газовъ, а значитъ большихъ сопротивленій въ ходахъ.

Большинство установокъ, результаты изслѣдованій которыхъ 3 года тому назадъ были въ распоряженіи докладчика Питча, страдали именно этими недостатками. Это видно было между прочимъ изъ большихъ величинъ остаточныхъ членовъ, достигавшихъ иногда (вслѣдствіе неполнаго горѣнія) 30% и изъ сравнительно высокихъ температуръ уходящихъ газовъ.

Въ подобныхъ установкахъ обезпечены всѣ условія для плохого горѣнія при слабомъ теплопоглощеніи, но кромѣ того, онѣ имѣли еще и слѣдующіе недостатки:

1) уменьшеніе прямой отдачи изъ топки повышало настолько температуру топочнаго пространства, что, особенно при высокоцѣнномъ топливѣ, сильно увеличивался износъ рѣшетки и кладки топки, а это обусловливало увеличеніе числа остановокъ котла и увеличивало стоимость ремонта;

2) наиболѣе интенсивный переходъ тепла, а, значитъ наиболѣе интенсивное парообразование, концентрировалось около нижнихъ концовъ трубъ, т.-е. очень далеко отъ мѣста выдѣленія пара изъ водяного пространства, что вызывало засгой пара въ трубахъ, перегрѣвъ ихъ и увеличеніе влажности пара;

3) горѣніе происходило частью непосредственно на поверхности трубъ; благодаря этому происходилъ перегрѣвъ трубъ въ мѣстахъ интенсивнаго догорания, т.-е. сильнаго мѣстнаго теплоизлученія. Разъѣдались трубы также кислородомъ, освобождающимся при разложеніи водяного пара пламени въ присутствіи свободнаго углерода и высокой температуры;

4) наконецъ, такія установки требовали всегда сильную тягу.

Въ противоположность рассмотрѣнной неправильной установкѣ мы видимъ въ фиг. 4 удачно выполненное широкое топочное пространство. Опыты подтверждаютъ правильное выполненіе установки. При напряженіи въ 25,2 *kg* воды на 1 *m<sup>2</sup>/h* (вода 102°, паръ 12,8 *at* и 351°), при избыткѣ воздуха за котломъ въ 55% и полномъ горѣніи котель даетъ температуру уходящихъ газовъ въ 320°, хотя при данной конструкціи только часть газовъ омываетъ второй ходъ.

Сжигался уголь въ 6240 *ед. т.* съ 39% лет. вещ., 9,8% золы и 9,3% воды. Весь котель съ топкой и перегрѣвателемъ требовалъ 13,2 *тм* тяги. Эти цифры соотвѣтствовали коэф. полезнаго дѣйствія котла въ 77,4% при остаточномъ членѣ въ 5,1%. Экономайзеръ въ 300 *m<sup>2</sup>* довелъ коэффицентъ полезнаго дѣйствія до 87,5%.

Фиг. 5 представляетъ старую конструкцію нефтяной топки котла Гарбе въ 520 *m<sup>2</sup>*. Въ эксплуатаціи этой установки уже при нагрузкахъ въ 20—25 *kg/m<sup>2</sup>* наблюдались неполнота горѣнія, необыкновенно сильный износъ топки, постоянные перегары трубокъ, большая затрата тяги и высокая температура отходящихъ газовъ. Эти результаты, однако, ни въ коемъ случаѣ не могутъ служить доказательствомъ того, что вертикальный котель мало подходитъ для нефтяного отопленія. Правильное рѣшеніе вопроса заключается здѣсь въ вертикальномъ расположеніи форсунокъ, т. е. нефтяной факель долженъ располагаться, какъ указано на фиг. 6. Здѣсь развитіе пламени можетъ итти совершенно свободно на длинѣ въ 5—6 *м.*

Какъ видно на эскизѣ, потребный для горѣнія воздухъ подводится сверху, по каналу, образованному между простой вертикальной стѣнкой обмуровки и желѣзной обшивкой. Чтобы задержать тепловые лучи, испускаемые обмуровкой, въ каналахъ 1—2 можно подвѣсить тонкіе желѣзные листы. Послѣдніе удерживаютъ тепловые лучи, нагрѣваются ими, и затѣмъ съ обѣихъ сторонъ отдаютъ это тепло проходящему воздуху, путемъ соприкосновенія. Такимъ образомъ, при двухъ только листахъ воздухъ подогрѣвается пятью поверхностями. Столь простыми средствами мнѣ удалось при тем-

пературѣ въ топочномъ пространствѣ около  $1400^{\circ}$ , довести температуру внѣшней обшивки кладки котла почти до температуры окружающаго воздуха. Съ вертикальнымъ расположеніемъ форсунокъ выполнены топки двойныхъ котловъ Гарбе въ  $520$  и  $750\ m^2$  на московской освѣтительной станціи главнымъ инженеромъ послѣдней, Н. И. Зауеромъ. При этихъ топкахъ удалось испарять до  $46\ kg$  зоды на  $1\ m^2$  при полномъ горѣніи; избытокъ воздуха въ концѣ котла  $15\text{—}25\%$  внѣшняя потеря всего  $3\%$ . На  $1\ m$  свободной ширины топки сжигается при этомъ  $430\ kg$  нефти, т.-е. выдѣляется ок.  $4,3$  милліона *ед. т.*

При еще болѣе высокихъ нагрузкахъ (т. е. при еще большихъ длинахъ факела) подобныя топки можно было бы выполнять согласно фиг. 7.

Разсмотрѣніе условій горѣнія и передачи тепла (въ верхнихъ частяхъ поверхности нагрѣва) даетъ основаніе утверждать, что для длиннопламенныхъ сортовъ топлива вертикальные котлы особенно пригодны. Такъ какъ многія изъ такихъ горючихъ (дрова, торфъ, бурый уголь). даютъ большое количество летучей зоды, то вертикальныя поверхности нагрѣва являются желательными еще и потому, что онѣ меньше загрязняются золою и обезпечиваютъ весьма удобную очистку газоходовъ.

Съ точки зрѣнія рациональнаго устройства топки различные вертикальные котлы оказываются неравноцѣнными. Такъ, напримѣръ, у совершенно вертикально-расположеннаго котла Кестнера (фиг. 8) съ поперечными газоходами выполненіе поставленныхъ выше требованій и обезпеченіе достаточно просторнаго и свободнаго топочнаго пространства при длиннопламенномъ топливѣ, особенно при большихъ нагрузкахъ, представляютъ значительно большія затрудненія, чѣмъ у котловъ съ нѣсколькими наклоненными трубками и продольными ходами.

Гораздо хуже комбинируются односторонніе вертикальные котлы (типа Гарбе) съ очень короткопламенными сортами топлива, напр., съ антрацитомъ, дающимъ выходъ летучихъ веществъ въ  $1\text{—}30\%$ , который сгораетъ почти совершенно безъ пламени или же съ очень прозрачнымъ пламенемъ. Здѣсь луче-

испускание происходит уже не отъ богатого углеродомъ густого пламени, которое заполняло бы все топочное пространство, а лишь отъ стѣнокъ обмуровки и самого слоя топлива. Однако, направить лучи послѣдняго прямо на вертикальную поверхность нагрѣва очень трудно, такъ что значительная доля лучей падаетъ на сильно выдающійся впередъ сводъ, вызывая сильный износъ его и весьма понижая прямую отдачу тепла. Послѣднее обстоятельство приобретаетъ особенно важное значеніе еще потому, что короткопламенные горючіе матеріалы, въ особенности же антрацитъ, какъ разъ отличаются наиболѣе высокой температурой слоя.

Но при двухстороннихъ котлахъ—Schulz-Krupp —(фиг. 9), Schulz-Christoph, Burkhardt-Piedboeuf (фиг. 10) и др.—соотношенія получаются даже и въ этомъ случаѣ весьма благопріятными. При антрацитѣ вертикальный котелъ подобнаго типа имѣетъ даже преимущество, въ смыслѣ болѣе удобной очистки отъ летучей золы.

Перегрѣватели одинарныхъ вертикальныхъ котловъ имѣютъ относительно гораздо большіе размѣры, чѣмъ у горизонтальныхъ котловъ, на что часто указываютъ какъ на доказательство бблшей влажности пара въ вертикальныхъ котлахъ. Въ дѣйствительности это объясняется, однако, тѣмъ, что здѣсь передъ перегрѣвателемъ бываетъ обычно включено отъ 60 до 70% всей поверхности нагрѣва котла, почему температура газовъ передъ перегрѣвателемъ выходитъ очень низкой. Если, кромѣ того, топка работаетъ съ малымъ избыткомъ воздуха и большой прямой отдачей, какъ въ случаѣ, на примѣръ, правильно спроектированныхъ шахтныхъ топковъ, то легко можетъ случиться, что при небольшихъ нагрузкахъ котла будетъ уже вообще невозможно достигнуть желательной величины перегрѣва.

Въ описанномъ выше котлѣ Гарбе съ дровяной топкой температура газовъ передъ перегрѣвателемъ была при нагрузкѣ  $34 \text{ kg/m}^2$  всего лишь  $560^{\circ}$ , а избытокъ воздуха въ этомъ же мѣстѣ только 20%. Благодаря этому перегрѣватель въ  $95 \text{ m}^2$  (котелъ  $250 \text{ m}^2$ ) давалъ возможность получить перегрѣвъ лишь до  $300^{\circ}$ , хотя  $K_{\text{в}}$  былъ равенъ  $24 \text{ ед. т.}$  (при влажности пара  $1/2 \text{ ‰}$ ).



Поэтому въ подобныхъ установкахъ съ правильно спроектированными дровяными, торфяными или нефтяными топками вертикальную стѣнку, отдѣляющую дымоходы, нерѣдко приходится ставить между 4-мъ и 5-мъ и даже между 3-мъ и 4-мъ рядами трубъ, и все-таки, несмотря на это, поверхность нагрѣва перегрѣвателя даже при высокихъ нагрузкахъ котла въ  $30\text{--}35\text{ kg/m}^2$  получается часто равной половины поверхности нагрѣва котла (для  $t_u = 350\text{--}370^\circ$ ). Заводъ Linke-Hoffmann въ Бреславлѣ достигаетъ уменьшенія поверхности перваго хода путемъ поперечнаго расположенія газоходовъ (фиг. 11).

Къ сожалѣнiю, котельныя фирмы все еще не хотятъ или не могутъ производить расчетъ поверхностей нагрѣва путемъ рациональнаго учета условій теплопередачи, хотя, какъ показываетъ нашъ опытъ, подобные расчеты могли бы быть произведены съ полнымъ успѣхомъ на основанiи имѣющагося экспериментальнаго матеріала. Эти пробѣлы особенно бросаются въ глаза у насъ, въ центральной Россiи, гдѣ можно встрѣтить почти всѣ роды топлива и самыя разнообразныя топки и условія комбинаціи ихъ съ котлами, и гдѣ перегрѣватели, доставляемые котельными фирмами, часто не отвѣчаютъ, поэтому, условiямъ гарантіи.

Вслѣдствіе сравнительно низкихъ температуръ газовъ въ перегрѣвателяхъ одинарныхъ котловъ Гарбе, износъ перегрѣвателей незначителенъ, и кромѣ того имѣется возможность съ успѣхомъ примѣнять регулирующія задвижки съ воздушнымъ охлажденiемъ. Но при сильно нагруженныхъ первыхъ ходахъ котла, напр., у двойныхъ котловъ, или при большомъ избыткѣ воздуха и малой прямой отдачѣ тепла такія заслонки работаютъ и здѣсь очень недолго. Въ подобныхъ случаяхъ весьма хорошіе результаты даетъ включенiе перегрѣвателя параллельно соотвѣтствующимъ ходамъ котла, какъ, напр., это выполнено Брянскимъ заводомъ, фиг. 12. Здѣсь регулирующая задвижка приходитъ въ соприкосновенiе съ газами лишь послѣ того, какъ они омоютъ уже всю котельную поверхность нагрѣва, и поэтому работаютъ весьма надежно; абсолютной плотности закрыванія отъ задвижки здѣсь не требуется, почему она ходитъ очень легко. Такое параллель-

ное соединеніе имѣть при переменныхъ нагрузкахъ котла еще одно большое достоинство; а именно, путемъ совершеннаго выключенія второго хода котла оно позволяетъ, даже при сильномъ пониженіи нагрузки, поддерживать нормальную температуру пара, что, понятно, весьма важно для экономичности работы машины. Весьма характерно для подобныхъ котловъ, что температура отходящихъ газовъ, а слѣдовательно, и коэффициентъ полезнаго дѣйствія, котла очень слабо мѣняется съ нагрузкой. На эскизѣ вписаны коэффициенты теплопередачи, предложенные при проектированіи (расчеты сдѣланы въ мартѣ 1911 г.). Въ работѣ они оказались еще нѣсколько выше. Спротивленіе движенію газовъ, конечно, весьма мало. При  $\text{CO}_2=11\%$  въ концѣ котла и нагрузкѣ  $40 \text{ kg/m}^2$ , разрѣженіе за экономайзеромъ было  $4,5 \text{ mm}$ , избытокъ давленія въ колосникахъ топки Pluto-Stoker достигалъ лишь  $2 \text{ mm}$ , при чемъ сжигался очень сильно спекающійся уголь. При  $60 \text{ kg/m}^2$  тяга поднималась до  $13 \text{ mm}$  за экономайзеромъ.

Какъ отмѣчалось уже выше, поверхность нагрѣва котла, расположенная за перегрѣвателемъ, принимаетъ весьма слабое участіе въ теплопередачѣ, и въ нормальной котельной установкѣ использование тепла увеличиваютъ при помощи подогревательной поверхности. Различіе въ условіяхъ передачи тепла этими поверхностями заключается въ томъ, что  $K$  для экономайзерной поверхности бываетъ обычно нѣсколько ниже (при одинаковыхъ условіяхъ лучеиспусканія), разность же температуръ (газъ — вода) зато значительно больше. Последнее обстоятельство объясняется тѣмъ, что температура воды въ экономайзерѣ зависитъ отъ начальной температуры питательной воды, тогда какъ въ котлѣ она остается постоянной и равной температурѣ пара: въ нормальныхъ котлахъ питательная вода уже при самомъ входѣ своемъ въ котель смѣшивается съ имѣющей температуру пара циркуляціонной водою, количество которой въ 50—100 разъ превосходитъ количество питательной воды; кромѣ того циркуляціонная вода несетъ съ собою пузырьки пара. Поэтому въ котлахъ съ нормальной циркуляціей воды мы и должны

считать температуру во всем котлѣ постоянной и равной температурѣ пара.

Если принять въ расчетъ еще значительно болѣе низкую стоимость экономайзерной поверхности, то станетъ понятно, почему теплопоглощеніе подогревательными поверхностями оказывается выгоднѣе, чѣмъ теплопоглощеніе послѣдними ходами котла.

На фиг. 13 дана діаграмма теплопередачи двойного котла Гарбе. При  $24,5 \text{ kg/m}^2$  воды, для пониженія температуры газовъ до  $T_e = 160^\circ$ , необходима поверхность нагрѣва котла и экономайзера въ  $200 + 120 = 320 \text{ m}^2$ . При этомъ газы входили въ задній котелъ при  $350^\circ$ , а въ экономайзеръ—при  $T_{\infty} = 265^\circ$ . Такой же результатъ, однако, можно было бы получить, вводя газы, выходящіе изъ передняго котла при  $350^\circ$  прямо въ экономайзеръ, но при этомъ было бы уже достаточно имѣть поверхность котла въ  $110 \text{ m}^2$  и экономайзера въ  $155 \text{ m}^2$ , всего— $265 \text{ m}^2$ . Мы замѣнили, такимъ образомъ,  $90 \text{ m}^2$  котельной поверхности  $35 \text{ m}^2$  болѣе дешевой экономайзерной поверхности. Вода изъ экономайзера выходила бы тогда при  $139^\circ \text{ C}$ .

Предѣлъ использованія тепла экономайзеромъ обуславливается, очевидно, тѣмъ, чтобы въ экономайзерѣ не было парообразованія. Чтобы этого не могло произойти даже въ случаѣ временной остановки питательнаго насоса, при быстрыхъ измѣненіяхъ условій работы топки и т. п., нормальную температуру уходящей изъ экономайзера воды, слѣдуетъ брать соответственно ниже температуры пара. Чтобы избѣгнуть зависимости отъ подобныхъ обстоятельствъ, можно включать горячій конецъ экономайзера въ котелъ. Для этого достаточно лишь у двойного котла Гарбе (фиг. 13) уничтожить соединеніе водяныхъ пространствъ верхнихъ барабановъ, соединивъ барабаны передняго котла внѣшней циркуляционной трубой. Паровыя пространства обоихъ котловъ остаются соединенными, при чемъ отводъ пара можетъ происходить, какъ и раньше, изъ задняго котла. Такимъ путемъ передній котелъ превращается въ особый циркуляционный котелъ съ нижнимъ питаніемъ, а задній котелъ—въ же-

лѣзный экономайзеръ со свободнымъ водянымъ ур овнемъ. При этомъ чугунный экономайзеръ достаточно имѣть лишь въ  $65 m^2$  (раньше  $120 m^2$ ).

Подобные котлы со включенными экономайзерными поверхностями уже имѣются среди вертикальныхъ котловъ. Сюда принадлежать: прежде всего давно извѣстный котель Stirling съ тремя пучками трубъ (фиг. 14), въ которомъ третій пучекъ трубокъ представляетъ чисто-экономайзерную поверхность, новый котель Oschatz съ вертикальнымъ экономайзернымъ пучкомъ трубокъ (фиг. 15), вертикальный котель Steinmüller (фиг. 16), у котораго второй пучекъ трубокъ представляетъ собою почти настоящій включенный въ котель экономайзеръ, такъ какъ циркуляционная вода перваго пучка спускается главнымъ образомъ по циркуляционнымъ трубамъ, заложеннымъ въ стѣнки обмуровки. Сюда же слѣдуетъ отнести и новый котель Siller & Jamart въ Барменѣ, въ томъ видѣ, какъ онъ выполненъ для центральной станціи Reisholz-Düsseldorf. Подобные включенные въ котель экономайзеры имѣють громадныя преимущества передъ сильно распространенными чугунными экономайзерами:

1) при высокихъ нагрузкахъ, временныхъ остановкахъ питанія и т. п., экономайзеръ можетъ работать и какъ испаритель;

2) чугунный экономайзеръ, наполненный перегрѣтой водой, представляетъ извѣстную опасность въ работѣ; поэтому является вообще весьма рациональнымъ выполнять горячій конецъ изъ желѣза, оставляя холодный, подверженный ржавленію конецъ изъ чугуна, какъ болѣе стойкаго матеріала. Обществамъ по надзору за котлами придется весьма сильно считаться съ этимъ обстоятельствомъ, уже въ самое ближайшее время;

3) конструкція отличается очень большой компактностью; во многихъ случаяхъ оказывается возможнымъ вообще обходиться безъ особаго экономайзера, что, конечно, значительно упрощаетъ установку и ея эксплуатацію; и, наконецъ,

4) сильно развитая экономайзерная поверхность имѣ-

еть вообще то преимущество, что благодаря высокому подогрѣву воды большая часть накипеобразователей выдѣляется уже на этой поверхности, такъ что самый котель получаетъ болѣе чистую воду. Если же подогрѣвъ воды совершается въ самомъ котлѣ, путемъ смѣшенія съ циркуляціонной водой, то почти всѣ выдѣляющіяся примѣси разносятся по всей циркуляціонной системѣ и загрязняютъ весь котель.

Нѣкоторыя фирмы выполняютъ теперь горячій конецъ экономайзера, или же весь экономайзеръ, изъ желѣза, ставя послѣдній вплотную къ котлу, но не давая экономайзеру парового пространства; получается такимъ образомъ чистый экономайзеръ. Подобныя конструкціи мы видимъ въ универсальномъ котлѣ Steinmüller, въ томъ видѣ какъ онъ выполненъ для центральной станціи Ober-Breitungen (фиг. 16), или въ вышеупомянутомъ вертикальномъ котлѣ той же фирмы (фиг. 17), въ котлѣ Werner—Hartmann завода Sächsische Maschinenfabrik (фиг. 18), въ котлѣ Burkhardt (фиг. 10) и др.

Вертикальные котлы позволяютъ получить весьма компактную установку и въ комбинаціи съ обыкновенными экономайзерами, что отчасти обусловливается возможностью поставить экономайзеръ вплотную къ задней стѣнкѣ котла. Мы видѣли уже это на многихъ приведенныхъ выше эскизахъ, а на фиг. 7. представленъ экономайзеръ Грина съ вертикальными ходами (изъ студенческаго проекта).

За недостаткомъ времени, я не могу разбирать здѣсь подробно весьма важный вопросъ о циркуляціи воды въ вертикальныхъ котлахъ. Укажу здѣсь лишь на нѣкоторыя общія соображенія.

Движеніе воды въ одинарномъ вертикальномъ котлѣ и теперь еще часто разсматривается такимъ образомъ: смѣсь воды и пара поднимается по первымъ рядамъ трубокъ въверхъ, а освободившаяся отъ пара циркуляціонная вода, смѣшавшись съ холодной питательной водой, опускается по заднимъ трубкамъ; въ послѣднихъ при этомъ не должно происходить мѣшающаго циркуляціи образованія пара, ибо теплопередача отъ сравнительно холодныхъ газовъ оказы-

вается едва достаточной, чтобы подогреть воду до температуры пара. Подобная картина, однако, неправильна, ибо при нормальном питании в верхний котелъ, питательная вода (какъ бы холодна она ни была) моментально догрѣвается циркуляционной водой и примѣшаннымъ къ ней паромъ до температуры послѣдняго. Поэтому уже самое незначительное сообщеніе тепла газами должно вызвать паробразование и нарушеніе всего движенія воды. Въ виду этого стремленіе дать циркуляционной водѣ совершенно безпрепятственный проходъ въ нижній барабанъ представляется весьма рациональнымъ. Уже у многихъ вертикальныхъ котловъ можно видѣть теперь такъ называемыя циркуляціонныя трубы. Фирмы M. Jahrg и Gebr. Sulzer выполняютъ ихъ у котловъ Гарбе въ видѣ широкихъ трубъ, расположенныхъ внѣ обмуровки, фиг. 19. Брянскій заводъ вводитъ питательную воду сверху въ одну изъ циркуляціонныхъ трубъ, достигая этимъ того, что почти всѣ примѣси отлагаются въ нижнемъ барабанѣ. Другіе заводы помѣщаютъ эти трубы внутри кладки, какъ, напримеръ, Linke-Hoffmann (фиг. 11), Esslinger Maschinenfabrik \*), Walther & Co (фиг. 20), Steinmüller и др. Kestner (фиг. 8) располагаетъ концентрично внутри болѣе широкихъ кипяtilьныхъ трубокъ, циркуляціонныя трубки меньшаго діаметра, которыя должны проводить воду изъ верхняго барабана въ нижній, не подвергаясь непосредственному вліянію горячихъ газовъ. Elsässische Maschinenfabrik въ своихъ послѣднихъ конструкціяхъ котловъ Гарбе думаетъ добиться безпрепятственнаго движенія питательной воды внизъ, при помощи подобныхъ же концентричныхъ трубокъ, но имѣющихъ длину лишь около  $\frac{1}{4}$  полной длины трубокъ. Съ точки зрѣнія надежности работы и простоты кладки рекомендовать замурованныя циркуляціонныя трубы едва ли можно.

Усиленіе циркуляціи воды въ котлѣ при помощи циркуляціонныхъ трубокъ помимо улучшенія отвода тепла отъ поверхностей нагрѣва сосредоточиваетъ выдѣленіе накипеобразователей въ наиболѣе спокойныхъ мѣ-

\*) Z. d. V. d. J. 1912, стр. 901.

стахъ котла, главнымъ образомъ въ нижнемъ барабанѣ, дать болѣе спокойный водяной уровень, и, благодаря меньшему вспѣнванію воды,—болѣе сухой паръ.

Въ послѣднее время стали сравнительно рѣдки жалобы на влажность пара въ вертикальныхъ котлахъ. Это становится вполне понятнымъ, если принять во вниманіе, что отдѣленіе воды отъ пара не представляетъ вообще особыхъ трудностей. Опыты Sendtner въ Мюнхенской лабораторіи технической физики еще разъ подтвердили это обстоятельство. Если въ котлѣ паръ выдѣляется изъ водяного пространства влажнымъ, то при помощи самыхъ простыхъ приѣмовъ, удлинениемъ пути пара съ малой скоростью и т. п. легко довести влажность до 0,5—1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, т. е. получить передъ перегрѣвателемъ технически сухой паръ. Для отдѣленія воды въ одинарномъ вертикальномъ котлѣ Брянскаго завода, работающемъ съ нормальнымъ напряженіемъ 60  $kg/m^2$  пара въ часъ, съ цѣлью изслѣдованій ставились различныя приспособленія: продырявленный успокаивающій листъ, двѣ нѣсколько наклонныя раздѣлительныя стѣнки съ отводомъ воды въ водяное пространство котла, и особой конструкціи чугунный водоотдѣлитель, тоже со спускомъ воды въ водяное пространство (фиг. 20). Опыты, проведенные при помощи калориметра Карпентера, показали, что достаточно уже одной раздѣлительной стѣнки, чтобы при входѣ въ паропроводъ паръ имѣлъ влажность въ 0,6—0,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, хотя водяное зеркало, непокрытое успокаивающимъ листомъ, очень сильно волновалось  $\pm 50 m/m$  въ водомѣрномъ стеклѣ). Во время длительныхъ опытовъ съ калориметровъ и термоэлектрическимъ термометромъ у перегрѣвателя, рѣзкихъ колебаній влажности не наблюдалось ни разу. Никакихъ замѣтныхъ колебаній влажности не обнаружено и при измѣненіяхъ нагрузки (до 70  $kg/m^2$ ). Предѣлъ нагрузки былъ положенъ мощностью топки.

Позднѣе водоотдѣлитель былъ вынутъ, а успокаивающій листъ оставленъ на мѣстѣ, ибо онъ давалъ возможность работать съ очень спокойнымъ уровнемъ воды.

Что касается надежности работы вертикальныхъ котловъ, то она зависитъ, понятно, прежде всего

отъ качествъ матеріала и выполненія котла, т.-е. главнымъ образомъ отъ выполненія заклепочныхъ швовъ и развальцовки трубокъ. Съ полнымъ правомъ можно утверждать, что вертикальные котлы, построенные хорошими заводами, не даютъ въ этомъ отношеніи никакихъ поводовъ для жалобъ. Соединеніе какъ прямыхъ, такъ и гнутыхъ трубокъ развальцовкой представляется при надлежащемъ выполненіи въ высшей степени надежнымъ. Гораздо большее вліяніе на надежность дѣйствія оказываютъ условія эксплуатаціи. Вслѣдствіе неравномѣрнаго нагрѣва разныхъ частей котла, главнымъ образомъ, его трубокъ, въ матеріалѣ могутъ появляться добавочныя напряжения. Но послѣднія въ большинствѣ случаевъ уничтожаются благодаря легкому выгибанію тонкихъ, длинныхъ и поэтому весьма податливыхъ трубокъ. Развѣданіе трубокъ изнутри происходитъ весьма рѣдко, ибо пузырькамъ воздуха очень трудно удержаться на вертикальной поверхности; гораздо чаще приходилось первое время считаться съ внѣшнимъ износомъ трубокъ, обусловливаемымъ, главнымъ образомъ, слишкомъ тѣснымъ топочнымъ пространствомъ, на что уже указывалось выше. При правильныхъ размѣрахъ и расположеніи пространства сгорания этого явленія можно почти вполнѣ избѣгнуть.

Наконецъ, необходимо имѣть въ виду, что температура стѣнки трубы растетъ съ нагрузкой поверхности нагрѣва, въ то время какъ коэф. крѣпости стѣнки, при нагрѣваніи выше 350—400° С., начинаетъ падать и можетъ дойти до величинъ, при которыхъ стѣнка должна разорваться. На основаніи приведенныхъ выше уравненій теплопередачи внѣшняя температура стѣнки котла, покрытой внутри накипью, будетъ

$$\vartheta_3 = t + \frac{Q}{H} \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right),$$

т.-е. при давленіи пара въ 14 ат:

$$\vartheta_3 = 197 + \frac{Q}{H} \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right).$$



Температура стѣнки зависитъ такимъ образомъ, прежде всего отъ нагрузки поверхности нагрѣва  $\frac{Q}{H}$ . Последняя теперь сильно повысилась. Въ описанномъ котлѣ Гарбе (съ дровяной топкой) на  $m$  свободной ширины топки выдѣлялось 3,7 мил. ед.  $m$ ., и первая часть поверхности нагрѣва (около  $10 m^2$ ) работала при средней нагрузкѣ въ 372000 ед.  $m$ . въ 1 часъ. Двойные котлы Гарбе на московской освѣтительной станціи нагружены въ своихъ переднихъ частяхъ поверхности нагрѣва еще сильнѣе (до 4,3 мил. ед.  $m$ . на  $1 m^2$  свободной ширины топки). Пока въ трубкѣ нѣтъ накипи ( $\delta_2 = 0$ ) и имѣется характерная для современныхъ вертикальныхъ котловъ хорошая циркуляція воды ( $\alpha_4 = 6000$ ), то даже при очень большой нагрузкѣ  $= 372000$  ед.  $m$ . внѣшняя температура стѣнки будетъ

$$\vartheta_3 = 197 + 372000 \left( \frac{1}{6000} + \frac{0,003}{50} \right) = 283^\circ,$$

т.-е. весьма благопріятной. Въ случаѣ значительнаго ухудшенія отвода пара, на примѣръ, при  $\alpha_4 = 2000$ , температура стѣнки можетъ подняться до  $\vartheta_4 = 405^\circ$ ; но эта температура не имѣетъ сама по себѣ шикакого значенія.

Если же, на примѣръ, трубка покрыта изнутри слоемъ накипи толщиной въ 2  $mm$ , т.-е.  $\lambda_3 = 2$ , то  $\vartheta_4 = 655^\circ$  С.; при этой температурѣ коэффициентъ крѣпости стѣнки равенъ уже только  $\frac{1}{3}$  своего начальнаго значенія.

Такъ какъ трубка съ діаметромъ 60  $mm$  и толщиной стѣнки 3  $mm$  работаетъ при 14 ат съ 30-тикратнымъ запасомъ прочности, то она вполне можетъ еще работать и при температурѣ въ  $655^\circ$ ; подобное явленіе (красное каленіе трубокъ котловъ) уже неоднократно наблюдалось, но при подобныхъ условіяхъ возможность разрыва трубки всегда довольно велика. Мѣстное уменьшеніе толщины стѣнки при самомъ изготовленіи трубки, часто встрѣчающееся даже у лучшихъ сортовъ трубокъ, или небольшой внѣшней износъ ея могутъ вызвать разрывъ трубки. Дальнѣйшій нагрѣвъ стѣнки даетъ уже остающіяся деформаци стѣнки, т.-е. отдулины, разрывающіяся изъ-за утоненія стѣнки отъ вытяжки матеріала.

При надлежащемъ направленіи циркуляціи воды приходится наблюдать, что какъ разъ у сильно форсированныхъ вертикальныхъ котловъ переднія трубки менѣе всего загрязняются накипью; это объясняется весьма интенсивной циркуляціей и сравнительной чистотой воды въ этихъ трубкахъ. Такъ напримѣръ, описанный котель Гарбе съ дровяной топкой работалъ безъ загрязнения и разрыва трубокъ около 5000 часовъ при нагрузкахъ отъ 35 до 40  $kg/m^2$ , хотя котель получалъ въ добавокъ къ конденсату изъ турбины около 10% неочищенной воды. Здѣсь слѣдуетъ отмѣтить, что вода, выходящая изъ экономайзера при 140—150°, входила въ особое отдѣленіе въ верхнемъ барабанѣ, откуда принужденно направлялась внизъ только по двумъ заднимъ рядамъ трубокъ (не входя въ соприкосновеніе съ циркуляціонной водой). Эти два ряда трубокъ и были главнымъ образомъ покрыты накипью.

Можно считать общепризнаннымъ положеніе, что сильно нагруженные котлы должны питаться возможно чистой водой; въ послѣднее время въ качествѣ добавочной воды примѣняютъ даже дистиллатъ и мнѣ кажется, что въ станціяхъ чисто силовыхъ съ малой потерей воды (3—8%) послѣднее рѣшеніе и есть единственно правильное. Съ другой стороны, наиболѣе высокія температуры, а слѣдовательно и разрывъ трубокъ, могутъ имѣть мѣсто лишь въ первыхъ рядахъ, которые у всѣхъ котловъ поддаются наиболѣе удобной смѣнѣ.

Нѣкоторыя фирмы усиливаютъ передніе ряды трубокъ; такъ напримѣръ, Oschatz выполняетъ ихъ съ толщиной стѣнки въ 4 *mm*, а слѣдующіе ряды—въ 3 *mm*. Связанное съ этимъ, совершенно незначительное удорожаніе котла слѣдуетъ признать обоснованнымъ.

Приведенныя соображенія, а также и вся практика работы вертикальныхъ котловъ заставляютъ признать надежность дѣйствія послѣднихъ очень высокой.

Скажу еще нѣсколько словъ о сопротивленіи движенію газовъ въ дымоходахъ вертикальныхъ котловъ. При свободномъ, просторномъ топочномъ пространствѣ, особенно при параллельномъ включеніи перегрѣвателя, и при малыхъ избыткахъ воздуха, т.-е. при неболь-

шихъ объемахъ газовъ, сопротивленія можно получить весьма небольшими. Къ этому присоединяется еще то обстоятельство, что присутствіе высокихъ вертикальныхъ газоходовъ обуславливаетъ собою довольно значительную «самотягу» котла. Такъ, у одинарнаго вертикальнаго котла съ выпускомъ газовъ изъ второго хода примѣрно на 2 *m*. выше нефтяной форсунки мы получимъ въ первомъ газоходѣ, высотой около 6 *m*, тягу около 5,5 *mm* водяного столба, а во второмъ ходѣ ок. 2,8 *mm* (обратной тяги), т.-е. самъ котелъ будетъ давать тягу ок. 2,7 *mm*; на столько же разгрузится и тяговая установка. Если въ приведенномъ примѣрѣ сопротивленіе топки и перваго хода менѣе 5,5 *mm*, то у верхняго барабана мы будемъ имѣть нѣкоторое избыточное давленіе, а не разрѣженіе. Благодаря этому присосъ воздуха черезъ обмуровку уменьшается. Въ виду отмѣченныхъ явленій опредѣлять сопротивленіе котельныхъ ходовъ по разности разрѣженій въ топкѣ и концѣ котла у котловъ большой высоты нельзя.

Если изъ котла Кестнера отводить газы въ дымовую трубу сверху, то котелъ даетъ самотягу отъ 5 до 6 *mm* водяного столба; если, несмотря на это, разрѣженіе въ концѣ такихъ котловъ получается все же довольно большимъ, то это объясняется только расположеніемъ дымоходовъ. Если у двойнаго котла Гарбе отводить газы сверху, т.-е. сбѣгать въ заднемъ котлѣ лишь одинъ ходъ, то самотяга тоже получается довольно значительной. Особенно благоприятныя соотношенія получаются при расположеніи экономайзеровъ надъ котлами. На фиг. 22 представлена установка московской освѣтительной станціи общества 1886 г. Самотяга всей установки при среднихъ нагрузкахъ можетъ дойти здѣсь до 8 *mm* водяного столба.

Заканчивая этимъ свой докладъ, я хогѣлъ бы только еще подчеркнуть, что цѣлью его ни въ коемъ случаѣ не было доказательство того, что вертикальный котелъ является универсальнымъ и долженъ вытѣснить другія хорошо зарекомендовавшія себя системы котловъ. Наоборотъ, я убѣжденъ, что всегда будутъ существовать различныя системы котловъ, находя себѣ примѣненіе въ зависимости отъ цѣлаго ряда условій, поставленныхъ котельной установкѣ,

изъ которыхъ однако условіе возможности рациональнаго комбинированія съ топкой всегда будетъ стоять на первомъ мѣстѣ.

Предсѣдатель: Выражаю глубокую благодарность г-ну Қиршу за чрезвычайно интересный докладъ, ознакомившій со всѣми различными системами вертикальныхъ водотрубныхъ котловъ и давшій намъ богатый научный матеріаль для дальнѣйшихъ работъ въ этой области. (Аплодисменты). Открываю пренія.

Г-нъ Нисъ—Гамбургъ: Милостивые Государи, г-нъ Қиршъ, основываясь на произведенныхъ имъ изслѣдованіяхъ, пришелъ къ вообще благопріятнымъ выводамъ относительно вертикальныхъ водотрубныхъ котловъ.

Въ противоположность этимъ выводамъ мы находимъ, что съ вертикальными водотрубными котлами связаны различныя неприятности, которыя отчасти зависятъ отъ практическихъ условій работы, отчасти отъ другихъ обстоятельствъ.

Температуры отходящихъ газовъ, несмотря на желѣзные экономайзеры, получились далеко не такими низкими, какъ это желательно въ интересахъ высокаго коэффициента полезнаго дѣйствія. По прошествіи болѣе продолжительнаго времени работы при одинарныхъ котлахъ Гарбе получались особенно высокія температуры отходящихъ газовъ, которыя неблагоприятно повліяли на коэффициентъ полезнаго дѣйствія.

Г-нъ Блахеръ—Рига: Возбужденный здѣсь вопросъ отчасти затрагиваетъ и мой докладъ. Количество тепла, проходящее черезъ стѣнку, зависитъ отъ теплопроводности промежуточныхъ тѣлъ. При интенсивномъ парообразованіи на поверхности нагрѣва скопляется иль и накипь—последней, вѣроятно, меньше. Я думаю, что этотъ иль, если его быстро не отводитъ, можетъ вызвать перегрѣвъ стѣнки. Мнѣ кажется, что этотъ перегрѣвъ настолько серьезень, что къ питательной водѣ со стороны топокъ и котловъ будутъ предъявлены такія требованія, которыя едва ли возможно будетъ выполнить, и что въ такихъ случаяхъ большая вина будетъ лежать на водѣ, чѣмъ на котлѣ.

Г-нъ Циммермансъ — Аахень: Мнѣніе профессора

Блахера подтверждаетъ выводы, къ которымъ мы пришли. При изслѣдованіи одного котла мы получили весьма благоприятныя температуры отходящихъ газовъ, которыя однако съ теченіемъ времени повысились. Изъ словъ г-на Ниса, я думаю, тоже вытекаетъ, что температура отходящихъ газовъ съ теченіемъ времени повышается, а коэффициентъ полезнаго дѣйствія котла ухудшается. (Нисъ возражаетъ).

Г-нъ Генеръ—Гельсингфорсъ: Если повышение температуры отходящихъ газовъ и связанное съ этимъ ухудшеніе коэффициента полезнаго дѣйствія вызываются скопленіемъ ила, то можно было бы ожидать, что послѣднее съ теченіемъ времени благодаря перегрѣву стѣнокъ можетъ вызвать выпучины или другія поврежденія трубъ. Интересно было бы узнать, не наблюдалось ли нѣчто подобное въ связи съ высокими температурами отходящихъ газовъ.

Г-нъ Нисъ—Гамбургъ: На этотъ вопросъ я могу кратко отвѣтить указаніемъ, что въ связи съ высокими температурами отходящихъ газовъ наблюдалось прогораніе трубъ въ мѣстахъ съ наиболѣе сильнымъ парообразованіемъ; этимъ подтверждается же, что предположилъ г-нъ Генеръ. И въ другихъ случаяхъ появлялись неплотности въ первыхъ рядахъ трубъ, несмотря на чистую питательную воду.

Г-нъ Блахеръ—Рига: Я позволю себѣ кое-что прибавить. Недавно я посѣтилъ фабрику, на которой обратили мое вниманіе на то обстоятельство, что эти выпучины преимущественно появляются около кирпичныхъ стѣнокъ. Я думаю, что тепловой процессъ совершенно ясенъ. Кирпичныя стѣнки могутъ сконцентрировать въ стѣнкахъ котла при помощи лучеиспусканія гораздо болѣе значительныя количества тепла, чѣмъ непосредственной передачей тепла отъ газовъ, которые являются плохими проводниками тепла, къ стѣнкамъ котла. Такимъ образомъ, если около кирпичной стѣнки расположена какая-нибудь водяная труба, то въ этомъ мѣстѣ къ поверхности нагрѣва подводится колоссальное количество тепла, и здѣсь именно появляются выпучины, потому что тепло не можетъ такъ же быстро отводиться внутрь котла, какъ оно подводится къ поверхности нагрѣва.

Г - н ъ Краусъ—Вѣна: Я бы хотѣлъ спросить г-на Қирша, какимъ образомъ опредѣлялась температура отходящихъ газовъ. Вѣдь имѣются три способа, именно, ихъ можно измѣрять—тогда хорошо не знаемъ, что собственно измѣрялось (с мѣхъ),—или можно теплотворную способность дѣлить на удѣльную теплоту газовъ, тогда обыкновенно получаютъ слишкомъ высокія значенія, или можно принять, что температура лучеиспусканія та же, при которой газы изъ топки поступаюгъ въ дымоходы, такимъ образомъ все теплосодержаніе слагается изъ тепла, излученнаго при той же температурѣ, и изъ тепла, которое при той же температурѣ остается въ газахъ, уходящихъ изъ топки.

Г - н ъ Қиршъ—Москва. На вопросъ г-на инспектора Крауса я кратко отвѣчу шже слѣдующимъ. Начальную температуру  $T_b = 1650$ ) діаграммы теплопередачи, то-есть теоретическую температуру, которую мы получили бы при горѣннн топлива безъ потери тепла съ избыткомъ воздуха, какъ во время испытанія, мы подсчитываемъ извѣстнымъ образомъ, при чемъ теплоемкость сухихъ газовъ опредѣляется по формулѣ:  $C = 0,314 + 0,00003 T_b$ , а теплоемкость водяного пара, которая играетъ второстепенную роль, принимаемъ равной 0,5. Температуры въ топочномъ пространствѣ ( $T_f$ ), передъ и за перегрѣвателемъ ( $T_{1/2}$  и  $T_{1/2}'$ ), въ концѣ котла и въ концѣ экономайзера, измѣрялись при помощи термоэлементовъ. При этихъ измѣреніяхъ приходится считаться съ цѣлымъ рядомъ возможныхъ ошибокъ. Во-первыхъ, всѣ температуры вслѣдствіе раздѣленія на 2 части всей установки приходилось измѣрять въ двухъ мѣстахъ (при болѣе широкихъ котлахъ въ 4 и въ 6 мѣстахъ); при хорошо перемѣшанныхъ газахъ (напримѣръ, за перегрѣвателемъ и дальше) и при непрерывномъ процессѣ горѣннн измѣренія достаточно надежны. Температура горѣннн по смыслу діаграммы передачи тепла—это та температура, которую получаемъ послѣ того, какъ изъ всего тепла, которое выдѣлилось изъ топлива, одна часть потеряна черезъ охлажденіе топки и благодаря механической и химической неполнотѣ горѣннн, другая часть ( $\sigma$ ) отдана котлу прямымъ лучеиспусканіемъ горящаго слоя топлива и пламени. Такъ какъ въ дѣйствительности, въ точкѣ съ

температурой  $T_f$  газы еще не совсѣмъ сгорѣли, то измѣренная температура не совсѣмъ точно соотвѣтствуетъ сдѣланному выше опредѣленію. Наконецъ, при всѣхъ измѣреніяхъ температуръ, какъ извѣстно, приходится считаться съ взаимнымъ обмѣномъ тепла лучеиспусканіемъ горячаго термометра, холодной кирпичной стѣнки, горящаго слоя топлива или пламени и нагрѣтой обмуровки. Въ нашемъ случаѣ это въ конечномъ итогѣ очень мало вліяетъ на показанія термометровъ въ топочномъ пространствѣ, точно также намъ удалось такъ помѣстить элементъ передъ перегрѣвателемъ, чтобы съ него (элемента) тепловые лучи падали не на котель, а на болѣе горячую поверхность перегрѣвателя. Остальныя болѣе низкія температуры меньше зависятъ отъ взаимнаго лучеиспусканія, такъ какъ мы здѣсь имѣемъ дѣло съ меньшими разностями температуръ. Тѣмъ не менѣе можно получить ошибки въ 10—20° С, когда, на примѣръ, температура въ 300—400° измѣряется такимъ образомъ, что тепловые лучи съ соотвѣтствующаго термометра непосредственно падаютъ на поверхность экономайзера, наполненнаго холодной водой при температурѣ въ 30—40°. Измѣренія температуръ у перегрѣвателя и экономайзера естественно всегда должны контролироваться сопоставленіемъ соотвѣтствующихъ балансовъ тепла. Термоэлементы (для температуръ до 800° желѣзконстантъ въ желѣзной оправѣ, при болѣе высокихъ температурахъ платина — платина родій въ кварцевыхъ трубкахъ) и ихъ гальванометры часто провѣряются, и здѣсь нельзя ожидать значительныхъ ошибокъ.

Изъ этихъ замѣчаній мы должны заключить, что такимъ образомъ измѣренныя температуры не даютъ абсолютно точныхъ значеній, но онѣ однако сохраняютъ свое практическое значеніе, въ особенности, если принять во вниманіе ихъ дальнѣйшее примѣненіе. Въдь, по измѣреннымъ температурамъ мы должны подсчитать соотвѣтствующіе коэффициенты теплопередачи, чтобы при проектированіи подобныхъ установокъ правильно подсчитать температуру, поверхности нагрѣва и т. д.; тѣ же величины должны также служить для того, чтобы правильно оцѣнить различныя конструкции. Для подобныхъ цѣлей эти хотя бы и не со-

всѣмъ точно измѣренныя величины могутъ имѣть чрезвычайно важное значеніе.

Что же касается замѣчаній, сдѣланныхъ инженеромъ Нисомъ относительно высокихъ температуръ отходящихъ газовъ въ вертикальныхъ водотрубныхъ котлахъ, то я въ своемъ докладѣ стремился доказать, что эти котлы при правильной обмуровкѣ и правильномъ устройствѣ топки даютъ не болѣе высокія, но часто (напримѣръ, при длиннопламенномъ топливѣ) болѣе низкія температуры. Но я здѣсь еще разъ хотѣлъ бы указать на то, что вертикальные водотрубные котлы за послѣдніе 2—3 года сдѣлали значительные успѣхи и что мы, можетъ быть, говоримъ о различно выполненнхъ установкахъ. Въ отношеніи загрязненія дымовыхъ ходовъ легкой золой поверхности нагрѣва вертикальныхъ водотрубныхъ котловъ болѣе благопріятны, чѣмъ многихъ другихъ котловъ, но и въ настоящее время мы еще находимъ ошибки въ обмуровкѣ, усиливающія загрязненіе. Къ такимъ ошибкамъ, напримѣръ, принадлежали, согласно моимъ наблюденіямъ, при обслуживаніи топливомъ съ большимъ содержаніемъ золы (дровами и торфомъ въ шахтныхъ топкахъ, бурымъ углемъ) установка въ дорожкахъ между трубами котловъ Гарбе извѣстныхъ шамотныхъ поперечныхъ стѣнокъ (въ послѣднихъ ходахъ). На этихъ стѣнкахъ зола отлагается въ видѣ конусовъ, которые постепенно растутъ и, наконецъ, заполняютъ весь ходъ, и какъ разъ послѣдніе газоходы часто трудно очищать. Тогда естественно подымается температура отходящихъ газовъ. Удаленіемъ этихъ стѣнокъ мнѣ во многихъ случаяхъ удавалось улучшить условія работы, при чистыхъ же газахъ стѣнки окажутся полезными. Въ старыхъ плохо выполненнхъ установкахъ можно иногда наблюдать непосредственный переходъ газовъ изъ топки въ боровъ, вслѣдствіе неплотныхъ раздѣлительныхъ стѣнокъ или вслѣдствіе обхода нижняго барабана. Внутреннее загрязненіе поверхности нагрѣва зависитъ, какъ я уже указывать, между прочимъ, отъ направленія питательной воды, и въ этомъ отношеніи въ вертикальныхъ водотрубныхъ котлахъ можно добиться весьма хорошихъ результатовъ. Болѣе подроб-



нѣе мы обсудимъ этотъ вопросъ въ связи съ докладомъ инженера Чернека.

Г - н ъ Б л а х е р ъ—Рига: Измѣреніе температуры представляетъ собою весьма серьезную задачу. Я хотѣлъ бы обратить ваше вниманіе на обстоятельство, которое, къ сожалѣнію, не всѣмъ достаточно хорошо извѣстно, именно на такъ называемое абсолютно черное лучеиспусканіе Кирхгофа. Кирхгофъ назвалъ абсолютно черными тѣ лучи, которые излучаются идеально чистымъ углеродомъ. Я считаю необходимымъ обратить вниманіе на нижеслѣдующее: абсолютно черное тѣло лучеиспускаетъ максимальное количество лучей. По Кирхгофу, можно получить такое лучеиспусканіе, если создать равномерно нагрѣваемое пространство, закрытое со всѣхъ сторонъ. Въ разсматриваемомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ нижней топкой, которую можно разсматривать, какъ абсолютно черное пространство. Поэтому измѣренія г-на Кирша абсолютно правильны, такъ какъ лучистая теплота не можетъ вызвать ошибокъ. Профессоръ Габеръ (Haber) доказалъ въ одной изъ своихъ работъ, что ошибки, которыя могутъ получиться на практикѣ при измѣреніяхъ въ такихъ пространствахъ, не превышаютъ 10—20°.

Конецъ засѣданія въ часъ дня.

---

## Второй день.

Пятница, 21 июня (4 июля), въ 9 часовъ утра.

Предсѣдатель: Открываю засѣданіе. Прежде всего познакомлю собраніе съ текстомъ полученной телеграммы: «Къ сожалѣнію, лишенъ возможности пріѣхать, шлю привѣтъ товарищамъ, желаю успѣха. Цвѣауэръ» (Рукоплексканія). Далѣе, получено письмо отъ г. Товарища Министра путей сообщенія, въ которомъ онъ сообщаетъ о назначеніи инженеръ-технолога Н. В. Семибратова представителемъ Министерства на 43-мъ Международномъ съѣздѣ обществъ для надзора за паровыми котлами. Г. Семибратовъ участвуетъ на конгрессѣ съ самага его открытія, и мы выражаемъ г. Министру благодарность за командировку делегата согласно нашему ходатайству.

Далѣе, мы считаемъ нашимъ долгомъ привѣтствовать здѣсь на Съѣздѣ представителя Министерства финансовъ, Его Превосходительство инженеръ-технолога Л. С. Ивановскаго, предсѣдателя техническо-строительной Инспекціи департамента неокладныхъ сборовъ Министерства финансовъ. Мы благодаримъ г. Министра финансовъ за командировку представителя. Г-нъ Ивановскій намѣренъ посѣтить сегодня послѣ обѣда Московскій винный складъ и любезно предложилъ всѣмъ желающимъ принять участіе зъ осмотрѣ ректификаціоннаго завода. Вы могли бы, такимъ образомъ, бѣгло ознакомиться съ технической стороной существующей въ Россіи винной монополіи.

Переходимъ теперь къ пункту 6. Сообщение о вредныхъ составныхъ частяхъ, содержащихся въ питательной водѣ паровыхъ котловъ или прибавляемыхъ къ ней. Вліяніе рабочаго давленія на дѣйствіе составныхъ частей воды.

**ва. Всюду встрѣчаемая, преимущественно неорганическія, составныя части: воздухъ, углекислота, накипеобразователи и мн. др.**

Профессоръ Блахеръ—Рига: М. Г.! Если бы я предвидѣлъ трудность положенія, въ какое я поставленъ, взявши на себя это сообщеніе на сегодняшнемъ съѣздѣ, то я можетъ быть не рѣшился бы выступить передъ вами съ обсужденіемъ этой темы. И хотя программа предусматриваетъ простое сообщеніе, а къ сообщенію предъявляется меньше требованій, чѣмъ къ докладу, то я все-таки чувствую, что смогу сообщить вамъ лишь очень мало положительнаго, практически цѣннаго. Я ограничу свою задачу тѣмъ, что попытаюсь показать, чего можно, по моему мнѣнію, ожидать въ настоящее время отъ научной разработки вышеупомянутаго вопроса и что слѣдовало бы сдѣлать для достиженія въ этомъ отношеніи лучшихъ условій. Я начну съ прямого отрицанія, поставивъ въ самомъ началѣ тезисъ, что, строго говоря—поскольку рѣчь идетъ о содержащихся въ водѣ или прибавленныхъ къ ней составныхъ частяхъ—нельзя говорить о вредности этихъ составныхъ частей, какъ о присущемъ имъ свойствѣ. Ибо, если бы мы какой-либо одной изъ названныхъ составныхъ частей присвоили обозначеніе вредной, то эта часть почти всегда и во всѣхъ случаяхъ должна быть вредна. Но это можетъ относиться собственно лишь къ такимъ вреднымъ реагентамъ, какъ, на примѣръ, свободныя минеральныя кислоты, которыя, однако, никто не станетъ прибавлять къ водѣ и содержаніе коихъ въ питательной водѣ признается вообще недопустимымъ. Вредныя свойства другихъ составныхъ частей имѣютъ, напротивъ, относительное значеніе. Практика котельныхъ установокъ даетъ многочисленныя примѣры того, какъ вода съ тѣми же составными частями въ одномъ случаѣ причиняетъ много вреда, въ другомъ же случаѣ, повидимому, никакого вреднаго дѣйствія не обнаруживаетъ.

Для лучшаго поясненія вышеприведеннаго положенія, я начну съ специальной части разсматриваемой темы. Это много разъ обсуждавшееся дѣйствіе соды или щелока, т.е. угленатріевой соли или ѣдкаго натра, содержащихся въ

избыткъ въ водѣ, на мѣдную арматуру парового котла. Въ связи съ контролемъ или изслѣдованіемъ водоочистительныхъ установокъ мнѣ часто приходилось наблюдать, какъ сода, попадавшая въ котель въ избыткъ, или образовавшійся изъ нея, въ результатѣ гидrolитической диссоціи, ѣдкій натръ причиняетъ серьезныя поврежденія котельной арматурѣ. Отсюда я дѣлалъ тотъ выводъ, что слѣдуетъ работать съ очень незначительнымъ избыткомъ реактива и что лучше примириться съ нѣскольکو большимъ выдѣленіемъ осадковъ въ котлѣ и тѣмъ избѣжать порчи арматуры. Занимаясь въ Ригѣ вопросомъ борьбы съ дымомъ, я интересовался современными автоматическими топочными аппаратами, стремясь изучить ихъ индивидуальныя особенности. Въ послѣднее время получили въ Россіи большое распространеніе американскія топки Эрита, давшія въ Даніи очень хорошіе результаты. При посѣщеніи одной такой установки въ С.-Петербургѣ мнѣ было указано, что основнымъ условіемъ правильнаго функціонирования этихъ топокъ, въ особенности при водотрубныхъ котлахъ, является абсолютно мягкая питательная вода, не остающаяся въ котлѣ никакихъ отложений. Въ вышеупомянутой установкѣ подвергалась фильтрованію даже такая мягкая вода, какъ вода изъ рѣки Невы. И хотя незначительный осадокъ Невской воды, частью состоящій изъ органическихъ веществъ, осѣдая на нагрѣвательной поверхности, и можетъ оказаться болѣе вреднымъ, чѣмъ минеральный осадокъ, все же возникалъ вопросъ, не должны ли, съ прогрессирующимъ развитіемъ топочной техники и съ примѣненіемъ устройствъ, въ родѣ упомянутой топки Эрита, дающихъ острое пламя, — весьма значительно повыситься требованія, предъявляемыя къ водоочищенію. Такъ, водоочистительныя установки должны бы работать съ большимъ избыткомъ реактивовъ, чтобы болѣе совершеннымъ образомъ выдѣлить изъ воды накипеобразователи. Такъ какъ топки Эрита въ Даніи функціонируютъ исправно, то я рѣшилъ прошлымъ лѣтомъ попутно завернуть туда, чтобы изслѣдовать котельную воду въ соотвѣтственныхъ установкахъ. И дѣйствительно, оказалось, что въ водѣ всѣхъ котловъ сода и ѣдкій натръ содержались въ боль-

шомъ избыткѣ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ концентрація ихъ достигала 100 нѣмецкихъ градусовъ (считая въ эквивалентахъ градусовъ жесткости). Конечно, во всѣхъ этихъ случаяхъ должна была примѣняться чугунная или специальная англійская арматура, которую щелокъ не разѣдаетъ.

Слѣдуетъ ли по этимъ даннымъ признать щелокъ въ котлѣ вреднымъ или нѣтъ? Ясно, что онъ можетъ быть безвреденъ для арматуры. Для достиженія лучшаго эффекта умягченія воды онъ, несомнѣнно, полезенъ. Конечно, вода, содержащая въ избыткѣ соду или вообще щелочь, легко вскипаетъ, ее, такъ сказать, кидаетъ въ котлѣ. Увлеченныя частицы могутъ высохнуть въ пароперегрѣвателѣ и въ формѣ ѣдкаго порошка причинить вредъ арматурѣ и даже лопаткамъ паровой турбины, на что часто приходится слышать жалобы. Очевидно, положеніе вопроса таково, что говорить приходится не о вредности составной части, а о вредности и безвредности или же о цѣлесообразности любой комбинаціи изъ раствора и металла для специального случая.

На избранномъ примѣрѣ можно освѣтить и вторую часть обсуждаемой темы—вліяніе рабочаго давленія на дѣйствіе такъ называемыхъ вредныхъ составныхъ частей. Такъ какъ болѣею частью приходится имѣть дѣло съ т. н. конденсированными системами, то температура играетъ болѣшую роль. Физическая химія даетъ, конечно, возможность представить различныя химическія свойства какъ функціи температуры и заранѣе опредѣлить химическія реакціи, но необходимыя для производства такого рода расчетовъ опытыя данныя получаютъ только въ извѣстныхъ температурныхъ предѣлахъ. Какъ только поднимаются до рабочихъ давленій и температуръ, господствующихъ въ паровыхъ котлахъ, опытный матеріалъ становится все бѣднѣе. Въ этомъ, къ сожалѣнію, мнѣ пришлось убѣдиться, когда я пытался вычислить, насколько должно было увеличиться въ котлѣ содержаніе ѣдкой щелочи вслѣдствіе гидrolитической диссоціаціи. Попытка такого вычисленія—для 100° Ц. произведенное вычисленіе поддавалось экспериментальной провѣркѣ—не удалась вслѣдствіе недостатка необходимыхъ данныхъ; для вычисленій реакцій при 180° Ц. вообще нѣтъ никакихъ

надежныхъ данныхъ. Такъ ни разу еще не была установлена съ надлежащей надежностью величина электролитической диссоціаціи воды при этихъ температурахъ, не говоря уже о дѣйствиіи на послѣднюю нейтральныхъ солей.

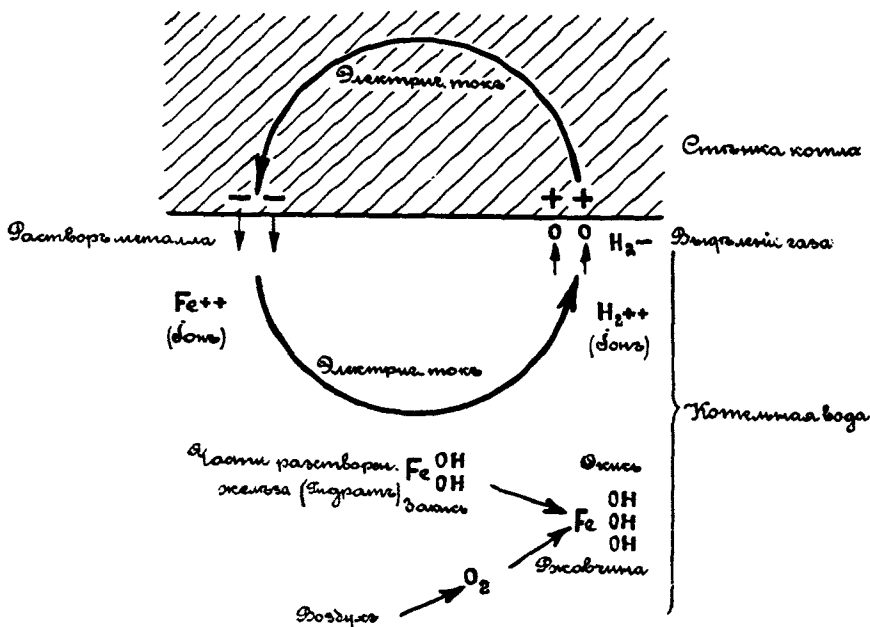
Кое-что въ этой области, вѣроятно, измѣнится въ болѣе благоприятную сторону, такъ какъ, благодаря третьему закону термодинамики, указанному Нернстомъ, вычисленіе химическихъ реакцій становится возможнымъ даже для предѣльныхъ температуръ. Какую, однако, пользу извлечетъ изъ этого котельная практика, вопросъ, какъ увидимъ, еще очень спорный. До сихъ поръ единственнымъ путемъ для провѣрки является экспериментъ, а производить опыты при высокихъ давленіяхъ и температурахъ, разумѣется, чрезвычайно трудно. Но и безъ того часто получаютъ весьма неудовлетворительные результаты. Мой товарищъ, проф. металлургіи Брицке (Britzke) занялся, напр., изслѣдованіемъ вопроса: почему обыкновенная арматура разъѣдается щелочкомъ въ то время, какъ англійская арматура отъ ѣдкой щелочи не портится?—и поручилъ студенту Чесняку въ связи съ этимъ работу въ качествѣ дипломной задачи. Тщательно произведенные анализы дали для русской арматуры 4,3% цинка противъ 2,3% для англійской арматуры. При дѣйствиіи 10, 50 и 100 градуснаго раствора ѣдкаго натра (въ эквивалентахъ нѣмецкихъ градусовъ жесткости) при 100° Ц. разница въ отношеніи обоихъ сортовъ арматуры къ реагенту была мало замѣтна и дѣйствіе ѣдкой щелочи весьма незначительное. Очевидно, высокая температура котла и является той причиной, которая мѣняетъ условія, вызывая разъѣданія русской арматуры. Умѣстно здѣсь также указать, что, согласно взглядамъ проф. Ипатьева, нѣкоторыя реакціи при высокомъ давленіи и высокой температурѣ протекаютъ совсѣмъ не такъ, какъ ожидаютъ.

Примѣръ разъѣданія арматуры ѣдкой щелочью освѣщаетъ очень хорошо все положеніе. Здѣсь отношенія еще очень просты и пожалуй легче получить практически положительные результаты. Вообще можно сказать: если желательно при остромъ пламени работать съ бѣлымъ избыткомъ реактивовъ, то слѣдуетъ предпочесть спеціальную арматуру—и все же этимъ не обойдены всѣ трудности, такъ какъ,

какъ выше упомянуто, киданіе щелочной, легко пѣнящейся воды въ перегрѣватель влечетъ за собой непріятныя послѣдствія. Если, однако, принять во вниманіе, что помимо дѣйствія не содержащаго воздуха раствора, главную роль, поскольку рѣчь идетъ о разѣданіи желѣза, играетъ кислородъ воздуха, то положеніе вещей дѣлается необычайно сложнымъ и понятными становятся тѣ часто очень рѣзкія противорѣчія, съ которыми приходится сталкиваться въ практикѣ. Такъ, на примѣръ, случается, что комбинація изъ хлоридовъ и сточныхъ водъ кожевеннаго завода въ питательной водѣ оказывается вполне безвредной, тогда какъ въ большинствѣ случаевъ при такой водѣ наблюдаются сильныя протравленія металла. Большое значеніе имѣетъ также такъ называемое пассивное состояніе желѣза, которое такъ же мало уясняетъ вопросъ, какъ и то обстоятельство, что кислородъ при извѣстныхъ условіяхъ можетъ служить для желѣза защитой. Итакъ, нельзя говорить о само собой разумѣющейся вредности кислорода воздуха, разъ онъ еще способенъ предохранять желѣзо отъ ржавленія. И въ дѣйствительности Гейнъ и Бауэръ въ Гроссъ-Лихтерфельде перезарядкой желѣза въ водномъ растворѣ кислородомъ констатировали явное прекращеніе процесса ржавленія, практически соотвѣтствовавшее какъ бы извѣстному пассивному состоянію желѣза. Я вкратцѣ коснусь теперь электролитической теоріи явленія ржавленія, чтобы извлечь изъ нея нѣкоторые выводы.

Согласно электроосмотической теоріи Нернста гальваническихъ элементовъ, желѣзо, какъ и каждый металлъ, обладаетъ по отношенію къ водѣ извѣстнымъ давленіемъ раствора, практически сводящимся къ тому, что ничтожная часть металла переходитъ въ водяной растворъ въ формѣ ионовъ ( $Fe^{++}$ ), при чемъ желѣзо заряжается отрицательнымъ электричествомъ, а жидкость—положительнымъ (см. фиг.). Если въ водѣ содержится другой металлическій іонъ, давленіе растворенія котораго по отношенію къ водѣ будетъ меньшимъ, то онъ будетъ вытѣсненъ изъ раствора желѣзомъ. На примѣръ, мѣдь немедленно осаждается на желѣзѣ, если послѣднее погружаютъ въ растворъ мѣдной соли. Такъ какъ іоны мѣди при осажденіи разряжаются, то желѣзо

въ этомъ мѣстѣ становится электро-положительнымъ, т.-е. мы имѣемъ передъ собой короткозамкнутый элементъ, въ которомъ сила тока должна бы соответствовать скорости ржавленія. Такъ какъ вода содержитъ водородные іоны ( $H_2^{++}$ ), и давленіе раствора водорода меньше, чѣмъ желѣза, то желѣзо обладаетъ, хотя и въ очень слабой степени, способностью разлагать воду, становясь само на мѣсто водорода и растворяясь въ водѣ (напр., въ видѣ коллоидальной гидрокиси), при чемъ водородъ выдѣляется (см. на фиг. выдѣленіе газа водорода). Закись желѣза дѣйствіемъ проникаю-



щаго кислорода воздуха окисляется въ ржавчину, которая большею частью представляетъ смѣсь гидрата окиси и закиси.—Если идетъ рѣчь о вредныхъ свойствахъ составныхъ частей питательной воды, то подразумѣвается ея свойство нарушать вышеописанное состояніе равновѣсія между желѣзомъ и водой въ сторону благопріятную или неблагопріятную для желѣза. Это скелетъ теоріи, кажущейся на видѣ очень простой. Чѣмъ больше однако приближаются



къ условіямъ практики, тѣмъ положеніе становится сложнѣе. Въ недавно появившемся трудѣ Изгарышовъ (Москва) справедливо указываетъ на то, что явленіе электроосмотического растворенія металловъ, какъ бы просто оно ни поддавалось учету, представляетъ очень сложное, сопровождаемое образованіемъ промежуточныхъ продуктовъ, химическое явленіе, въ которомъ именно составныя части воды дѣйствуютъ на реакцію, видоизмѣняя ее. Если принять еще во вниманіе, что котельное желѣзо не является однороднымъ металломъ, но представляетъ механическую смѣсь, которая даетъ правильные короткозамкнутые гальваническіе элементы въ соприкосновеніи съ растворами, и что даже, какъ вытекаетъ изъ сообщеній Гиллигера о произведенныхъ по порученію нашего Союза испытаніяхъ, два не абсолютно сходныхъ котельныхъ листа уже при соприкосновеніи съ водой обусловливаютъ образованіе значительныхъ электродвижущихъ силъ,—то ясно, что трудности, возникающія при изслѣдованіи дѣйствія растворенныхъ составныхъ частей, повидимому, едва ли преоборимы. Вслѣдствіе сложности химическихъ реакцій чрезвычайно затруднено также примѣненіе теоремы Нернста.

Остается, такимъ образомъ, исключительно путь эксперимента и въ этомъ отношеніи въ послѣднее время чрезвычайно много сдѣлано какъ въ Германіи, такъ и въ Англии и Америкѣ. Полученный необычайно огромный экспериментальный матеріалъ относится, однако, въ большшствѣ случаевъ не къ условіямъ работы котла; кромѣ того, очень трудно использовать полученные результаты въ условіяхъ практики, такъ что врядъ ли этотъ матеріалъ заслуживаетъ здѣсь подробнаго разбора. Самымъ важнымъ результатомъ этихъ экспериментальныхъ работъ являются: упомянутая электролитическая теорія ржавленія (противопоставленная теоріи углекислоты) и достигнутое съ ея помощью положеніе, что вполнѣ достаточно только наличности воздуха и воды, для ржавленія и процессъ немного усиливается въ присутствіи углекислоты, какъ слабой кислоты (Кужманъ, Валькеръ, Фріендъ, Габеръ и др. изслѣдователи). Изъ другихъ работъ относятся сюда работы, касающіяся пассивности металловъ (напр., работы Фёрстера, Фре-

денгагена, Арндта). Фладе и Кохъ экспериментальнымъ путемъ пришли къ выводу, что нормальнымъ состояніемъ желѣза является активное, тогда какъ въ пассивномъ состояніи желѣзо покрыто защитнымъ слоемъ окиси. Мнѣ кажется, что слой, образующійся при прокаткѣ на поверхности котельнаго листа, производитъ аналогичное дѣйствіе и можетъ быть представленъ какъ искусственный слой окиси, дѣлающій желѣзо пассивнымъ. Изгарышовъ полагаетъ, что дѣйствіе на этотъ слой водяныхъ растворовъ, т.-е. разрушеніе слоя или раствореніе его въ послѣднихъ, является необходимымъ условіемъ, позволяющимъ переводить желѣзо въ пассивное состояніе. Названный изслѣдователь обнаружилъ въ растворахъ, дѣлающихъ желѣзо пассивнымъ, пероксидныя вещества (у мѣди это комплексныя соли). Защитный окисный слой разрушается въ не пероксидномъ растворѣ, дѣлающемъ желѣзо активнымъ. Непосредственно для практическихъ цѣлей уже давно занимаютъ вопросомъ ржавленія въ Королевской Станціи Gross-Lichterfelde для испытанія матеріаловъ Гейнъ (Heup) и Бауэръ, исходившіе изъ общихъ практическихъ точекъ зрѣнія. Въ 1911 году я попытался въ Chemiker-Zeitung извлечь изъ собраннаго матеріала то, что непосредственно могло бы найти примѣненіе въ котельной практикѣ. По произведеннымъ изслѣдованіямъ скорость ржавленія зависитъ какъ отъ удѣльнаго дѣйствія раствора, такъ и отъ концентраціи кислорода, соприкасающагося съ желѣзомъ. Удѣльное дѣйствіе раствора въ началѣ растетъ съ концентраціей раствора соли, при чемъ этому росту содѣйствуетъ кислородъ, но съ увеличеніемъ концентраціи уменьшается растворимость кислорода и вмѣстѣ съ гѣмъ уменьшается концентрація его на желѣзѣ, такъ что имѣется критическая концентрація, при которой процессъ ржавленія идетъ наиболѣе интенсивно. Точно также имѣется критическая температура. Естественно, что картина существенно измѣнится при больномъ давленіи и высокой температурѣ, въ особенности высокое давленіе и вліяетъ на растворимость и концентрацію кислорода. Но, однако, имѣются химическія вещества, растворы которыхъ сначала усиливаютъ процессъ ржавленія, но затѣмъ, при дальнѣйшемъ нарастаніи ихъ концентраціи, при

такъ называемой предѣльной концентраціи, внезапно обусловливаютъ прекращеніе ржавленія, играя уже роль предохранителей желѣза отъ ржавленія. Это—щелочные растворы и носители кислорода, напр., бихроматъ. Предѣльная концентрація зависитъ во всякомъ случаѣ отъ явленій, обусловливающихъ пассивное состояніе. Такъ, на примѣръ, бихроматъ имѣетъ рѣзко выраженную предѣльную концентрацію и извѣстенъ какъ реактивъ, обусловливающий сильную пассивность желѣза. Смотри по тому, въ какой формѣ и какимъ образомъ дѣйствуетъ кислородъ, онъ можетъ защитить желѣзо отъ ржавленія или, наоборотъ, усилить процессъ ржавленія. Въ первомъ случаѣ онъ покрываетъ желѣзо вышеупомянутымъ слоемъ окиси, во второмъ случаѣ дѣйствіемъ кислорода растворенный іонъ желѣза осаждается въ видѣ гидрата и электроосмотическій процессъ растворенія возобновляется. На дѣйствіе кислорода вліяютъ различныя вещества, растворенныя въ котельной водѣ. Воздѣйствіе температуры и давленія на эти вліянія и даже на самый процессъ превращенія въ пассивное состояніе (пассиваціи), насколько я знаю, еще совершенно не извѣстно и врядъ ли подлежитъ обсужденію. Принципіально можно указать однако на нѣкоторыя реакціи. Такъ, самому окисленію—также ли и процессу превращенія въ пассивное состояніе, это другой вопросъ—явно способствуютъ каталитически переносители кислорода (соли марганца, органическіе окислители). Воздѣйствіе, обусловливающее, переходъ въ пассивное состояніе, встрѣчаетъ, конечно, препятствія со стороны возстановительныхъ средствъ. Такъ Гейнъ и Бауэръ обнаружили, что хлориды уничтожаютъ защитное дѣйствіе бихромата, который въ ихъ присутствіи пріобрѣтаетъ разѣдающія свойства. Извѣстно ли, какіе именно реагенты разѣдаютъ специально плены, я не знаю. Что касается хлоридовъ, то они новидному имѣютъ еще другое дѣйствіе, въ особенности при большомъ давленіи и высокой температурѣ. Изъ крѣпкой соляной кислоты, связанной съ основаніями, образуются вслѣдствіе легкой окисляемости хлоридовъ значительно болѣе слабыя хлористая и хлорноватистая кислоты, дающія соли, гидролитически легче диссоциирующіяся; эти кислоты

сильно разъѣдаютъ металлъ. Образованію этихъ кислотъ черезъ окисленіе благоприятствуютъ неорганическіе и органическіе катализаторы. Къ числу первыхъ слѣдуетъ прежде всего отнести марганецъ, переходящій изъ воды въ осадокъ въ видѣ закиси; эта закись переходитъ въ окись, жадно поглощая кислородъ, который послѣдняя отдаетъ хлоридамъ; также въ слабо-щелочныхъ растворахъ. Это я экспериментально прямо обнаружилъ вмѣстѣ съ инженеромъ Якоби. Мы нашли также въ одномъ осадкѣ, причинившемъ сильныя протравленія продувательнаго штуцера и мѣсть, расположенныхъ вблизи него, 0,1% марганца.

Въ другомъ случаѣ, гдѣ котельная вода, или вѣрнѣе, сосуля, взятая съ парящаго мѣста, имѣла замѣтный запахъ хлора,—подкисленный осадокъ выдѣлилъ изъ іодистаго калия большія количества іода, присутствіе коего было доказано при помощи сѣроуглерода. Органическіе окислители дѣйствуютъ подобно марганцу. Мнѣ кажется, что гуминовыя кислоты дѣйствуютъ подобнымъ же каталитическимъ образомъ, и что въ большинствѣ случаевъ катализу слѣдуетъ приписать протравленія, объясняемая кислотнымъ дѣйствіемъ гумусовыхъ веществъ; а въ послѣднее время Бауманъ и Гули (Gully) даже утверждаютъ, что гуминовыя вещества—не кислоты. Это согласуется съ приведенными въ ближайшемъ сообщеніи наблюденіями (Рейшле-Чимеръ), согласно которымъ богатая содержаніемъ гумуса вода особенно дѣйствуетъ протравляющимъ образомъ на резервные, наполовину наполненные котлы. Въ самое послѣднее время Гаузеръ утверждаетъ, что обнаружилъ такое специфическое дѣйствіе магнезій, аналогичное дѣйствію марганца; это открытіе можетъ имѣть, повидимому, важное значеніе и, можетъ быть, съ его помощью удастся иначе объяснить не всегда понятныя протравляющія свойства, приписываемыя хлористому магнію. Ибо гидролитическая диссоціація раствореннаго хлористаго магнія не можетъ въ щелочныхъ водахъ—а котельныя воды почти всегда щелочныя—дать свободную соляную кислоту въ качествѣ протравляющей среды, такъ какъ названная кислота, въ соединеніи съ избыточными щелочными солями натрія и кальція, немедленно должна дать сильныя, гидролитически не диссоціирующіеся

электролиты, которые и при огромной гидролизующей силѣ воды при высокихъ температурахъ, господствующихъ въ рабочемъ котлѣ, едва ли разложатся въ достаточной мѣрѣ. Подъ слоемъ осадка, лежащаго на перегрѣтомъ листѣ, условія могутъ сложиться иначе.

Во всякомъ случаѣ, протравляющее, или вѣрнѣе, окислительное дѣйствіе осадка и котельной воды можно очень легко обнаружить іодистымъ калиемъ и сѣроуглеродомъ. Вмѣстѣ со своимъ личнымъ ассистентомъ г. Рутковскимъ я пытался превратить этотъ методъ въ количественный, пользуясь еще въ качествѣ реактива тиосульфатомъ натрія. Мы изслѣдовали много образцовъ котельной воды и осадковъ. Въ отдѣльныхъ случаяхъ получились значительныя разницы. Результаты, однако, еще не достаточно подготовлены, чтобы сдѣлать о нихъ здѣсь сообщеніе. Все же такое изслѣдованіе даетъ исходныя точки. Какъ бы то ни было, на долю хлоридовъ падаетъ рядомъ съ кислородомъ воздуха значительная роль въ отношеніи протравляющаго дѣйствія.

Изъ другихъ неорганическихъ солей сильнымъ протравляющимъ дѣйствіемъ отличаются легко гидролизующіяся и летучія соединенія аммонія и сѣроводорода. Играютъ ли здѣсь иногда большую роль органическіе переносители кислорода изъ сточныхъ водъ или простыя возстановительныя вещества—этотъ вопросъ я оставляю открытымъ. По Фаубелю (Vaubel) нитраты обладаютъ очень сильными протравляющими свойствами, что, по его мнѣнію, объясняется образованіемъ изъ азотной кислоты, возстановляющейся въ присутствіи желѣза въ амміакъ, азотнокислаго аммонія, дѣйствующаго сильно разъѣдающимъ образомъ. Но такъ какъ, по утверженію Фаубеля, азотнокислый аммоній, равно какъ азотнокислый натрій (въ противоположность азотно-кальціевой соли) въ щелочномъ растворѣ не дѣйствуютъ, то его теорія нуждается еще въ поясненіяхъ. Вообще принимаютъ, что въ ряду солей, дѣйствующихъ на металлъ протравляющимъ образомъ, нитраты занимаютъ мѣсто вслѣдъ за хлоридами.

Переходя къ накипеобразователямъ, я не задаюсь цѣлью рассмотреть здѣсь большую и сложную область химическаго умягченія во всемъ ея объемѣ. Это завело бы очень далеко

и, по моему мнѣнію, прямого отношенія къ темѣ не имѣетъ. Такъ же мало могутъ тутъ обсуждаться чисто теплотехническія явленія, обусловливающія появленіе дефектовъ въ котельныхъ листахъ вслѣдствіе перегрѣва ихъ, вызваннаго запруживаніемъ тепла, возникающимъ вслѣдствіе присутствія накипи. Здѣсь рѣчь можетъ только итти о прямомъ или косвенномъ дѣйствіи на котельные листы и арматуру. Мнѣ кажется, что, какъ уже замѣчено, врядъ ли можно допустить совсѣмъ специфическое дѣйствіе солей кальція и магнія въ двууглекисломъ-щелочномъ водномъ растворѣ, если не считать наблюдавшагося Гаузеромъ окислительнаго дѣйствія магnezии. На происходящее въ котлѣ взаимодействіе между металломъ и растворомъ безъ сомнѣнія вліяетъ то обстоятельство, что на поверхности нагрѣва осаждаются котельный камень и илъ. Происходящіе подъ крѣпко приставшей къ котельнымъ стѣнкамъ накипью сухіе процессы врядъ ли могутъ химически такъ же сильно дѣйствовать, какъ подъ осадкомъ, гдѣ циркуляція нарушена, гдѣ легко можетъ наступить перегрѣвъ и гдѣ обмѣнъ воды, дѣйствующій выравнивающимъ образомъ, встрѣчаетъ препятствія. Указанныя обстоятельства вообще являются причиной легкаго образованія протравленій подъ осадкомъ. Къ этому еще присоединяется механическое, трущее дѣйствіе осадка. Такъ появленіе протравленій по близости спускнаго крана, въ особенности обточку цѣлыхъ заклепочныхъ головокъ, слѣдуетъ приписать механическому, трущему дѣйствію смѣси осадковъ и воды, усиливающемуся химическимъ воздѣйствіемъ. Протравленія пробокъ продувательныхъ крановъ объясняются такимъ же образомъ. Въ одномъ случаѣ я обнаружилъ особенно сильныя разѣданія чугуннаго продувательнаго крана, когда котельный осадокъ далъ сильную реакцію разложенія іодистаго калия. Трущее дѣйствіе осадка имѣетъ большое значеніе преимущественно оттого, что онъ, повидимому, можетъ, дѣйствуя, такъ сказать, физико-химически, разрушить окисной слой, обусловливающей пассивность желѣза, и держать послѣднее въ постоянномъ активномъ состояніи. Мѣстнымъ болѣе сильнымъ нагрѣвомъ стѣнокъ подъ осадкомъ усиливается, конечно, процессъ окисленія хлоридовъ и также, вслѣдствіе разложенія хлористаго

магнія, можетъ образоваться содержащей соляную кислоту перегрѣтый паръ, который несомнѣнно всегда вызоветъ разѣданіе желѣза въ мѣстахъ соприкосновенія его съ водой. Осадокъ можетъ также удерживать пузырьки газа и воздуха и такимъ образомъ усиливать протравленія. Вредный перегрѣвъ и явленія, благопріятныя для образования протравленій, происходятъ, разумѣется, также и на поверхности нагрѣва, омываемой горячими газами, гдѣ, по вѣрному указанію Башъ (Basch), не всегда можно ожидать присутствія перегрѣтаго пара, а непрерывнаго испаренія толчками устремляющейся туда воды. Что въ паровомъ пространствѣ воздухъ участвуетъ въ протравленіяхъ, объ этомъ свидѣлствуетъ явленіе, замѣченное старшимъ инженеромъ Рижскаго общества надзора Новицкимъ, что протравленія въ паровомъ пространствѣ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ дальше соотвѣтственное мѣсто находится отъ парового колпака.

Что касается вліянія давленія и температуры на описанныя реакціи, то выше уже было указано, что трудно сдѣлать надежные теоретическіе выводы. Вообще теоретически, какъ и на основаніи практическаго опыта, можно съ увѣренностью сказать, что съ повышеніемъ температуры разѣданіе металловъ скорѣе усиливается. Скопившійся въ практикѣ матеріалъ долженъ былъ бы послужить необходимою основой для выводовъ. Но, къ сожалѣнію, имѣющіяся въ литературѣ сообщенія недостаточны, такъ какъ они не содержатъ именно того, что важно для рѣшенія вопроса; наше Рижское общество еще слишкомъ молодо, чтобы имѣть уже собраннымъ въ достаточномъ количествѣ надлежащій матеріалъ.

Я заканчиваю эту часть доклада, хотя мнѣ и приходится пропустить важный, большой отдѣлъ: о вліяніи составовъ металлическихъ сплавовъ на разѣдаемость и объ опытахъ, направленныхъ къ тому, чтобы увеличить сопротивляемость желѣза по отношенію къ протравителямъ.

М. Г.! Если я и надѣюсь, что данная мною схема хоть до нѣкоторой степени понятна и убѣдительна, то всетаки, къ сожалѣнію, какъ вначалѣ упомянуто, нельзя изъ нея извлечь для практики много положительнаго. Въ заключеніе

я хочу сдѣлать краткую сводку того, что можно на этотъ счетъ сказать.

Углекислоту слѣдуетъ считать вообще не очень вредной; гдѣ уже происходятъ процессы разрушенія, тамъ однако она можетъ ихъ усилить. Углекислоту какъ свободную, такъ и полусвязанную можно относительно легко удалить ѣдкой известью или ѣдкимъ натромъ. Воздухъ является наиболѣе вреднымъ факторомъ, такъ какъ, насколько мнѣ извѣстно, не наблюдалось и не могло быть установлено, чтобы кислородъ на практикѣ и въ особенности въ условіяхъ работы котла вызывалъ пассивное состояніе желѣза. Въ то время какъ кислая вода производитъ рѣже происходящія равномерныя разѣданія желѣза на всей поверхности, именно воздухъ въ присутствіи хлоридовъ, и также при другихъ условіяхъ, обуславливаетъ вызывающія опасенія протравленія въ формѣ осповидныхъ рубцовъ, при чемъ, по моимъ изслѣдованіямъ, виновникомъ этого бѣдствія является кислородъ воздуха, механически увлекаемый питательной водой въ котель. Онъ проникаетъ обыкновенно черезъ набивку сальниковъ насоса. Поэтому цѣлесообразнѣе устроить, если это выполнимо, чтобы насосъ работалъ подъ напоромъ притекающей къ нему воды или чтобы высота всасыванія была по возможности сокращена. Также при установкѣ слишкомъ малаго, быстро опорожняющагося резервуара для питательной воды, попадаетъ въ котель много воздуха. Очень цѣлесообразно питаніе вести въ паровое пространство или непосредственно подъ уровень воды, чтобы воздухъ легко могъ выдѣлиться въ паровое пространство. Этимъ, конечно, не устраняется вредъ, причиняемый воздухомъ въ воздушныхъ насосахъ конденсаторовъ паровыхъ машинъ и въ турбинахъ. При выдѣленіи воздуха въ паровомъ пространствѣ или подъ свободною поверхностью воды, весьма полезными являются нынѣ строяшіеся и часто примѣняемые аппараты, которые, преслѣдуя также цѣль выдѣленія изъ воды накипеобразователей, способствуютъ быстрому нагрѣву питательной воды до температуры пара. Назову аппараты «Ваноръ», «Эфранъ» и такъ называемый термическій предохранитель отъ накипи Безсонова русскаго происхожденія.



Если въ водѣ содержится много хлоридовъ, то, мнѣ кажется, такой водой пользоваться не слѣдуетъ. Если это невозможно, то слѣдуетъ подвергать стѣнки котла со стороны воды внимательному наблюденію и, въ случаѣ появленія осповидныхъ ямокъ, класть въ котелъ металлически связанные цинковые листы; послѣдняя мѣра должна быть признана радикальной. Цинкъ, такъ сказать, однимъ ударомъ меча разрубаетъ гордіевъ узелъ химическихъ равновѣсій, сразу облагораживая потенціалъ желѣза противъ всѣхъ его враговъ, содержащихся въ растворѣ. Конечно, при этомъ необходимо заботиться о возможно полномъ удаленіи воздуха, такъ какъ въ противномъ случаѣ кислородъ обрушивается на цинкъ и уничтожаетъ его съ чрезвычайной быстротой.

Накипеобразователи до возможныхъ предѣловъ удаляются водоочищеніемъ; нерѣдко для этого приходится работать съ избыткомъ реактива; выше было упомянуто, что вредное дѣйствіе такого избытка по возможности парализуется примѣненіемъ спеціальной арматуры. Котельную накипь можно, такимъ образомъ, почти всегда избѣжать. О выдѣленіи осадковъ, мнѣ кажется, должны прежде всего позаботиться конструкторы паровыхъ котловъ. Чѣмъ совершеннѣе выдѣленіе ихъ, тѣмъ полнѣе завершаются химическія реакціи. Теперь появляются аппараты, которые отводятъ осадки обратно въ водоочиститель, гдѣ благодаря имъ используется также избытокъ реактивовъ. Одинъ такой аппаратъ, подъ названіемъ Неккаръ, изготовляется для продажи въ Штутгартѣ. Основная идея заслуживаетъ дальнѣйшей разработки, потому что присутствіе осадка усиливаетъ осажденіе накипеобразователей и, повидимому, получается возможность работать съ бѣльшимъ избыткомъ реактивовъ въ водоочистителѣ. Вотъ то немного, что въ самой выпуклой формѣ дала практика. Если не удастся извлечь больше, то причина, мнѣ кажется, заключается въ томъ, что въ раздѣленіи работы, касающейся обсуждаемой темы, все еще не достаетъ промежуточнаго члена. Чисто теоретическая физико-химическая сторона вопроса усиленно разрабатывается. Гейнъ и Бауэръ въ Гроссъ-Лихтерфельде приближаются больше къ практикѣ. Практика даетъ много

матеріала. Между ними, мнѣ кажется, незаполненное, пустое мѣсто. Принимая во вниманіе необычайную трудность задачи, врядъ ли кто располагаетъ необходимымъ временемъ, чтобы путемъ детальнаго теоретическаго и практическаго изученія вопроса создать, такъ сказать, равновѣсіе между практикой и теоріей. Союзъ обществъ для надзора за паровыми котлами приступилъ уже къ направленнымъ къ этой цѣли работамъ, которыя онъ довѣрилъ опытнымъ лицамъ. Однако, мнѣ кажется, что не временныя испытанія, но учрежденіе, созданное для этой специальной цѣли и избравшее своей жизненной задачей эти работы, именно практическое использование теоріи, въ чемъ ощущается сильнѣйшая нужда,—скорѣе можетъ принести большую пользу техникѣ паровыхъ котловъ, для которыхъ, кстати, далеко еще не пробилъ послѣдній часъ, но къ которымъ напротивъ предъявляются все большія требованія.

Предсѣдатель: М. Г.! предлагаю прежде, чѣмъ открыть пренія по этому докладу, выслушать сообщеніе г. Рейшле, такъ какъ обѣ темы тѣсно связаны между собой.

### 66. Органическія составныя части.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: По соглашенію съ проф. Блахеромъ на Баварское ревизіонное общество выпала та часть реферата, которая касается преимущественно органическихъ составныхъ частей; я передалъ ее для разработки химику нашего общества г. Чимеру (Tschimmer), отчетъ котораго и сообщаю:

На разосланный нами союзнымъ обществамъ вопросный листъ относительно вліянія органическихъ веществъ на внутреннія поверхности стѣнокъ паровыхъ котловъ многочисленныя общества сообщили намъ результаты ихъ опыта и наблюденій. Они, равно какъ и собственные наши опыты, составляютъ сущность нижеслѣдующаго отчета.

Вопр. 1. Первый вопросъ гласилъ: какъ дѣйствуютъ вышеназванія вещества на

- а) воду содержащую карбонаты?
- б) воду, содержащую гипсъ?
- в) воду, содержащую карбонаты и гипсъ?

Въ дѣйствии органическихъ веществъ на различные накипеобразователи частью никакой разницы не было обнаружено, частью не производились никакія спеціальныя наблюденія. Только одно общество сообщаетъ, что при питаніи водой, содержащей бурый уголь, котельная накипь, содержащая карбонаты, получается мягкая и менѣ вредная, чѣмъ содержащая гипсъ. Вообще можно сказать, что органическія вещества, поскольку они содержатъ кислыя составныя части, даютъ съ карбонатами питательной воды болѣе или менѣ устойчивыя соединенія; если въ нихъ содержатся тѣла, имѣющія щелочную реакцію (аммиакъ, сода, ѣдкій натръ), то они совсѣмъ или частью разложатъ некарбонаты (сѣрнокислыя, азотнокислыя, азотистокислыя соли и хлористыя соединенія накипеобразователей). Большинство органическихъ веществъ химически индифферентны по отношенію къ накипеобразователямъ, такъ, на примѣръ, чистое минеральное масло и крахмалъ; жирныя масла могутъ при одновременномъ воздѣйствіи давленія и температуры разложиться; образуются при этомъ свободныя жирныя кислоты, которыя опять-таки связываются карбонатами въ нерастворимыя известковыя или магнезіальныя мыла.

Гдѣ такимъ образомъ, какъ въ большинствѣ случаевъ, карбонаты и гипсъ одновременно содержатся въ водѣ, тамъ рядомъ происходятъ указанныя явленія. Индифферентныя органическія вещества проникаютъ и обволакиваютъ накипеобразователи, осаждающіеся вслѣдствіе загрязненія котельной воды въ формѣ маленькихъ кристалловъ; такъ же дѣйствуетъ и графитная мука. Нужно еще упомянуть, что котельный камень, содержащій гипсъ и органическія вещества, при высокой температурѣ можетъ образовать сѣрнистый кальцій.

**Препятствуютъ ли органическія вещества образованію котельной накипи и образованію ила, или они этому содѣйствуютъ?** Вопр. 2.

Растительные экстракты, содержащіе дубильныя вещества, воды, содержащія крахмалъ, сахаръ и масло, спускныя воды изъ аппаратовъ Генце болѣе или менѣе препятствуютъ накипеобразо-

ванію и усиливають образованіе ила. Вѣрное и надежное препятствіе накипеобразованію не наблюдается, но наблюдалось лишь въ единичныхъ случаяхъ, между прочимъ, на примѣръ, Швейцарскимъ обществомъ при примѣненіи отвара льняного сѣмени. Накипь въ котлѣ все же образовалась; но приставшая къ стѣнкамъ котла накипь, содержащая карбонаты, становится мягкой и рыхлой, легче отскакиваетъ въ бѣльшихъ и меньшихъ кускахъ какъ во время работы, такъ и послѣ охлажденія котла и поддается при чисткѣ котла сравнительно легкому удаленію. Образование ила усиливается. Подобнымъ же образомъ дѣйствуютъ воды изъ торфяныхъ болотъ, бурогольныхъ шахтъ, содержащія иль и водоросли, рѣчныя и прудовыя воды и т. под.

### Способъ Брюна съ льнянымъ сѣменемъ.

Наблюдаемое однимъ обществомъ (Цюрихъ) дѣйствіе способа Брюна съ льнянымъ сѣменемъ или чаще съ отваромъ льняного сѣмени слѣдуетъ также отнести къ загрязненію содержамаго котла органическими веществами. Бѣлковое вещество льняного сѣмени содержитъ 20—30% жирнаго, сохнущаго масла. Бѣлокъ, также какъ и зародышъ, крахмала не содержатъ, въ сѣменной коробкѣ содержится слизь, вслѣдствіе чего сѣмя въ водѣ разбухаетъ, становится липкимъ и отдаетъ водѣ, въ особенности при кипяченіи, значительныя количества слизи. Для изготовленія отвара примѣняется жестяной сосудъ емкостью около 80 литровъ, раздѣленный сѣтчатыми перегородками на три камеры; въ первой камерѣ льняное сѣмя (истолченное въ порошокъ, или нѣтъ не указано) нагрѣвается съ водой паровымъ змѣвикомъ, вторая служитъ для освѣтленія и изъ третьей камеры жидкость качается въ котель. Для 1 *m*<sup>3</sup> воды жесткостью въ 10—20 нѣмецкихъ градусовъ требуется 25—40 граммъ льняного сѣмени въ видѣ отвара. 1 *kg* льняного сѣмени стоитъ около 50—60 пф. Точныя опредѣленія жесткости не были произведены, рѣшающимъ является глазомеръ при промывкахъ котла.

Въ Швейцаріи въ настоящее время пользуются этимъ способомъ многіе (40—50) котловладѣльцы. Подъ наблю-

деніемъ Швейцарскаго общества нѣходились: корнваллійскіе и ланкаширскіе котлы, 1 двойной котель, 1 водотрубный и 1 цилиндрической котель, 1 локомобильный и 1 паровозный котель, но не было ни одного сильно напряженнаго водотрубнаго котла. Во всѣхъ случаяхъ результатъ осмотра тотъ же: «Въ самой нижней части котла лежитъ мягкій, рыхлый осадокъ, легко поддающийся удаленію струей воды или при помощи щетки. Почти во всѣхъ случаяхъ было обнаружено разрыхленіе старой крѣпко прикипѣвшей накипи, которая сама отпала или же легко могла быть удалена рукой». Въ паровозныхъ котлахъ вскипаніе и киданіе воды какъ будто прекратилось, и арматура лучше сохранялась и переставала течь. Остатки масла не могли быть обнаружены въ котлѣ невооруженнымъ глазомъ. Увеличеніе протравленій или неплотностей не было установлено.

Еще въ 1910 году было установлено химическими изслѣдованіями, что иль и накипь содержали много омыленнаго масла, такъ что они могли быть опасны для котла; также въ отварѣ льнянаго сѣмени было много масла.

Химическія изслѣдованія 1912 года, относившіяся къ заводскому локомобилію, обнаружили содержаніе въ котельной водѣ небольшихъ, безвредныхъ количествъ известковаго мыла; свободныхъ кислотъ найдено не было, но было констатировано присутствіе малыхъ количествъ органическихъ веществъ; конденсаціонная вода содержала летучія органическія кислоты, происходившія изъ льнянаго сѣмени. Отвары льнянаго сѣмени содержатъ свободныя органическія кислоты (жирныя кислоты), азотосодержащія вещества; крахмала и сахара они не содержатъ; углекислая и сѣрнокислая (гипсовая) котельная накипь и иль содержали 0,02% и 0,04% свободной жирной кислоты, 0,25—0,27 % жирныхъ кислотъ, связанныхъ въ видѣ мыла, и 1,3—3,7% другихъ органическихъ тѣлъ.

Дѣйствіе отвара льнянаго сѣмени механическо-физическое.

Составъ питательной воды не былъ установленъ. Относительно совмѣстнаго дѣйствія отвара льнянаго сѣмени и соды не было сдѣлано еще надежныхъ наблюденій.

Котлы были найдены въ лучшемъ состояніи, чѣмъ ожидали. Къ самому методу Брюна еще не установлено никакого отношенія, осторожно ждутъ дальнѣйшихъ данныхъ. — Насколько велико содержаніе въ илѣ органическихъ веществъ, частью связанныхъ химически, частью же примѣшанныхъ къ нему только механически, это зависитъ оттого, какое количество ихъ содержится въ котлѣ. Эльзасское общество сообщаетъ объ одномъ случаѣ, гдѣ такой илъ былъ клейкимъ и маркимъ и содержалъ 53% органическихъ азотосодержащихъ веществъ, а также 1,8% масла и гдѣ произошли выпучины топочныхъ листовъ трубчатого котла съ кипяильниками. Въ одномъ случаѣ, происшедшемъ въ районѣ нашего общества, когда обѣ жаровыхъ трубы ланкаширскаго котла дали боковыя выпучины, анализъ клейкаго ила бурога цвѣта обнаружилъ содержаніе 24% органическихъ веществъ и слѣды масла. Этотъ илъ образовался въ котлѣ послѣ прибавленія пирина и покрывалъ пострадавшія мѣста, какъ и вообще переднюю половину котла слоемъ толщиною въ 2 *mm*. Въ обоихъ вышеупомянутыхъ случаяхъ поврежденіе котловъ слѣдовало въ бѣльшей мѣрѣ приписать содержащимся въ осадкѣ органическимъ веществамъ, чѣмъ слѣдамъ масла.

Если органическія вещества примѣняются въ смѣси съ содой, то прежде всего дѣйствуетъ сода, которая уже сама по себѣ рационально препятствуетъ образованію накипи: къ дѣйствию соды присоединяется обволакиваніе осадка, органическими веществами. Большинство французскихъ желѣзнодорожныхъ обществъ примѣняютъ въ качествѣ средства противъ образованія накипи водныя вытяжки дерева, содержащаго дубильныя вещества, къ каковымъ вытяжкамъ прибавляется сода. Въ такихъ случаяхъ, повидимому, какъ сообщаетъ Эльзасское общество, требуется меньше противъ теоретическаго количества соды, чтобы воспрепятствовать накипеобразованію; это имѣло бы большое значеніе въ смыслѣ устраненія избытка соды въ котлѣ; какъ извѣстно, небольшой избытокъ соды въ паровыхъ котлахъ легко ведетъ къ киданію воды.

Одно общество (Франкфуртъ-на-Одерѣ) сообщаетъ, что

вода, содержащая бурый уголь, способствует накипеобразованию.

Также графитная мука является мало надежным средством для предупреждения образования накипи; мы нашли въ одномъ случаѣ, что несмотря на прибавленіе графита, все же образовалась тонкая накипь и именно на самомъ опасномъ мѣстѣ жаровой трубы надъ топкой.

Обмазки изъ масла, дегтя, асфальта и графита не препятствуютъ образованію накипи; благодаря имъ легче отскакиваетъ котельный камень, онъ становится болѣе мягкимъ и рыхлымъ, такъ что его легче можно удалить; подобнымъ же образомъ дѣйствуетъ вода, содержащая масло.

### **Растворима ли котельная накипь и какимъ образомъ?**

Вопр. 3.

О раствореніи котельной накипи прибавленіемъ къ питательной водѣ органическихъ веществъ и другихъ постороннихъ тѣлъ, какъ графитъ, получаютъ различныя и противорѣчивыя сообщенія. Вообще котельный камень, содержащій углекислыя соединенія, долженъ растворяться легче, чѣмъ накипь, содержащая гипсъ. Въ одномъ случаѣ, случайное прибавленіе сахара къ питательной водѣ обусловило раствореніе старой накипи. Старая накипь растворяется всегда, если не образуется новая накипь; одно средство, носящее англійское имя и состоящее изъ равныхъ частей хлористаго барія и тѣла, содержащаго дубильныя вещества, растворило старую твердую содержавшую кремнеземъ накипь въ трубчатомъ котлѣ, такъ что не пришлось вынуть дымогарныя трубы. Въ иныхъ случаяхъ однако раствореніе старой накипи при помощи органическихъ веществъ не наблюдалось; а въ другихъ — только при примѣненіи средствъ, содержащихъ соду.

О дѣйствиіи графитной муки на существующую накипь не имѣется никакихъ наблюденій. Можно свести наблюдавшееся вліяніе графита, какъ и органическихъ веществъ, на котельную накипь только къ механическому дѣйствию постольку, поскольку постороннія тѣла проникаютъ въ накипь и подъ слой накипи, находящейся, вслѣд-

ствіе работы котла и парообразованія, больше или меньше въ движеніи и испещренной трещинами и порами; эти постороннія тѣла, проникши въ накипь, препятствуютъ ей при ближайшемъ прекращеніи работы котла, какъ обыкновенно, снова сомкнуться и крѣпко пристать къ котельнымъ стѣнкамъ; частое повтореніе этого явленія приводитъ въ концѣ концовъ къ разрыхленію и иногда также къ отскакиванію накипи отъ стѣнокъ; эти явленія находятся въ зависимости отъ рода и крѣпости накипи, отъ рода примѣннаго средства, отъ системы котла и условій его работы.

**Вопр. 4. Наблюдалось ли обугливаніе котельной накипи вслѣдствіе перегрѣва или пригораніе и обугливаніе ила?**

Важнымъ является дѣйствіе накипи и ила, вообще, содержащихъ органическія вещества и постороннія тѣла, на топочные листы. Опасность отложеній (накипи или ила), содержащихъ масла и деготь, именно въ сильно напряженныхъ котлахъ, извѣстна и не подлежитъ сомнѣнію. То же относится къ обмазочнымъ средствамъ, содержащимъ масло, асфальтъ и деготь; ихъ вредность для огневыхъ листовъ тоже не подлежитъ никакому сомнѣнію.

Обугливаніе котельной накипи и ила въ особенности легко наступаетъ въ томъ случаѣ, когда въ котель поступаетъ вода, содержащая сахаръ и крахмалъ.

Обугливаніе котельной накипи неоднократно наблюдалось именно тогда, когда въ ланкаширскіе и водотрубные котлы, сильно напряженные, попадало много органическихъ веществъ; обугливаніе ила — только тогда, когда при большомъ загрязненіи котельной воды органическими веществами циркуляція воды была недостаточна. Оно можетъ также наступить при отсутствіи регулярной чистки котловъ. Вообще же обугливаніе ила, повидимому происходитъ не часто.

Съ пригораніемъ и обугливаніемъ ила и накипи связанъ перегрѣвъ котельныхъ листовъ.

Относительно пригоранія ила, содержащаго графитъ, до сихъ поръ не производилось никакихъ наблюденій; графитъ примѣняется очень рѣдко.



**Вліяють ли вышеназванныя вещества на свойства пара? Благоприятствуют ли они увлеченію паромъ воды и ила?**

Вліяніе каждаго введеннаго въ котель вещества на свойства безводнаго пара зависитъ оттого, содержитъ ли оно летучія составныя части, которыя уходятъ съ паромъ при соотвѣтственной его температурѣ. Такъ при питаніи водой, содержащей масло, наиболѣе летучія части масла будутъ находиться въ парѣ; нами былъ изслѣдованъ свѣжій конденсатъ пара, содержавшій въ 1 *m*<sup>3</sup> 0,8 грамма масла. Изъ обмазокъ, содержащихъ деготь, паръ воспринимаетъ запахъ и вкусъ дегтя. Въ одномъ подобномъ случаѣ водка имѣла вкусъ денатурированнаго спирта, вслѣдствіе улутучивавшагося съ паромъ пиридина, образовавшагося изъ дегтярной обмазки.

Если въ паровой котель постороннія тѣла введены одинъ разъ, какъ, напримѣръ, при обмазкѣ внутреннихъ стѣнокъ передъ пускомъ котла, переходъ пахучихъ и вкусовыхъ веществъ отъ летучихъ веществъ къ пару вообще продолжается лишь такъ долго, пока всѣ подлежащія, при данныхъ условіяхъ работы, улутучиванію вещества не удалятся вмѣстѣ съ паромъ. Если же введеніе такого рода веществъ въ котлы повторяется или происходитъ постоянно, то летучія части находятъ также въ парѣ повторно или постоянно.

Иначе обстоитъ дѣло, когда органическія вещества вызываютъ вспѣниваніе воды и обуславливаютъ возможность легкаго увлеченія паромъ содержамаго котла; имѣются наблюденія различныхъ обществъ, подтверждающія сказанное, именно для котельной воды, содержащей сахаръ и крахмалъ, и вообще для органическихъ веществъ. Одна часть загрязненнаго содержамаго котла переходитъ при этомъ въ конденсатъ, обстоятельство, особенно тягостное для производства пищевыхъ продуктовъ, далѣе, для красиль и отбѣльныхъ. Нѣкоторыя общества не наблюдали склонности къ увлеченію содержамаго котла; эти наблюденія за и противъ свидѣтельствуютъ о томъ, что кромѣ рода органическихъ веществъ играютъ роль увеличеніе ихъ со-

держанія, напряженіе поверхности нагрѣва, система котла, условія работы, что важно вообще и для производства влажнаго пара. Рѣшающее значеніе имѣеть во всякомъ случаѣ содержаніе въ котельной водѣ соды. При питаніи водой изъ буроугольныхъ шахтъ (средняя Германія), была наблюдаема усиленная склонность къ увлеченію паромъ содержимаго котла.

**Вопр. 6. Какъ дѣйствуютъ вышеназванныя вещества на котельныя стѣнки?**

**Вопр. 6а. а) Въ водяномъ пространствѣ на топочные листы, непосредственно и сильно нагрѣваемые?**

Почти половина всѣхъ полученныхъ отвѣтовъ подтверждаетъ, что органическія вещества въ содержимомъ котла благопріятствуютъ появленію перегрѣва именно огневыхъ листовъ и даже его вызываютъ. Въ особенности, разумѣется, опасности подвергаются котлы съ наружной топкой, въ нихъ накипь и иль могутъ скопиться въ бѣльшихъ количествахъ на огневыхъ листахъ (въ особенности, въ батарейныхъ цилиндрическихъ котлахъ); но также и жаротрубные котлы терпятъ часто поврежденія, которыя слѣдуетъ приписать вышеназваннымъ веществамъ. Масло, какъ извѣстно, занимаетъ по опасности первое мѣсто; оно причиняло особенно въ листахъ, сильно нагрѣваемыхъ, многочисленныя поврежденія; были сдѣланы наблюденія, согласно которымъ отложенія, содержащія масло, вызывали преимущественно боковое сплющиваніе жаровыхъ трубъ, въ то время, какъ недостатокъ воды поражаетъ сперва верхнюю часть ихъ. Въ водотрубныхъ котлахъ маслосодержащія отложенія производятъ выпучины на больномъ протяженіи и большія трещины, въ то время, какъ трещины, вызванныя только накипью, коротки. Поврежденія наступаютъ особенно при высокомъ напряженіи; при менѣе значительномъ напряженіи питали котель безъ вредныхъ послѣдствій водой съ малымъ содержаніемъ маселъ, но эта же вода при форсированной работѣ передъ тѣмъ причинила разрывъ трубъ. Однако, менѣе значительная нагрузка котла не исключаетъ, разумѣется, опасности маслосодержащихъ отложеній.

Обмазки, содержащія деготь, асфальтъ и масло, въ томъ именно случаѣ, когда онѣ лежатъ толстымъ слоемъ и покрыты иломъ, легко ведутъ, вслѣдствіе ихъ изолирующаго дѣйствія, къ перегрѣву котельныхъ листовъ. Поэтому нѣкоторыя правила для кочегаровъ по уходу за паровыми котлами запрещаютъ обмазывать въ водяномъ пространствѣ внутреннія стѣнки котловъ по близости огня. Нѣкоторыя лица какъ-будто наблюдали, что содержанія деготь, асфальтъ и масло обмазки, примѣненныя согласно предписаніямъ и сухія, не причиняютъ никакого вреда, но съ другой стороны имѣются наблюденія противоположнаго характера. На одной усановкѣ въ районѣ Баварскаго ревизіоннаго общества послѣ обмазки ланкаширскаго котла древеснымъ дегтемъ произошли выпучины переднихъ звеньевъ обѣихъ трубъ.

Извѣстно, что вода, содержащая сахаръ, легко ведетъ къ поврежденіямъ котловъ; но что тѣла, содержащія дубильныя вещества, могутъ также причинить поврежденія топочныхъ листовъ, относительно этого выше приведены два примѣра.

Кромѣ поврежденія котловъ путемъ перегрѣва происходитъ еще порча ихъ отъ протравленій.

Съ различныхъ сторонъ получаютъ одинаковыя сообщенія, что содержащая сахаръ вода причиняетъ протравленія котельныхъ листовъ именно въ самыхъ горячихъ мѣстахъ; также прибавленіе катеху къ питательной водѣ вызываетъ нерѣдко протравленія желѣза подъ слоемъ накипи. Такого рода разѣдающія дѣйствія въ большшствѣ случаевъ происходятъ вслѣдствіе разложенія органическихъ веществъ въ самыхъ горячихъ мѣстахъ. Когда введенныя въ котель постороннія тѣла содержатъ кислыя составныя части, какъ, на примѣръ, древесный деготь, то легче образуются протравленія; такое дѣйствіе, именно, древеснаго дегтя намъ самимъ пришлось наблюдать. Торфяныя воды, богатыя содержаніемъ гуминовыхъ кислотъ, легко дѣйствуютъ протравляющимъ образомъ, если питаемые ими котлы останавливаются на продолжительное время.

Также питательныя воды, загрязненныя хозяйственными

водами, обусловили разъѣданіе котельнаго металла; при примѣненіи другой воды процессъ разъѣданій прекращался.

Вообще, при примѣненіи рассматриваемыхъ органическихъ веществъ, вредъ, обусловленный протравленіями, значительно уступаетъ вреду отъ перегрѣва котельныхъ стѣнокъ. Обмазочныя средства, содержащія деготь, масло и асфальтъ, защищаютъ металлъ отъ ржавленія въ томъ случаѣ, если они плотно и прочно пристали къ нему; такъ какъ это въ большинствѣ случаевъ не достигается, и во всякомъ случаѣ въ обмазкѣ образуются трещины и другія поврежденія ея слоя, то разъѣдающія составныя части воды все же мѣстами достигаютъ металлическихъ стѣнокъ. Мы сдѣлали то наблюдение, что подъ обмазкой процессъ ржавленія продолжался и отскакивавшая ржавчина была еще съ одной стороны покрыта обмазкой.

**Вопр. 6б. б). Какъ дѣйствуютъ различныя вещества или загрязненное ими содержимое котла на котельные листы въ водяномъ пространствѣ, нагрѣваемые только горячими газами и, слѣдовательно, лежащія не вблизи топки?**

Перегрѣвъ и образованіе выпучинъ наблюдались по временамъ и тутъ, но только изрѣдка и въ сравнительно очень незначительной мѣрѣ. Въ особенности, при сжиганіи бураго угля, еще обнаруживаются при наличности отложеній, содержащихъ масло, выпучины въ послѣднемъ ходѣ, вслѣдствіе продолженія горѣнія, не закончившагося въ топочномъ пространствѣ; подобнаго рода явленія относятся къ исключительнымъ. Такъ же обстоитъ дѣло съ протравленіями; они совсѣмъ не возникаютъ съ уменьшеніемъ температуры отходящихъ газовъ или же появляются, но въ значительно меньшей мѣрѣ, чѣмъ на сильно нагрѣтыхъ котельныхъ листахъ.

**Вопр. 6в. в). Какъ дѣйствуютъ различныя вещества или загрязненное ими содержимое котла въ обогрѣваемомъ и необогрѣваемомъ паровомъ пространствѣ?**

Относительно протравленій въ паровомъ пространствѣ имѣется мало матеріала; въ этомъ направленіи произведены

были только наблюденія надъ протравляющимъ дѣйствиємъ амміака и свободной кислоты; результаты этихъ наблюденій сводятся къ тому, что протравленія въ обогрѣваемомъ паровомъ пространствѣ сильнѣе, чѣмъ въ необогрѣваемомъ.

**Какъ дѣйствуютъ вышеназванныя вещества на арматуру? Разъѣдается ли она или засоряется?** Вопр. 7.

Почти во всѣхъ присланныхъ сообщеніяхъ указывается, что при прибавленіи органическихъ веществъ къ содержимому котла происходятъ засоренія водоуказательныхъ и продувательныхъ крановъ. Такого рода явленія легко объяснимы, такъ какъ при загрязненіи содержимаго котла органическими веществами, прибавляемыми для предупрежденія образованія накипи всѣ накипеобразователи осаждаются въ котлѣ въ видѣ рыхлаго осадка и потому количество ихъ нарастаетъ при недостаточныхъ продувкахъ; только въ одномъ случаѣ сообщается о разъѣданіи арматуры, каковое помимо этого вообще не наблюдалось. Масло и средства, содержащія деготь, загрязняютъ арматуру.

Остается еще рассмотретьъ вопросъ объ амміакѣ, его соляхъ, а также о свободныхъ кислотахъ.

Свободныя кислоты, содержащіяся только въ шахтныхъ водахъ, могутъ попасть въ котель только случайно, по неосторожности, причемъ онѣ разрушаютъ его болѣе или менѣе быстро по всей поверхности и особенно быстро въ наиболѣе сильно нагрѣтой части. Для ихъ обезвреживанія достаточна обработка воды содой или известью и содой.

О разъѣданіяхъ, вызванныхъ дѣйствиємъ амміака, сообщается съ двухъ сторонъ, но такъ какъ амміакъ содержится обыкновенно въ питательныхъ водахъ въ видѣ слѣдовъ и концентрація его въ водѣ лишь слабо нарастаетъ, то разъѣданія, причиною которыхъ является амміакъ, очень рѣдки и происходятъ только въ такихъ производствахъ, гдѣ амміакъ получается, какъ главный или побочный продуктъ и гдѣ онъ можетъ загрязнять воду.

### З а к л ю ч е н і е.

Подводя итогъ сказанному о примѣненіи разсмотрѣнныхъ выше органическихъ веществъ для предупрежденія образованія накипи, приходимъ къ слѣдующему заключенію:

1) Они препятствуютъ болѣе или менѣе накипеобразованію, но надежнымъ средствомъ, предупреждающимъ образованіе накипи, они не являются, за исключеніемъ, быть-можетъ, случаевъ, наблюдавшихся Швейцарскимъ обществомъ, когда примѣнялся отваръ изъ льняного сѣмени (способъ Брюна), но и тутъ умѣстно ждать дальнѣйшихъ результатовъ и не торопиться съ заключеніемъ.

2) Только въ рѣдкихъ случаяхъ они содѣйствуютъ растворенію старой накипи, вообще же, они дѣлають ее рыхлой и мягкой, такъ что она либо сама частью отскакиваетъ, либо поддается болѣе легкому удаленію.

3) Они могутъ вызвать обугливаніе накипи и пригораніе рыхлыхъ осадковъ.

4) Они могутъ, въ зависимости отъ своихъ свойствъ, сообщить пару болѣе или менѣе продолжительное время запахъ и вкусъ и вызвать увлеченіе паромъ содержамаго котла.

5) Установлено, что примѣненіе ихъ при извѣстныхъ условіяхъ можетъ вести къ перегрѣву и поврежденію котельныхъ и въ особенности топочныхъ листовъ.

6) Они могутъ вести къ засоренію водоуказательныхъ и продувательныхъ крановъ.

7) Наблюдавшіеся недостатки и поврежденія котловъ увеличиваются и становятся угрожающими, вообще, при высокомъ рабочемъ давленіи и особенно при высокомъ напряженіи поверхности нагрѣва; ни одна система котловъ не представляетъ въ этомъ отношеніи исключенія.

Предсѣдатель: М. Г.! Ставлю теперь оба доклада на обсужденіе и прошу желающихъ участвовать въ преніяхъ объ этомъ заявить.

Г. Эггерсъ—М.—Гладбахъ: На основаніи своего опыта главными врагами я считаю: перегрѣвъ котельныхъ листовъ

во время работы, масло, сахаръ и магнезію. Мнѣ не совсѣмъ ясно дѣйствіе масла и я просилъ бы проф. Блахера отвѣтить на вопросъ, можетъ ли оно также имѣть чисто мѣстное вліяніе. Сахарный сокъ, какъ извѣстно, очень вреденъ, если онъ попадаетъ въ котель. Магнезія намъ также извѣстна какъ вредная составная часть; она выдѣляется въ котлѣ въ видѣ порошка и причиняетъ перегрѣвъ. Чтобы установить присутствіе магнезіи, порошокъ всыпаютъ въ стаканъ, наполненный водою, и погружаютъ туда палецъ. Если его вынуть и онъ окажется сухимъ, то заключаютъ, что магнезія въ порошокѣ содержится. Для меня однако ново, что также марганецъ дѣйствуетъ вредно. Прошу профессора Блахера отвѣтить также и на этотъ мой вопросъ.

Затѣмъ амміакъ, встрѣчающійся преимущественно въ сахарномъ производствѣ,—если онъ поступаетъ въ котель въ видѣ амміачной воды, то онъ тотчасъ же выдѣляется въ формѣ газа, дѣйствуя тогда, насколько мнѣ изъ личнаго опыта извѣстно, безвредно.

Я прошу проф. Блахера отвѣтить на эти оба вопроса, имѣется ли у него опытный матеріалъ, можно ли марганецъ обнаружить такимъ же образомъ, какъ, на примѣръ, магнезію и, какъ упомянуто, отличается ли масло мѣстнымъ дѣйствіемъ, можетъ ли оно осаждаться частями. Насколько мнѣ извѣстно, оно распространяется по всему котлу и, конечно, больше всего стремится къ мѣстамъ наивысшихъ температуръ, гдѣ происходитъ наибольшая испарительность.

Г-нъ Блахеръ — Рига: М. Г.! Что касается реакціи съ пальцемъ, то она можетъ имѣть большое значеніе. Въ такихъ чисто эмпирическихъ признакахъ, взятыхъ изъ практики, большею частью заключается зерно истины. Но я долженъ признать, что не совсѣмъ легко найти связь между этими важными эмпирическими реакціями и теоріей. На этотъ вопросъ я поэтому отвѣтить не могу. Жалко, что я такъ далеко живу отъ коллегъ, я охотно занялся бы дальнѣйшимъ изслѣдованіемъ этого вопроса.

Что касается марганца, то, ссылаясь на процессъ Вельдоая, я какъ разъ пытался показать, что окисленіе съ помощью марганца можетъ произойти въ дѣйствительности. На заводахъ для полученія хлора пользуются марганцовымъ

осадкомъ, представляющимъ закисную форму, содержащую меньше кислорода, который она однако жадно поглощаетъ. Послѣ того, какъ закись поглотила кислородъ, образовавшаяся перекись снова легко отдаетъ его; марганецъ является такимъ образомъ идеальнымъ катализаторомъ и долженъ тамъ, гдѣ имѣется свободный кислородъ, дѣйствовать каталитически окисляющимъ образомъ.

Я нашелъ въ одномъ образцѣ осадка, вызвавшего сильныя разъяденія на штуцерѣ продувательнаго крана, 0,1% марганца.

Мнѣ поставленъ далѣе вопросъ, можетъ ли масло вызывать мѣстное разъяденіе. Вопросъ объ образованіи мѣстныхъ протравленій вообще одинъ изъ труднѣйшихъ въ теоріи протравленій, ибо, на основаніи электрической теоріи, послѣ того, какъ произошло первое протравленіе, дѣйствительно почти всегда должно наступить извѣстное состояніе покоя. Наступаетъ ли оно вслѣдствіе создавшагося пассивнаго состоянія или вслѣдствіе образованія защитнаго слоя ржавчины, это окончательно не выяснено. Но склонность къ образованію мѣстныхъ протравленій существуетъ въ дѣйствительности, что пытаются объяснить образованіемъ большихъ, такъ называемыхъ «внѣшнихъ мѣстныхъ элементовъ». Я полагаю, что мѣстное разъяденіе не является результатомъ спеціальнаго свойства масла, а есть характерная особенность процесса протравленій, заключающаяся въ мѣстномъ дѣйствіи.

Процессъ образованія протравленій въ формѣ оспвидныхъ рубцовъ также еще не выясненъ. Были сдѣланы огромныя усилія для выясненія этого. Гейнъ и Бауэръ предположили, что между пораженной частью и другой, непораженной, возникаетъ опредѣленная разница напряженій, благоприятная для пораженнаго мѣста. Другіе же думаютъ, что, когда протравленіе желѣза уже произошло, то оно принимаетъ такую форму, которая вызываетъ передачу кислорода. Итакъ совершенно неизвѣстно, какъ объяснить это мѣстное разъяденіе.

Что касается содержаніе амміака, то долженъ сказать, что я раздѣляю мнѣніе г. Эггерса. Мнѣ также не всегда представлялись ясными протравленія, вызванныя амміакомъ, и я



въ своемъ сообщеніи сказалъ, что возможно, что протравленія, приписанныя амміаку, произошли совсѣмъ не отъ него, но вслѣдствіе каталитическихъ окислительныхъ процессовъ, обусловленныхъ органическими веществами и особенно отбросами. Примѣръ, приведенный г. Эггерсомъ изъ сахарной промышленности, совершенно вѣренъ. Это, конечно, извѣстно и, кажется мнѣ, содержится также въ сообщеніи г. Рейшле,—что сточныя воды дѣйствуютъ почти всегда протравляющимъ образомъ, что можно было бы свести къ каталитическому дѣйствию.

Г-нъ Прессель — Хемницъ: М. Г.! Къ чрезвычайно интересному сообщенію проф. Блахера я позволю себѣ сдѣлать нѣсколько дополнительныхъ замѣчаній.

Вообще поступаютъ такимъ образомъ, что подвергаютъ изслѣдованію питательную воду и на основаніи результатовъ его опредѣляютъ, какіе должны примѣняться реактивы, чтобы надлежащимъ образомъ умягчить воду, безъ слишкомъ большого, вредно дѣйствующаго избытка щелочности.

Въ Саксоніи мы нерѣдко наблюдали слѣдующее явленіе: очень мягкія воды, имѣющія максимумъ до 3 или 4 нѣмецкихъ градусовъ жесткости, при изслѣдованіи которыхъ ничего не было обнаружено такого, изъ чего можно было бы заключить, что эти воды не были пригодны для питанія паровыхъ котловъ, всетаки производили очень сильныя протравленія.

Подробными изслѣдованіями, произведенными по нашему порученію или почину профессоромъ Гольдбергомъ въ государственномъ учебномъ заведеніи въ Хемницѣ, было установлено, что въ этой водѣ очень велико содержаніе растворенной кремнекислоты. Мы объясняемъ эти протравленія, возникавшія при упомянутой очень мягкой водѣ, главнымъ образомъ содержаніемъ въ ней кремнезема въ коллоидальномъ состояніи. Именно тогда были обнаружены такія протравленія, когда вода для котловъ бралась изъ прудовъ; оставалось предположить, что прудовая вода постепенно собиралась со скалъ и горъ, гдѣ она могла обогатиться кремнеземомъ, или же—что эти пруды содержатъ растенія (водоросли), выдѣляющія кремнеземъ и обогащающія имъ воду.

Эта кремнекислота въ коллоидальномъ состояніи обнару-

живають тѣ же явленія, какія были уже прежде подчеркнуты, именно—чѣмъ больше давленіе и выше температура, тѣмъ силыгбйшія возникаютъ протравленія.

Насколько я помню, примѣрно полгода тому назадъ кѣмъ-то въ какомъ-то журналѣ было указано на это коллоидальное состояніе кремнекислоты. Прежде всего я позабылъ фамилію автора. Помимо этого мнѣ неизвѣстно, чтобы этого вопроса касались въ литературѣ.

Я считаю, что это явленіе должно быть изслѣдовано. Можетъ быть Техническая Комиссія можетъ и этотъ вопросъ включить въ кругъ ея работъ и изслѣдовать его, такъ какъ на этотъ счетъ имѣется сравнительно мало литературныхъ данныхъ.

Насколько я знаю, профессоръ Гольдбергъ, произведшій въ этомъ направленіи подробныя изслѣдованія и получившій отъ насъ уже богатый матеріалъ, издаетъ въ текущемъ году свой трудъ, который я позволю себѣ тогда представить правленію Союза.

Г. Блахеръ—Рига: Протравленія были въ желѣзѣ или на арматурѣ?

Г. Прессель—Хемницъ: Протравленія были обнаружены на желѣзѣ въ самомъ котлѣ, а не на арматурѣ.

Г. Каммереръ—Мюльгаузенъ: Г. профессоръ Блахеръ сообщилъ намъ, что въ одномъ случаѣ онъ примѣнилъ катарактъ, чтобы удалить изъ питательной воды кислородъ. Я былъ бы ему очень благодаренъ, если бы онъ намъ сообщилъ въ самыхъ общихъ чертахъ, какъ этотъ катарактъ былъ выполненъ. Я до сихъ поръ наблюдаю какъ разъ обратное: если даютъ водѣ вытекать черезъ желобъ или въ видѣ дождя, не кислородъ выдѣляется изъ нея, а свободная углекислота, и напротивъ она поглощаетъ больше кислорода. Итакъ, вода, вытекающая по желобу, какъ, наприкладъ, при примѣненіи люминатора, обнаруживаетъ послѣ аэраціи меньшее содержаніе свободной углекислоты, но всегда большее, чѣмъ вначалѣ, содержаніе кислорода, такъ что именно это поглощеніе кислорода вызываетъ во мнѣ опасеніе протравленій. И я почти себя очень обязаннымъ г. профессору, если онъ укажетъ мнѣ конструкцію, при которой кислородъ будетъ выдѣляться, а не поглощаться.

Во вторыхъ, г. профессоръ сказалъ, что не слѣдуетъ пользоваться для штанія паровыхъ котловъ водой, содержащей значительныя или большія количества хлоридовъ. Этотъ вопросъ чрезвычайно важенъ, особенно для тѣхъ обществъ, въ районѣ которыхъ имѣются заводы, добывающіе хлористый калий, и подобныя производства, и я спрашиваю, можетъ ли г. профессоръ Блахеръ указать, при какомъ содержаніи хлора питательная вода безусловно не годна. Нужно ли такую воду забраковывать при 100 *mg* хлора въ 1 литрѣ или уже при 30, или, напротивъ, только при 200 или 300 *mg*? Взгляды на этотъ счетъ очень сильно расходятся. Конечно, рѣшающую роль играетъ не только содержаніе хлора, но и содержаніе въ водѣ магnezіи. Но мнѣ было бы очень пріятно получить приблизительныя данныя о допустимомъ содержаніи хлора какъ въ питательной, такъ и въ котельной водѣ. Мы, напримѣръ, находили, при контролѣ работы котловъ, 7, 8, 9 и больше граммъ (не *mg*) хлора въ 1 литрѣ воды.

Извѣстно, что въ котлѣ хлористый магній тотчасъ же, а если не тотчасъ, то очень быстро исчезаетъ вслѣдствіе реакціи двойного разложенія, въ результатѣ котораго образуются хлористый кальцій и нерастворимая магnezія. Когда испытываютъ воду котла, питаемаго водой, содержащей хлористый магній, когда испытываютъ такимъ образомъ воду, въ которой обнаружены хлоръ и магnezія, то находятъ, что часто уже спустя немного рабочихъ дней въ котельной водѣ магnezіи больше не содержится. Вся магnezія содержится въ осадкахъ; но не слѣдуетъ однако выводить изъ отсутствія магnezіи въ котельной водѣ, что вода могла дѣйствовать разъѣдающимъ образомъ не при помощи хлористаго магнія. Далѣе извѣстно, что различные изслѣдователи утверждали, будто хлористый магній не вредитъ котлу, пока въ водѣ содержатся карбонаты. Остъ хотѣлъ въ 1903 году, помнится мнѣ, испытаніями надъ маленькимъ котломъ доказать, что уже достаточно  $\frac{1}{4}$  эквивалентнаго количества карбонатовъ, чтобы сдѣлать совсѣмъ невозможными разъѣданія при помощи хлористаго магнія.

Но г. Vinçotte, отецъ нашего теперешняго коллеги, указалъ еще въ 1900 году на международномъ конгрессѣ об-

щество для надзора за паровыми котлами въ Парижѣ на то, что теорія Оста въ принципѣ можетъ быть и вѣрна; но что нельзя забывать, что содержимое котла совсѣмъ не однородно и что въ одномъ мѣстѣ котла можно имѣть кучи карбонатнаго осадка, въ то время, какъ въ другихъ мѣстахъ его совсѣмъ можетъ не оказаться и что протравленія превосходно образуются тамъ, гдѣ совершенно нѣтъ карбонатовъ. Въ нашемъ обществѣ мы нашли полное подтвержденіе этого. Каждый разъ, когда мы изслѣдуемъ хлоридныя протравленія, я отдаю изслѣдовать котельную накипь, находящуюся непосредственно въ протравленіяхъ, и результатъ анализа всегда указываетъ или полное отсутствіе карбонатовъ или только слѣды ихъ, хотя въ котлѣ помимо этого можетъ находиться очень много карбонатнаго осадка. Итакъ, въ этомъ отношеніи нужно быть очень осторожнымъ, примѣняя такія теоріи, какъ теорія Оста. Во всякомъ случаѣ, я придерживаюсь того же мнѣнія, что пока карбонаты имѣются на мѣстѣ, хлористый магній вредить не можетъ. Но этотъ карбонатъ будетъ переведенъ двойнымъ разложеніемъ въ хлористый кальцій и свободную углекислоту, которая улетучивается, и когда она удалится, тогда начинается протравленіе.

На кремнеземъ указалъ уже г. Прессель. Къ этому я хотѣлъ еще дополнительно сообщить, что мы нашли въ водахъ, содержащихъ кремнеземъ—таковы у насъ въ Вогезахъ горныя воды, которыя отличаются очень малой жесткостью (около 2—3 нѣм. градусовъ),—что онѣ спустя продолжительное время даютъ очень тонкую, твердую накипь, очень трудно механически удаляемую. Мы должны были въ извѣстныхъ случаяхъ для удаленія котельнаго камня прибѣгнуть къ органическимъ веществамъ, чтобы воспрепятствовать кристаллизаціи накипеобразователей.

Интересный случай имѣли мы два года тому назадъ въ одномъ котлѣ. При водѣ, которая естественно содержала кремнеземъ, но вслѣдствіе сухого лѣта значительно большія количества, чѣмъ обыкновенно, котловладѣлецъ обнаружилъ, что нижніе барабаны (это былъ бульерный котель) были цѣликомъ наполнены студенистымъ кремнеземомъ, котораго было вывезено изъ котла много вагонетокъ.

Безъ всякаго сомнѣнія, при такихъ условіяхъ подѣ кремнеземомъ естественно должны образоваться протравленія. Но какимъ образомъ протравленія могутъ произойти прямымъ дѣйствіемъ кремнезема, это для меня не ясно. Я не ставлю подѣ сомнѣніе факта, но я не могу до сихъ поръ объяснить себѣ образованіе протравленія при помощи кремнезема.

Что касается дубильныхъ веществъ, то я уже указалъ, что дѣло идетъ не только о загрязненіи органическими веществами, какъ утверждаютъ многіе, но въ иныхъ случаяхъ о прямомъ воспрепятствованіи кристаллизаціи, что можетъ наблюдаться съ помощью микроскопа. При обыкновенномъ котельномъ илѣ или котельной накипи различаютъ отчетливо маленькіе рамбоэдры карбоната и острия иглы сульфата, переплетенные между собой и образующіе эту крѣпко пристающую къ стѣнкамъ накипь. Если же прибавить органическія вещества, то образующійся при этомъ рыхлый осадокъ часто не содержитъ никакихъ кристалловъ, по меньшей мѣрѣ нельзя ихъ разглядѣть черезъ обыкновенный микроскопъ. Повидимому, тогда образуется аморфный или (по другой терминологіи) коллоидальный осадокъ.

Мѣстныя разрушенія, разѣданія или вредъ отъ масла, о чемъ спрашивалъ г. Эггерсъ, кажутся мнѣ основанными на томъ, что масло дѣйствуетъ вредно только въ горячихъ мѣстахъ, и что, на примѣръ, перегрѣвъ вслѣдствіе содержащихъ масло осадковъ можетъ, разумѣется, возникнуть только мѣстами надъ топкой или надъ порогомъ, такъ какъ другія части котла недостаточно для этого горячи.

Теперь я хотѣлъ бы коснуться послѣдняго пункта доклада проф. Блахера, именно его предложенія и расширенія послѣдняго, предложеннаго г. Пресселемъ. Проф. Блахеръ высказалъ, что недостаетъ промежуточнаго члена между теоріей и практикой и что ему было бы очень желательно, чтобы былъ основанъ институтъ, который связалъ бы оба рода изслѣдованій. Господа, роль нашего Союза, конечно, не такова, чтобы создавать такой институтъ, но я думаю, что мы, какъ Союзъ, могли бы, прежде всего черезъ нашу техническую комиссію, многое сдѣлать для выясненія вопроса о разѣданіяхъ.

Если хотятъ изучить вопросъ о разѣданіяхъ по ли-

тературнымъ даннымъ, то особенно бросается въ глаза недостатокъ точности, отсутствіе полноты въ анализахъ, недостатокъ въ данныхъ относительно различныхъ условій работы, такъ что большею частью совсѣмъ не возможно правильное сужденіе о причинахъ вреда. Насколько мнѣ извѣстно, коллега Кёлеръ (Köhler) внесъ предложеніе, чтобы по вопросу о причинахъ развѣданій былъ въ будущемъ году на ближайшемъ конгрессѣ прочитанъ докладъ. Я хотѣлъ бы это предложеніе измѣнить, такимъ образомъ: Союзъ предлагаетъ Технической Комиссіи образовать подкомиссію, въ родѣ Комиссіи старыхъ котельныхъ листовъ, каковая подкомиссія, кооптировавъ спеціалиста, напр., г. проф. Блахера, займется изученіемъ этого вопроса о протравленіяхъ, который по меньшей мѣрѣ такъ же важенъ, какъ вопросъ о трещинахъ, потому что протравленія гораздо чаще случаются, чѣмъ трещины. Для изученія вопроса я предложилъ бы приблизительно слѣдующую программу: эта подкомиссія могла бы прежде всего выработать правильно составленный, полный вопросный листъ (въ нашемъ обществѣ, напримѣръ, мы имѣемъ такой вопросный листъ для внутренняго употребленія, инженеры наши заполняютъ его, когда находятъ протравленія). Къ этому вопросному листу слѣдовало бы присоединить наставленіе относительно анализовъ, которые требуется произвести, и относительно того, какъ эти анализы выражать и что требуется опредѣлять. Эти вопросные листы были бы отданы въ ваше распоряженіе въ такомъ количествѣ экземпляровъ, какое вамъ желательно, на подобіе вопросныхъ листовъ, касающихся старыхъ котельныхъ листовъ; и каждый разъ, когда какое-либо союзное общество наталкивается на интересное или невыясненное протравленіе, то оно по возможности выполняетъ этотъ вопросный листъ и весь матеріалъ отсылаетъ въ Техническую Комиссію, которая все собираетъ, обрабатываетъ на общей основѣ и будетъ затѣмъ, можетъ быть, ежегодно или черезъ каждые два года выпускать въ обработанномъ видѣ отчеты о сообщенныхъ ей случаяхъ.

Я вѣрю, что такимъ путемъ постепенно придемъ мы къ уясненію дѣйствія различныхъ веществъ и достигнемъ сближенія между теоріей и практикой (одобреніе).

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ (къ порядку дня): Какъ ни превосходны были разсужденія коллеги Каммерера, но все же они имѣли тотъ недостатокъ—нѣтъ вѣдь на нашей землѣ ничего совершеннаго—что они, я не хочу сказать—были слишкомъ длинными, но отняли у насъ слишкомъ много времени (смѣхъ). Если вы взглянете на нашъ порядокъ дня, то вамъ станетъ ясно, почему я считаю своимъ долгомъ просить васъ—хотя мнѣ, дѣйствительно, очень трудно это сдѣлать, принимая, какъ разъ во вниманіе превосходную рѣчь г. Каммерера—снова сократить рѣчи ораторовъ. Я предложилъ бы подобно тому, какъ это было въ прошломъ году, когда мы тоже должны были ограничивать наши дѣловыя засѣданія утренними часами—постановить, чтобы съ этого момента во время преній ни одна рѣчь не продолжалось больше 5 минутъ (Одобреніе), иначе мы вообще не въ состояніи будемъ кончить (Совершенно вѣрно).

Предсѣдатель: Принимаете ли вы предложеніе ограниченія рѣчей ораторовъ 5 минутами? (Предложеніе принимается).

Въ такомъ случаѣ я прошу господь ораторовъ говорить не дольше 5 минутъ.

Г-нъ Чернекъ—Франкфуртъ-на-Одерѣ: Увеличивается число случаевъ, гдѣ причиной развѣданій приходится считать воздухъ, и химикъ во многихъ случаяхъ не въ состояніи назвать другую причину. Даже при водѣ, получающейся при ректификаціи спирта, т.-е. при дистиллированной водѣ, которая могла поглотить при особенныхъ условіяхъ немного воздуха, нашли мы протравленія. Я хотѣлъ поэтому вкратцѣ спросить, не извѣстны ли въ кругу коллегъ аппараты, которые, будучи включены въ нагнетательную линію питательнаго трубопровода, могли бы надежно отвести по меньшей мѣрѣ хотя бы часть воздуха, механически примѣшанцаго. Я слышалъ неоднократно объ одномъ аппаратѣ, который, кажется мнѣ, выпускаютъ Сѣверо-германскіе арматурные заводы; но я не видѣлъ этого аппарата и не знаю о его дѣйствіи. Можетъ ли кто-либо сообщить что-нибудь объ этомъ?

Г-нъ Дунсингъ—Ганноверъ: Я хотѣлъ бы сначала

сдѣлать краткое замѣчаніе по поводу предложенія г. Рейшле. Очень часто обсужденіе доклада такъ же интересно, какъ самый докладъ. Я предложилъ бы, не найдетъ ли собраніе возможнымъ сократить немного дальнѣйшую часть программы съ тѣмъ, чтобы можно было лучше обсудить послѣдніе доклады. Приходится пожалѣть, что мы должны такъ урѣзывать дебаты.

По поводу доклада проф. Блахера я вкратцѣ замѣчу слѣдующее. Г. Блахеръ многократно упоминалъ о фатальныхъ протравленіяхъ, обнаруженныхъ по близости штуцера продувательнаго крана. Онъ сказалъ, что причиной ихъ является главнымъ образомъ марганецъ. Онъ говорилъ также, если я правильно его понялъ, объ износѣ заклепочныхъ головокъ вблизи продувннго штуцера. Онъ не упомянулъ, что вѣдь продувннй штуцеръ въ большинствѣ случаевъ закрытъ обмуровкой. Я объяснялъ эти протравленія на горловинѣ спускннго крана по существу тѣмъ, что эта часть котла не омывается газами, что такимъ образомъ на ней легко осаждаются воздухъ, эта главная причина ржавленій. Но можно было противъ этого возразить: въ жаротрубномъ котлѣ имѣются еще и другія части, закрытыя обмуровкой, такъ что ихъ не могутъ касаться топочные газы, напримѣръ, находящіяся надъ перегородкой, отдѣляющей газходы; и въ самомъ дѣлѣ, въ части котла надъ этой перегородкой находятъ не такъ много осповидныхъ протравленій, какъ вблизи штуцера продувательнаго крана.

Я позволю себѣ спросить, правиленъ ли мой взглядъ и соотвѣтствуетъ ли онъ сдѣланнмъ наблюденіямъ.

Г-нъ Эггерсъ—М.Гладбахъ: Не предрѣшая разъясненія проф. Блахера, я позволю себѣ отвѣтить на вопросъ, предложенный г. Каммереромъ г-ну Блахеру, относительно хлористаго калція въ питательной водѣ. Какъ извѣстно, у насъ въ Германіи въ прусской Саксоніи и въ герцогствѣ Брауншвейгѣ имѣется много калийныхъ заводовъ и этимъ заводамъ приходится очень часто считаться съ образованіемъ сильныхъ протравленій въ ихъ котлахъ. Многіе химики, занятые специально на сахарныхъ заводахъ, т.-е. химики, кончившіе профессиональную школу, утверждаютъ, что при высокомъ давленіи—они предполагаютъ давленіе въ



9 атмосферъ—образуется свободная соляная кислота, но при меньшемъ давленіи эта кислота не образуется. Итакъ, котлы, работающіе при высокомъ давленіи, разъѣдаются, по ихъ мнѣнію, по преимуществу хлористымъ магніемъ или соляной кислотой. Въ данномъ случаѣ это—соляная кислота, образовавшаяся при разложеніи соли. Упомянутые химики того мнѣнія, что при болѣе низкомъ давленіи протравленія не образуются.

Мои наблюденія согласуются съ ихъ взглядами.

Г - нъ Рейшле—Мюнхенъ: М. Г.! Предложеніе г. Каммерера я привѣтствую съ радостью. Если бѣ не онъ внесъ это предложеніе или, собственно, не возбудилъ и не подписалъ его—потому что, собственно говоря, это было предложеніе проф. Блахера—то я позволилъ бы себѣ это сдѣлать. Это не только наипростѣйшій, но и единственный путь, который можетъ привести насъ къ цѣли, хотя мы не должны скрывать отъ себя, что онъ будетъ связанъ съ огромными трудностями.

Не впервые этотъ вопросъ обсуждается въ Союзѣ. Коллега Каммереръ уже сослался на г. Кёлера (Köhler), и прежде существовала комиссія, въ которой участвовали также г.г. Перелли и Дежюзёръ (Désjuzeur), которая должна была заняться и изученіемъ вопроса о протравленіяхъ. Теперь мы во всякомъ случаѣ можемъ сдѣлать еще одну попытку, и я хотѣлъ бы надѣяться, что, если г. проф. Блахеръ предполагаетъ оказать намъ цѣнное содѣйствіе, то мы, быть можетъ, со временемъ—нельзя рассчитывать, что дѣло быстро пойдетъ впередъ—все же дождемся удовлетворительныхъ результатовъ.

Я хотѣлъ бы при этомъ замѣтить, что уже много лѣтъ Баварское ревизіонное общество производитъ особыя изслѣдованія наиболѣе замѣчательныхъ случаевъ протравленій въ его котлахъ. Объ этомъ собрано уже много матеріала, для обработки котораго никогда нѣтъ свободного времени. Этотъ матеріалъ я охотно передалъ бы въ распоряженіе комиссіи. Специальные вопросные листы выполнены нашими служащими, произведены химическія изслѣдованія и т. д. Мнѣ кажется, что въ нихъ отвѣчено и на всѣ необходимые вопросы.

Я полагаю, что для упрощенія дѣла намъ остается только постановить, что эта задача передается Технической Комиссии. Какъ она организуетъ работу, охотно предоставимъ на ея усмотрѣнiе. Если ей нужно для этого содѣйствiе нашего Комитета, то овъ охотно отдастъ себя въ ея распоряженiе. Но мы совсѣмъ не хотимъ отягощать ее особеннымъ предложенiемъ (Правильно!), оно ясно вытекаетъ изъ дебатовъ.

Я просто прошу г. предсѣдателя поставить на голосованiе предложенiе: просить Техническую Комиссию подвергнуть основательному изученiю вопросъ о протравленiяхъ въ паровыхъ котлахъ. Я полагаю, что такъ мы скорѣе сможемъ двинуться впередъ, такъ какъ дольше мы не можемъ на этомъ останавливаться.

Г-нъ Новицкiй—Рига: Въ связи съ вопросомъ, возбужденнымъ г. Чернекомъ, существуютъ ли приспособленiя, при помощи которыхъ можно удалять изъ воды воздухъ, я вкратцѣ сообщу о примитивномъ устройствѣ, примененномъ по моему почину.

Рѣчь идетъ о питательной водѣ, содержащей около 40% конденсата, въ установкѣ съ очень длинными питательными трубопроводами, которые должны были смѣняться каждые 3—4 мѣсяца, потому что они совершенно раздѣлись, въ особенности по близости соединительныхъ фланцевъ.

Конденсатъ собирается въ замкнутомъ резервуарѣ, въ который накачивается недостающая свѣжая вода. Подающая труба смѣнялась также часто. Мы положили въ сборникъ конденсата много стараго желѣза и съ этого времени, т.-е. уже въ продолженiе 6—7 мѣсяцевъ, не приходится смѣнять питательный трубопроводъ. Насколько это продлится, мы еще не знаемъ.

Г-нъ Краусъ—Вѣна: Я отвѣчу на слова г. Дунсинга. У насъ продувательные штуцера на основанiи правилъ не обмуровываются. Они находятся въ особыхъ нишахъ. Въ отдѣльныхъ котлахъ бываетъ, впрочемъ, что эти штуцера сдѣять въ обмуровкѣ, но протравленiя на нихъ встрѣчаются какъ при одномъ, такъ и при другомъ выполненiи. Долженъ сказать, что до сегоднѣшняго дня я не слышалъ правоподобнаго объясненiя образованiя этихъ протравле-

ній. Догадку, что въ образованіи протравленія участвуетъ осадокъ, я нахожу подтвержденной объясненіями г. проф. Блахера.

Что касается протравленій въ нижней части котловъ, то находятъ ихъ преимущественно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ котлы покоятся на чугунныхъ подставкахъ, если даже и имѣется продольная перегородка. Ибо на самую перегородку котлы кладутся только въ самыхъ рѣдкихъ случаяхъ. Наиболѣе правдоподобное объясненіе образованія этихъ протравленій, по моему, слѣдующее: при растопкѣ котла сперва нагрѣваются подставки и выдѣленіе воздуха происходитъ какъ разъ въ тѣхъ мѣстахъ, въ которыхъ котель лежитъ на подставкахъ. Поэтому очень часто можно найти въ котлѣ даже весь четырехугольникъ, образующій площадь наложенія, отмѣченнымъ протравленіями. Это въ большинствѣ случаевъ ясно видно.

Предсѣдатель: Никто больше не просить слова?

Тогда я хотѣлъ бы еще сказать пару словъ. Я охотно пустился бы въ подробныя разсужденія, но, вслѣдствіе запрещенія говорить долѣе 5 минутъ, я отложу ихъ до другого раза.

Я хотѣлъ поэтому сдѣлать только одно замѣчаніе по существу относительно примѣненія льняного сѣмени, о чемъ прежде была рѣчь. Это способъ, къ которому въ Россіи отнеслись съ чрезвычайно большимъ вниманіемъ. Существуетъ цѣлый рядъ привилегированныхъ способовъ, относящихся частью къ принципу,—именно слѣдуетъ ли нагрѣвать отваръ льняного сѣмени до температуры кипѣнія или нѣтъ, въ послѣднемъ случаѣ должны быть экстрагированы только извѣстныя вещества;—частью къ конструкціи варочнаго аппарата. Въ С.-Петербургскомъ технологическомъ институтѣ мы съ успѣхомъ пользовались аппаратомъ патентъ Брюнъ, примѣняя первый способъ. Невская вода, какъ извѣстно, совершенно чиста, она не содержитъ почти никакихъ минеральныхъ составныхъ частей, но много органическихъ веществъ. Тѣмъ не менѣе и при этой водѣ съ теченіемъ времени въ котлахъ осаждается всякаго рода вакиль, которая за годъ работы котла достигаетъ, можетъ быть, толщины въ 1 или 1½ мм. Съ тѣхъ поръ, какъ мы

стали примѣнять аппаратъ Брюна, мы нашли, что котельная накипь просто отскакиваетъ, также и въ такихъ мѣстахъ, которыя абсолютно недоступны, напримѣръ, отъ распорныхъ болтовъ водяныхъ камеръ водотрубныхъ котловъ.

Что касается стоимости, то при двухъ котлахъ по 40 *m*<sup>2</sup> пов. нагрѣва каждый мы расходуемъ 2—2½ фунта льняного сѣмени за 15 рабочихъ часовъ. У насъ пудъ, или 16,4 *kg* льняного сѣмени, стоитъ 2 рубля. Въ первое время приходится брать значительно больше, чѣмъ выше указано, сѣмени, чтобы прежде всего совершенно очистить котель. Послѣ того, какъ чистка котла произведена, требуется сравнительно меньшее количество. Мнѣ пришла въ голову мысль, что, можетъ быть, при варкѣ льняного сѣмени образуются органическія кислоты, которыя будутъ разѣдать котельное желѣзо. Вслѣдствіе этого мы произвели въ химической лабораторіи технологическаго института рядъ опытовъ, при чемъ мы по недѣлямъ кипятили воду съ кусками желѣза въ отварѣ льняного сѣмени подъ давленіемъ, если я не ошибаюсь, 5 или 6 атмосферъ. При этомъ совсѣмъ не образовалось ржавчины, т.-е. не было доказано, что куски желѣза, лежащіе въ отварѣ, какимъ-нибудь образомъ были протравлены. Послѣ того читалъ я однажды въ одномъ техническомъ журналѣ, что гдѣ-то были произведены опыты съ тѣмъ же отваромъ, но при высокомъ давленіи, и что въ дѣйствительности желѣзо потеряло въ вѣсѣ, т.-е. было протравлено. Во всякомъ случаѣ на практикѣ жалобъ на этотъ аппаратъ нѣтъ.

Но на одно очень важное обстоятельство хотѣлъ бы я обратить ваше вниманіе. При примѣненіи льняного сѣмени отскакиваетъ, какъ сказано, котельная накипь и падаетъ въ нижнюю часть котла. Если эта часть находится подъ огнемъ, какъ, напримѣръ, въ случаѣ котла съ дымогарными трубами (системы Паукшъ), то дѣло можетъ принять опасный оборотъ. Въ одномъ котлѣ у насъ и произошелъ такой случай. Въ нижней части его накопились огдѣлившіяся скорлупки накипи и въ результатѣ появилась выпучина. Итакъ, если желательно примѣнить отваръ изъ льняного сѣмени для трубчатого котла или для котла съ нижней топкой, то естественно необходимо прибѣгнуть къ вкладышамъ въ ко-

тель. Объ этомъ нужно помнить, когда желаютъ пользоваться вышеупомянутымъ способомъ.

Г-нъ Блахеръ—Рига: Въ сдѣланныхъ мнѣ возраженіяхъ собралось такъ много вопросовъ, что я собственно принужденъ былъ бы прочитать второй докладъ, если бы желалъ на всѣ эти вопросы отвѣтить. (С м ѣ х ъ).

Прежде всего я долженъ возразить на упрекъ г. Каммерера, будто я построилъ плохой катарактъ. Я его совсѣмъ не строилъ, но дѣло было такъ: катарактъ имѣлся готовымъ, но я долженъ искренно признаться—я не имѣю больше ни малѣйшаго представленія о томъ, какъ онъ выглядѣлъ, тому прошло уже 11 лѣтъ—и я знаю только, что протравленія образовались.

Я хотѣлъ, однако, этимъ примѣромъ сказать слѣдующее: когда катарактъ имѣется, то нужно принять, что кислородъ воздуха и кислородъ въ водѣ пришли въ состояніе равновѣсія. Если же, несмотря на это, позже изъ насоса притекаютъ большія количества воздуха, то это безусловно воздухъ, попавшій извнѣ, потому что растворенный воздухъ не могъ въ такой мѣрѣ получаться изъ насоса.

Что касается кремнезема, то вопросъ, я полагаю, вполне ясенъ. Коллоидальная форма ео ipso можетъ усилить вредъ, вызванный иломъ.

Въ вопросѣ относительно магnezіи, можетъ быть, и были вслѣдствіе обилія матеріала недосмотры въ моихъ сообщеніяхъ. Возможно, что сообщеніями, сдѣланными г. Каммереромъ и гласящими, что магnezія переходитъ въ осадокъ, какъ разъ подтверждаются наблюденія Гейслера (Heusler), что магnezія какъ катализаторъ можетъ подводить кислородъ и вызвать протравленія.

Прибавленіе льняного сѣмени и дубильныхъ веществъ безъ сомнѣнія имѣетъ научное обоснованіе, эти вещества дѣйствуютъ, какъ выражается химикъ, какъ защитные коллоиды. Каждое химическое вещество выпадаетъ сначала въ аморфной формѣ и постепенно переходитъ въ кристаллическое состояніе. Кто производилъ химическія осажденія, знаетъ, что сперва образуется хлопьевидный осадокъ. Но имѣются опредѣленные вещества, которыя затрудняютъ этотъ переходъ въ кристаллическое состояніе и охраняютъ тѣло

въ коллоидальномъ состояніи. Льняное сѣмя и дубильныя вещества и являются веществами, препятствующими кристаллообразованію. Для образованія твердой котельной накипи это имѣетъ огромное значеніе, потому что какъ разъ твердая накипь образуется выдѣленіемъ кристалловъ гипса, которые спекаютъ ее въ компактную массу.

Насколько, однако, введеніе въ котель такіхъ защитныхъ коллоидовъ полезно или вредно, это другой вопросъ. Трудно сказать, въ какихъ случаяхъ это будетъ полезно. Очень интересно сообщеніе проф. Делпа, что прибавленіе экстракта льняного сѣмени возведено въ систему. Но все же я полагаю, что примѣняющій ее котловладѣлецъ несетъ опредѣленный рискъ. Онъ долженъ будетъ во всякомъ случаѣ заботиться о томъ, чтобы илѣ, приобретающій, при пользованіи льнянымъ сѣменемъ, свойства очень плохой теплопроводности, не причинилъ никакого вреда.

Если мнѣ придется сотрудничать по вопросу о протравленіяхъ, то мое содѣйствіе, можетъ быть, не будетъ такимъ интенсивнымъ, какъ это необходимо. Во всякомъ случаѣ я хочу подчеркнуть, что г. Каммереръ совершенно правъ. Безусловно долженъ быть выработанъ вопросный листъ, потому что очень часто случается, что не узнаютъ какъ разъ того, что является самымъ важнымъ. На вопросъ о штуцерѣ продувательнаго крана уже отвѣтилъ г. Крауссъ.

Что касается вопроса относительно еодержанія хлора, то это, я полагаю, субъективный вопросъ. Наша практика въ испытательной станціи политехникума такова. Когда мы находимъ въ водѣ  $3^0$  хлора, это приблизительно  $30\text{ mg}$  въ 1 литрѣ, то мы считаемъ ее еще пригодной. Если же содержаніе хлора возрастетъ до  $100$  или  $200\text{ mg}$ , то мы предостерегаемъ заинтересованныхъ лицъ и говоримъ: слѣдите за тѣмъ, не образуются ли протравленія; если что случится, то въ котель должны быть вложены цинковые листы. Если содержаніе хлора еще выше, то мы говоримъ: если это возможно, то откажитесь отъ этой воды; если нѣтъ въ вашемъ распоряженіи другой воды, то слѣдуетъ хорошо позаботиться о томъ, чтобы своевременно были вложены цинковые листы. Мнѣ кажется, вопросъ рѣшается для каждаго отдѣльнаго случая.

Прошлымъ лѣтомъ я былъ въ Гамбургѣ. Тамъ я имѣлъ случай наблюдать, что въ одной котельной установкѣ, пившейся водой, вполне опредѣленно содержащей хлористый калий, произошли большія неприятности; въ другой установкѣ эта же вода оказалась совсѣмъ безвредной. Очевидно, это связано съ тѣмъ, что вещества, вызывающія каталитическое усиленіе окисленія, въ одномъ случаѣ содержатся въ ббльшемъ, а въ другомъ—въ меньшемъ количествѣ, а также съ различными условіями работы. Поэтому, я думаю, что несмотря на то, что хлориды вредны, можно разрѣшить въ видѣ опыта пользоваться и водой, содержащей много хлоридовъ, если абсолютно нѣтъ другой воды. Но это все страшно трудные вопросы, которые могутъ быть дальше разработаны только въ комиссіи.

Съ хлористымъ магниемъ дѣло обстоитъ такъ. Гидролитическое расщепленіе хлористаго магнія, заключающееся въ томъ, что соль распадается на основаніе и кислоту, зависитъ отъ различныхъ условій: во-первыхъ отъ гидролизующей силы воды. Она тѣмъ больше, чѣмъ выше температура. Если вы имѣете совсѣмъ разбавленные растворы хлористаго магнія, то начинается уже замѣтная диссоціація—я говорю, замѣтная, потому что диссоціація изображается въ видѣ кривой. Нельзя такимъ образомъ сказать, что она начинается отъ этой температуры, но практически замѣтной она становится при 150° Ц. Это соотвѣтствуетъ приблизительно давленію въ 6 атмосферъ. Если имѣется, однако, избытокъ щелочи, то гидролитическая диссоціація не будетъ имѣть мѣста и образованія соляной кислоты не произойдетъ. И такъ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, въ зависимости отъ щелочности воды и давленія, хлористый магній будетъ болѣе или менѣе дѣйствовать отщепленіемъ соляной кислоты. Такъ какъ, однако, вообще извѣстно, что въ большинствѣ случаевъ имѣется вода щелочная, то я полагаю, что вредное дѣйствіе чаще заключается въ передачѣ кислорода.

Конечно, съ котельными осадками дѣло обстоитъ совсѣмъ иначе. Подъ ними могутъ быть очень высокія температуры. Г. Каммереръ сообщилъ вѣдь также изъ практики, что въ нихъ находится мало карбоната. Тамъ можетъ

увеличиться количество нейтральной соли и подвергнуться гидролизу.

Что касается механическаго дѣйствія осадковъ, то я вспоминаю, что можно совсѣмъ точно прослѣдить путь ихъ по слѣдамъ шлифовки. Если вы, напримѣръ, имѣете проржавленные заклепочныя головки, то вы видите въ каждой головкѣ канавки въ томъ направленіи, въ какомъ движутся осадки. Затѣмъ, понаблюдайте крановыя пробки, когда онѣ разѣдены. Вы видите здѣсь совсѣмъ ясно канавки, по которымъ осадки проложили себѣ путь. Это безусловно не только химическое разѣданіе, но химическое разѣданіе съ одновременной обточкой распадающагося матеріала (одобреніе).

Предсѣдатель: Мы должны еще проголосовать предложеніе, формулированное г-омъ Рейшле, что весь вопросъ о разѣданіи въ полномъ объемѣ передается въ техническую комиссію съ просьбой дать ему то направленіе, которое найдетъ нужнымъ комиссія.

Согласны-ли вы съ такимъ предложеніемъ? (Согласны).  
Итакъ предложеніе принято.

Есть ли еще желающіе говорить? Если нѣтъ, то я объявляю пренія законченными и высказываю благодарность за интересныя сообщенія проф. Киршу, Блахеру, Рейшле и Каммереру.

Мы переходимъ къ слѣдующему докладу № 7.

## **7. Вліяніе свойствъ топлива на устройство и обслуживаніе толки.**

Г-нъ Нисъ—Гамбургъ. Основное свойство топлива характеризуется его теплотворной способностью, отъ которой зависитъ начальная температура, устанавливающаяся въ топочномъ пространствѣ при полномъ горѣніи.

Высокая начальная температура важна тѣмъ, что она улучшаетъ процессъ горѣнія, повышая воспламеняемость топлива; повышеніе температуры въ топочномъ пространствѣ особенно необходимо для низкосортныхъ топливъ съ большимъ содержаніемъ влаги.

Сильно влажныя топлива, которыя должны быть предва-



рительно подсушены, требуютъ для экономическаго сжиганія особенно тщательно выполненныхъ топочныхъ устройствъ. Предварительная подсушка, газовыдѣленіе и собственно горѣніе не могутъ быть обыкновенно пространственно рѣзко другъ отъ друга отграничены; предварительная осушка можетъ итти болѣе или менѣе далеко вглубь топки, не препятствуя при этомъ процессу горѣнія, но только все топливо, попадая въ топку, должно равномерно пройти три стадіи:

предварительную подсушку,  
газовыдѣленіе и  
горѣніе.

Отсюда создается необходимость распредѣлить тепло лучеиспускающихъ поверхностей топочнаго пространства, обусловливающее предварительную подсушку, равномерно по всей площади топлива, поступающаго въ топку.

Неравномерная подсушка топлива нарушаетъ правильный ходъ процесса горѣнія и понижаетъ тепловыдѣленіе. Насколько сильно вліяетъ на общую экономичность подобная подсушка, указываетъ слѣдующій примѣръ.

Вертикальный водотрубный котель, типа Гарбе, въ 500  $m^2$  былъ скомбинированъ съ ступенчатой рѣшеткой для бураго угля; по ширинѣ топка была раздѣлена на три части; такимъ образомъ, имѣлось три топочныхъ пространства, каждое шириной въ 1600  $mm$ . Въ этой установкѣ, несмотря на плотную обмуровку котла, равномерное распредѣленіе угля по рѣшѣткѣ и соответственную величину разрѣженія, не удалось понизить избытокъ воздуха до нужнаго предѣла: содержаніе углекислоты за котломъ не было возможности получить выше 10—11%. Единственной причиной этому служило то обстоятельство, что въ серединѣ широкаго топочнаго пространства въ 1,6  $m$  уголь не высушивался въ должной степени; горѣніе шло по краямъ рѣшѣтки и въ тѣхъ мѣстахъ ея, на которыя падало лучистое тепло боковыхъ стѣнокъ топочнаго пространства, въ то время какъ въ серединѣ по всей длинѣ рѣшѣтки уголь лежалъ чернымъ; черезъ эту часть рѣшѣтки, покрытой инертнымъ слоемъ угля, входилъ, встрѣчая лишь слабое сопротивле-

ніе, излишекъ воздуха, который не участвовалъ въ процессѣ горѣнія. Это подтверждалось еще тѣмъ, что къ серединѣ топокъ подъ шлаковой рѣшеткой получался негорѣвшій уголь.

Хорошихъ результатовъ удалось достигнуть на томъ же топливѣ при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ, но при ширинѣ топочнаго пространства въ 1200 *mm*.

Очевидно, что въ приведенномъ примѣрѣ для получения хорошихъ условій горѣнія нужно было разбить топку по ширинѣ на четыре части, вмѣсто трехъ.

Высокоцѣнные топлива съ небольшой влажностью не требуютъ предварительной подсушки; наоборотъ, для такихъ топливъ необходимо избѣгать приспособленій, ускоряющихъ газовыдѣленіе. Для улучшения процесса горѣнія и для уменьшенія износа топочнаго устройства въ подобныхъ случаяхъ нужно по возможности ускорить теплоотдачу.

Дѣйствіе на топливо лучеиспускающихъ поверхностей въ топочномъ пространствѣ, имѣющее цѣлью повышеніе горючести высокоцѣнныхъ топливъ, ускоряетъ, особенно при періодической, ручной загрузкѣ угля, процессъ выдѣленія летучихъ веществъ топлива; при такомъ энергичномъ газовыдѣленіи трудно подвести нужный для горѣнія воздухъ, а это вызываетъ неполное горѣніе, характеризующееся дымообразованіемъ.

Типичнымъ примѣромъ сказанному можетъ служить слѣдующее:

Для уничтоженія дымообразованія установки, состоявшей изъ горизонтальнаго водотрубнаго котла съ простой рѣшеткой и ручной загрузкой, было предложено увеличить разстояніе рѣшетки отъ первыхъ рядовъ трубъ котла съ 800 *mm* до 1600 *mm*. При этомъ исходили изъ того соображенія, что летучія вещества, выдѣлившіяся изъ топлива, лучше перемѣшаются съ воздухомъ на болѣе длинномъ пути до соприкосновенія съ трубами котла, и получится полное горѣніе. На дѣлѣ же ожиданія не оправдались; сгорания выдѣлившихся летучихъ не получилось и при вдвое увеличенномъ топочномъ пространствѣ, т. к. и на этомъ пути отсутствовало смѣшеніе горючихъ съ кислородомъ воздуха. Напротивъ, увеличеніе топочнаго пространства по-

влекло послѣ каждой загрузки угля весьма энергичное выдѣленіе летучихъ горючихъ, и такимъ образомъ въ эти моменты получалось горѣніе съ большимъ недостаткомъ воздуха; въ результатѣ явленіе дымообразования не уменьшилось, а наоборотъ получилось болѣе рѣзкимъ.

Нужно отмѣтить, что твердые топлива, въ особенности угли, не представляютъ собой химически однороднаго матеріала. Большая часть содержащагося въ нихъ углерода находится въ химически свободной формѣ, близкой къ той, въ какой состоитъ несвязанный кислородъ воздуха, и только меньшая доля его связана химически съ водородомъ и кислородомъ.

Въ то время какъ горѣніе чистаго углерода, какъ кокса, идетъ совершенно равномернo и постепенно, углеводороды сгораютъ особенно быстро и энергично; самое незначительное измѣненіе условій горѣнія отзывается на процессѣ ихъ окисленія и въ этомъ именно заключается ихъ особенность, не поддающаяся контролю. Количество и составъ летучихъ веществъ топлива оказываютъ поэтому наибольшее вліяніе на обслуживаніе и выполненіе топочнаго устройства; неполное сжиганіе этой части угля даетъ о себѣ знатъ появленіемъ дыма. Этому именно обстоятельству и обязано большинство топочныхъ конструкцій и системъ своимъ появленіемъ.

Въ противоположность твердымъ топливамъ составъ жидкихъ топливъ химически вполне однороденъ; составными элементами въ нихъ являются углеродъ и водородъ. Соответственно этому устройство и уходъ за топками на жидкихъ топливахъ значительно упрощается по сравненію съ твердыми; т. к. эти топлива легко воспламеняются, они могутъ быть хорошо перемѣшаны съ нужнымъ для горѣнія воздухомъ; благодаря отсутствію въ нихъ золы отпадаютъ потери топлива отъ провала и всѣ связанныя съ удаленіемъ золы и шлаковъ дополнительныя работы по обслуживанію топки.

Твердые топлива не обладаютъ подобными преимуществами. При горѣніи они никогда не являются однородными; кромѣ того, весьма замѣтными становятся еще вліянія постороннихъ тѣлъ въ углѣ, главнымъ образомъ—золы.

Хотя зола не участвуетъ въ горѣніи, но она ухудшаетъ его, вызывая перегрѣвъ внутри частицъ угля. Она вліяетъ также на условія притока въ топку воздуха для сжиганія въ тѣхъ случаяхъ, когда отсутствуетъ автоматическое удаленіе шлаковъ.

Въ виду исключительнаго значенія твердыхъ топливъ для отопленія котельныхъ установокъ, въ дальнѣйшемъ изложеніи мы будемъ разсмагивать топки только для твердаго топлива и при этомъ перейдемъ ко второй части доклада, касающейся «Наблюденій надъ работой механическихъ топокъ послѣднихъ лѣтъ».

Всякая механическая топка по существу конструкціи имѣетъ цѣлью, главнымъ образомъ, равномернымъ подводомъ топлива устранить цѣлый рядъ факторовъ, ухудшающихъ процессъ горѣнія; часто осуществленіе этой цѣли облегчается примѣненіемъ приспособленій, замедляющихъ выдѣленіе летучихъ веществъ; далѣе, газовыдѣленіе летучихъ веществъ, содержаніе коихъ въ углѣ и родъ колеблется, и ихъ сжиганіе сосредоточиваются въ опредѣленномъ мѣстѣ, что важно для цѣлесообразнаго подвода вторичнаго воздуха; и, наконецъ, механическая топка уменьшаетъ или вполне уничтожаетъ вредное вліяніе на горѣніе находящихся въ угляхъ негорючихъ, путемъ ли автоматическаго удаленія съ рѣшетки шлаковъ или охлажденіемъ рѣшетки, исходя изъ того положенія, что температура колосниковъ имѣетъ рѣшающее вліяніе на процессъ шлакообразованія.

Въ прошломъ году при обсужденіи одного изъ докладовъ г-номъ Киршемъ было высказано положеніе, что хорошо сконструированная топка должна обезпечить не только полное горѣніе при минимальномъ возможномъ избыткѣ воздуха, но также и максимальное теплопоглощеніе поверхностями нагрѣва котла.

Я вполнѣ присоединяюсь къ приведенному положенію, вынеся изъ наблюденій, что на постоянство процесса горѣнія имѣютъ вредное вліяніе не теплопоглощающія, а лучеиспускающія поверхности топочнаго пространства. Общеизвестенъ тотъ фактъ, что высококачественные угли съ большимъ выходомъ летучихъ значительно труднѣе сжигаются безъ неполноты го-

рѣнія въ выносныхъ топкахъ, чѣмъ во внутреннихъ. Существенный недостатокъ выносныхъ топокъ для такого топлива состоитъ въ несоразмѣрно быстромъ газовыдѣленіи, что затрудняетъ регулированіе подвода нужнаго воздуха; далѣе въ такихъ топкахъ шлакообразование идетъ часто неблагопріятно. Шлаки не только сильно пристають къ рѣшеткѣ, заливають зазоры между колосниками, но и прилипають къ внутреннимъ стѣнкамъ топки, чѣмъ сильно затруднено удаленіе ихъ.

Равномѣрность протеканія процесса горѣнія обеспечивается при механическихъ топкахъ равномѣрной подачей топлива въ топочное пространство; постепенностью подвода угля къ зонѣ горѣнія стремятся далѣе уменьшить разлагающее дѣйствіе тепла на топливо. Это стремленіе конструкторовъ ясно выражено въ общеизвѣстныхъ топкахъ съ передней подачей угля типа Дюссельдорфскаго завода и Плуто-Стокера; далѣе, въ топкахъ съ шпжней подачей, а въ особенно совершенной формѣ оно проведено въ цѣпныхъ топкахъ.

Во всѣхъ этихъ топкахъ уголь постепенно и равномѣрно подходитъ къ зонамъ болѣе высокихъ температуръ; газовыдѣленіе протекаетъ также постепенно и сосредоточивается въ опредѣленныхъ мѣстахъ топочнаго пространства. На топкахъ съ передней подачей выдѣленіе большей части летучихъ веществъ происходитъ на передней части рѣшетки; въ топкахъ съ нижней подачей по всей длинѣ рѣшетки, въ мѣстѣ выхода угля изъ желоба.

Газовыдѣленіе угля иногда замедляютъ, уменьшая притокъ воздуха въ тѣхъ частяхъ рѣшетки, на которыя поступаетъ свѣжій уголь. Этотъ способъ примѣняется въ наклонныхъ рѣшеткахъ, особенно въ топкахъ Тенбринка, а также Плуто-Стокера; у послѣднихъ, напр., воздушныя щели въ кояосникахъ въ верхней части дѣлаются узкими, къ низу же колосниковъ идутъ постепенно увеличиваясь. Равномѣрность подачи топлива на простыхъ наклонныхъ рѣшеткахъ обеспечена однако слабѣе, чѣмъ у топокъ съ подвижными колосниками. Правильность процесса горѣнія нарушается, какъ только произойдетъ по той или иной причинѣ задержка въ движеніи топлива книзу рѣшетки; это происходитъ и

отъ обслуживания кочегара, и отъ физическихъ свойствъ самаго топлива: величины кусковъ, различной горючести.

Подобныя нарушенія теченія процесса горѣнія встрѣчаются и при топкахъ съ механическимъ забрасываніемъ топлива. Чѣмъ менѣе равномерно производится забрасывающимъ аппаратомъ загрузка топлива на рѣшетку, тѣмъ чаще необходимо разрыхлять и выравнивать слой, чтобы создать благоприятныя условія для болѣе правильнаго горѣнія. Горѣніе въ такихъ механическихъ топкахъ можетъ идти безъ дымообразования и продуктовъ неполнаго горѣнія только при отсутствіи дополнительнаго ручнаго обслуживания; выравниваніе топки отъ руки уменьшаетъ протокъ воздуха черезъ рѣшетку во время этихъ операций, вызываетъ въ то же время болѣе энергичное газовыдѣленіе и тѣмъ самымъ увеличиваетъ потребность въ необходимомъ для горѣнія воздухѣ. Все вмѣстѣ взятое приводитъ къ тому, что топки съ верхнимъ забросомъ обычно работаютъ съ болѣе большимъ дымомъ по сравненію съ топками съ передней или нижней подачей, или же съ цѣпными топками. Изъ этого не слѣдуетъ, конечно, что эти топки работаютъ хуже другихъ механическихъ во всѣхъ отношеніяхъ; напротивъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ верхній забросъ оказывается наиболѣе подходящимъ. Нужно только рѣшительно отказаться отъ представленія, что топка съ верхнимъ забросомъ, благодаря лишь равномерной подачѣ топлива, является совершеннымъ топочнымъ устройствомъ. Это можно утверждать только при условіи созданія соотвѣтствія между количествомъ воздуха, необходимымъ для горѣнія, и дѣйствительно поступающимъ въ топку послѣ необходимыхъ разравниваній слоя топлива. Последнее выполнимо въ общемъ случаѣ только при введѣ вторичнаго воздуха, количество котораго неравномерно по времени.

Конструкторы подобныхъ топокъ съ механическими забрасывателями до сихъ поръ все еще противъ такихъ улучшеній, т. к. неохотно признаютъ указанные недостатки и опасаются, что аппаратъ потеряетъ простоту и надежность обслуживания при устройствѣ автоматически регулируемаго вторичнаго впуска воздуха. Такія возраженія, конечно, неосновательны, и нѣтъ ника-

кихъ затрудненій передѣлать топки съ верхнимъ забросомъ въ этомъ направленіи; конечно, при условіи, если требованія такихъ улучшеній будутъ болѣе частыми.

Вышесказанное позволяетъ сдѣлать выводъ, что способъ ввода топлива въ топочное пространство зависитъ отъ его состава, главнымъ образомъ, отъ количества летучихъ веществъ или, какъ говорятъ химики, отъ того соотношенія, въ которомъ находятся между собой углеродъ, связанный съ водородомъ и кислородомъ, и углеродъ, находящійся въ свободномъ состояніи. Топки, въ которыхъ уголь постепенно подвергается разлагающему дѣйствию тепла, тѣмъ болѣе цѣлесообразны, чѣмъ топливо богаче содержаніемъ летучихъ веществъ. При этомъ безразлично, предусмотрѣно ли такое введеніе угля самой конструкціей топки или оно происходитъ благодаря цѣлесообразному уходу за топкой.

Второе назначеніе каждой механической топки состоитъ въ возможномъ уничтоженіи вреднаго вліянія шлаковъ на процессъ горѣнія. Достигается это путемъ непрерывнаго и автоматическаго разламыванія и удаленія шлаковъ съ рѣшетки. Ту же цѣль преслѣдуютъ мѣры, вліяющія на образованіе шлаковъ, путемъ измѣненія температуры самой рѣшетки.

Охлажденіе колосниковъ можетъ происходить естественнымъ или искусственнымъ путемъ.

Естественное охлажденіе имѣетъ мѣсто при просасываніи воздуха черезъ рѣшетку; въ этомъ случаѣ степень охлажденія зависитъ отъ величины поверхности охлажденія.

Искусственно охлаждають рѣшетку водой или паромъ. Самый простой способъ охлажденія—это заполненіе водой пространства подъ рѣшеткой; при этомъ уничтожается теплоизлученіе на рѣшетку со стороны провалившихся въ зольникъ частицъ угля и шлака; сверхъ того испаряющаяся вода также вліяетъ на шлакообразованіе.

Охлажденіе протекаетъ полнѣе при вспыскиваніи воды подъ рѣшетку, или же прокачиваніемъ ея черезъ полые колосники.

Самымъ удобнымъ, но и самымъ неэкономичнымъ способомъ является охлажденіе колосниковъ паромъ. Охлажденіемъ паромъ усиленно пользуются какъ при наклонныхъ,

такъ и топкахъ съ подвижными колосниками. Я напому колосники наклонной рѣшетки сист. Мэннера. У цѣпныхъ рѣшетокъ введеніе пара примѣняется извѣстнымъ образомъ для защиты шлакоснимателя.

Подъ вліяніемъ пара шлакъ становится зернистымъ, легко отдѣлимымъ, и его слой предохраняетъ чугуныя части, подверженныя дѣйствию жара.

Хотя паровое охлажденіе безвредно, но оно очень невыгодно, такъ какъ черезъ  $\frac{1}{2}$  дюймовую паропроводную трубку можно совершенно свободно потерять 5—6% отъ всей нагрузки котла.

Новѣйшія стремленія направлены къ тому, чтобы сдѣлать шлакосниматели полыми съ принужденнымъ водянымъ охлажденіемъ; такія конструкціи работаютъ вполне надежно.

Со временемъ будутъ выполнятъ полыми не только шлакосниматели, но и боковыя стѣнки, непосредственно прилегающія къ слою топлива, по очертанію рѣшетки, чѣмъ достигается защита внутренней кирпичной кладки отъ шлаковъ. Образованіе шлаковъ вліяетъ на износъ стѣнокъ топочнаго пространства. Въ цѣпныхъ топкахъ шлаки имѣютъ возможность прилипнуть къ боковымъ поверхностямъ; такое постепенное нарастаніе ихъ по сторонамъ рѣшетки ведетъ къ тому, что уголь сбивается на середину рѣшетки, а поэтому входъ воздуха по ширинѣ рѣшетки становится неравномернымъ.

Для устраненія этого недостатка были сдѣланы различныя приспособленія. Одно изъ самыхъ простыхъ состоитъ въ томъ, что рѣшетку не ограничиваютъ вплотную кладкой, а между крайними колосниками рѣшетки и кирпичной кладкой помѣщаютъ нейтральную полосу рѣшетки, черезъ которую не проходитъ воздухъ.

Для удобнаго удаленія шлаковъ съ цѣпной рѣшетки не послѣднимъ условіемъ представляется легкая доступность для обслуживанія шлакоснимателя. Вообще шлаки сами не переваливаются за сниматель, приходится отъ времени до времени выполнять эту работу въ ручную; при широкихъ рѣшеткахъ такая работа очень утомительна для персонала. Въ большинствѣ же случаевъ между отдѣльными котлами проходы недостаточно широки, чтобы можно было ввести



длинную кочергу въ топку. Часто приходится наблюдать, какъ кочегарь съ затратой большихъ усилій пользуется изогнутою или составною изъ отдѣльныхъ частей кочергою. Такая работа персонала мало вяжется съ идеей механической топки. Въ послѣднее время стараются упростить удаленіе шлаковъ, дѣлая доступъ къ топочному пространству съ задней части котла. Въ цѣломъ рядѣ системъ котловъ, особенно вертикальныхъ водотрубныхъ, такой доступъ легко осуществимъ. Этимъ достигается существенное облегченіе обслуживанія топки. При такомъ расположеніи, въ иныхъ случаяхъ, кромѣ того, уменьшается занимаемая котлами площадь, т. к. при обычномъ обслуживаніи съ боковъ рѣшетки необходимо оставлять промежутки между котлами по крайней мѣрѣ въ 2—3 *m*, иначе трудно рассчитывать на правильную работу топки. Исходя изъ того же соображенія доступности рѣшетки съ двухъ сторонъ выяснилось, что необходимо ставить водотрубные котлы на цѣпныхъ топкахъ каждый отдѣльно, а не по два вмѣстѣ.

Послѣ цѣлаго ряда наблюденій надъ износомъ цѣпныхъ рѣшетокъ было обращено особое вниманіе на выполненіе отдѣльныхъ колосниковъ съ возможно большей поверхностью охлажденія. Въ этомъ направленіи много достойнаго вниманія было сдѣлано фирмой Петри - Дерё и нѣмецкимъ котельнымъ заводомъ Бабкокъ и Вилькоксъ. Короткіе движущіеся колосники рѣшетки, имѣющіе сходство съ отдѣльными звеньями цѣпной рѣшетки, несомнѣнно уступаютъ этимъ конструкціямъ въ случаяхъ сжиганія высокоцѣпныхъ углей.

Сильная борьба разгорѣлась между фирмами, строящими цѣпныя рѣшетки и рѣшетки съ такъ называемыми свободными колосниками (*Wanderrost*). Сторонники цѣпныхъ рѣшетокъ утверждаютъ, что движеніе цѣпи, сопровождаемое слабыми толчками, способствуетъ легкому отдѣленію шлаковъ отъ рѣшетки и тѣмъ самымъ повышаетъ продолжительность ея службы; у рѣшетокъ же со свободными колосниками (*Wanderrost*) отдѣльные колосники лежатъ неподвижно въ колосниковой рамѣ (*Rostträger*), и такимъ образомъ, шлакъ отдѣляется отъ рѣшетки исключительно шлако-снимателемъ; зазоры же между колосниками забиваются про-

валившимся углемъ, что затрудняетъ проходъ воздуха. Эти соображенія отчасти правильны, но съ другой стороны не нужно упускать изъ вида главныя преимущества новаго типа рѣшетокъ (Wanderrost), а именно: большія охлаждающія поверхности несвязанныхъ отдѣльныхъ колосниковъ и ихъ легкую смѣняемость. Кроме того, послѣдніе типы рѣшетокъ даютъ значительно меньшую потерю отъ провала горячаго, по сравненію съ цѣпными; у нихъ же болѣе благоприятный подводъ воздуха.

За послѣднее время сдѣлало успѣхи примѣненіе внутренняго водяного охлаждения неподвижныхъ колосниковъ горизонтальной рѣшетки. Фирма Прометей, въ Ганноверѣ, выпустила типъ полыхъ колосниковъ, заслуживающихъ вниманія въ виду ихъ плотности во время работы, а также исключительно хорошаго охлаждения.

Работа по чисткѣ отъ шлаковъ на нихъ значительно упрощается и облегчается. Можно при этомъ рассчитывать на еще большее сокращеніе персонала въ установкахъ съ механической загрузкой топлива.

На обыкновенныхъ колосникахъ можно ожидать, что кочегарь, имѣющій для обслуживанія большое число топковъ, будетъ облегчать себѣ чистку отъ шлаковъ тѣмъ, что будетъ работать съ большимъ избыткомъ воздуха для полученія столь неэкономичнымъ путемъ лучшаго охлаждения колосниковъ и шлаковъ.

Вліяніе свойствъ топлива на устройство и обслуживаніе топки при ручной загрузкѣ имѣетъ нѣсколько иное значеніе, чѣмъ при механической. Ручная загрузка сама по себѣ обуславливаетъ періодическій вводъ топлива въ топку, а не непрерывный, какъ при механическихъ топкахъ; это влечетъ рядъ специальныхъ приемовъ, которые зависятъ въ свою очередь отъ сорта топлива, главнымъ образомъ, отъ его химическаго состава, иными словами отъ количества летучихъ веществъ. Содержаніе же летучихъ веществъ отзывается на характерѣ подвода нужнаго воздуха. И при ручныхъ топкахъ дѣлались попытки приноровиться къ топливу путемъ выбора того или иного способа загрузки угля на рѣшетку—я вспоминаю при этомъ загрузку рѣшетки по частямъ,—но всѣ эти мѣры имѣютъ второстепенное значеніе.

Чтобы не быть въ слишкомъ большой зависимости отъ кочегара, правильнаго соотношенія между поступленіемъ воздуха и потребнымъ количествомъ его можно достигнуть только при правильномъ подводѣ воздуха.

На простыхъ топкахъ съ ручной загрузкой для полученія полнаго горѣнія съ незначительнымъ избыткомъ воздуха, независимо отъ свойствъ топлива, слѣдуетъ выбрать подводъ воздуха такимъ образомъ, чтобы онъ частью проходилъ черезъ рѣшетку и слой топлива, частью же поверхъ рѣшетки.

На эту тему я дѣлалъ докладъ Съѣзду 8 лѣтъ назадъ. Высказанныя въ то время положенія подтвердились путемъ практическихъ наблюденій, въ нихъ не произошло такимъ образомъ никакихъ измѣненій; и чтобы не терять времени на повтореніе, я предлагаю интересующимся познакомиться по прежнимъ матеріаламъ.

Вкратцѣ это положеніе гласитъ, что для полученія полнаго горѣнія легучихъ и твердыхъ составныхъ частей топлива при ручныхъ или механическихъ топкахъ, требующихъ иногда ручнаго обслуживанія, необходимо впускать нужный воздухъ какъ снизу, такъ и поверхъ рѣшетки. Впускъ вторичнаго воздуха сверхъ слоя топлива позволяетъ легко приноровиться къ сильнымъ колебаніямъ необходимаго для горѣнія количества воздуха, которыя имѣютъ мѣсто при выдѣленіи легучихъ изъ топлива.

Приспособленія къ регулированію впуска вторичнаго воздуха въ настоящее время конструктивно разработаны въ достаточной степени, и стоимость ихъ вполне доступна.

М. Г.! Въ своемъ докладѣ я постарался освѣтить всего нѣсколько пунктовъ изъ большой области, которые могутъ выяснитъ влияніе свойствъ топлива на устройство топокъ и уходъ за ними, а также, какъ я упомянулъ вначалѣ, познакомить съ нѣкоторыми механическими топками.

Быть можетъ, эти далеко неисчерпывающіе выводы дадутъ нѣкоторымъ изъ васъ поводъ дополнитъ ихъ тѣми или иными практическими соображеніями и тѣмъ самымъ вызовутъ всѣми желательный обмѣнъ мнѣній.

Предсѣдатель: Открываю пренія и прошу желающихъ заявить о желаніи высказаться.

Г-нъ Киршъ—Москва: Мнѣ представляется невозможнымъ подробно обсудить здѣсь богатую тему, затронутую докладчикомъ, г-номъ Нисомъ. Но одно изъ положеній, усиленно подчеркнутое въ докладѣ, не позволяетъ мнѣ обойтись безъ возраженій, хотя я очень сожалею, что мнѣ приходится вступить съ г-номъ Нисомъ въ неизбежное противорѣчье. Я остановлюсь на утвержденіи докладчика, что увеличеніе топочнаго пространства вызываетъ ухудшеніе процесса горѣнія. Такъ какъ въ приведенномъ примѣрѣ газы отводились къ водянымъ трубамъ котла нормально отъ поверхности рѣшетки, то высота топочнаго пространства соотвѣтствуетъ тому времени, въ теченіе котораго безпрепятственно можетъ протекать сгораніе продуктовъ неполнаго горѣнія. Неполнота горѣнія будетъ даже при большихъ избыткахъ воздуха тѣмъ больше, чѣмъ въ бѣльней массѣ войдутъ въ тѣсное соприкосновеніе несорѣвшіе газы съ поверхностями котла, (водяными трубами) сильно ихъ охлаждающими; исключенія могутъ быть, наприм., при большихъ напряженіяхъ котла, когда температура газовъ въ обширныхъ камерахъ передъ перегрѣвателемъ и пр. настолько еще высока, что въ ней можетъ происходить догораніе продуктовъ неполнаго горѣнія. Такое явленіе по многимъ причинамъ крайне нежелательно. Исходя изъ этихъ соображеній, мы должны, на мой взглядъ, притти къ выводу, признанному почти всѣми теплотехниками, что при вертикальныхъ газоходахъ увеличеніе высоты топочнаго пространства улучшаетъ процессъ горѣнія. (Совершенно вѣрно!). Такъ многимъ теплотехникамъ удалось улучшить работу топокъ, исключительно увеличеніемъ разстоянія отъ рѣшетки до поверхности нагрѣва котла; и я смѣю утверждать, что намъ не удастся получить, при длинно пламенномъ углѣ и ручной загрузкѣ, бездымнаго горѣнія при маломъ избыткѣ воздуха, только потому, что мы не можемъ создать достаточно высокія топочныя пространства, иначе говоря, достаточную продолжительность горѣнія. При непрерывномъ подводѣ топлива можно, конечно, работать съ меньшими топочными пространствами, но и въ этой области мы наблюдаемъ за послѣднее время при разсмотрѣннй чертежей

первоклассныхъ фирмъ стремленіе къ возможному увеличенію топочнаго пространства.

Правильно сконструированная шахтная топка для дровъ или торфа работаетъ вполне непрерывно; но такъ какъ здѣсь мы имѣемъ дѣло съ топливомъ, имѣющимъ до 40—50% летучихъ веществъ, то мы наблюдаемъ очень значительное различіе въ работѣ этихъ топокъ въ зависимости отъ того, насколько велико топочное пространство, къ нимъ примыкающее. На топкѣ, скомбинированной съ вертикальнымъ водотрубнымъ котломъ, который даетъ возможность развиться пламени на длинѣ 5—6 *m*, мы получаемъ полное горѣніе при избыткахъ воздуха въ 10—15%, въ то время какъ на горизонтальномъ—при длинѣ пламени въ 1,5—2 *m*—не удавалось итти съ избыткомъ воздуха ниже 30%. Совсѣмъ недавно мы закончили спеціальные опыты съ цѣлью выяснитъ вліяніе высоты топочнаго пространства; опыты были проведены на топливѣ, прямо противоположномъ дровамъ, именно на нашемъ русскомъ антрацитѣ съ 2—6% летучихъ веществъ. Ручная колосниковая рѣшетка комбинировалась съ горизонтальнымъ водотрубнымъ котломъ съ вертикальными газоходами; высота топки (расстояніе между рѣшеткой и серединой нижняго ряда трубъ перваго хода) въ одномъ случаѣ была равна 700 *mm*, во второмъ же—1500 *mm*. Опыты только подтвердили наши предположенія; при высокомъ топочномъ пространствѣ мы могли работать при  $\text{CO}_2=14-15\%$  ( $a=1, 3-1, 4$ ) безъ  $\text{CO}$ , тогда какъ при низкомъ—мы получали  $\text{CO}$  до 1% уже при  $\text{CO}_2=13\%$ . Улучшеніе горѣнія объясняется въ данномъ случаѣ не только увеличеніемъ длительности процесса сгорания, но также и тѣмъ, что удаленіе рѣшетки отъ поверхности нагрѣва влечетъ повышение температуры слоя топлива, такъ какъ при этомъ уменьшается уголъ излученія тепла отъ слоя къ поверхности нагрѣва, а следовательно и прямая отдача тепла. Болѣе высокая температура съ своей стороны улучшаетъ условія горѣнія.

Конечно, не нужно забывать при этомъ, что уменьшеніе угла излученія ухудшаетъ прямую отдачу тепла слою топлива котлу и вмѣстѣ съ тѣмъ повышаетъ износъ частей топки и дѣлаетъ болѣе труднымъ ея обслуживание

благодаря повышеію температуры слоя, особенно при сложныхъ конструкціяхъ рѣшетокъ. Поэтому, не слѣдуетъ итти очень далеко съ увеличеніемъ высоты топки. Можно предполагать, что высота въ 1500—1700 *mm* не является чрезмѣрной; во всякомъ случаѣ мы не можемъ при такихъ размѣрахъ установить ухудшенія тепловоспріятія котломъ. Это объясняется тѣмъ, что уменьшеніе угла излученія компенсируется какъ болѣе интенсивнымъ лучеиспусканіемъ болѣе горячаго слоя угля, такъ и болѣе благоприятными условіями теплопередачи въ самомъ котлѣ (благодаря теперь возможному меньшему избытку воздуха).

Г.-нъ Каммереръ. — Мюльгаузенъ: Въ дополненіе къ выводамъ г.г. Ниса и Қирша напомнимъ, что большинство фирмъ, принимавшихъ участіе въ развитіи вертикальныхъ водотрубныхъ котловъ, въ самомъ началѣ комбинировали эти котлы съ небольшими топочными пространствами, съ теченіемъ же времени постепенно ихъ увеличивали. Вначалѣ располагали сводъ совсѣмъ близко надъ рѣшеткой, потомъ его выполняли косымъ, а позднѣе его значительно отнесли отъ рѣшетки, хотя величина поверхности нагрѣва, подвергаемой дѣйствию теплоты, излучаемой раскаленной кладкой, остается при низкихъ топочныхъ пространствахъ такой же, какъ и при высокихъ.

Изъ своихъ многочисленныхъ наблюденій мы можемъ также утверждать, что увеличеніе топочнаго пространства вызывало безусловное улучшеніе работы топки.

Г.-нъ Блахеръ—Рига: Я хочу предложить г-ну Нису вполне опредѣленный вопросъ. Вліяніе излучающихъ поверхностей совершенно отпадаетъ, коль скоро процессъ подачи становится непрерывнымъ. Но въ такомъ случаѣ при топкахъ съ непрерывной подачей топлива неблагоприятное вліяніе этихъ поверхностей при газовыхъ длиннопламенныхъ угляхъ должно свестись къ нулю, и газовые угли при такихъ топкахъ могутъ тѣмъ скорѣе найти благоприятныя условія для полнаго сгоранія по длинѣ топочнаго пространства.

(Продолжаетъ на замѣчаніе, сдѣланное Краусомъ): На дѣпныхъ топкахъ можно еще говорить о пространственномъ раздѣленіи начала и конца выдѣленія лету-

чихъ; но при топкахъ съ механическими забрасывателями такое разграниченіе не имѣетъ фактически мѣста; такимъ образомъ ускореніе газовыдѣленія практически не поддается учету.

Г-нъ Нисъ—Гамбургъ: Я охотно присоединяюсь къ мнѣнію г-на Кирша, какъ только рѣчь касается дровъ, какъ топлива. Въ своемъ докладѣ я упоминалъ, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ дрова требуютъ подсушивания. При антрацитѣ лучеиспусканіе накаленной кладки не такъ вредно отзывается на процессѣ горѣнія, какъ при угляхъ съ большимъ выходомъ летучихъ; этотъ родъ топлива содержитъ много свободнаго, несвязаннаго, углерода и по своему составу представляетъ противоположность дереву.

Ходъ преній заставляетъ меня пояснить, что выводы мои относятся, главнымъ образомъ, къ рурскимъ и саарскимъ углямъ, а также и къ англійскимъ, съ которыми преимущественно намъ приходится работать въ Гамбургѣ.

Въ короткихъ словахъ мои заключенія сводятся къ слѣдующему: полноты горѣнія можно значительно лучше достигъ сильнымъ и быстрымъ перемѣшиваніемъ воздуха съ выдѣляющимися изъ топлива газами, чѣмъ увеличеніемъ разстоянія между рѣшеткой и поверхностью нагрѣва. Съ этимъ выводомъ согласуются практическія наблюденія, изложить которыя сегодня не представляется, конечно, никакой возможности.

На приведенный г-номъ Каммереромъ, примѣръ, проф. Блахеръ уже замѣтилъ, что при равномерной подачѣ топлива положеніе мѣняется; газовыдѣленіе становится также равномернымъ; поэтому всѣ факторы, вліяющіе на ускореніе газовой выдѣленія въ сторону ухудшенія процесса горѣнія, въ этихъ случаяхъ отпадаютъ. Можно предположить, что развитіе топочнаго пространства, указанное г-номъ Каммереромъ, вызвано совершенно другими соображеніями.

Котелъ отодвигался отъ рѣшетки только для того, чтобъ уменьшить тепловоспріятіе первыхъ частей поверхности нагрѣва, близко расположенныхъ къ рѣшеткѣ, и тѣмъ самымъ защитить ихъ отъ возможнаго перегоранія.

Эти соображенія не имѣютъ, конечно, ничего общаго съ процессомъ горѣнія.

Г-нъ Крауссъ—Вѣна: Я не могу вполне согласиться съ утверженіемъ г-на Блахера, что на топкахъ съ непрерывной подачей угля безразлично, происходитъ ли газовыдѣленіе ускоренно или замедленно. Тамъ, гдѣ выдѣленіе летучихъ веществъ идетъ быстро, зона газовыдѣленія коротка; въ противномъ случаѣ пространственное распределеніе процессовъ горѣнія устанавливается совсѣмъ иначе: иными словами, происходитъ сдвигъ зонъ. (Г-нъ Блахеръ: Это относится къ цѣпнымъ рѣшеткамъ!). Это совершенно безразлично. (Г-нъ Блахеръ: И къ топкамъ съ верхнимъ забросомъ?). Къ тѣмъ и другимъ—одинаково.

Г-нъ Генеръ—Гельсингфорсъ: Я хочу добавить нѣсколько словъ къ тому, что было сказано относительно удаленія рѣшетки отъ поверхности нагрѣва. По моему, не во всѣхъ случаяхъ целесообразно для улучшенія процесса горѣнія пользоваться этимъ приѣмомъ, удлиняющимъ періодъ горѣнія; въ особенности для дровяныхъ топокъ.

При длиннопламенныхъ топливахъ, какъ дрова и торфъ, нужно считаться съ факторомъ, играющимъ значительную роль, а именно съ влажностью топлива. Въ такого рода топливахъ именно величина влажности обуславливаетъ тѣ требованія, которыя должны быть выполнены при устройствѣ топки, такъ какъ отъ нея зависитъ воспламеняемость топлива. При маломъ содержаніи влаги топливо легко загорается; смотря по условіямъ, иногда для сжиганія не требуется никакого разрѣженія; можно сжигать, напр., сухія стружки, безъ подвода воздуха черезъ слой топлива, такъ какъ это топливо загорается подъ вліяніемъ окружающаго тепла. Въ нашемъ районѣ встрѣчаются на нѣкоторыхъ заводахъ отбросы березы съ влажностью отъ 8 до 10%. Въ этихъ случаяхъ совершенно неправильно значительно удалять рѣшетку отъ поверхности нагрѣва, такъ какъ этимъ ускоряется процессъ выдѣленія изъ топлива летучихъ, причемъ быстрымъ образованіемъ большихъ объемовъ газовъ создается при загрузкахъ избыточное, давленіе въ топкѣ и вызывается неполнота горѣнія, даже и при свободномъ доступѣ воздуха. Вторичный воздухъ при этомъ, конечно, въ топку не проникаетъ. Въ такихъ случаяхъ слѣдуетъ стре-



миться къ возможному уменьшенію лучеиспускающихъ поверхностей для замедленія процесса газовойдѣленія, тогда скорѣе всего можно ожидать при достаточномъ дополнительномъ впускѣ воздуха полнаго сгорания. При удаленіи рѣшетки отъ поверхности нагрѣва выдѣлятся, конечно, изъ топлива летучія вещества отъ дѣйствія на него тепла, излучаемаго раскаленной кладкой, но газы удалятся не вполне сожженными. Нерѣдко встрѣтить при сжиганіи упомянутыхъ березовыхъ стружекъ составъ отходящихъ газовъ, въ которыхъ при  $\text{CO}_2=10$  до  $12\%$  свободный кислородъ почти отсутствуетъ, но при этомъ  $\text{CO}$  доходитъ до  $10\%$ . Дымовыдѣленіе получается тогда, разумѣется, очень сильное и въ такихъ установкахъ обычно дверки лазовъ для чистки экономайзеровъ только подвѣшиваютъ, не закрѣпляя ихъ; въ случаѣ газовъ взрывовъ эти дверки открываются и предохраняютъ кладку отъ разрушенія. Въ болѣе новыхъ установкахъ придвигаютъ рѣшетку къ поверхности нагрѣва, уменьшая топочное пространство, чѣмъ достигается значительное улучшение условій горѣнія; при непрерывной подачѣ топлива удавалось получать вполне удовлетворительные результаты.

Въ противоположность только что приведеннымъ случаямъ, встрѣчаются установки, работающія на опилкахъ и другихъ отбросахъ съ влажностью отъ 40 до 70%; влажность дровъ особенно велика въ тѣхъ районахъ, гдѣ лѣсъ сплавляется по рѣкамъ; въ отбросахъ лѣсопильныхъ заводовъ она доходитъ до 50—75%. Конечно, при такихъ влажныхъ топливахъ необходимо по возможности дальше относить рѣшетку отъ поверхности нагрѣва котла, и тѣмъ самымъ увеличить массу кладки, аккумулирующую тепло и вновь его отдающую топливу. Ибо въ такихъ случаяхъ слѣдуетъ повысить горючесть топлива, чтобы получить удовлетворительную нагрузку котла. При правильномъ выборѣ высоты топочнаго пространства и, кромѣ того, при правильно взятыхъ, согласно упомянутымъ соображеніямъ, размѣрахъ лучеиспускающихъ поверхностей на самомъ дѣлѣ удается достигнуть сжиганія, какъ сухихъ, такъ и низкоцѣнныхъ сырыхъ отбросовъ дерева съ содержаніемъ углекислоты въ 14—16% при полномъ сгораніи и безъ значительнаго

дыма. Мы имѣемъ цѣлый рядъ заводскихъ установокъ, гдѣ длительнымъ контролемъ установленъ дневной и ночной и даже средній годичный составъ газовъ съ содержаніемъ  $\text{CO}_2=12-15\%$  и при этомъ  $\text{CO}_2+0$  выше  $20\%$ ; такъ что въ смыслѣ правильности процесса горѣнія не остается желать ничего лучшаго.

Возможное увеличеніе топочнаго пространства и я считаю вообще одной изъ цѣлесообразныхъ мѣръ, улучшающихъ процессъ горѣнія, такъ какъ при этомъ увеличивается время для перемѣшиванія газовъ. Съ другой стороны вліяніе аккумулярующей тепло лучеиспускающей кладки топочнаго пространства настолько велико, что цѣлесообразно на топливахъ низкосортныхъ, трудно воспламеняющихся, отодвигать рѣшетку отъ поверхности нагрѣва, и тѣмъ самымъ увеличивать площадь лучеиспусканія кладки; на топливахъ сухихъ легко горючихъ—рѣшетку слѣдуетъ придвигать къ поверхности нагрѣва. Итакъ, на мой взглядъ, для топливъ высокосортныхъ, какъ угли, или по крайней мѣрѣ, для твердыхъ топливъ относительно сухихъ и одновременно съ большимъ выходомъ летучихъ, удаленіе рѣшетки отъ поверхности нагрѣва является мѣрой неправильной. Во всякомъ случаѣ, ускоряя газовыдѣленіе на топливахъ, легковоспламеняющихся съ большимъ содержаніемъ летучихъ, мы не достигаемъ полнаго горѣнія.

Все сказанное относится къ комбинированію топочнаго пространства съ котлами водотрубными, и только частью—съ трубчатыми.

Жаротрубные котлы въ подобныхъ установкахъ встрѣчаются у насъ очень рѣдко.

Предсѣдатель: Желаетъ ли еще кто говорить?

Въ такомъ случаѣ я прекращаю пренія и благодарю докладчика, предшествовавшего оратора и всѣхъ остальныхъ участниковъ обсужденія доклада.

Мы переходимъ къ слѣдующему докладу:

## 8. 0 ПАРОМѢРАХЪ.

Г-нъ Б ю т о в ъ—Эссенъ:

Мнѣ не удалось въ прошедшемъ году подвинуть впередъ мои изслѣдованія съ паромѢрами. Были начаты опыты съ

паромѣромъ специальной конструкціи для переменнаго расхода пара, главнымъ образомъ, для прокатныхъ машинъ. Но, аппаратъ оказался неудовлетворительнымъ. Какъ мнѣ известно, за послѣднее время сдѣланы нѣкоторыя измѣненія въ конструкціи аппарата, которыя обѣщаютъ значительно улучшить его дѣйствіе. Сущность этого измѣненія мнѣ, къ сожалѣнію, не известна. Для случаевъ равномернаго расхода пара въ Германіи употребительны слѣдующія системы:

1) О-во паромѣровъ Гере, Берлинъ (Gehre-Dampfmesser, G. m. b. H., Berlin).

2) Гальваксъ и К<sup>о</sup>, Заарбрюкенъ (Hallwachs & C<sup>o</sup>, g. m. b. H., Saarbrücken).

3) I. Ц. Эккартъ, Штуттгартъ—Канштатъ (I. C. Eckart, Stuttgart-Ganstatt).

4) Фр. Бейеръ и К<sup>о</sup>, Леверкузенъ (Fr. Beyer & C<sup>o</sup>, Leverkusen).

5) Г. Шликъ, Дрезденъ—Нейштадтъ (G. Schlick, Dresden-Neustatt).

и наконецъ, паромѣръ «Radius», конструкціи Бадеискаго Содоваго и Анилиноваго завода. Описание его см. «Mitt. a. d. Praxis für Dampfkessel und Maschinenbetrieb, № 8, отъ 21 февр., 1913 г.

Паромѣры вышеперечисленныхъ конструкцій были многократно описаны въ техническихъ журналахъ, и я считаю излишнимъ повторять здѣсь эти описанія. Особыхъ преимуществъ эти аппараты, одинъ передъ другимъ, не имѣютъ. Въ общемъ, можно сказать, что точность ихъ показаній можетъ быть доведена до 2%, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, что для практики вполне достаточно.

Если это мое сообщеніе не вызоветъ интересныхъ преній, то я предложилъ бы отложить обсужденіе вопроса о паромѣрахъ до будущаго года.

Предсѣдатель: Открываю пренія.

Г-нъ Циммермансъ—Аахенъ: Мнѣ хотѣлось бы только указать еще на одну систему паромѣровъ, а именно—химическаго завода «Rhenania» въ Штольбергѣ. Въ нашемъ прошлогоднемъ отчетѣ были опубликованы результаты опытовъ съ этимъ аппаратомъ, который, кромѣ своей удачной конструкціи и тщательнаго выполненія, имѣетъ еще то пре-

имущество, что въ его показаніяхъ учитывается измѣненіе давленія пара и, такимъ образомъ, въ результатѣ приходится имѣть дѣло только съ одной кривой, а не съ двумя. Паромѣръ съ достаточной точностью работаетъ при всевозможныхъ давленіяхъ и расходахъ пара, не выходящихъ за предѣлы того максимума, на который приборъ построенъ. У насъ съ этими аппаратами получены прекрасные результаты, такъ что они во всякомъ случаѣ ни въ чемъ не уступаютъ другимъ и имѣютъ, къ тому же, важное преимущество, давать результаты измѣренія въ очень простой формѣ.

Г-нъ Бютовъ — Эссенъ: Мнѣ не приходилось имѣть дѣло съ подобными паромѣрами, и я даже нигдѣ не видалъ ихъ.

Г-нъ Кёлеръ — Дортмундъ: Мнѣ хотѣлось бы нѣсколько словъ сказать объ установкахъ паромѣровъ Герге въ нашемъ районѣ, гдѣ въ одномъ случаѣ аппаратъ работаетъ превосходно, а въ другомъ, какъ показалъ трехдневный опытъ, произведенный нами, даетъ правильныя показанія лишь при расходѣ пара въ  $4500 \text{ kg}$  въ часъ, а при отклоненіи отъ этой цифры, ошибка его показаній достигаетъ 15%.

Г-нъ Нисъ — Гамбургъ: М. Г., часто приходится убѣждаться, что паромѣръ неправильно показываетъ лишь вслѣдствіе неправильной установки. Фирмы, доставляющія паромѣры, даютъ всегда правила для ухода за аппаратами, но обыкновенно недостаточно подчеркиваютъ, что паромѣръ, и именно діафрагменный, долженъ быть непременно поставленъ въ прямолинейной части паропровода, что непосредственно передъ и за паромѣромъ не должно быть вентилей и многое т. п.

Если эти требованія не будутъ выполнены, то, естественно, паромѣръ не можетъ давать правильныя показанія. Установка такого прибора требуетъ опытности, которой, обычно, у покупателя нѣтъ. Водомѣръ, напр., можетъ быть поставленъ безъ особаго ущерба гдѣ угодно, а при установкѣ паромѣра должны быть приняты во вниманіе указанія опыта и на это часто обращается слишкомъ мало вниманія.

(Заявленіе съ мѣста: Для водомѣровъ также).

Предсѣдатель: Русское артиллерійское вѣдомство произвело въ этомъ году рядъ опытовъ съ пятью или шестью

различными системами паромѣровъ, при чемъ удовлетворительными въ результатѣ оказались лишь двѣ или три изъ нихъ.

Если министерство опубликуеть результаты этихъ опытовъ, то я или кто-нибудь другой изъ насъ могъ бы въ будущемъ году сдѣлать объ этомъ сообщеніе.

Министерство финансовъ уже нѣсколько лѣтъ очень интересуется вопросомъ о паромѣрахъ. Какъ извѣстно, въ вѣдѣніи министерства финансовъ находится цѣлый рядъ ректификаціонныхъ заводовъ, имѣющихъ въ эксплуатациіи ок. 700 паровыхъ котловъ и вотъ, здѣсь вопросъ объ измѣреніи количества пара очень важенъ. Министерство обратилось нѣсколько лѣтъ тому назадъ къ Импер. Русскому Техн. О-ву съ предложеніемъ выработать программу конкурса для паромѣровъ, но до сихъ поръ этотъ вопросъ остается открытымъ. Все же, я думаю, что можетъ быть уже въ будущемъ году эта работа будетъ поставлена на очередь и министерство ассигнуеть къ тому необходимыя средства. И тогда я буду просить лицъ, специально интересующихся паромѣрами, высказать ихъ пожеланія относительно технической постановки опытовъ. Мы примемъ во вниманіе эти пожеланія, и, если это удастся осуществить въ этомъ году, вы могли бы услышать въ будущемъ году сообщеніе о результатахъ этихъ опытовъ.

Кто еще желаетъ слова?

Въ такомъ случаѣ я объявляю пренія законченными и выражаю г-ну Бютовъ благодарность за его сообщеніе.

*Конецъ въ 1 часть дня.*

---

### Третій день.

Суббота, 5-го іюля, 9 часовъ утра.

Предсѣдатель: Я предлагаю допустить нѣкоторое измѣненіе въ порядкѣ слушанія докладовъ и прошу прослушать сейчасъ:

#### Докладъ 14-й. Совмѣстная работа котловъ съ разнымъ давленіемъ.

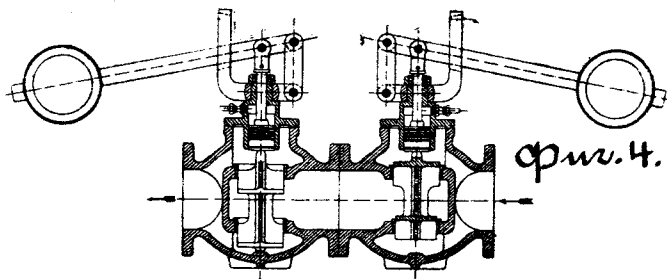
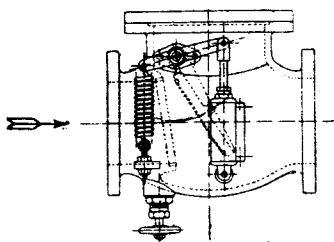
Г-нъ Виртвейиъ—Барменъ: Въ связи съ общимъ развитіемъ двигателей приходится считаться съ требованіями повышеннаго давленія пара и, слѣдовательно, съ установкой соотвѣтствующихъ котловъ, которые удовлетворяли бы этимъ требованіямъ. При этомъ, часто случается, въ особенности при переустройствѣ уже существующихъ установокъ, что на ряду съ новыми котлами высокаго давленія въ эксплуатаціи будутъ находиться и старые котлы на низкое давленіе, отдающіе паръ на спеціальныя цѣли, отопленіе, варку, нагрѣваніе воды и т. п., гдѣ высокое давленіе не желательно или не имѣетъ никакихъ преимуществъ.

Размѣры новыхъ котловъ выбираются обыкновенно такъ, чтобы они были въ состояніи не только покрыть потребности въ парѣ высокаго давленія, но также и доставить нужное количество пара для спеціальныхъ нуждъ, для которыхъ предназначены старые котлы.

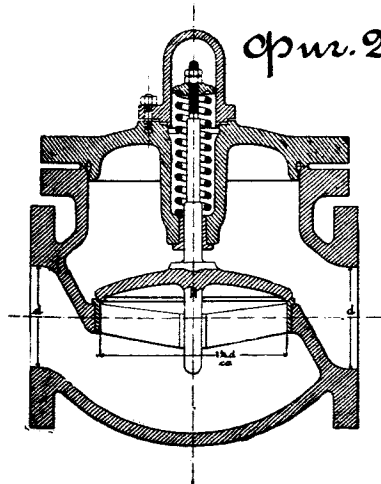
Приспособленія, необходимыя для совмѣстной работы котловъ высокаго и низкаго давленія, должны, съ одной стороны, позволять съ выгодой использовать поверхность нагрѣва котловъ высокаго давленія, а съ другой, исключить всякую опасность отъ такой совмѣстной работы для котловъ низкаго давленія.

# Виртвейль: Параллельная работа котлов разных давлений

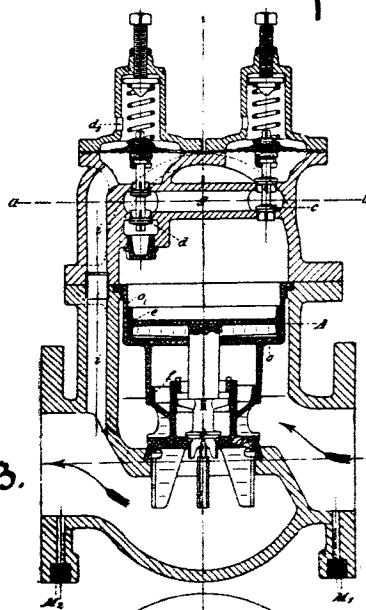
фиг. 1.



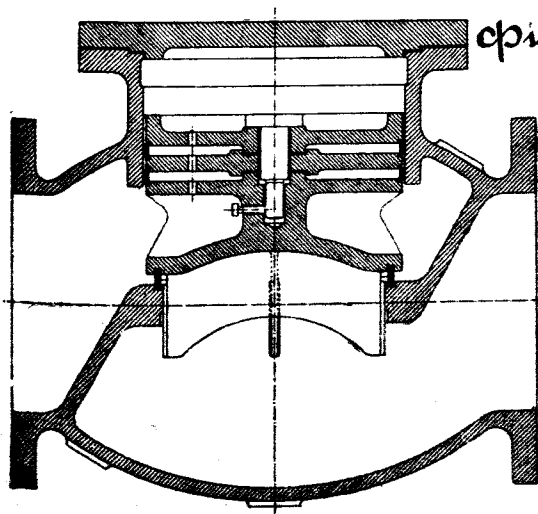
фиг. 2.



фиг. 5.



фиг. 3.



Законодательное регулирование вопроса о совместной работѣ котловъ осуществлено, насколько мнѣ извѣстно, только въ Германіи, гдѣ 11 лѣтъ тому назадъ, въ Пруссіи, были опубликованы новыя правила, о которыхъ я скажу ниже. Въ другихъ странахъ предписаніе необходимыхъ мѣропріятій входитъ въ компетенцію органовъ по надзору за котлами.

Многіе, въ интересахъ безопасности, являются рѣшительными противниками совместной работы котловъ и предписываютъ, тамъ, гдѣ такая совместная работа неизбежна, устанавливать предохранительные клапаны всѣхъ котловъ на наинизшее давленіе.

Прусскія правила 1902 г. требуютъ слѣдующихъ мѣропріятій при совместной работѣ котловъ съ разнымъ давленіемъ пара.

1) Въ паропроводахъ, соединяющій котель высшаго давленія съ общей магистралью, должно быть включено самостоятельно дѣйствующее приспособленіе (редукціонный вентиль, регуляторъ давленія или т. п.) для пониженія давленія проводимаго пара до наинизшаго уровня.

2) Передъ редуцирующимъ приспособленіемъ, слѣдовательно, на сторонѣ котла съ высшимъ давленіемъ, долженъ находиться запорный клапанъ, управленіе которымъ было бы возможно съ пола котельнаго помѣшенія.

3) На сборной магистрали долженъ быть манометръ на наибольшее давленіе и предохранительные клапаны, въ такомъ числѣ и такихъ размѣровъ, чтобы давленіе пара въ магистрали не могло подняться выше наинизшаго уровня.

4) Каждый соединенный съ общей магистралью котель долженъ имѣть медленно поднимающійся длинноходный предохранительный клапанъ.

5) Каждый котель долженъ имѣть свой самостоятельный запорный клапанъ, отдѣляющій его отъ сборной магистрали.

6) Котлы, работающіе на различныя давленія, должны имѣть отдѣльныя питательныя линіи.



На основаніи этихъ правилъ, осуществлено уже много установокъ съ совмѣстной работой котловъ на разное давленіе и нужно отмѣтить, что никакихъ особыхъ неудобствъ при такой совмѣстной работѣ не замѣчалось.

Съ изданіемъ въ 1909 году въ законодательномъ порядкѣ новыхъ правилъ для установки стаціонарныхъ паровыхъ котловъ въ Германіи, дѣйствіе прежнихъ прусскихъ правилъ прекратилось и теперь существуетъ лишь единственное требованіе, удовлетвореніе котораго необходимо при совмѣстной работѣ котловъ, а именно, котлы низшаго давленія должны имѣть на паропроводахъ, соединяющихъ ихъ съ сборной магистралью, обратные клапаны.

Слѣдовательно, присоединеніе такихъ котловъ должно происходить слѣдующимъ образомъ.

Обѣ группы котловъ, высокаго и низкаго давленія, отдають паръ въ общую магистраль. На паропроводахъ, соединяющихъ котлы низкаго давленія съ магистралью, должны быть поставлены обратные клапаны такъ, чтобы клапанъ открывался при теченіи пара изъ котла въ магистраль. Поэтому, давленіе въ магистрالی должно быть нѣсколько ниже, чѣмъ въ присоединяемомъ къ ней котлѣ наиболѣе низкаго давленія. Котлы высокаго давленія присоединяются къ той же магистрالی черезъ редуціонные вентили или т. п. аппараты для соотвѣтственнаго пониженія давленія пара.

Въ началѣ употреблялись обратные клапаны простѣйшей конструкціи, т.-е. со свободнымъ клапаномъ, но, вскорѣ оказалось, что эта конструкція часто не удовлетворяла своему назначенію. Во всѣхъ случаяхъ, гдѣ изъ общей магистрали питались паровыя машины, а иногда и тамъ, гдѣ паръ на машину брался лишь изъ котловъ высокаго давленія, а паръ изъ сборнаго паропровода направлялся на другія цѣли, варку, отопленіе и т. п., обратные клапаны работали со стукомъ, происходившимъ отъ ударовъ клапана по сѣдлу. Отъ непрерывныхъ, и иногда очень сильныхъ ударовъ, сѣдла и клапаны разбивались; трескъ клапановъ настолько былъ непріятенъ для персонала котельной, что при первомъ удобномъ случаѣ старались самый клапанъ изъ кожуха выбросить и такимъ образомъ сводили на нѣтъ все значеніе этого мѣропріятія.

Причина стука въ клапанахъ сама собой очевидна. Клапанъ поднимается, когда паръ въ паропроводѣ получаетъ ускореніе, подѣ вліяніемъ наполненія въ машинѣ, и падаетъ на сѣдло подѣ дѣйствіемъ своего вѣса, когда, вслѣдствіе отсѣчки, происходитъ мгновенное уравненіе давленія передъ и за нимъ. Такіе же удары, но еще болѣе сильные, получаютъ отъ дѣйствія обратныхъ волнъ, распространяющихся въ массѣ пара при рѣзкихъ отсѣчкахъ. И все это повторяется при каждомъ ходѣ машины.

Для устранения этого явленія рекомендовалось включать въ паропроводъ паросборники и, кромѣ того, употреблять обратные клапаны специальной конструкціи.

Фирма Шефферъ и Буденбергъ въ Магдебургѣ, примѣняетъ въ подобныхъ случаяхъ обратный клапанъ (фиг. 1) съ горизонтальной осью. Ось выходитъ черезъ сальникъ изъ коробки клапана наружу. Къ этому концу оси прикрѣпленъ рычагъ, нагруженный съ одного конца пружиной, а съ другого имѣющій масляный катарактъ. При возникновеніи колебаній давленія въ паропроводѣ, клапанъ уже не можетъ за ними слѣдовать, вслѣдствіе торможенія его движеній пружиной и катарактомъ. Въ большинствѣ случаевъ достаточно бываетъ одной пружины безъ катаракта. Эта конструкція вполне цѣлесообразна.

Дрейеръ, Розенкранцъ и Дроопъ, въ Ганноверѣ, дѣлаютъ обратные клапаны съ пружинами (фиг. 2). Подвѣшенный къ пружинѣ клапанъ садится на сѣдло значительно мягче, чѣмъ клапанъ неуравновѣшенный. Въ одной изъ установокъ нашего района клапана такой конструкціи удовлетворительно работаютъ уже долгое время безъ всякаго стука, несмотря на то, что изъ магистрали паръ берется на прокатныя машины и паровые молота. Недавно произведенное испытаніе ихъ на плотность не дало повода къ замѣчаніямъ.

Въ другой конструкціи той же фабрики клапана сдѣланы двухопорными, для уменьшенія ихъ подъема, что должно повести къ ослабленію ударовъ при посадкѣ клапана на сѣдло.

Францъ Зейфертъ и К<sup>о</sup>, въ Берлинѣ, снабжаетъ обратные клапана катарактомъ въ видѣ уравновѣшеннаго

поршенька. Конструкція эта тоже, очевидно, хорошо достигаетъ своей цѣли.

Перечисленными конструкціями, такимъ образомъ, въ значительной мѣрѣ ослабляются неудобства, связанныя съ постановкой обыкновеннаго обратнаго клапана.

Но для полной надежности совмѣстной работы котловъ, кромѣ обратныхъ клапановъ, обезпечивающихъ безопасность для котловъ низкаго давленія, нужны другія приспособленія, именно тѣ, которыя упоминаются въ вышеприведенныхъ прусскихъ правилахъ. Прежде всего, котлы высокаго давленія должны присоединяться къ сборной магистрали, стоящей подъ низшимъ давленіемъ, черезъ редуціонные вентили, для соотвѣтствующаго пониженія давленія отдаваемого ими пара. Такъ какъ редуціонный вентиль не можетъ въ то же время служить запорнымъ вентилемъ, то передъ нимъ, со стороны котла, долженъ ставиться запорный вентиль, управляемый съ легко доступнаго мѣста и лучше всего съ фронта котловъ. Этимъ вентилемъ кочегаръ въ состояніи регулировать отдачу пара съ котла высокаго давленія и, въ случаѣ надобности, вовсе ее прекратить.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда черезъ редуціонный вентиль требуется отвести изъ котла высокаго давленія лишь излишекъ пара, для избѣжанія повышенія давленія въ немъ, то такой отводъ предпочтительнѣе дѣлать автоматическими аппаратами, напр., такъ-называемыми перепускными вентилями, комбинированными съ редуціонными клапанами (конструкція зав. Шефферъ и Буденбергъ, фиг. 4). Перепускной вентиль открывается лишь тогда, когда давленіе въ котлѣ превыситъ опредѣленный максимумъ, тогда какъ редуціонный вентиль будетъ пропускать паръ лишь до тѣхъ норъ, пока давленіе въ магистрали будетъ ниже, чѣмъ наинизшее давленіе въ котлѣ, допущенномъ для совмѣстной работы.

Вѣнская фирма Гюбнеръ и Мейеръ выпустила въ продажу комбинированный вентиль, совмѣщающій въ себѣ обѣ функціи: перепускъ и мятіе пара.

Вентиль имѣетъ корпусъ и крышку изъ стального литья, а внутреннія части желѣзныя. Сѣдло главнаго клапана изъ никеля.

Одноопорный главный клапанъ *a* (фиг. 5) направляется съ одной стороны въ сѣдлѣ, а съ другою въ нижнемъ цилиндрѣ втулки *A*, заключенной между корпусомъ и крышкой. Верхнее направление клапану даетъ уравнивающий его поршень *f*. Уравнивание происходитъ при помощи вспомогательнаго клапана *b*, который помѣщается въ центрѣ главнаго клапана и соединенъ съ поршнемъ *e*, свободно ходящимъ въ верхнемъ цилиндрѣ вставной втулки.

Каналы *o* и *o*<sub>1</sub> въ днѣ и стѣнкахъ этого цилиндра служатъ для уравненія давленія подъ и надъ поршнемъ съ давленіемъ пара во входномъ отверстіи вентиля.

Въ крышкѣ помѣщены два уравновѣшенныхъ двухопорныхъ клапана *c* и *d*, нагруженныхъ пружинами и открывающихся въ разныя стороны. Оба эти клапана регулируютъ притокъ пара въ пространство надъ поршнемъ *e*. Пространство надъ двухопорнымъ клапаномъ *d*, открывающимся книзу, соединяется каналомъ *h—i* съ выходнымъ отверстіемъ вентиля.

При входѣ и выходѣ изъ корпуса<sup>1</sup> вентиля имѣются отверстія для манометровъ *M*<sub>1</sub> и *M*<sub>2</sub>.

Передъ включеніемъ аппарата, вентили *a*, *b* и *c* должны быть закрыты, а вентиль *d* открытъ; вступающій по стрѣлкѣ паръ высокаго давленія, попадаетъ въ пространство надъ уравнивающимъ поршнемъ *f*, а также подъ и надъ рабочимъ поршнемъ *e*. Какъ только давленіе пара со стороны котла достигаетъ той высоты, при которой долженъ начаться перепускъ, открывается вентиль *c* давленіемъ пара на мембрану, а паръ, находящійся надъ поршнемъ *e*, устремляется черезъ каналъ *g*, открытый вентиль *d* и каналы *h* и *i* въ сторону низкаго давленія. Поршень *e* приподнимается при этомъ давленіемъ пара, находящагося подъ нимъ, и открываетъ разгрузочный клапанъ *b*. Вслѣдствіе этого, происходитъ уравненіе давленій надъ разгрузочнымъ поршнемъ *f* и подъ клапаномъ *a* и послѣдній безъ всякаго соиротивленія поднимается идущимъ кверху поршнемъ *e* при помощи реберъ на его скалкѣ.

Клапанъ *a* остается открытымъ до тѣхъ поръ, пока или давленіе на сторонѣ выхода поднимется выше того предѣла,

на который установленъ клапанъ *d*, или давленіе на сторонѣ входа упадетъ ниже опредѣленнаго минимума.

Тогда происходитъ слѣдующее: когда повышается давленіе за вентилемъ за опредѣленный максимумъ, тогда поднимается мембрана *d*<sub>5</sub> и открываетъ клапанъ *d*, чѣмъ прекращается выходъ пара изъ пространства надъ поршнемъ *e*. Давленіе пара тамъ повышается, отчего клапанъ *b*, а съ нимъ и *a*, закрываются. Если затѣмъ давленіе за вентилемъ опять понизится, то откроется клапанъ *d*, а за нимъ, автоматически, какъ было объяснено вначалѣ, открываются клапаны *b* и *a*. Въ случаѣ паденія давленія передъ вентилемъ ниже опредѣленнаго значенія, закрывается клапанъ *e*, вслѣдствіе чего поршень *e* опускается и клапаны *b* и *a* закрываются.

Если давленіе передъ вентилемъ опять повысится, то откроется клапанъ *e* и притокъ пара возобновится.

При недостаточно высокомъ давленіи, передъ вентилемъ и при достаточно высокомъ давленіи за вентилемъ, оба клапана *e* и *d* остаются закрытыми и никакого протока пара быть не можетъ. Вентиль можетъ быть установленъ на любое давленіе подтягиваніемъ или опусканіемъ пружинъ при клапанахъ *e* и *d*.

Такое автоматически дѣйствующее приспособленіе дѣлаетъ постановку запорнаго вентиля передъ нимъ не обязательной; однако, для большей надежности и на случай порчи автоматическаго приспособленія, желательно всегда имѣть отдѣльный, легко доступный, запорный вентиль.

Дабы кочегаръ имѣлъ всегда возможность проконтролировать дѣйствіе редуционныхъ аппаратовъ, рекомендуется имѣть на магистрали манометръ на высшее давленіе, хорошо видный отъ фронта котловъ.

Если котлы низкаго давленія не отдѣлены отъ магистрали обратными клапанами, то необходимо на магистрали имѣть предохранительные клапаны съ такимъ расчетомъ ихъ числа и сѣченій, чтобы давленіе въ магистрали, даже при свободномъ соединеніи ея съ котлами высокаго давленія, не могло подняться выше уровня, обусловленнаго присоединенными къ магистрали котлами низкаго давленія. Предпочтительнѣе клапана съ полнымъ подъемомъ конуса.

Для питанія совмѣстно работающихъ котловъ различ-

наго давленія, по моему, цѣлесообразнѣе имѣть раздѣльныя приспособленія и линіи.

Но нельзя сомнѣваться и въ томъ, что возможно вполне надежно обходиться и съ общей питательной линіей; при этомъ на отвѣтвленіяхъ къ каждому котлу должны быть запорные вентили, для регулированія подачи воды.

Краткій обзоръ сказаннаго: были выяснены существующія въ Германіи нормы, регулирующія вопросъ о совмѣстной работѣ котловъ различного давленія, указаны неудобства, съ которыми можно встрѣтиться при пользованіи предписанными приспособленіями, а также пути и средства устранить эти неудобства. Далѣе были описаны тѣ приспособленія, наличность которыхъ необходима при совмѣстной работѣ котловъ, какъ изъ соображеній цѣлесообразности, такъ и надежности работы.

Предсѣдатель: Желаетъ ли кто слова по поводу доклада?—Нѣтъ.

— Въ такомъ случаѣ, позволю себѣ отъ лица собранія высказать благодарность уважаемому докладчику за его докладъ (Аплодисменты).

Теперь мы переходимъ къ

**пункту 10. Какія причины вызываютъ выпучиваніе трубокъ водотрубныхъ котловъ уже при незначительномъ налетѣ накипи? Можно ли въ такихъ случаяхъ доказать вліяніе устройства топки и газоходовъ?**

Чернекъ—Франкфуртъ/О.: Обыкновенно котлонадзорныя общества только тогда извѣщаютъ объ аваріяхъ трубокъ водотрубныхъ котловъ, когда произошли увѣчья съ людьми или же, когда при установкѣ новыхъ котловъ подобная порча повторяется безъ возможности установленія причинъ. Я поэтому особенно благодаренъ тѣмъ коллегамъ, которые на основаніи моихъ вопросныхъ листовъ произвели подробную анкету. Изъ многихъ полученныхъ отвѣтовъ, частію непосредственно изъ управленій предпріятій, выяснилось, что подобныя аваріи происходятъ въ значительномъ количествѣ, что нѣкоторыя предпріятія доводятъ это зло до терпимаго только лишь путемъ большихъ

тудовъ и что съ другой же стороны есть предпріятія, которыя отъ него совершенно не страдаютъ.

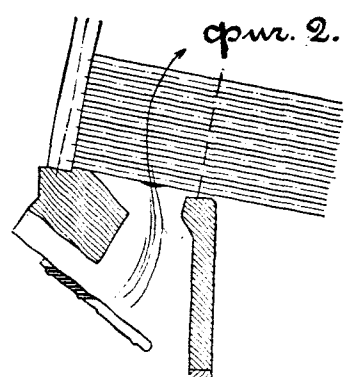
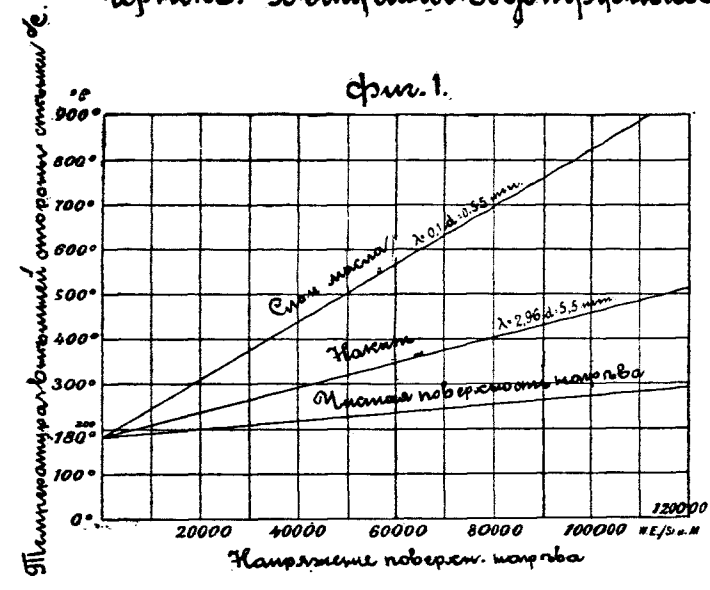
Въ прежнія времена обыкновенно приписывали разрывъ водяныхъ трубокъ плохо свареннымъ швамъ. Когда затѣмъ вошли въ употребленіе трубы безъ швовъ, то количество аварій трубокъ не на столько уменьшилось, какъ того ожидали, такъ какъ съ происшедшимъ почти одновременно распространеніемъ перегрѣва пара напряженіе котловъ увеличилось. Наибольшее же количество аварій стало появляться съ введеніемъ и усовершенствованіемъ цѣпныхъ рѣшетокъ и другихъ механическихъ загрузочныхъ приспособленій, при которыхъ температура въ топкѣ значительно повысилась въ сравненіи съ прежними ручными загрузками. Мой опросъ далъ 27 аварій въ котлахъ съ цѣпными рѣшетками, 26 съ другими механическими загрузками, 8 съ отопленіемъ отходящими газами отъ доменныхъ и сварочныхъ печей, 2 съ жидкимъ топливомъ, 6 съ плоской колосниковой рѣшеткой и вентиляторомъ и только 10 въ котлахъ съ плоской колосниковой рѣшеткой, съ загрузкой отъ руки и естественной тягой.

Мѣстомъ аварій трубъ въ 66 случаяхъ былъ первый или еще второй рядъ, т.-е. почти всегда поверхность нагрѣва, получающая теплоту посредствомъ лучеиспусканія отъ топлива, такъ какъ передача тепла стѣнкамъ котла чрезъ лучеиспусканіе, какъ извѣстно, значительно больше, чѣмъ чрезъ соприкосновеніе съ горючими газами. Въ выпускѣ изслѣдованій за № 64, изданномъ Обществомъ Германскихъ Инженеровъ, въ трудѣ д-ра инж. Рейтлингера имѣется формула передачи тепла омываемой водою поверхности нагрѣва котла:

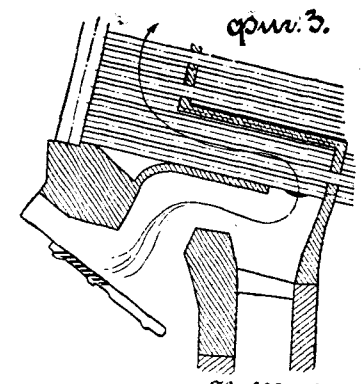
$$W = 20 (t_h - t_a) + 4,6 \left[ \left( \frac{0,965 \cdot t_h}{100} \right)^4 - \left( \frac{t_a}{100} \right)^4 \right] WE,$$

гдѣ  $t_h$  температура продуктовъ горѣнія,  $t_a$  температура стѣнки котла со стороны пламени. Первый членъ правой части уравненія представляетъ переданное соприкосновеніемъ количество теплоты, а второй—количество теплоты чрезъ лучеиспусканіе по Стефанъ-Больцману. Вліяніе температуры, входящей въ уравненіе 4-ой степенью, въ этомъ слу-

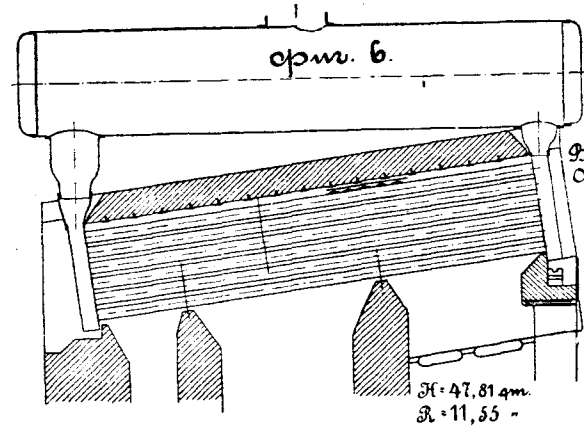
Чертежи: Выпускные водотрубные котлы



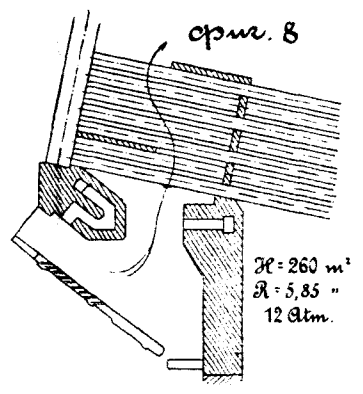
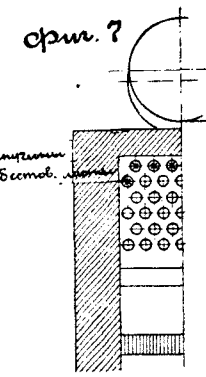
Ж = 200 м<sup>2</sup>  
R = 4,5 "  
12 atm.



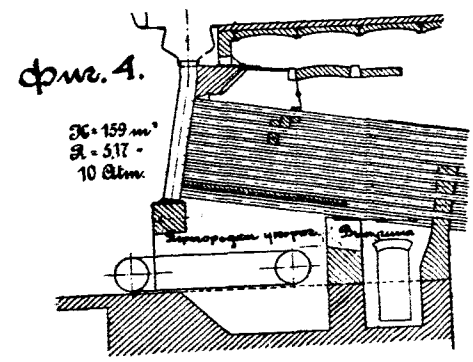
Ж = 302 м<sup>2</sup>  
R = 7,2 "  
13 atm.



Ж = 47,81 кв.  
R = 11,55 "

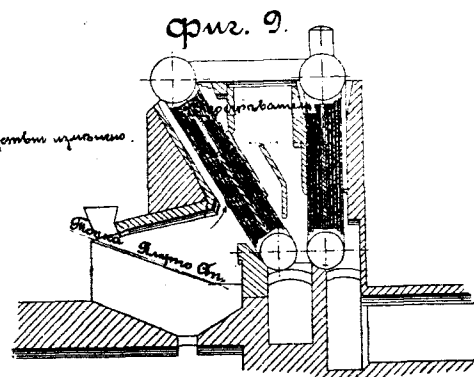
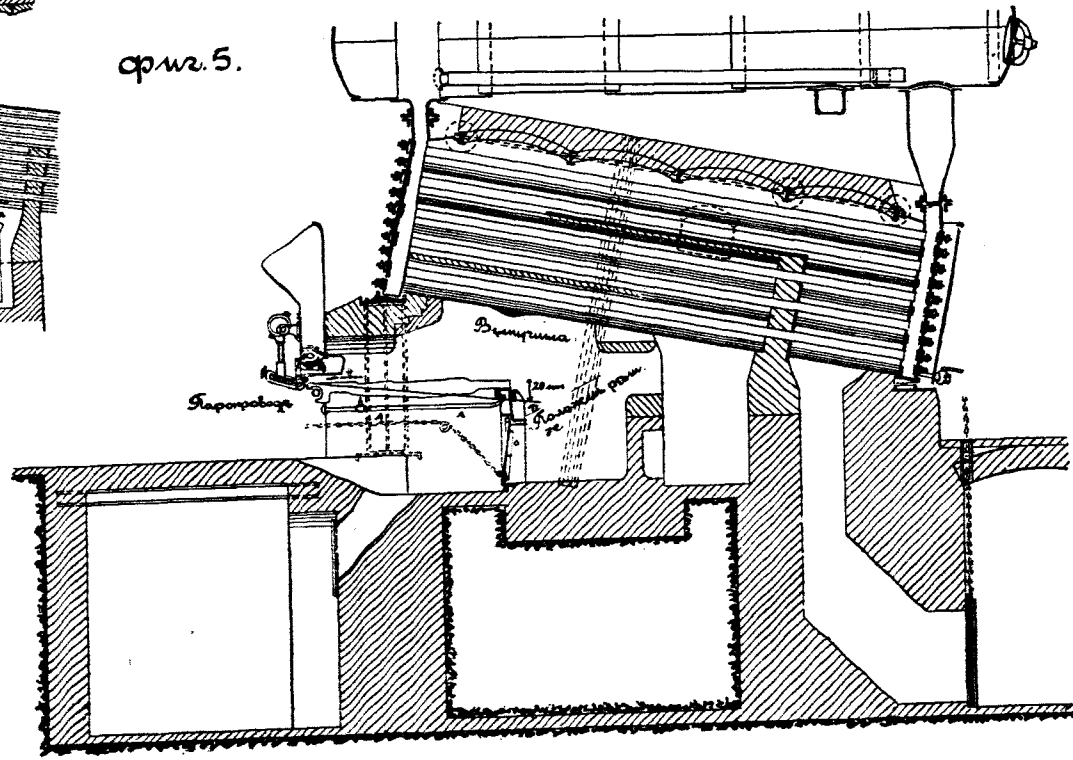


Ж = 260 м<sup>2</sup>  
R = 5,85 "  
12 atm.

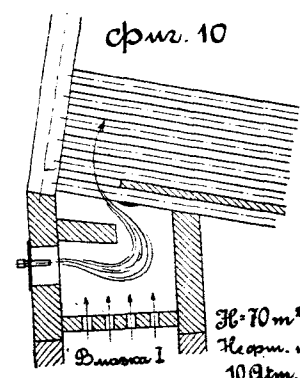


Ж = 159 м<sup>2</sup>  
R = 5,17 "  
10 atm.

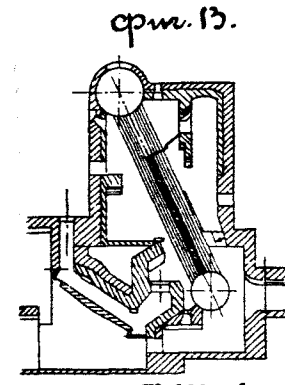
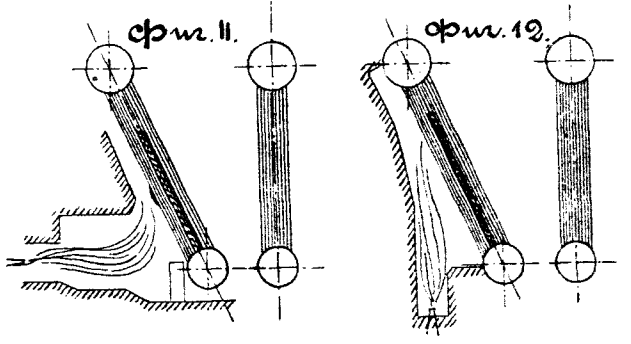
Фиг. 5.



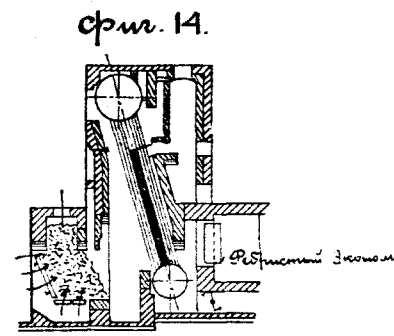
Ж = 316 м<sup>2</sup>  
R = 10,3 "  
18 atm.



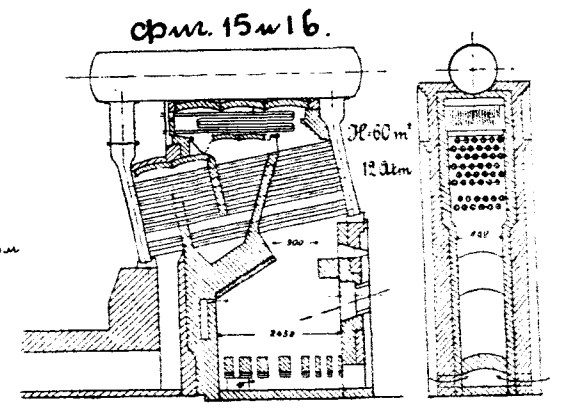
Ж = 70 м<sup>2</sup>  
R = 10,3 "  
10 atm.



Ж = 250 м<sup>2</sup>  
R = 8,91 "



Ж = 250 м<sup>2</sup>



Ж = 60 м<sup>2</sup>  
12 atm.



чаѣ большое. При температурѣ въ топочномъ пространствѣ въ  $1000^{\circ}$ , стѣнками котла воспринимается  $\frac{7}{8}$  всего тепла чрезъ лучеиспусканіе и  $\frac{1}{8}$  чрезъ соприкосновеніе. Для того, чтобы въ дальнѣйшемъ изслѣдовать, какую температуру могутъ имѣть стѣнки водяныхъ трубокъ при разныхъ условіяхъ, мы прежде всего должны выяснитъ, какое количество теплоты можетъ быть передано котлу первымъ рядомъ трубокъ, главнымъ образомъ подверженнымъ дѣйствию лучеиспусканія.

Нѣкоторыя свѣдѣнія для этого даетъ трудъ Стребеля, опубликованный въ 1908 г. въ журналѣ о-ва Германскихъ Инженеровъ. Онъ даетъ отчетъ объ испытаніяхъ котла системы Никлоссъ, въ которомъ при помощи специальныхъ приспособленій измѣрялась испарительность перваго ряда трубокъ при увеличивающейся нагрузкѣ колосниковой рѣшетки.

При расходѣ каменнаго угля на $1 m^2$ колосниковой рѣшетки въ часъ	100, 125, 175 <i>kg</i> .
$1 m^2$ поверхности нагрѣва нижняго ряда трубокъ испарилъ въ часъ	82, 96, 124 <i>kg</i> .

Далѣе сообщаетъ Мюнцингеръ (Münzinger) въ 1912 г. въ томъ же журналѣ объ изслѣдованіи коэффиціента теплопередачи въ первомъ ходѣ котла сист. Штейнмюллеръ и въ первомъ ряду трубокъ котла системы Глогнеръ; первое изслѣдованіе произведено Фуксомъ, второе—Юссе. При средней часовой нагрузкѣ въ  $23,6 kg$  на  $1 m^2$  поверхности нагрѣва котла Штейнмюллера коэффиціентъ теплопередачи (т.-е. количество теплоты, передаваемое одному  $m^2$  поверхности нагрѣва, при разницѣ въ  $1^{\circ} C$ , температуръ топочнаго пространства и содержимаго котла) въ нижнемъ ряду трубокъ выразился въ  $58,8 ed. m$ . Такимъ образомъ при разности температуръ въ  $1200^{\circ}$  въ часъ передается  $70600 ed. m$ , что соотвѣтствуетъ образованію нормальнаго пара въ  $110 kg/m^2$ . Для нижняго ряда котла Глогнера получаютъ слѣдующія шифры: коэффиціентъ теплопередачи  $93,5 ed. m$ , передача тепла на  $1 m^2$  въ часъ  $112000 ed. m$ , испарительность  $175 kg$ . Къ сожалѣнію, средняя нагрузка котла не указана.

Вотъ съ какими условіями передачи теплоты мы должны



$$t - t_w = W \left( \frac{\delta}{\lambda} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_w} \right),$$

причемъ коэффициентъ сопротивленія отъ металла къ камню принять равнымъ нулю.  $\delta_1$ —толщина налета въ  $m$ ,  $\lambda_1$  его теплопроводимость ( $m^2, 1^0 C$ , часъ). Эберле нашелъ для своихъ двухъ специально приготовленныхъ налетовъ  $\lambda_1 = 1,91$  и  $2,96$  *ед. m.*, Эрнстъ уже раньше 1 до 2,7. Для масла было найдено  $\lambda_1$  равнымъ только 0,1 *ед. m.*, такимъ образомъ его теплопроводимость въ 10 разъ неблагоприятнѣе самага нетеплопроводнаго камня.

Для камня теплопроводимостью въ 2,96 и слоемъ въ 5,5 *mm*, при температурѣ воды въ котлѣ въ  $180^0$  будетъ

$$t_a = 180 + 0,002779 W.$$

для слоя масла въ 0,55 *mm*:

$$t_a = 180 + 0,006419 W.$$

Для различныхъ количествъ теплоты были высчитаны температуры стѣнокъ съ внѣшней стороны трубокъ, каковыя цифры представлены на кривыхъ фиг. 1.

Если мы теперь по вышеприведенной формулѣ высчитаемъ температуру въ топкѣ  $t_h$ , соотвѣтствующую передачѣ извѣстнаго количества тепла, при чемъ значеніе для  $t_a$  будетъ взято изъ кривой на фиг. 1., то, напр., для  $1000^0$  въ топкѣ при слоѣ камня въ 5,5 *mm* получится часовая передача 1  $m^2$  нижняго ряда трубъ 94500 *ед. m.* и нагрѣвъ стѣнокъ трубокъ почти до  $450^0$ . При слоѣ масла въ  $\frac{1}{2}$  *mm* въ часъ передадутся только 71000 *ед. m.*, при чемъ температура стѣнки съ внѣшней стороны будетъ около  $630^0$ . Эта передача теплоты соотвѣтствуетъ найденной Фуксомъ для перваго газохода котла Штейнмюллера при нагрузкѣ въ 23,6 *kg* на 1  $m^2$  поверхности нагрѣва.

Мы знаемъ, что при хорошемъ процессѣ сгорания и высококачества топливѣ температура въ топкѣ можетъ быть въ  $1400^0$  и выше. Однако, въ нашъ расчетъ мы этой температуры не ввели, такъ какъ она значительно выше тѣхъ температуръ, съ которыми оперировалъ Эберле. Достаточно знать, что въ такихъ случаяхъ стѣнки съ налетомъ

камня или масла получили бы температуру значительно большую, чѣмъ рассчитанную, а въ зависимости отъ этого увеличеніе коэффициента растяженія и уменьшеніе прочности на разрывъ литого желѣза должно повести къ измѣненію формы и разгрѣву.

Большое значеніе имѣетъ установить, уменьшаетъ-ли образование пара при большой нагрузкѣ котла въ водяныхъ трубкахъ передачу тепла на столько, что дѣлаетъ возможнымъ перегрѣвъ и безъ налета на стѣнкахъ.

Очень часто встрѣчается мнѣніе, что при большихъ нагрузкахъ водотрубныхъ котловъ образуется изъ пара и воды пѣнящаяся смѣсь, которая противодѣйствуетъ передачѣ тепла. Этому, однако, противорѣчитъ, какъ мы увидимъ ниже, тотъ фактъ, что водотрубные котлы съ чистыми поверхностями нагрѣва работаютъ продолжительное время безъ поврежденія трубокъ. Понятно, при условіи хорошей циркуляціи воды. Въ этомъ отношеніи для двухкамерныхъ котловъ заслуживаетъ одобренія фирма Л. и К. Штейнмюллеръ, которая нѣсколько лѣтъ тому назадъ предприняла опыты съ подвижными перегородками въ камерахъ и выяснила въ нихъ скорость и направленіе струи. Относительно найденнаго такимъ образомъ наивыгоднѣйшаго отношенія между полнымъ сѣченіемъ трубокъ и камеръ, наклона и длины трубокъ, въ настоящее время извѣстнѣйшія системы водотрубныхъ котловъ съ 2 камерами показываютъ полнѣйшее однообразіе. Это еще не имѣетъ мѣста съ вертикальными котлами, однако и относительно этихъ я не знаю какого-либо случая, когда при чистыхъ поверхностяхъ нагрѣва получались поврежденія трубокъ исключительно вслѣдствіе нарушенія циркуляціи.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда докладчики называли причиной поврежденій высокое напряженіе, оно обыкновенно не чрезмерное и имѣются на лицо и другія обстоятельства, которымъ по крайней мѣрѣ съ такимъ же успѣхомъ можно было бы приписать поврежденіе. Съ другой стороны было приведено нѣсколько случаевъ безпрепятственной эксплуатаціи водотрубныхъ котловъ при большой ихъ нагрузкѣ.

На одной большой центральной электрической станціи работаетъ 23 водотрубныхъ двухкамерныхъ котла поверх-

ностью нагрѣва отъ 250 до 525  $m^2$  съ экономайзерами безъ какихъ-либо поврежденій трубокъ уже въ теченіе ряда лѣтъ. Всѣ котлы снабжены цѣпными колосниковыми рѣшетками до 18,8  $m^2$ . Отапливаются они верхнесилезскимъ каменнымъ углемъ съ теплотворной способностью около 5900 *ед. т.*, нагрузка котловъ, регистрируемая самопишущими паромѣрами, около 32—34 *kg* на 1  $m^2$  поверхности нагрѣва въ часъ съ случайнымъ незначительнымъ повышеніемъ. Питаніе производится конденсатомъ изъ турбинъ, безъ масла, на сколько это возможно при питаніи центробѣжнымъ насосомъ, при чемъ остающіяся незначительныя количества масла выдѣляются при помощи сѣрнокислаго алюминія, добавленіе же происходитъ химически очищенной водой. Обыкновенно котель работаетъ 14,500 часовъ, достигали даже 16000 рабочихъ часовъ; послѣ этого происходитъ фундаментальная очистка турбинными аппаратами.

Цѣпныя сообщенія относительно большихъ нагрузокъ котловъ безъ поврежденій трубъ сдѣлалъ пр. Киршъ—Москва. Въ Лабораторіи Императорскаго Московскаго Училища находится съ 1903 г. двухкамерный водотрубный котель въ 60  $m^2$  поверхности нагрѣва, съ 8 вертикальными рядами трубокъ, съ перегрѣвателемъ. Топливомъ до 1912 г. служила нефть, затѣмъ антрацитъ и каменный уголь. Нормальная нагрузка около 40 *kg* на 1  $m^2$ , но и доходила до 50—55 *kg* въ теченіе цѣлыхъ недѣль. Питательная вода жесткостью въ 10—12 нѣмецкихъ градусовъ очищается холоднымъ способомъ при помощи соды и извести и подогревается въ экономайзерѣ до 45°. Это обстоятельство, помимо экономическихъ выгодъ, весьма важно для состоянія водяныхъ трубокъ, такъ какъ остающіеся послѣ очистки воды накипеобразователи выдѣляются въ экономайзерѣ. Очистка трубъ производится послѣ 2000 рабочихъ часовъ. До сихъ поръ не было необходимости въ смѣнѣ какой-либо трубы.

Другой двухкамерный котель въ Россіи въ 242  $m^2$ , также съ 8 вертикальными рядами, съ шахтной топкой для дровъ, работаетъ съ нормальной нагрузкой въ 33—35 *kg* на  $m^2$ , доходящей временами до 40—45 *kg*. Питательная вода содержитъ 30% конденсата, а остальная часть химически

очищается до 2—4 нѣм. град., при подогрѣвѣ въ экономайзерѣ до 140—160°.

Типичнымъ примѣромъ того, какой большой нагрузки безъ всякихъ трудностей можно достигнуть при чистыхъ поверхностяхъ нагрѣва, служить новый котель Штейнмюллера. Онъ состоитъ изъ двухкамернаго котла съ водяными трубами длиною только въ 3 *m*, которыя по всей своей длинѣ находятся надъ цѣпной рѣшеткой и получаютъ воду, прошедшую экономайзеръ и 2 вертикальныхъ котла. По сообщенію фирмы была достигнута въ собственномъ предпріятіи нагрузка въ 50 *kg/m*<sup>2</sup> и болѣе безъ какихъ-либо поврежденій трубъ въ теченіе почти 3 лѣтъ.

Пр. Киршъ сообщалъ объ одинарныхъ котлахъ Гарбе, которые съ шахтными дровяными топками доставляли нормально 40—42 *kg/m*<sup>2</sup>, максимально 50 *kg*, затѣмъ о двойныхъ котлахъ Гарбе нефтяного отопленія съ подобной нагрузкой. Питаніе производилось водой, состоящей до 80% изъ конденсата.

Эти взятые изъ массы другихъ примѣры показываютъ, что сильное напряженіе чистыхъ поверхностей нагрѣва не влечетъ за собой поврежденій трубъ въ водотрубныхъ котлахъ извѣстныхъ системъ. Чувствительность водяныхъ трубъ наступаетъ лишь въ присутствіи отложеній, запруживающихъ тепло, и увеличивается при возникновеніи, по какимъ-либо причинамъ, особенно высокихъ температуръ въ отдѣльныхъ мѣстахъ газоходовъ или при слишкомъ сильномъ накаливаніи обмуровки котла.

Для температуры горѣнія газа существуетъ, какъ извѣстно, слѣдующее соотношеніе  $t_h = t_1 + \frac{H\eta}{Q \cdot C_p}$ , гдѣ

$t_1$  начальная температура газозвоздушной смѣси,

$\eta$  коэффициентъ полезнаго дѣйствія горѣнія,

$Q$  количество газа въ *kg*,

$C_p$  теплоемкость въ постоянномъ давленіи, и

$H$  теплотворная способность 1 *kg* газа.

Итакъ, теплота сгоранія тѣмъ выше, чѣмъ выше начальная температура и чѣмъ незначительнѣе количество газообразныхъ продуктовъ сгоранія. Если при богатыхъ летучими

веществами топливахъ изъ топочнаго пространства уходятъ газы съ высокой температурой, то возникаютъ послѣдующія сгоранія, какъ только эти газы встрѣчаются съ воздухомъ, въ особенности если происходитъ хорошее съ нимъ перемѣшиваніе вслѣдствіе внезапныхъ измѣненій направленія, или вслѣдствіе суженія при помощи сильно нагрѣтыхъ сводовъ. Ясно, что при начальной температурѣ въ 1000° и болѣе, при небольшомъ избыткѣ воздуха и при газахъ, получающихся отгонкой и отличающихся высокой теплотворной способностью, могутъ возникнуть весьма значительныя температуры въ непосредственной близости къ поверхности нагрѣва. Объ этомъ свидѣлствуютъ случаи расплавленія обмуровки, спеканіе летучей золы между трубами, въ особенности замѣтное въ нижней части перваго пучка трубъ вертикальныхъ водотрубныхъ котловъ, а также выпучины, образующіяся въ нижней части корпусовъ жаротрубныхъ котловъ, отапливаемыхъ бурымъ углемъ. (Объ этомъ см. также Геншъ «Разсчетъ, проектированіе и работа правильно выполненныхъ котельныхъ установокъ». Изданіе J. Springer, 1913 г.). Я считаю весьма вѣроятнымъ, что сильно нагрѣтые слои осѣвшей пористой летучей золы усиливаютъ послѣдующее сгораніе внѣ топки. Такого рода наблюденія были сдѣланы нѣкоторыми коллегами, указавшими, при заполненіи моего вопроснаго листа, на осѣвшую летучую золу, какъ на причину образованія выпучинъ; по ихъ утвержденіямъ дѣйствіе осѣвшей летучей золы проявляется на тѣхъ именно трубахъ, которыя покрыты отложеніями и съ водяной стороны, т.-е. стѣнки которыхъ имѣютъ болѣе высокую температуру. Не исключается также при послѣдующемъ сгораніи внѣ топки газовъ, содержащихъ большое количество водяного пара, возможность развѣданія стѣнокъ кислородомъ, получающимся при разложеніи пара. Такъ можно, пожалуй, удачно объяснить наблюдаемый иногда наружный прогаръ водяныхъ трубъ.

Разрушительное дѣйствіе послѣдующаго сгоранія (внѣ топки) на водяныя трубы объясняется усиленной теплопередачей излученіемъ вслѣдствіе близости источника тепла. Каждая раскаленная частица газа излучаетъ тепло по всѣмъ направленіямъ. Только лучистый конусъ попадаетъ въ стѣн-

ку трубы. Уголь, составленный его образующими тѣмъ больше, чѣмъ меньше разстояніе отъ центра лучей до поверхности, на которую лучи падаютъ. См. также Mollier, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1897 г. «Ueber Wärmedurchgang und die darauf bezüglichen Versuchsergebnisse».

Наконецъ, необходимо помнить, что передача тепла на твердыя стѣнки растеть со скоростью газа. По «Hütte» коэффициентъ передачи

$$\alpha = 2 + 10 \sqrt{v} \text{ ед. м. (на } m^2 \text{ и } 1^\circ C \text{ въ часть);}$$

$$\text{для } v = 4 \text{ м} \qquad \alpha = 22 \text{ ед. м.}$$

$$\text{для } v = 30 \text{ м} \qquad \alpha = 57 \text{ ед. м.}$$

Такимъ образомъ, въ мѣстахъ суженій дымоходовъ, гдѣ топочные газы устремляются на водяныя трубы, приходится считаться съ повышенной теплоотдачей черезъ соприкосновеніе.

Вызванныя вышеуказанными причинами поврежденія трубъ заключаются въ глубокихъ и длинныхъ выпучинахъ, которыя при разрывахъ раскрываются на большой площади; края разрыва тонки и имѣютъ цвѣтъ побѣжалости. Эти опасныя выпучины образуются либо вслѣдствіе присутствія тонкаго слоя накипи, содержащей масло и не отскакивающей при начинающемся плавленіи стѣнки—такое же дѣйствіе имѣютъ волокна целлюлозы—либо же вслѣдствіе присутствія кусковъ твердой накипи, расположенныхъ слоями другъ надъ другомъ и почти совсѣмъ заполняющихъ отдѣльныя трубы. Эти куски накипи, опасные также для водяныхъ камеръ, большею частью образуются отъ мягкаго углекислаго кальція. Небольшія выпучины съ короткими трещинами, случающіяся болѣе часто, обязаны своимъ происхожденіемъ твердой накипи, содержащей гипсъ. Подчасъ стѣнка водяной трубы, несмотря на незначительную глубину выпучины, ослаблена вслѣдствіе пережога.

Третьимъ родомъ поврежденія трубъ является искривленіе шпжнихъ рядовъ, лежащихъ ближе къ огню, что можетъ повлечь за собой сдвигъ съ гнѣздъ трубъ, при недостаточной ихъ длинѣ. Прогибъ идетъ вверхъ и вначалѣ незначителенъ, когда трубы еще чисты и, слѣдовательно, лучше охлаждены водой въ нижней части, чѣмъ паромъ въ верх-



ней. По мѣрѣ увеличенія слоя отложеній нижняя половина трубы нагрѣвается значительно больше, но прогибъ идетъ въ вышеуказанномъ направленіи.

Въ 63 отвѣтахъ на мой вопросный листъ частью было указано на содержаніе масла въ питательной водѣ, частью оно было вѣроятно, такъ какъ котлы питались конденсаціонной водой. Въ 54 случаяхъ вода не очищалась или же очищалась въ недостаточной степени.

Перейдемъ теперь къ нѣкоторымъ случаямъ изъ практики. Но раньше слѣдуетъ замѣтить, что при надлежащемъ уходѣ за котлами для устраненія поврежденій трубъ сразу и одновременно принимаются обыкновенно многія мѣры и часто остается неизвѣстнымъ, какая изъ мѣръ оказалась наиболѣе успѣшной.

Въ одной установкѣ съ тремя секціональными котлами, скомбинированными съ цѣпными топками, сжигали при маломъ разрѣженіи мелкій орѣшекъ съ большимъ содержаніемъ летучихъ. Питательная вода, содержащая немного масла, оставляла въ котлахъ накипь. Выпучинъ было такъ много, что постоянно держали наготовѣ хомуты, которыми обкладывались трубы при образованіи разрывовъ. Многія трубы имѣли до трехъ хомутовъ. Поврежденія трубъ были значительно уменьшены, когда перешли къ угольной пыли съ малымъ содержаніемъ летучихъ и каждая 4 недѣли стали производить мокрую очистку всѣхъ трубъ, постепенно, отъ ряда къ ряду понижая водяное зеркало и удаляя еще мягкія отложенія изъ каждаго ряда по мѣрѣ того, какъ онъ освобождался отъ воды.

Упомянутая выше большая силовая станція съ цѣпными рѣшетками, въ которой уже много лѣтъ не происходятъ поврежденія трубъ, вначалѣ имѣла дѣло съ часто возникавшими выпучинами на водяныхъ трубахъ, именно тогда, когда она примѣняла еще наклонную топку, дѣйствовавшую какъ генераторъ; горѣніе шло съ малымъ избыткомъ воздуха при длинномъ пламени непосредственно подъ трубами; при цѣпной рѣшѣткѣ и невысокомъ слоѣ топлива сгораніе получается полное, что непрерывно контролируется аппаратами Адосъ.

Въ подобныхъ же условіяхъ находились двѣ другихъ установки, при чемъ (фигура 2) суженіе (фигура 3) сѣченія при перемеѣнѣ направленія движенія газовъ, повышало температуру горѣнія. Топливомъ служитъ баварскій бурый уголь. Дальнѣйшее образование трещинъ было предотвращено уширеніемъ отверстія (фиг. 2) и укороченіемъ (фиг. 3). Въ водотрубныхъ котлахъ, скомбинированныхъ съ ступенчатыми топками, въ которыхъ сжигался богемскій бурый уголь, образовались выпучины послѣ того, какъ для достиженія болѣе высокаго полезнаго эффекта топочное пространство было сильнѣе перекрыто. Другая ступенчатая топка съ большимъ суженіемъ топочнаго пространства повела къ образованію выпучинъ; образование послѣднихъ прекратилось, когда перешли къ цѣпной рѣшеткѣ.

Образованіе выпучины вслѣдствіе суженія пламени (фиг. 4) было предотвращено укороченіемъ свода.

Фиг. 5. Дюссельдорфская экономическая топка, топливо каменный уголь, подводъ пара къ топкѣ сзади. Образованіе выпучины, такъ какъ пламя было устремлено вверхъ и послѣдующее сгораніе вслѣдствіе измѣненія направленія происходило непосредственно подъ трубами. Погруженіемъ задней части рѣшетки, прекращеніемъ подвода пара и перемеѣненіемъ впередъ топочнаго свода достигнуто полное сгораніе газовъ до ихъ поворота и предотвращены дальнѣйшія выпучины.

Фиг. 6 и 7. Образованіе выпучинъ въ верхнемъ ряду трубъ и въ двухъ крайнихъ трубахъ второго ряда вверху вслѣдствіе лучеиспусканія раскаленнаго свода, расположеннаго слишкомъ низко надъ трубами. Позднѣе трубы были защищены наложенными на нихъ асбестовыми листами.

Фиг. 8. Топливо богемскій бурый уголь. Высокая температура горѣнія непосредственно подъ трубами вслѣдствіе суженія пламени и подвода подогрѣтаго воздуха. Въ послѣдніе 4 года выпучины появлялись уже рѣдко, послѣ того, какъ проходъ для пламени расширенъ и основательно производится удаленіе изъ питательной воды масла.

Фиг. 9. Въ вертикальномъ котлѣ Гарбе, отопляемомъ угольной пылью, сжигаемой на Плутостокерахъ, послѣ пятинедѣльной работы, образовались выпучины трубъ въ

мѣстѣ, гдѣ топочные газы, направленные сводомъ къ трубамъ, внезапно мѣняютъ направленіе. Поврежденія трубъ прекратились, когда измѣнили расположеніе обмуровки (см. фиг. 9), одновременно же прекратили питать котель конденсатомъ, содержащимъ масло, и нагрузку котла уменьшили съ  $30\text{ kg}$  на  $22\text{—}25\text{ kg/m}^2$ .

Фиг. 10. Котель Leinhaas, топливо жидкое. Выпучины образовались повидимому потому, что топочное пространство было ограниченное, такъ что у самыхъ трубъ, загрязненныхъ мягкими отложеніями, получалась очень высокая температура.

На фиг. 11 и 12 показаны двойные котлы Гарбе въ  $500$  и  $750\text{ m}^2$  пов. нагрѣва съ нефтяными топками; питаніе конденсационной водой. При горизонтальномъ направленіи пламени и суженномъ топочномъ пространствѣ произошелъ при неполномъ горѣннн прогаръ трубъ при испарительности только въ  $25\text{ kg/m}^2$ . Когда пламени было дано направленіе вверхъ и горѣніе заканчивалось въ топочномъ пространствѣ (фиг. 12), прогаръ трубъ прекратился, не смотря на то, что испарительность доходила до  $40$  и  $45\text{ kg/m}^2$ .

На фиг. 13 изображенъ котель Гарбе, скомбинированный съ ступенчатой топкой для низкосортнаго бурнаго угля. При тонкой накипи, не содержащей масла, и напряженнн въ  $22\text{ kg/m}^2$  на обозначенномъ мѣстѣ образуются короткія выпучины и трещины съ прогаромъ. Горячіе газы съ большимъ содержаніемъ несоргорѣвшихъ частицъ прекрасно перемѣшиваются въ воронкѣ позади топки и, обладая высокой температурой, окончательно сгораютъ непосредственно у трубъ.

Фиг. 14 представляетъ котель Гарбе съ шахтной топкой для дровъ; вслѣдствіе достаточно большого топочнаго пространства котель этотъ работаетъ безъ вреда при нормальной нагрузкѣ въ  $40\text{—}42\text{ kg/m}^2$ . Питательная вода содержитъ  $80\%$  конденсата. По истеченнн  $4500$  рабочихъ часовъ трубы сохранились въ цѣлости и внутри остались чистыми.

На фиг. 15 и 16 изображенъ котель Лабораторнн паровыхъ котловъ Императорскаго Московскаго Техническаго Училища, дающн при нефтяной топкѣ, какъ уже выше упомянуто съ кв. метра пов. нагр. до  $50$  и  $55\text{ kg/m}^2$  пара. Слѣ-

дуетъ обратить вниманіе на огромное (сравнительно съ фиг. 10) пространство, обезпечивающее развитіе пламени.

Въ заключеніе приводимъ тѣ правила, которыя нужно соблюдать во избѣжаніе поврежденій трубъ:

Не слѣдуетъ пользоваться питательной водой, содержащей масло или органическія вещества; отъ минеральныхъ составныхъ частей она должна обезвреживаться химической очисткой. Рекомендуется высокій подогревъ ея въ подогревателяхъ съ незначительной скоростью воды.

Если, несмотря на это, котельная накипь все же образуется, то котлы должны подвергаться чисткѣ черезъ короткіе промежутки и, въ особенности, послѣ продолжительнаго простоя, чтобы воспрепятствовать отложенію твердыхъ кусковъ накипи. При камерныхъ котлахъ цѣлесообразно чистить трубы въ мокромъ видѣ, постепенно понижая зеркало воды отъ ряда къ ряду.

Необходимо стремиться къ полному сгоранію. Также и при топливѣ съ большимъ содержаніемъ летучихъ горѣніе должно закончиться въ топочномъ пространствѣ. Для избѣжанія удлиненаго пламени, вводимому дополнительному воздуху нужно дать перпендикулярное къ пламени направленіе.

Топочные газы не должны быть сдавлены при выходѣ изъ топочнаго пространства передъ самыми трубами; въ этомъ мѣстѣ слѣдуетъ избѣгать крутыхъ измѣненій направленій и подвода воздуха.

Необходимо очень заботиться о томъ, чтобы заминки въ расходѣ пара не совпадали съ моментомъ сильной загрузки топлива.

Необходимо своевременно предотвратить осажденіе на наружныхъ поверхностяхъ водяныхъ трубъ большихъ количествъ летучей золы.

Предсѣдатель. Открываю пренія и ожидаю заявленій желающихъ высказаться.

Я хотѣлъ только указать, что тепловой коэффициентъ, который по формулѣ, взятой изъ «Hütte», зависитъ отъ скорости, находится кромѣ того въ зависимости и отъ другихъ условій. Я это подчеркиваю, потому что это часто упускается изъ виду. На основаніи замѣчательныхъ изслѣдованій

проф. Юнкерса въ Аахенѣ, тепловой коэффициентъ зависитъ отъ давленія и вихревого состоянiя; это подтверждено опытами, произведенными одной англiйской комиссiей вблизи Донди у Эдинбурга надъ длинными трубами, въ которыхъ сжигались газы. На это только я хотѣлъ указать.

Никто слова не просить, и я выражаю благодарность докладчику за интересныя сообщенiя.

Переходимъ къ пункту 11.

**Пунктъ 11. Опыты съ электрической и автогенной сваркой въ примѣненiи къ паровымъ котламъ.**

Г-нъ Мюнстеръ—Данцигъ:

Поставленная задача—сдѣлать сообщенiе о результатахъ примѣненiя автогенной сварки къ паровымъ котламъ, заключаетъ въ себѣ много трудностей, если принять во вниманiе, что этотъ способъ работы получилъ распространенiе въ широкихъ кругахъ только въ послѣднiе пять—шесть лѣтъ. Располагаемый материалъ для сужденiя о результатахъ не великъ, такъ какъ осмотрительно работающiя фирмы, хотя и давно уже пользуются ацетилено-кислороднымъ пламенемъ для разрѣзанiя металловъ, но для сварки примѣняютъ его только въ видѣ пробъ и для выучки рабочихъ. Опыты разныхъ фирмъ, конечно, неодинаковы, и этимъ объясняются противорѣчiя при оцѣнкѣ автогеннаго способа сварки.

Для каждой системы сварки опытность и умѣнiе служатъ необходимымъ условiемъ для успѣшной работы. Кузнечная сварка никогда не можетъ быть вполнѣ замѣнена, но число и особенности предпринимаемыхъ сварокъ въ новѣйшее время оставляютъ во многихъ случаяхъ нерѣшеннымъ вопросъ, какой способъ предпочтительнѣе: кузнечной или автогенной сварки. При первомъ необходимо соединяемыя части накладывать другъ на друга въ мѣстѣ сварки, что является вѣрнымъ средствомъ для удачи сварки, при второмъ подобное наложенiе рѣдко возможно, потому что при этомъ требуется усиленное нагреванiе соединяемыхъ частей. Далѣе, автогенный способъ сварки примѣняется, главнымъ образомъ въ тѣхъ случаяхъ, когда подойти къ мѣсту сварки можно только съ одной стороны,

тогда какъ съ другой стороны ни для наблюденія, ни для работы съ горѣлкой приблизиться нельзя. При наличности незначительной массы высоко перегрѣтаго металла послѣдующая проковка соединяемыхъ частей хотя и полезна, однако, недостаточна для полнаго удаленія примѣсей и шлакообразованій, какъ это въ общемъ легко достижимо при кузнечной сваркѣ. Къ этимъ грудностямъ работы автогеннымъ способомъ необходимо прибавить, что во многихъ случаяхъ такая сварка производится въ мѣстахъ прочно укрѣпленныхъ, вслѣдствіе чего въ нихъ вызываются добавочныя напряженія, величину и направленіе которыхъ рѣдко удается опредѣлить. Благодаря этимъ, при охлажденіи обрабатываемаго предмета вызваннымъ въ немъ напряженіямъ матеріала, радость вслѣдствіе, казалось бы, удачно оконченной работой, можетъ смѣниться отчаяніемъ, когда образуются новыя трещины, иногда представляющія болѣшія техническія затрудненія, чѣмъ трещина, которую заваривали.

Исходя изъ такихъ соображеній, безусловно необходимо, чтобы каждая сварка находящихся во взаимной зависимости конструктивныхъ деталей (также при исправленіи паровыхъ котловъ) производилась хорошо обученнымъ и опытнымъ сварщикомъ.

Судя по опыту другихъ обществъ, которымъ за ихъ сообщенія я весьма благодаренъ, автогенная и электрическая сварка равноцѣнны. Съ одной стороны было замѣчено, что электрическая сварка вслѣдствіе ограниченнаго нагрѣва мѣстнаго металла имѣетъ преимущество. Оба способа для полной новой постройки котловъ мало употребительны: примѣняется, правда, таковая сварка при постройкѣ небольшихъ вертикальныхъ котловъ, при которыхъ поперечныя трубы и дымовая труба, частью также днища привариваются. Если въ моемъ районѣ электрическая сварка для исправленія котловъ примѣнялась, только въ рѣдкихъ случаяхъ, то это зависѣло главнымъ образомъ оттого, что подача электрической энергии иногда бывала затруднена и что, далѣе, для автогенной сварки легче было найти рабочую силу.

Въ заключеніе можно сказать, что удобопримѣнимыми являются оба способа сварки тамъ, гдѣ имѣютъ мѣсто только напряженія на сжатіе или временами самыя незначительныя

напряженія на разрывъ; ни одна сварка не должна быть производима безъ гарантіи со стороны заслуживающей довѣрія фирмы. Особенно надо остерегаться послѣдующей проковки шва при синемъ нагрѣвѣ желѣза.

Очень желательно, чтобы при каждой производимой сваркѣ объ этомъ дѣлалось сообщеніе соотвѣтствующему обществу по надзору за котлами съ тѣмъ, чтобы въ этихъ центральныхъ мѣстахъ накоплялись опытные данныя. До сихъ поръ же имѣются предположенія, что нѣкоторыя сварки въ паровыхъ котлахъ были произведены заинтересованными фирмами тайно.

Г. Эггерсъ—М.-Гладбахъ: Электрическая сварка въ примѣненіи къ паровымъ котламъ, паровымъ сосудамъ и вообще къ аппаратамъ, работающимъ подъ давленіемъ пара, вопросъ о которыхъ здѣсь выдвинуть въ первую линію, мало рекомендуется обществами по надзору за котлами, по крайней мѣрѣ въ Германіи, по сравненію съ автогенной сваркой при помощи ацетилено-кислороднаго пламени.

Какъ вы, милостивые государи, помните, я говорилъ уже на нашемъ съѣздѣ въ Лиллѣ о томъ, что въ Россіи, въ странѣ, въ которой мы сейчасъ пребываемъ, пользуясь ея гостепріимствомъ, впервые была примѣнена электрическая сварка и отсюда нашла она себѣ дорогу въ Германію и другія страны.

Уже много небольшихъ ремонтовъ котловъ выполнено при помощи кислорода и ацетилена, такъ что въ процентномъ отношеніи подобныхъ работъ произведено больше, чѣмъ посредствомъ электрической сварки, хотя въ послѣдніе годы многія общества обратили свое вниманіе на послѣднюю, на примѣръ; въ Данцигѣ, Рурортѣ, Штетинѣ, Кельнѣ и т. д.

Изъ сообщенія г. Мюнстера слѣдуетъ, что большинство германскихъ обществъ, а до моему мнѣнію и другихъ входящихъ въ составъ Международнаго Союза Обществъ, занимающихся вопросомъ объ автогенной сваркѣ, допускаетъ ея примѣненіе при извѣстныхъ условіяхъ. Только немного обществъ считаютъ подобный способъ сварки малоцѣннымъ.

Одно изъ южно-германскихъ обществъ смотритъ на положеніе дѣла съ недовѣріемъ, высказывая такое мнѣніе: Если сварочный шовъ не испытываетъ ни сжатія, ни растяженія,

причемъ напряженія матеріала не получаютъ, то этотъ способъ можно допустить къ примѣненію.

А такъ какъ при работѣ паровыхъ котловъ стѣнки котла и швы всегда подвержены нѣкоторымъ напряженіямъ, при чемъ, вообще, нельзя избѣжать напряженій какъ на разрывъ и сжатіе, такъ и на изгибъ, то по мнѣнію этого общества, дѣйствительно, автогенная сварка недопустима независимо отъ того будетъ ли она автогенно-кислородная или электрическая. Я надѣюсь, что и это общество скоро измѣнитъ свое мнѣніе и отнесется съ симпатіей къ электрическому способу сварки, такъ какъ этотъ способъ, по-моему мнѣнію, съ теченіемъ времени опередитъ автогенную сварку при ремонтѣ паровыхъ котловъ въ виду большихъ удобствъ, простоты и, какъ я думаю, надежности и дешевизны.

Вообще мнѣніе всѣхъ обществъ для надзора за котлами, за немногими исключеніями, можетъ быть такъ формулировано: «Автогенная сварка для котельныхъ цѣлей допустима, когда свариваемые швы не подвержены напряженію на разрывъ и изгибъ».

Подъ этимъ можетъ расписаться и наше общество; для электрической же сварки оно ставитъ слѣдующее условіе: «автогенная электрическая сварка въ настоящее время не допускается, когда свариваемый шовъ подверженъ напряженію на разрывъ, наоборотъ она не представляетъ сомнѣній при наличности и изгибающихъ моментовъ». Мы исключаемъ изъ ограниченій сжатіе и изгибъ, такъ какъ по нашимъ свѣдѣніямъ электрическая сварка переноситъ большія изгибающія напряженія; мы ея болѣе не боимся. Это преимущество электрической сварки предъ автогенной и преимущество это немалое.

Напримѣръ, по автогенно-кислородно-ацетиленовому способу нельзя заваривать большихъ трещинъ на загибахъ дщщ. Мы же на нижнемъ Рейнѣ дѣлаемъ это безъ какихъ-либо сомнѣній. Одно очень неудобно и на большомъ протяженіи треснувшее днище большого котла въ 75 м<sup>2</sup> поверхности нагрѣва, заваренное электрическимъ способомъ въ февралѣ 1908 г. еще сейчасъ работаетъ подъ давленіемъ въ 9 атм. Работа была произведена въ 55 часовъ



и стоила 287 м. 80 пф. Ремонтъ котла по старому способу потребовать бы 50 рабочихъ дней и около 3300 м.

Вы видите, что, дѣйствительно, можно не такъ ужъ бояться, если приходится исправлять электрическимъ способомъ котлы въ тѣхъ случаяхъ, когда свариваемый шовъ подвергается также изгибающимъ напряженіямъ. Что же касается напряженій, которыя по мнѣнію многихъ ревизоровъ имѣютъ при этомъ большое значеніе, то считаемъ таковыя опасными лишь въ единичныхъ случаяхъ. Тутъ я вспоминаю слова: «что я себѣ не могу хорошо объяснить при нѣкоторыхъ порчахъ котла, то я приписываю явленію напряженій». Вѣдь во многихъ заключеніяхъ удовлетворяются указаніемъ, что причиной являются, главнымъ образомъ, напряжения въ матеріалѣ. Вѣрно, этимъ можно многое покрыть, но въ большинствѣ случаевъ оно ничего не говоритъ и мы должны были бы по возможности избѣгать этого выраженія.

Всѣ электрическія сварки съ февраля 1908 г. (вѣдь уже 5 лѣтъ, какъ мы пользуемся этимъ родомъ автогенной сварки, если вообще это названіе сюда примѣнимо), дали благопріятный результатъ, за исключеніемъ сварки трещинъ на трубныхъ рѣшеткахъ локомотивей. Мы надѣемся, однако, также выяснитъ, какъ заваривать и эти трещины.

При электрической сваркѣ все дѣло заключается въ надежности сварщика и въ способѣ сварки, то есть при какой силѣ и напряженіи тока она производится.

Прежде я не рисковалъ заваривать заплаты въ топочныхъ листахъ... напр., въ цилиндрическихъ котлахъ. Вполнѣ попятно, что вопросъ можетъ касаться заплатъ, не превышающихъ извѣстныхъ размѣровъ. Теперь этотъ вопросъ уже рѣшенъ. Мы пригоняемъ заплату со скошенными краями, съ внутренней стороны и завариваемъ шовъ съ обѣихъ сторонъ. Если заплата большихъ размѣровъ, то она еще приклепывается съ внѣшней стороны заклепками съ плоской головкой, которыя вмѣстѣ со швомъ провариваются. Такой шовъ держитъ и остается плотнымъ, если работа производится надежной фирмой и затѣмъ нами контролируется и принимается.

Заварки разѣденныхъ мѣстъ цилиндрическихъ корпусовъ, большихъ трещинъ волнистыхъ трубъ, трещинъ водяныхъ трубъ водотрубныхъ котловъ, исправленіе недостатковъ жаровыхъ трубъ, протравленій въ днищахъ, трещинъ въ отгибахъ днищъ, неплотностей въ швахъ, накладкахъ, фланцахъ и тому подобныхъ частяхъ котла были нами приняты въ большомъ количествѣ. Удобнѣе всего сваривать рабочему эти части при силѣ тока въ 70—80 амперъ и напряженіи 115—120 вольтъ; при трещинахъ и сваркѣ заплатъ сварщикъ идетъ и до 100 амперъ и 120 вольтъ смотря по тому, какъ приходится работать и какую толщину приходится сваривать, при этомъ измѣненіе напряженія и силы тока играютъ свою роль. Если не пользоваться соотвѣтствующей силой тока и напряженіемъ, то трещина вновь раскроется.

Извѣстно, что въ вертикальныхъ котлахъ съ поперечными водяными трубами, дымовая труба часто приваривается къ огневой камерѣ и въ этомъ мѣстѣ получаютъ трещины, которыя очень трудно исправлять. Мы можемъ зарегистрировать два случая, когда трещины, которыя шли по всей окружности, въ теченіе короткаго времени были заварены и до сихъ поръ не давали повода сожалѣть объ этомъ. Послѣ сварки топили котлы въ продолженіе двухъ дней при атмосферномъ давленіи, а потомъ уже подъ давленіемъ и проваренныя мѣста обстукивали молотками. При этомъ опасныхъ явленій не оказалось и котлы были пущены въ работу. До сего времени они не пропускаютъ, сохраняя плотность въ мѣстѣ сварки. При такихъ мѣрахъ предосторожности мы считаемъ себя обезпеченными отъ всякихъ опасныхъ послѣдствій.

Я хотѣлъ бы вамъ еще сообщить объ одномъ изъ многихъ случаевъ, который можетъ показаться вамъ интереснымъ.

Въ 1911 г. на послѣднемъ звенѣ цилиндрическаго корпуса большого котла въ 120 *m*<sup>2</sup> поверхности нагрѣва, работавшаго при 12 *at* давленія, появились трещины продольныя и поперечныя и представилась такая картина, какъ - будто молнія ударила въ листъ.

Но въ дѣйствительности, дѣло обстояло не такъ, что намъ

удалось установить послѣ разслѣдованія, а именно при погрузкѣ котла, онъ упалъ на ось котельной телѣжки, при чемъ помялся бокъ цилиндрическаго корпуса. Котель былъ около года въ работѣ, когда мы при внутреннемъ осмотрѣ открыли существованіе этихъ трещинъ. Что тутъ было дѣлать? Ремонтъ при помощи вырубки большого куска изъ корпуса или переклепки цѣлаго листа былъ бы продолжительнымъ по времени, да и невозможнымъ по положенію котла и дѣла, такъ какъ прядильная фабрика чувствовала уже недостатокъ въ поверхностяхъ нагрѣва и потому котель не могъ быть выключенъ на продолжительный срокъ изъ работы. Положеніе было крайне неприятное, какъ для поставщика котла, такъ и для владѣльца, такъ какъ дѣло шло и о деньгахъ и о времени.

Послѣ краткаго размышленія мы порекомендовали произвести ремонтъ при помощи электрической сварки, которая потомъ въ нѣсколько дней сдѣлала котель пригоднымъ для работы послѣ того, какъ мы путемъ гидравлическаго испытанія и обстукиванія молотками пришли къ убѣжденію, что сварка произведена вполне удовлетворительно. Фирма Германъ Лювенъ въ Дюйсбургѣ—Рурортѣ произвела этотъ ремонтъ. До сего времени ничего не оказалось и мы не опасаемся, чтобы что-нибудь могло случиться. Всѣ трещины были расчищены и заварены металломъ.

Заканчивая свой докладъ, я могу сообщить одно нововведеніе, которое представляетъ собою интересъ.

Въ Крефельдѣ есть фирма, которая прибрѣла автомобиль съ динамомашинной и распределительнымъ щитомъ, такъ что, благодаря этому силовому экипажу, можно всегда скоро быть на мѣстѣ и производить текущую сварочную работу. Эта фирма называется «Всеобщая электрическая сварка, Т-во на паяхъ, въ Крефельдѣ». Фирма очень дѣятельная, главное вниманіе обращаетъ на сварщиковъ, и я предполагаю, что она скоро завоюетъ себѣ расположеніе.

Я вполне согласенъ со взглядомъ, высказаннымъ предыдущимъ ораторомъ, что владѣльцы паровыхъ котловъ обязаны извѣщать подлежащее общество по надзору о каждомъ предполагаемомъ случаѣ сварки, чтобы оно могло посовѣ-

товать, нужна ли сварка или нѣтъ, и затѣмъ опредѣлить качество произведенной сварочной работы при ремонтѣ.

Въ противномъ случаѣ я опасаюсь, что фирмы будутъ производить подобныя важныя сварочныя работы спустя рукава, только чтобы сдѣлать дѣло, и при этомъ безопасное состояніе котла и тому подобныхъ подъ паромъ работающихъ аппаратовъ будетъ внушать опасенія.

Было бы очень жаль, если бы эти оба способа, которые, безъ сомнѣнія, имѣютъ будущее, должны были страдать лишь потому, что они нуждаются еще въ усовершенствованіи; это совсѣмъ не въ интересахъ промышленности.

Предсѣдатель: Я открываю пренія.

Г. Прессель—Хемницъ: Большая часть собравшихся здѣсь господъ держатся, навѣрное, того убѣжденія, что мы какъ при электрической, такъ и при кислородо-ацетиленовой сваркѣ имѣемъ дѣло со средствами, которыя могутъ быть примѣнены не во всѣхъ случаяхъ. При серьезныхъ исправленіяхъ частей, которыя работаютъ на растяженіе и изгибъ, только въ рѣдкихъ случаяхъ можно допустить сварку. Я могу на основаніи моего опыта послѣднихъ лѣтъ сообщить вамъ, что трещины на днищахъ котловъ съ трудомъ свариваются автогеннымъ или электрическимъ способомъ, и что сварка при этомъ получается очень плохая. Я думаю, что настоящій путь найденъ въ соединеніи автогеннаго способа съ кузнечнымъ способомъ сварки, и теперь уже выданъ патентъ или охранительное свидѣтельство одной германской фирмѣ, которая соединяетъ автогенную сварку со сваркою помощью малаго огня. Я присутствовалъ при одномъ подобномъ опытѣ. Треснувшее днище парового котла было подобнымъ образомъ заварено. Сварка на глазъ удалась превосходно. На другомъ представленномъ для этой цѣли днищѣ, которое уже было въ употребленіи, была искусственно произведена трещина и такимъ же способомъ заварена. Это было сдѣлано для того, чтобы вырѣзать пробный образецъ изъ днища и подвергнуть его подробному испытанію. Впечатленіе, которое я получилъ отъ примѣненія автогенной сварки въ соединеніи съ сваркой малымъ

огнемъ, таково, что этотъ способъ можетъ быть употребляемъ для такихъ поврежденій, для которыхъ, на мой взглядъ, автогенная сварка одна не могла бы быть рекомендована.

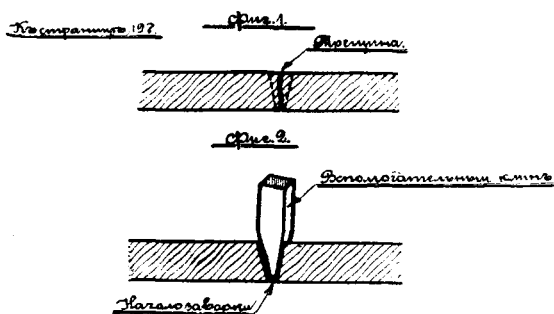
Такъ какъ опытное изслѣдованіе этихъ случаевъ еще не закончено, то я позволю себѣ въ слѣдующемъ году сдѣлать по этому поводу сообщеніе и я надѣюсь, что мнѣ къ тому представится удобный случай.

Что же касается заключеній обоихъ г.г. референтовъ, чтобы каждый случай сварки доводился до свѣдѣнія, дабы общество могло произвести испытаніе, то съ первой частью я вполне согласенъ, а именно, чтобы каждая сварка была извѣстна. Но мы никакъ не можемъ согласиться на производство контроля и тѣмъ самымъ какъ будто брать на себя отвѣтственность за сварку. Какъ же въ такомъ случаѣ должно производиться испытаніе? Мы не должны испытывать только на давленіе, мы должны, казалось бы, вырѣзать пробныя образцы и, изслѣдованіями на изгибъ убѣждаться, хороша ли сварка, а это, вѣдь, невозможно. Я, лично, отклонилъ бы подобныя испытанія, чтобы не брать на себя моральную отвѣтственность за доброкачественность сварки.

Г. Леманъ—С.-Петербургъ: Я хотѣлъ бы спросить, можетъ ли быть гарантирована завареннымъ автогеннымъ способомъ частямъ котла та прочность, которою долженъ обладать вообще котель; не должна ли быть разсматриваема автогенная заварка лишь какъ временный ремонтъ, не рассчитанный на продолжительную и притомъ безопасную работу котла. Если мы предъявляемъ къ котламъ опредѣленныя требованія, то, я полагаю, мы вправѣ предъявлять тѣ же самыя требованія и къ частямъ, отремонтированнымъ автогеннымъ способомъ. (Весьма справедливо!). То обстоятельство, что котель послѣ заварки ряда трещинъ работалъ извѣстное время безъ недоразумѣній, еще далеко не можетъ убѣдить насъ въ полной надежности сварки. Другими словами: этого далеко недостаточно, для признанія сварки настолько надежною, чтобы можно было разсматривать отремонтированный при помощи автогенной сварки котель, какъ котель безъ всякой сварки.

Г-нъ Эггерсъ характеризовалъ (чертежъ на доскѣ),

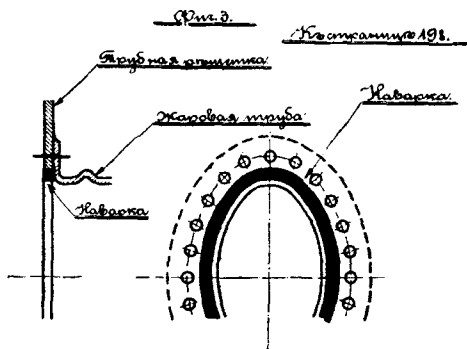
способъ заварки, при которомъ пользуются клиномъ, вкладываемымъ между соединенными листами. Можетъ быть, г-нъ Эггерсъ будетъ настолько любезенъ, чтобы нѣсколько подробнѣе разъяснить слѣдующую, интересующую меня деталь, если она не составляетъ тайны. Не правда ли, сначала клинообразно вырубается матеріаль (фиг. 1 \*), затѣмъ вкладывается клинъ (фиг. 2), а далѣе?—(Эггерсъ: Его снова вынимають, онъ долженъ только предохранить соприкосновеніе обоихъ швовъ, его цѣль—достиженіе плотности). Благодарю. Понялъ.



Въ случаяхъ, касающихся котельныхъ корпусовъ, по моему мнѣнію, вообще весьма рискованно допускать автогенную сварку вообще, а въ широкомъ масштабѣ особенно. Другое дѣло—въ другихъ частяхъ котла. Такъ, напр., 2—3 мѣсяца тому назадъ я имѣлъ надзоръ за большой автогенной работой на 12 рѣшеткахъ 6 судовыхъ котловъ. Работа заключалась въ наваркѣ кантовъ на всѣхъ трубныхъ рѣшеткахъ, (подробности на чертежѣ фиг. 3), именно въ верхнихъ половинахъ, мѣстѣ соединенія рѣшетокъ съ жаровой трубой. Это была очень большая работа, которая длилась болѣе 3 недѣль. Котлы работаютъ, насколько мнѣ извѣстно, очень хорошо. Необходимо отмѣтить, что эти котлы въ тѣхъ же своихъ частяхъ уже ранѣе были заварены одной заграничной фирмой (въ Даніи), но настолько плохо, что всю работу

\*) Фиг. 1, 2 и 3, введенныхъ для ясности, въ нѣмецкомъ оригиналѣ не имѣется.

пришлось снова произвести в Россіи. При удаленіи старой наварки, можно было различить совершенно ясно черныя мѣста, которыя доказывали, что тутъ матеріалъ не былъ сваренъ, а только плотно наложенъ. Однако, какъ бы хорошо подобная работа ни была выполнена, все-таки никоимъ образомъ нельзя поручиться, что трещины въ котлахъ не появятся снова. Мы знаемъ, что на пароходахъ котлы съ подобными трещинами работаютъ мѣсяцами. Но возвращаюсь къ корпусу котла. Можно ли примѣнить къ нему электрическую или автогенную сварку? Я хотѣлъ бы такъ поставить вопросъ: гарантируете ли вы автогенно заварен-



нымъ листамъ корпуса такую же прочность, какую должно имѣть котельное желѣзо. (Эггерсъ: нѣтъ!) Если нѣтъ, то подобную рода ремонтъ корпуса, если его вообще допускать, долженъ быть разсматриваемъ исключительно какъ временное исправленіе, но никоимъ образомъ какъ исправленіе на продолжительный срокъ.

Я хотѣлъ бы еще спросить, можно ли автогенную сварку допускать при изготовленіи новыхъ котловъ? Представьте себѣ, я хочу имѣть новый котелъ и мнѣ было бы выгоднѣе или удобнѣе его заварить, чѣмъ клапать. Допускаете вы это? (Нѣтъ). Согласенъ.

Г. Эггерсъ—М.-Гладбахъ. Я имѣю въ виду возразить г-ну Прессель, что мы не каждую электрическую сварку, которую намъ показываютъ, желаемъ испытывать; это зависитъ отъ нашей опытности и сознанія необходимости. Если предпринимается сварка сложная и въ большомъ масштабѣ, то мы ее, понятно, будемъ контролировать. Но мы не думаемъ брать на себя обязанность испытывать каждую сварку.

Что касается заварки трещинъ, то врядь ли существуетъ фабрикантъ, производящій такую, который согласился бы дать гарантію на годы. Этого онъ не можетъ сдѣлать и при совершенно новыхъ котлахъ. Все зависитъ отъ того, въ какихъ условіяхъ работаетъ котель. Мы дѣлаемъ это на основаніи нашего опыта и, найдя примѣненіе сварки необходимымъ, свариваемъ въ этомъ случаѣ трещины. Поверхность желѣза мы обрабатываемъ кислотой и микроскопически изслѣдуемъ, чтобы убѣдиться, гдѣ именно находятся трещины. Если вы (обращаясь къ предыдущему оратору) не рискуете такъ дѣлать—то мы дѣлаемъ такъ. Такія трещины (показывая на чертежѣ) мы исключаемъ, онѣ должны быть вырублены. Мы ставили опытъ съ заваренными образцами, которые настолько крѣпко были соединены, что не могли быть вырублены при помощи большого ударнаго молотка и зубила.

Это средство составляетъ секретъ фабриканта; мы знаемъ въ чемъ оно заключается, и чрезвычайно важно, чтобы оно примѣнялось при сваркѣ.

Все зависитъ отъ надежности фирмы. Не каждый можетъ сваривать и фирма должна быть очень надежная. Если фирма и сварщикъ заслуживаютъ довѣрія, тогда вы можете быть увѣрены, что заваренное мѣсто не разорвется.

Г-нъ Леманъ—С.-Петербургъ: Въ докладѣ профессора Баха вы найдете цѣлый рядъ микрофотографическихъ снимковъ. Тамъ вы видите совершенно ясно, какъ отличается структура сваренныхъ мѣстъ отъ основной структуры котельнаго матеріала.

Г-нъ Дунзингъ—Ганноверъ: Автогенный способъ сварки: очень сильно распространился, и я считаю допусти-



мымъ сварки котельныхъ частей, которыя работаютъ на сжатіе. Но заварить шовъ корпуса, подобный указанному коллегой Эггерсомъ, объ этомъ надо подумать. Два года тому назадъ на одной фабрицѣ огневой листъ горизонтальнаго дымогарнаго котла съ нижней топкой получилъ выпучину. Владѣлецъ котла желалъ скорѣйшаго приведенія котла въ порядокъ и потому обратился къ одной фирмѣ по автогенной сваркѣ, которая должна была выправить этотъ недостатокъ. Когда нашъ инженеръ приѣхалъ для гидравлическаго испытанія, онъ нашель, что въ огневой листъ была вварена заплатъ въ 1 метръ длины и  $1\frac{1}{2}$  метра ширины. Ремонтъ былъ опростестованъ, и такъ какъ владѣлецъ котла могъ обойтись небольшимъ давленіемъ, то котель былъ снабженъ открытой трубой и, какъ котель низкаго давленія, пущепъ въ работу. Нѣсколько дней тому назадъ этотъ котель былъ остановленъ и замѣненъ котломъ высокаго давленія, такъ какъ онъ не могъ дальше работать даже подъ низкимъ давленіемъ. Шовъ не могъ держать и давалъ течь. Я поэтому имѣлъ право не считать такой ремонтъ приемлемымъ.

Что касается исправленія, которое описываетъ коллега Эггерсъ, то заплатъ сама не можетъ быть выдавлена, такъ какъ она положена изнутри, но цилиндрической корпусъ можеть быть разорванъ. Намъ предписано сварки швовъ, которые рассчитаны на растяженіе, не допускать. Я подобную сварку ни при какихъ обстоятельствахъ не допускаю. (Аплодисменты).

Г-нъ Новицкій—Рига: М. Г.! Вопросы объ автогенномъ исправленіи котла у насъ поднимаются часто. Министерскимъ циркуляромъ прошлаго года примѣненіе автогенной сварки очень сильно ограничено въ Россіи. Котлы съ давленіемъ выше шести атмосферъ автогенно не могутъ быть исправляемы. Сверхъ того поставлены различныя другія условія, которыя должны обезпечить безопасность работы. Каждый случай сварки долженъ отмѣчаться, а сварка можетъ быть произведена только подъ контролемъ фабричнаго инспектора или инженера соотвѣтствующаго общества по надзору. Потомъ заваренное мѣсто должно быть испытано ударами ручника; каждое автогенно-исправленное мѣсто должно безусловно подвергаться отжигу. Въ случаяхъ,

гдѣ отжигъ невозможенъ, сварка не допускается. Кромѣ того указаны различные случаи, когда допускается сварка, какъ напримѣръ, трещина отъ заклепочной дыры по направленію къ кромкѣ и т. п.

Эти ограниченія промышленность нашла въ общемъ тяжелыми, и потому съ разныхъ сторонъ, а также обществами по надзору за паровыми котлами, былъ поднятъ вопросъ о пересмотрѣ вышеозначеннаго циркуляра министерства. Общества занимаются этой работой и мы ожидали здѣсь разъясненій по этому вопросу. Какъ я здѣсь узналъ, ставится требованіе, чтобы работа производилась подѣ контролемъ. Мы стоимъ на той точкѣ зрѣнія, что контроль безусловно необходимъ, во-первыхъ исходя изъ того соображенія, что нельзя неумѣлымъ людямъ производить эту саму по себѣ очень опасную работу и, во-вторыхъ, что необходимо собирать возможно большее количество матеріала по сваркѣ.

Второй пунктъ ограниченій: на тѣхъ мѣстахъ, гдѣ невозможенъ отжигъ и проковка, никакая сварка не можетъ быть произведена. Между случаями, когда ни при какихъ обстоятельствахъ не допускается сварка, перечисляются слѣдующіе: если трещина по сваркѣ повторяется, второй разъ заваривать нельзя, когда по близости старой трещины возникаетъ новая, а также въ мѣстахъ, въ которыхъ могутъ быть напряженія наизгибъ и растяженіе. Кромѣ того, по новымъ правиламъ, котлы работающіе сверхъ 20-ти лѣтъ не могутъ быть исправляемы сваркой. Однакоже, мнѣ извѣстны случаи изъ практики нашего общества, когда котлы еще до предписанія министерства заваривались по всему цилиндрическому корпусу, причемъ они до сихъ поръ находятся въ порядкѣ. Цилиндрической котелъ съ нижней топкой и водой, дающей много накипи, четыре года тому назадъ получилъ большую трещину; здѣсь была вварена заплата  $300 \times 400$  *mm*. Годъ спустя на этомъ же самомъ мѣстѣ возникла новая выпучина. Выпучина была опять автогенно вырѣзана и вварена новая заплата. Въ этомъ году, приблизительно черезъ полтора года, возникла новая выпучина. Въ это время перешелъ котелъ подѣ нашъ надзоръ. Невозможность автогенной сварки была констатирована, такъ какъ заплата была приблизительно тѣхъ же размѣ-

ровъ, какъ весь листъ. Интересно было то, что сварочное мѣсто находилось въ совершенно исправномъ состояніи. Такимъ образомъ, отдѣльные случаи, въ которыхъ сварка соотвѣтствуетъ своему назначенію, вполне возможны, однако, нѣтъ данныхъ для вполне точнаго заключенія.

Затѣмъ позвольте мнѣ спросить, какой способъ испытанія примѣняется при контролѣ произведенной автогенной сварки, существуетъ ли контроль электрическимъ токомъ и какой результатъ онъ даетъ?

Г-нъ Эггерсъ—М.-Гладбахъ: Я согласенъ съ коллегой Дунзшгомъ, когда онъ говоритъ объ автогенной сваркѣ. Мы подразумѣваемъ подъ этимъ и электрическую сварку, въ нашемъ случаѣ о простой спайкѣ не можетъ быть и рѣчи, потому что если я спаиваю, два листа, то я могу ихъ другъ отъ друга и оторвать, здѣсь же вы можете рвать и вырубать очень долго, прежде чѣмъ этого достигнете. Сверхъ того я прошу вспомнить, что шовъ также и проклепанъ. Сварка имѣетъ цѣлю сдѣлать плотными швы, такъ какъ они подвергаются дѣйствию огня; кромѣ того, думаю, что въ Ганноверѣ совершенно еще не практиковалась электрическая сварка. Автогеннымъ способомъ я тоже не сталъ бы сваривать, но электрическимъ способомъ мы это сдѣлали бы.

Г-нъ Дунзингъ: Здѣсь швы вѣдь въ накладку? (Г-нъ Эггерсъ: Совершенно вѣрно). Такъ это не есть сварной шовъ.

Г-нъ Эггерсъ—М.-Гладбахъ: Заклепки нужны только для того, чтобы намѣтить шовъ. Главное дѣло заключается въ сваркѣ.

Г-нъ Леманъ—С.-Петербургъ: Понимается ли подъ именемъ «автогенная сварка», только ацетиленовая и тому подобная пламенная сварка или это названіе можетъ быть распространено также и на электрическую сварку? У насъ, въ Россіи, разница не такъ строго принимается въ расчетъ. На мой взглядъ должно разъ навсегда совершенно точно опредѣлить, что нужно понимать подъ автогенной сваркой.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: У насъ это опредѣленіе

вполнѣ установилось; мы отличаемъ автогенную сварку отъ электрической.

Г-нъ Леманъ—С.-Петербургъ: У насъ это обозначеніе также принято, хотя не строго его придерживаются.

Предсѣдатель: Я хотѣлъ бы воспользоваться случаемъ, чтобы выслушать ваше мнѣніе: нельзя ли упростить способы обозначенія, потому что электрическій способъ, собственно, тоже автогенный способъ. Здѣсь же, насколько я вижу, употребляется названіе «автогенный» только по отношенію способа съ газомъ. Позволю себѣ поэтому просить высказаться, не считаете ли вы возможнымъ оба названія замѣнить однимъ или же считать за правильное, оба выраженія употреблять такъ, какъ это до сихъ поръ дѣлалось.

Г-нъ Рейшле—Мюнхень: М. Г.! Я думаю, что тотъ, кто впервые употребилъ выраженіе «автогенная сварка», не представлялъ себѣ ясно, что онъ этимъ хотѣлъ сказать. Смыслъ его никогда не былъ понятенъ. Что значитъ «автогенный»? Это значитъ: самъ собой получившійся или изъ ничего возникшій. Насколько я знаю и припоминаю, этимъ хотѣли обозначить такую сварку, которая обходится безъ употребительныхъ вспомогательныхъ средствъ, безъ механической обработки и сварочнаго порошка. Это было такимъ образомъ опредѣленіе, которое для электрической сварки, по крайней мѣрѣ, также хорошо подходитъ. Появились предложенія выбрать и другое наименованіе. Но, какъ обыкновенно это бываетъ, разъ выраженіе выбрано, оно остается и теперь мы его не лишимся. Но целесообразно, чтобы это не особо счастливое слово оставить только для одного наименованія, чтобы имъ обозначать газовую сварку, тогда какъ электрическая сварка называлась бы своимъ именемъ.

Предсѣдатель: Желаетъ ли еще кто-нибудь слова?

Если нѣтъ, то въ такомъ случаѣ я закрываю засѣданіе и позволю себѣ отъ имени собранія поблагодарить господъ референтовъ за ихъ интересныя сообщенія.

Переходимъ теперь:

къ докладу 13: 0 бетонныхъ дымовыхъ трубахъ.

(Сюда относятся табл. XIV и XV).

Г-нъ Пичъ—Мангеймъ: Для желающихъ познакомиться, какъ со статическимъ расчетомъ, такъ и съ конструкціей бетонныхъ трубъ, можно порекомендовать IV томъ руководства по желѣзобетону Ф. ф. Эмпергера, въ которомъ есть глава «Высокія трубы», написанная проф. докт.-инж. Р. Залигеромъ изъ Праги и излагающая въ многочисленныхъ примѣрахъ все то, что было извѣстно о бетонныхъ трубахъ до 1908 года.

Кромѣ того, можно указать на слѣдующую литературу: «Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb» 1908 г., стр. 364 и 1911 г. стр. 13\*) и 36\*);

«Beton und Eisen», 1904 г. стр. 301; 1905 г. стр. 251; 1911 г. стр. 13 и 1912 г. стр. 310\*);

«Deutsche Bauzeitung» 1910 г., стр. 25 и 29;

«Tonindustrie - Zeitung» 1909 г., стр. 1508;

«Betonkalender» 1906 г., и книга

«Freistehende Schornsteine» v. Fr. Waldau, стр. 113\*).

Высота и діаметръ бетонныхъ трубъ опредѣляются такъ же, какъ для кирпичныхъ.

Верхній діаметръ трубы вычисляемъ, принимая скорость истечения газовъ въ 3—4 *m/s* по формулѣ изъ «Hütte» или Ланга и пр.

$$d_0 = k \cdot \sqrt{B}$$

гдѣ:

$d_0$  верхній діаметръ трубы въ свѣту въ *m*.

*k* нѣкоторый коэффициентъ и

*B* часовой расходъ топлива въ *kg*.

Для круглыхъ трубъ: по «Hütte»  $k=0,06$ ; по Лангу  $k=0,05$ .

При этомъ предполагается:

что топливомъ будетъ служить каменный уголь средняго качества и

\*) Въ указанныхъ мѣстахъ находятъ примѣры полныхъ расчетовъ.

	по «Hütte»	по Лангу
температура газовъ	273° C	235° C.
вѣсъ газовъ на 1 <i>kg</i> топлива	22 <i>kg</i>	19 <i>kg</i>
вѣсъ 1 куб. м. газовъ (при нормальныхъ условіяхъ)	1,3 <i>kg</i>	1,29 <i>kg</i>
скорость выхода газовъ	3,33 <i>m/s.</i>	4,0 <i>m/s.</i>

Расчетъ можетъ быть произведенъ точнѣе, если извѣстенъ средній составъ топлива. Тогда получаемъ секундный вѣсъ газовъ *L* въ *kg*, проходящихъ черезъ трубу, по формулѣ:

$$L = B \cdot \frac{x \cdot \left( \frac{8}{3} C + 8 H + S - O \right) \cdot 4,35 + 1}{3600}$$

гдѣ:

<i>C</i>	содержаніе углерода	} въ 1 <i>kg</i> топлива
<i>H</i>	» водорода	
<i>S</i>	» сѣры	
<i>O</i>	» кислорода	

и *x* коэффициентъ избытка воздуха при сгораніи, сравнительно съ теоретически необходимымъ.

Отсюда получается объемъ дымовыхъ газовъ въ *m³*

$$V = \frac{L}{1,29} \cdot \frac{273 + t_s}{273} \cdot \frac{760}{b_m}$$

Въ этой формулѣ:

*t<sub>s</sub>* температура газовъ въ трубѣ въ °C. и

*b<sub>m</sub>* среднее барометрическое давленіе въ *mm* ртуті.

Наконецъ, діаметръ выходного отверстія трубъ въ свѣту получается изъ уравненія:

$$\frac{V}{F} = v; \quad F = \frac{V}{v};$$

гдѣ *v*—скорость выхода газовъ въ *m/s.*

Въ среднемъ, для каменнаго угля и температуръ газовъ въ предѣлахъ  $t_s = 200-250^\circ C.$  можно принять:

$$F = 0,008 \cdot \frac{B}{v}.$$

Для опредѣленія рабочей высоты трубъ, въ настоящее время уже нельзя пользоваться старыми приблизительными формулами, такъ какъ современныя котельныя установки съ перегрѣвателями п экономайзерами требуютъ значительно бблыней тяги, чѣмъ установки прежнихъ типовъ. Лучше всего исходить изъ величины необходимой тяги и рѣшать вопросъ о высотѣ трубы образно по уравненію.

$$Z = \frac{10333 \cdot (h - 6 \cdot d_0)}{29,3} \cdot \left( \frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_s} \right)$$

въ которомъ:

$Z$  тяга въ  $m$  водяного столба

$h$  высота трубы надъ уровнемъ рѣшетки въ  $m$ .

$d_0$  діаметръ въ свѣту верхняго сѣченія трубы въ  $m$ .

$T_a$  абсол. температура наружнаго воздуха въ  $^\circ C.$  и

$T_s$  абсол. температура газовъ въ трубѣ въ  $^\circ C.$

Для упрощенія подсчетовъ можно пользоваться прилагаемыми таблицами, которыя даютъ величину тяги въ трубахъ до  $70 m$  высотой при наружныхъ температурахъ отъ  $0^\circ$  до  $27^\circ C.$  и при внутреннихъ температурахъ до  $800^\circ C.$

Можно при этомъ замѣтить, что  $70 m$  есть вообще тотъ максимумъ высоты, который когда-либо можетъ потребоваться для кочегарни. Дѣлать трубы выше  $70 m$ , значить, расточать національное богатство. Иное дѣло, если труба служить не только для тяги, но также и для того, чтобы возможно дальше отвести ядовитые газы и сдѣлать ихъ, такимъ образомъ, не опасными. Примѣромъ тому можетъ служить труба Королевскаго Гальсбрюкскаго металлургическаго завода, высотой въ  $140 m$  надъ землею (см. также протоколъ цюрихскаго съѣзда въ 1902 г.).

Тяга при трубахъ различной высоты.

$t_s$	Рабочая высота трубы $h$ в м.												$t_a$
	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0	
°C	Тяга в $m$ . водяного столба.												°C
97	5,0	6,7	8,4	10,1	11,8	13,5	15,2	16,9	18,6	20,3	22,0	23,7	0
107	5,4	7,2	9,1	10,9	12,7	16,3	16,3	18,2	20,0	21,8	23,6	25,4	,
117	5,8	7,7	9,6	11,6	13,5	17,4	17,4	19,3	21,3	23,2	25,2	27,1	,
127	6,1	8,2	10,2	12,3	14,3	16,4	18,4	20,5	22,5	24,6	26,6	28,7	,
137	6,4	8,6	10,8	12,9	15,1	17,2	19,4	21,6	23,7	25,9	28,0	30,2	,
147	6,7	9,0	11,3	13,5	15,8	18,1	20,3	22,6	24,8	27,1	29,4	31,6	,
157	7,0	9,4	11,8	14,1	16,5	18,8	21,2	23,6	25,9	28,3	30,6	33,0	,
167	7,3	9,8	12,2	14,7	17,1	19,6	22,0	24,5	26,9	29,4	31,8	34,3	,
177	7,6	10,1	12,7	15,2	17,8	20,3	22,8	25,4	27,9	30,5	33,0	35,6	,
187	7,8	10,5	13,1	15,7	18,3	21,0	23,6	26,2	28,9	31,5	34,1	36,7	,
197	8,1	10,8	13,5	16,2	18,9	21,6	24,3	27,0	29,8	32,5	35,2	37,9	,
207	8,3	11,1	13,9	16,7	19,5	22,3	25,0	27,8	30,6	33,4	36,2	39,0	,
217	8,5	11,4	14,3	17,1	20,0	22,9	25,7	28,6	31,4	34,3	37,2	40,0	,
227	8,8	11,7	14,6	17,6	20,5	23,4	26,4	29,3	32,2	35,2	38,1	41,0	,
237	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0	33,0	36,0	39,0	42,0	,
247	9,2	12,2	15,3	18,4	21,4	24,5	27,6	30,7	33,7	36,8	39,9	42,9	,
257	9,4	12,5	15,6	18,8	21,9	25,0	28,2	31,3	34,4	37,6	40,7	43,8	,
267	9,5	12,7	15,9	19,1	22,3	25,5	28,7	31,9	35,1	38,3	41,5	44,7	,
277	9,7	13,0	16,2	19,5	22,7	26,0	29,3	32,5	35,8	39,0	42,3	45,5	,
287	9,9	13,2	16,5	19,8	23,1	26,5	29,8	33,1	36,4	39,7	43,0	46,3	,
297	10,1	13,4	16,8	20,2	23,5	26,9	30,3	33,6	37,0	40,4	43,7	47,1	,
307	10,2	13,6	17,1	20,5	23,9	27,3	30,7	34,2	37,6	41,0	44,4	47,9	,
317	10,4	13,8	17,3	20,8	24,3	27,7	31,2	34,7	38,2	41,6	45,1	48,6	,
327	10,5	14,0	17,6	21,1	24,6	28,1	31,7	35,2	38,7	42,2	45,8	49,3	,
337	10,7	14,2	17,8	21,4	25,0	28,5	32,1	35,7	39,2	42,8	46,4	50,0	,
347	10,8	14,4	18,0	21,7	25,3	28,9	32,5	36,1	39,8	43,4	47,0	50,6	,
357	10,9	14,6	18,3	21,9	25,6	29,3	32,9	36,6	40,2	43,9	47,6	51,2	,
367	11,1	14,8	18,5	22,2	25,9	29,6	33,3	37,0	40,7	44,4	48,1	51,9	,
377	11,2	14,9	18,7	22,4	26,2	29,9	33,7	37,4	41,2	44,9	48,7	52,4	,
387	11,3	15,1	18,9	22,7	26,5	30,3	34,1	37,9	41,6	45,4	49,2	53,0	,
397	11,4	15,3	19,1	22,9	26,8	30,6	34,4	38,3	42,1	45,9	49,7	53,6	,
407	11,6	15,4	19,3	23,2	27,0	30,9	34,8	38,6	42,5	46,4	50,3	54,1	,
417	11,7	15,6	19,5	23,4	27,3	31,2	35,1	39,0	42,9	46,8	50,7	54,6	,
427	11,8	15,7	19,7	23,6	27,6	31,5	35,4	39,4	43,3	47,3	51,2	55,2	,
437	11,9	15,9	19,8	23,8	27,8	31,8	35,8	39,7	43,7	47,7	51,7	55,7	,
447	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	32,1	36,1	40,1	44,1	48,1	52,1	56,1	,
457	12,1	16,1	20,2	24,2	28,3	32,3	36,4	40,4	44,5	48,5	52,6	56,6	,
467	12,2	16,3	20,3	24,4	28,5	32,6	36,7	40,7	44,8	48,9	53,0	57,1	,
477	12,3	16,4	20,5	24,6	28,7	32,8	37,0	41,1	45,2	49,3	53,4	57,5	,
487	12,4	16,5	20,7	24,8	28,9	33,1	37,2	41,4	45,5	49,7	53,8	57,9	,
497	12,5	16,6	20,8	25,0	29,2	33,3	37,5	41,7	45,9	50,0	54,2	58,4	,
507	12,6	16,8	21,0	25,2	29,4	33,6	37,8	42,0	46,2	50,4	54,6	58,8	,
557	13,0	17,3	21,6	26,0	30,3	34,7	39,0	43,3	47,7	52,0	56,4	60,7	,
607	13,3	17,8	22,2	26,7	31,2	35,6	40,1	44,5	49,0	53,5	57,0	62,4	,
657	13,7	18,2	22,8	27,4	31,9	36,5	41,1	45,6	50,2	54,8	59,3	63,9	,
707	14,0	18,6	23,3	27,9	32,6	37,3	41,9	46,6	51,3	55,9	60,6	65,2	,
757	14,3	19,1	23,9	28,7	33,5	38,3	43,1	47,9	52,7	57,5	62,3	67,1	,
807	14,4	19,3	24,1	28,9	33,8	38,6	43,4	48,3	53,1	57,9	62,8	67,6	,

$t_s$  температура въ трубѣ въ °C.

$t_a$  внѣшняя температура въ °C.



$t_s$	Рабочая высота трубы $h$ в метрахъ.													$t_a$
	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0		
$^{\circ}\text{C}$	Тяга в $т$ водяного столба.													$^{\circ}\text{C}$
97	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,1	9,1	10,1	11,1	12,1	13,1	14,1		
107	3,3	4,5	5,6	6,7	7,8	9,0	10,1	11,2	12,4	13,5	14,6	15,7	,	
117	8,7	4,9	6,1	7,4	8,6	9,8	11,1	12,3	13,5	14,8	16,0	17,3	,	
127	4,0	5,3	6,6	8,0	9,3	10,7	12,0	13,3	14,7	16,0	17,4	18,7	,	
137	4,3	5,7	7,1	8,6	10,0	11,4	12,9	14,3	15,8	17,2	18,6	20,1	,	
147	4,5	6,1	7,6	9,1	10,7	12,2	13,7	15,3	16,8	18,3	19,8	21,4	,	
157	4,8	6,4	8,0	9,7	11,3	12,9	14,5	16,1	17,8	19,4	21,0	22,6	,	
167	5,1	6,8	8,5	10,2	11,9	13,6	15,3	17,0	18,7	20,4	22,1	23,8	,	
177	5,3	7,1	8,9	10,7	12,4	14,2	16,0	17,8	19,6	21,4	23,2	24,9	,	
187	5,5	7,4	9,3	11,1	13,0	14,9	16,7	18,6	20,4	22,3	24,2	26,0	,	
197	5,8	7,7	9,6	11,6	13,5	15,4	17,4	19,3	21,3	23,2	25,1	27,1	,	
207	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	26,1	28,1	,	
217	6,2	8,3	10,3	12,4	14,5	16,6	18,6	20,7	22,8	24,9	26,9	29,0	,	
227	6,4	8,5	10,7	12,8	14,9	17,1	19,2	21,4	23,5	25,7	27,8	29,9	,	
237	6,6	8,8	11,0	13,2	15,4	17,6	19,8	22,0	24,2	26,4	28,6	30,8	,	
247	6,7	9,0	11,3	13,5	15,8	18,1	20,3	22,6	24,9	27,1	29,4	31,7	,	
257	6,9	9,2	11,6	13,9	16,2	18,5	20,9	23,2	25,5	27,8	30,2	32,5	,	
267	7,1	9,5	11,9	14,2	16,6	19,0	21,4	23,8	26,1	28,5	30,9	33,3	,	
277	7,3	9,7	12,1	14,6	17,0	19,4	21,9	24,3	26,7	29,2	31,6	34,0	,	
287	7,4	9,9	12,4	14,9	17,4	19,8	22,3	24,8	27,3	29,8	32,3	34,8	,	
297	7,6	10,1	12,6	15,2	17,7	20,2	22,8	25,3	27,9	30,4	32,9	35,5	,	
307	7,7	10,3	12,9	15,5	18,0	20,6	23,2	25,8	28,4	31,0	33,6	36,1	,	
317	7,8	10,5	13,1	15,7	18,4	21,0	23,6	26,3	28,9	31,5	34,2	36,8	,	
327	8,0	10,7	13,3	16,0	18,7	21,4	24,0	26,7	29,4	32,1	34,8	37,4	,	
337	8,1	10,8	13,6	16,3	19,0	21,7	24,4	27,2	29,9	32,6	35,3	38,0	,	
347	8,2	11,0	13,8	16,5	19,3	22,1	24,8	27,6	30,4	33,1	35,9	38,6	,	
357	8,4	11,2	14,0	16,8	19,6	22,4	25,2	28,0	30,8	33,6	36,4	39,2	,	
367	8,5	11,3	14,2	17,0	19,9	22,7	25,6	28,4	31,2	34,1	36,9	39,8	,	
377	8,6	11,5	14,4	17,3	20,1	23,0	25,9	28,8	31,7	34,6	37,4	40,3	,	
387	8,7	11,6	14,6	17,5	20,4	23,3	26,2	29,2	32,1	35,0	37,9	40,8	,	
397	8,8	11,8	14,7	17,7	20,7	23,6	26,6	29,5	32,5	35,4	38,4	41,4	,	
407	8,9	11,9	14,9	17,9	20,9	23,9	26,9	29,9	32,9	35,9	38,9	41,8	,	
417	9,0	12,1	15,1	18,1	21,1	24,2	27,2	30,2	33,2	36,3	39,3	42,3	,	
427	9,1	12,2	15,3	18,3	21,4	24,4	27,5	30,6	33,6	36,7	39,7	42,8	,	
437	9,2	12,3	15,4	18,5	21,6	24,7	27,8	30,9	34,0	37,1	40,2	43,2	,	
447	9,3	12,4	15,6	18,7	21,8	24,9	28,1	31,2	34,3	37,4	40,6	43,7	,	
457	9,4	12,6	15,7	18,9	22,0	25,2	28,3	31,5	34,6	37,8	41,0	44,1	,	
467	9,5	12,7	15,9	19,1	22,2	25,4	28,6	31,8	35,0	38,2	41,3	44,5	,	
477	9,6	12,8	16,0	19,2	22,4	25,7	28,9	32,1	35,3	38,5	41,7	44,9	,	
487	9,7	12,9	16,2	19,4	22,6	25,9	29,1	32,4	35,6	38,8	42,1	45,3	,	
497	9,8	13,0	16,3	19,6	22,8	26,1	29,4	32,6	35,9	39,2	42,4	45,7	,	
507	9,8	13,1	16,4	19,7	23,0	26,3	29,6	32,9	36,2	39,5	42,8	46,1	,	
557	10,2	13,7	17,1	20,5	24,0	27,4	30,8	34,3	37,7	41,1	44,6	48,0	,	
607	10,5	14,1	17,6	21,1	24,7	28,2	31,7	35,2	38,8	42,3	45,8	49,4	,	
657	10,8	14,5	18,1	21,7	25,3	29,0	32,6	36,2	39,9	43,5	47,1	50,7	,	
707	11,1	14,8	18,5	22,2	26,0	29,7	33,4	37,1	40,8	44,5	48,3	52,0	,	
757	11,3	15,1	18,9	22,7	26,5	30,3	34,1	37,9	41,7	45,5	49,3	53,1	,	
807	11,6	15,4	19,3	23,2	27,0	30,9	34,8	38,6	42,5	46,4	50,2	54,1	,	

$t_s$  температура в трубе в  $^{\circ}\text{C}$ .  
 $t_a$  внешняя температура в  $^{\circ}\text{C}$ .

На вопросъ о томъ, подходящи-ли вообще бетонъ и желѣзо-бетонъ, какъ материалы для постройки трубъ, надо отвѣтить утвердительно.

Температуры до 300° С. выносятся безъ всякихъ специальныхъ предохранительныхъ мѣръ; при болѣе высокихъ температурахъ цѣлесообразно защищать, по крайней мѣрѣ нижнюю часть трубы, рубашкой изъ обыкновеннаго клинкера; дѣлать шамотную футеровку излишне.

Одного только не долженъ упускать конструкторъ изъ виду. Бетонъ и желѣзо имѣютъ практически одинаковые коэффициенты расширенія, но обладаютъ совершенно различной теплопроводностью. Желѣзная арматура не должна имѣть возможности быстро охлаждаться, такъ какъ тогда бетонъ будетъ отъ нея отваливаться. Другими словами, арматура должна быть достаточно глубоко погружена въ толщу бетона.

Какъ минимальную толщину бетоннаго слоя на арматурѣ надо считать 5 см и меньшей толщины необходимо избѣгать.

Въ послѣднее время закладываютъ часто продольные стержни по срединѣ сѣченія. При этомъ затрата желѣза получается нѣсколько большей, что однако, принимая во вниманіе усиленіе внутренней крѣпости сооруженія, мало имѣетъ значенія.

Въ отношеніи воздухо—и теплопроводности бетонныя трубы не уступаютъ каменнымъ; развѣданія бетона топочными газами обычно также не замѣчается.

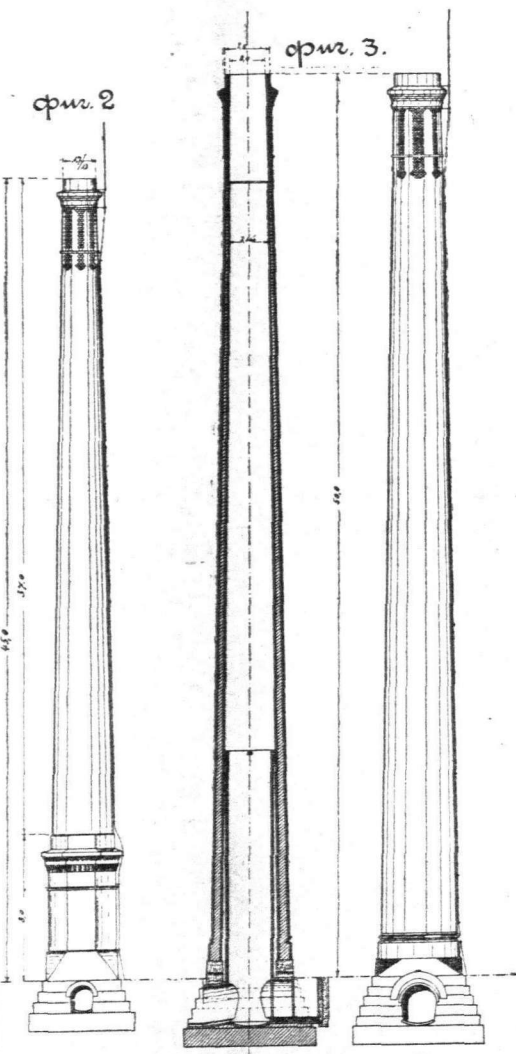
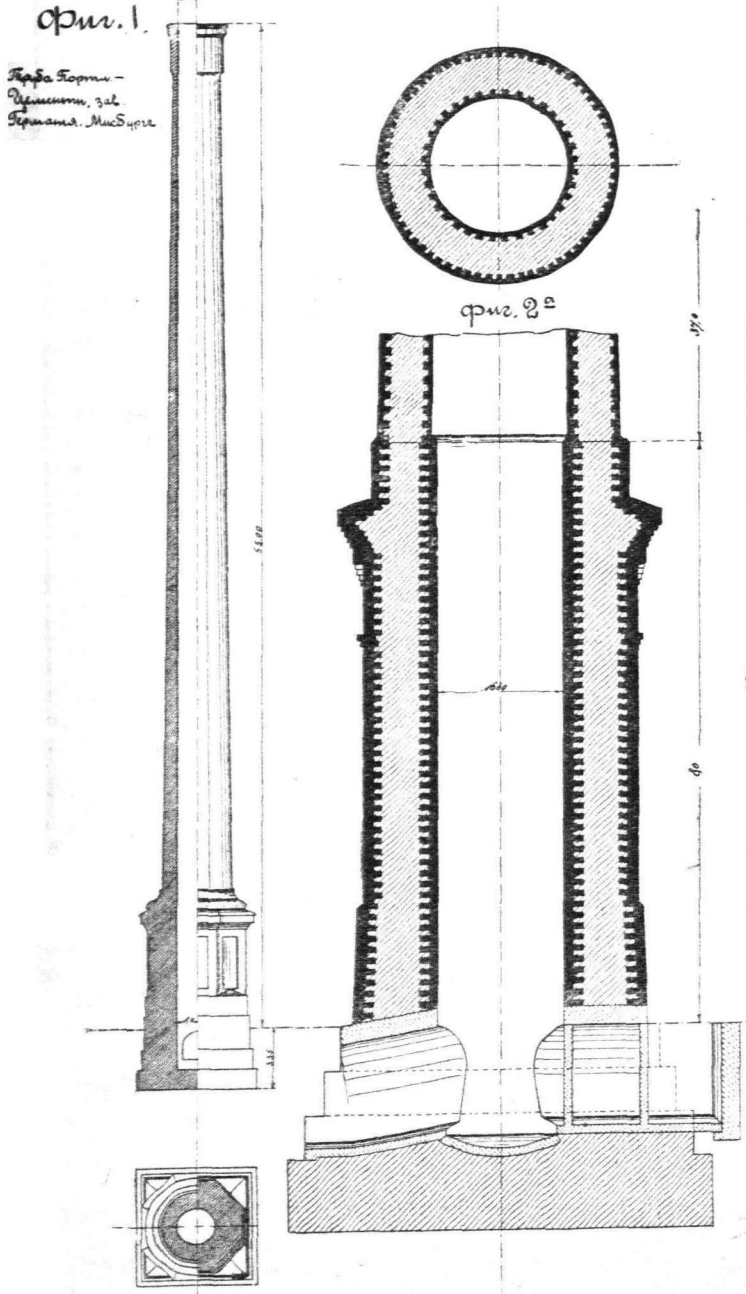
Въ химическихъ производствахъ, однако, приходится обращать вниманіе на то, образуютъ ли кислоты, содержащіяся въ газахъ, въ соединеніи съ цементомъ растворимыя или нерастворимыя соли.

Первыя, напр.: соляная, уксусная, азотная и т. п. кислоты вредны, такъ какъ разрушаютъ бетонъ; вторыя, къ которымъ принадлежатъ сѣрная, сѣрнистая, плавиковая и т. п. кислоты, менѣе вредны и противъ нихъ можно предохранить трубы соответствующей футеровкой или окраской смолой.

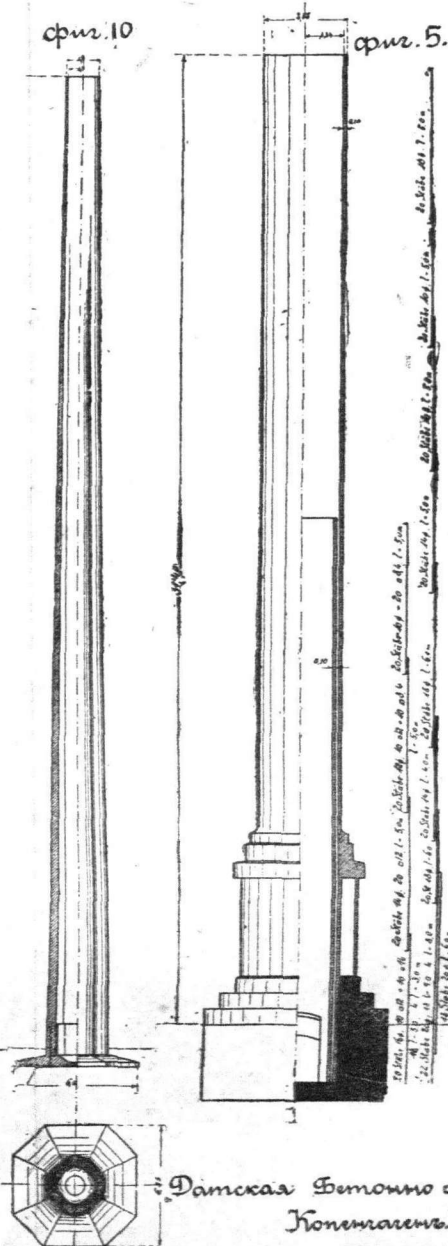
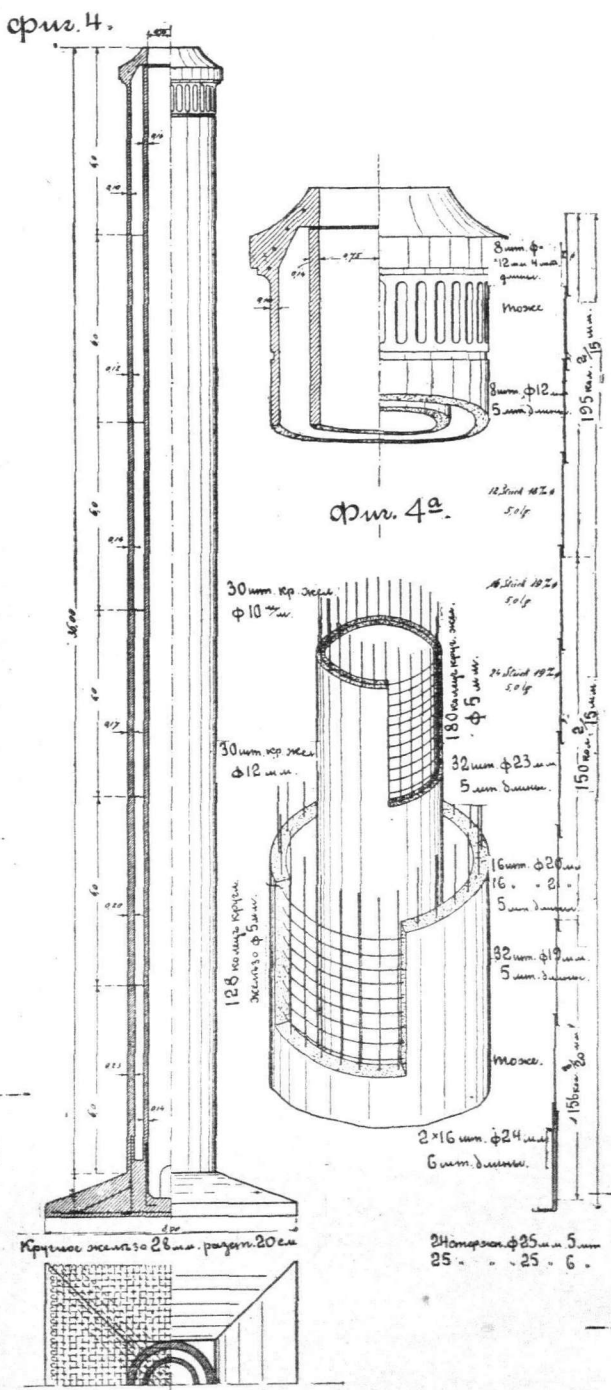
Крѣпкими кислотами бетонъ безусловно разрушается.

Необходимо отмѣтить, что и угольная кислота, содер-

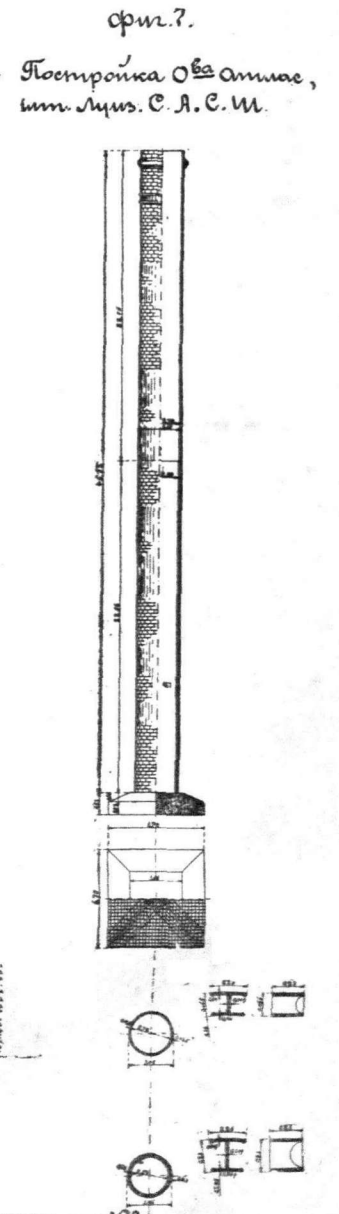
# Литые Железо-бетонные дримовые трубы



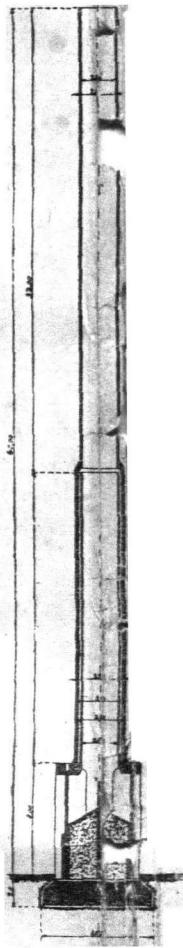
Выполнено без формования  
 помощью стальных камней.  
 Смет. Герман и Фриггмань,  
 Хельсинки.



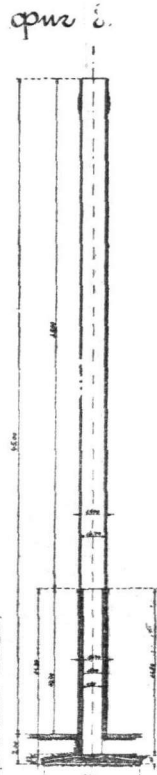
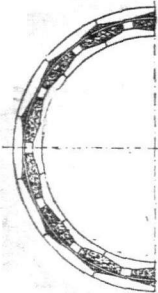
Датская Бетонно-строит. К<sup>2</sup>  
 Копенгаген.  
 Смет. ср. Мель Копенгаген



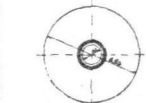
Выполнено с формованием



Фиг. 1



Фиг. 2

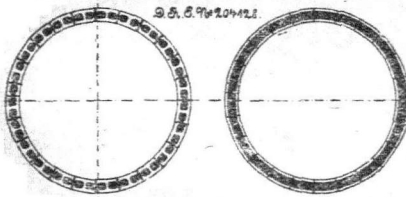


Смет. Б. Каст. Оранжевые и/и  
и Ю. Борнама в С. П. Б.

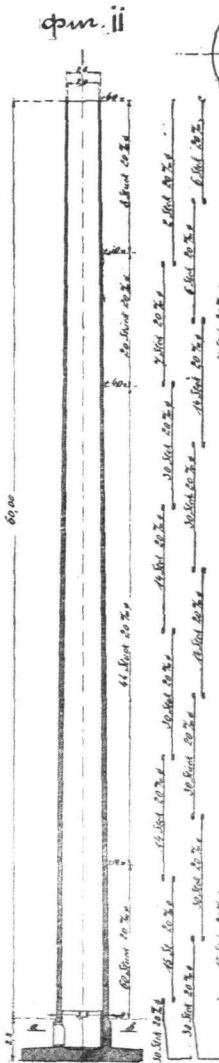
С. П. Б. 1904 г.

Шрифт Чертков. Вид  
в Обращении. В. и. С. П. Б.  
С. П. Б. 1904 г.

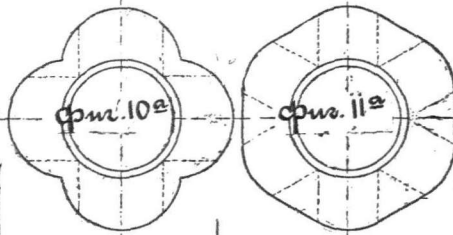
Строительная  
Фабрика, Зингер



Смет. Ф. Мель, Конюшанин

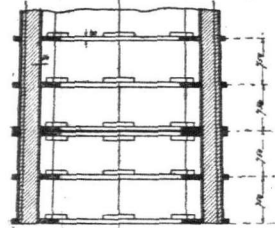


Фиг. 11

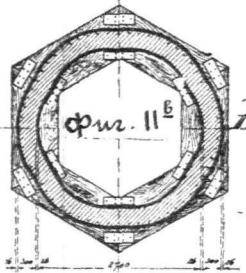


Фиг. 10а

Фиг. 11а

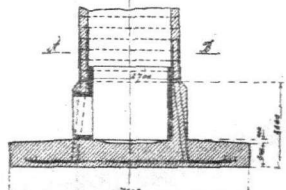


Формовка трубы



Фиг. 11в

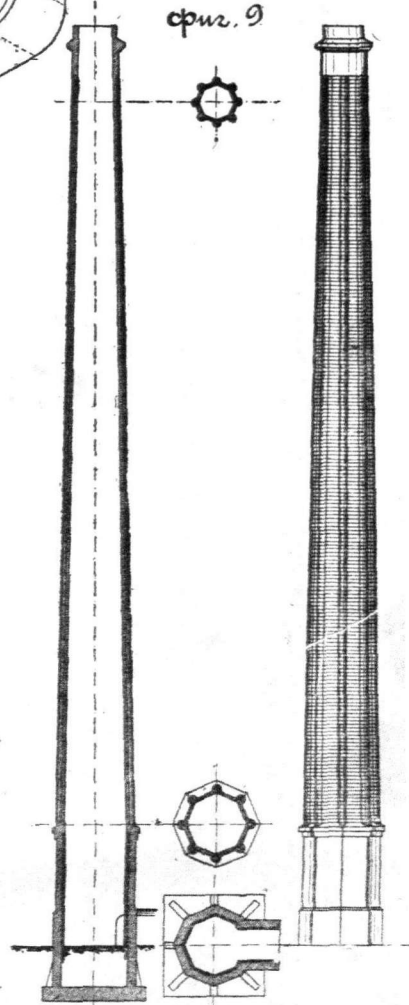
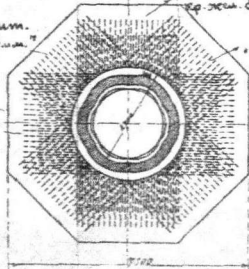
Фундамент с осей кардана



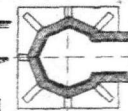
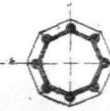
Смет. на 1 см.  
пр. осей  $\phi 25$  мм

Смет. на 1 см.  
пр. осей  $\phi 25$  мм

12 мм на 1 см  
пр. осей  $\phi 25$  мм



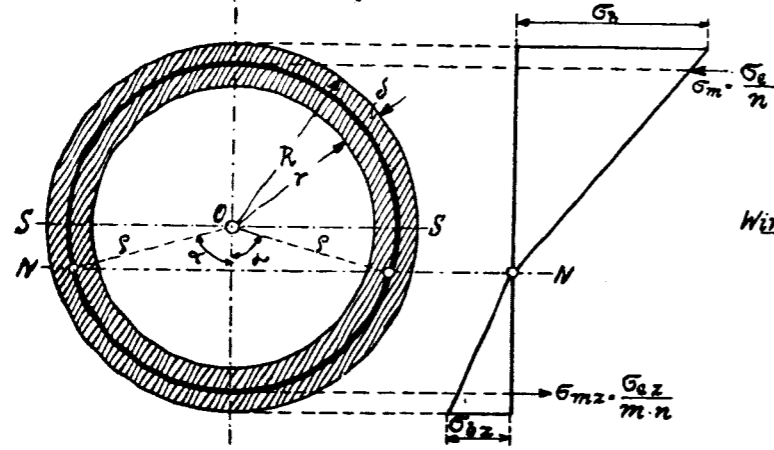
Фиг. 9



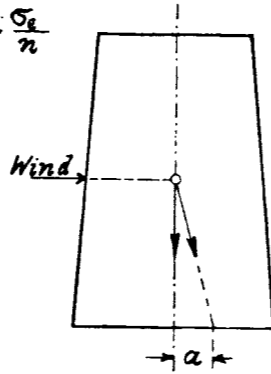
Формы для фасон-  
ных частей

Смет. Мель Момноер  
С. П. Б. 1904 г.

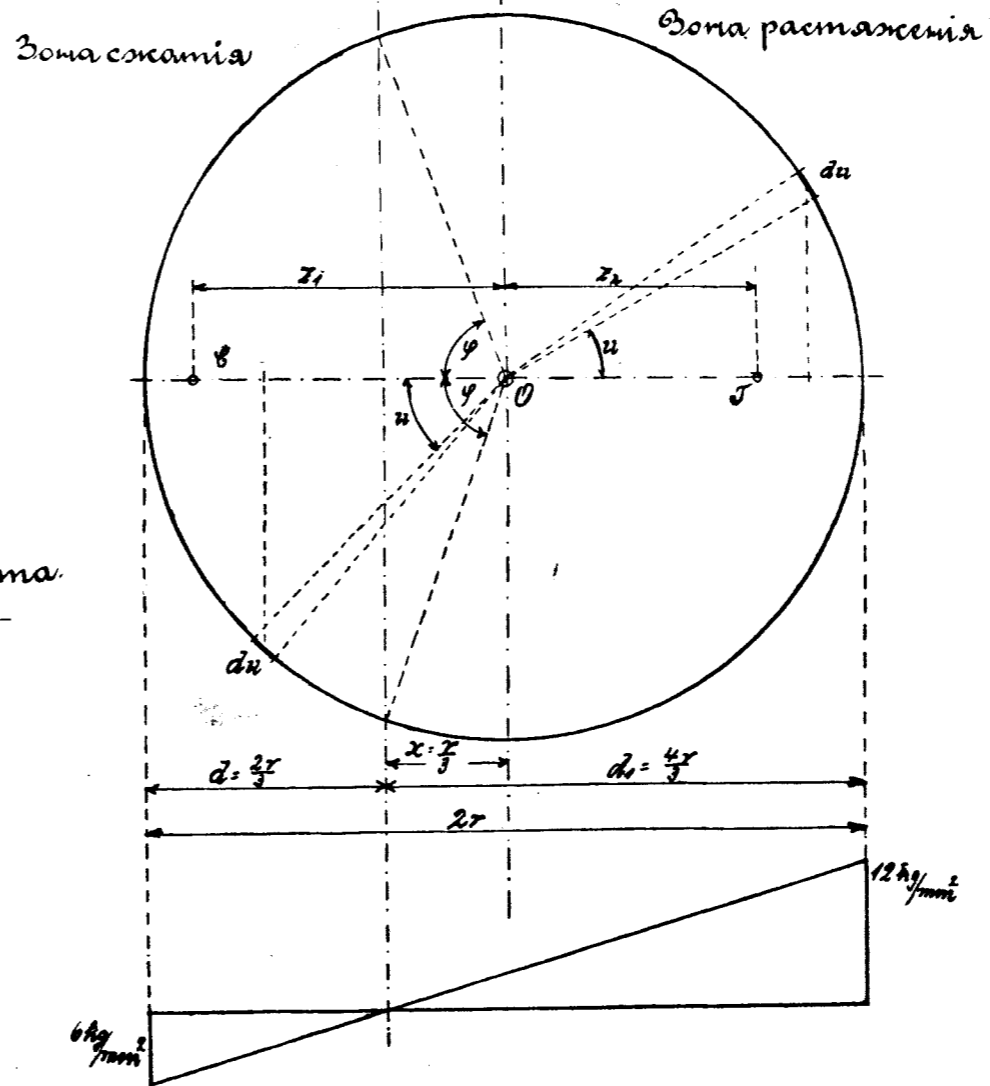
Фиг. 12.



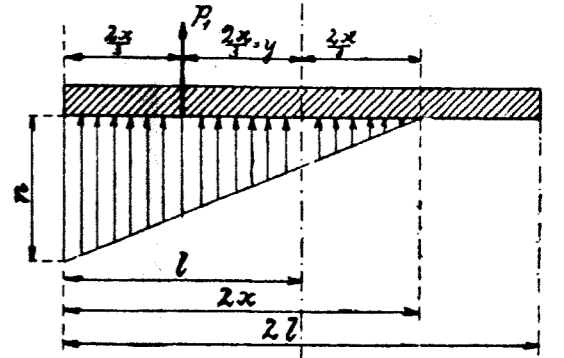
Фиг. 13.



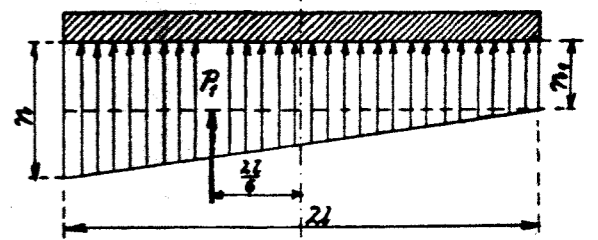
Фиг. 16.



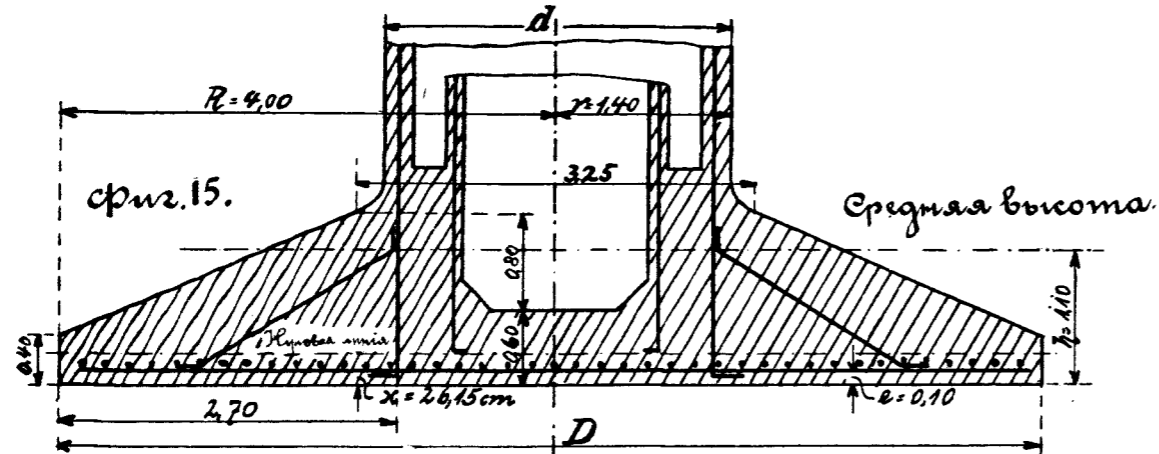
Фиг. 17a



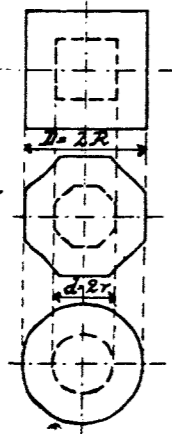
Фиг. 17б



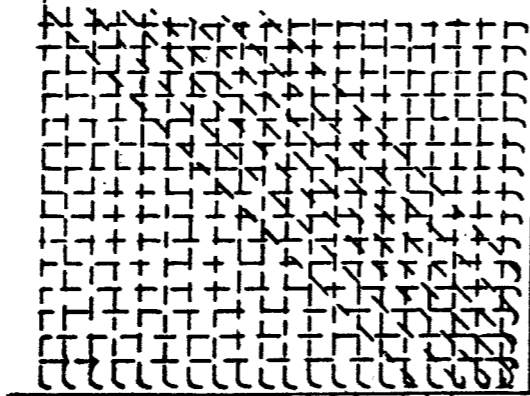
Фиг. 15.



Фиг. 14.



Решетка плиты основания



щаяся въ водяномъ парѣ, дѣйствуетъ на цементъ и можетъ быть причиной разрушенія бетонной трубы.

Такъ какъ въ химической промышленности, трубы страдаютъ, главнымъ образомъ, въ верхней своей части, вслѣдствіе образованія жидкихъ кислотъ при пасмурной и дождливой погодѣ, то въ этихъ случаяхъ одѣваютъ головки трубъ снаружи и изнутри свинцовыми листами.

Теперь перехожу къ описанію различныхъ типовъ бетонныхъ трубъ.

Въ Германіи бетонныя трубы примѣняются давно, и приоритетъ въ этомъ отношеніи принадлежитъ цементнымъ заводамъ.

Такъ въ 1876 году Штутгартскій цементный заводъ въ Блаубейренѣ построилъ трубу изъ утрамбованнаго бетона высотой въ 36 *m* и постояннымъ діаметромъ въ 1,4 *m* въ свѣту (пропорція смѣси: 1 часть портландъ-цемента, 1 часть романъ-цемента, 13 частей песку и гравія); нижняя часть трубы, на 8 *m* отъ основанія, была изнутри выложена кирпичемъ. Постройка производилась при помощи формъ.

Формовкой же строились и трубы цементнаго завода «Германія» Г. Манске и К<sup>о</sup> въ Лерте для филиальнаго отдѣленія въ Мисбургѣ, высотой въ 55 *m* и съ верхнимъ діаметромъ 2 *m* въ свѣту. Въ работѣ были двѣ формы по 1 *m* высотой, въ которыхъ утрамбовывался бетонъ (пропорція смѣси: 1 ч. цемента, 4 ч. песку и гравія). Формы разбирались и поднимались выше лишь черезъ 24 часа послѣ заполнения. Такимъ образомъ, скорость постройки была 1 *m* въ сутки. Обѣ трубы построены безъ желѣзнаго каркаса и работаютъ вполне удовлетворительно. Нѣсколько хлопотливо было измѣненіе размѣровъ и перемѣщеніе формъ. На табл. XIV, фиг. 1 изображена одна изъ трубъ Мисбургскаго завода.

Позже фирма Германъ и Фохтманъ въ Хемшицѣ производила постройку бетонныхъ (безъ продольной арматуры) трубъ безъ употребленія формъ; наружныя и внутреннія кольца стѣнки трубы выполнялись изъ шпунтованныхъ камней, а промежутокъ между ними затрамбовывался бетономъ. Для большей безопасности противъ образованія трещинъ въ бетонѣ закладывались горизонтальныя желѣзныя

кольца. На фиг. 2, 2а и 3 табл. XIV изображена эта конструкция.

Большинство трубъ, построенныхъ такимъ образомъ, работаетъ до сихъ поръ безусловно; но въ нѣкоторыхъ случаяхъ все-таки, несмотря на желѣзные кольца, появлялись трещины отъ тепловыхъ напряженій.

Такъ какъ и при послѣднемъ способѣ построенія бетонныхъ трубъ необходимо время для затвердѣванія бетона, то скорость постройки получается вообще меньшая, чѣмъ при кирпичной кладкѣ, а потому и затрата на рабочія руки при сооруженіи бетонныхъ трубъ относительно выше, чѣмъ для кирпичныхъ.

Постройка бетонной трубы получаетъ преимущество тамъ, гдѣ стоимость провоза декальныхъ кирпичей слишкомъ высока, а матеріалы для бетоннаго сооружения, какъ-то: гравій, песокъ и цементъ, находятся подъ руками и дешевы. Но въ настоящее время въ Германіи декальный кирпичъ можно получить вездѣ, и поэтому постройка бетонныхъ трубъ у насъ все больше и больше теряетъ свои преимущества. Фирма Германъ и Фохтманъ въ виду этого оставила свой способъ построенія.

Я хочу вамъ сообщить объ одномъ, заслуживающемъ вниманія, случаѣ съ подобной трубой.

У одной изъ фирмъ въ Вейсенфельсѣ н/С., послѣ многолѣтней работы бетонной трубы, потребовалось увеличеніе тяги въ виду расширенія производства, что и было достигнуто постановкой вентилятора, который высасывалъ газы изъ борова и выбрасывалъ ихъ въ трубу. Топливомъ служилъ землистый бурый уголь (рядовой), содержащій въ себѣ, какъ извѣстно, примѣсь мелкихъ кремневыхъ песчинокъ. Эти песчинки, вмѣстѣ съ газами, съ большой скоростью выбрасывались вентиляторомъ въ трубу и ударялись о противоположную стѣнку. Вентиляторъ дѣйствовалъ такимъ образомъ на стѣнку какъ песчано-струйный аппаратъ

Мало-по-малу была сошлифована внутренняя кирпичная футеровка, затѣмъ проточенъ кирпичный цоколь трубы и въ одинъ прекрасный день на наружной поверхности трубы, и именно на кирпичномъ цоколѣ, появилось отверстие, причина появленія котораго была на первый взглядъ

трудно объяснима. Явление было исследовано и тогда оказалось, что футеровка, кирпичная кладка цоколя и внутренняя кирпичная одежда бетонной колонны были совершенно сошлифованы, такъ что обвалъ трубы былъ бы неизбеженъ, если бы не устойчивость бетонной колонны. Внутреннее кольцо изъ шпунтованныхъ кирпичей было сточено аккуратно по формѣ этихъ послѣднихъ. Бетонъ остался невредимымъ. Послѣ разслѣдованія причинъ этого происшествія, разрушенныя мѣста трубы были забетонены, и такимъ образомъ, поврежденіе устранено. Описанный случай показываетъ, какъ вредно можетъ иногда дѣйствовать искусственная тяга на кирпичную кладку трубы.

Статическій расчетъ бетонныхъ трубъ ничѣмъ существенно не отличается отъ такового же для трубъ кирпичныхъ и въ этомъ отношеніи можно указать на протоколы цюрихскаго и констанцскаго съѣздовъ (1902 и 1911 г.г.).

Родина желѣзобетонныхъ трубъ—Америка; отсюда онѣ перенесены въ Европу и здѣсь, повидимому, прививаются лишь исподволь.

Примѣненіемъ желѣзо-бетона стремятся достигнуть того, чтобы сооруженіе, послѣ затвердѣванія, представляло отъ фундамента до вершины одно цѣлое (монолитъ).

Это достигается устройствомъ прочныхъ наружной и внутренней опалубокъ, между которыми затрамбовывается бетонъ. Простѣйшей и наиболѣе дешевой формой при этомъ будетъ цилиндръ съ одинаковымъ вверху и внизу діаметромъ, такъ что труба получается съ одинаковой вездѣ толщиной стѣнки.

Въ другихъ случаяхъ сохраняютъ постоянный діаметръ лишь у наружной опалубки и измѣняютъ ступенями діаметръ внутренней; при этомъ получаютъ барабаны различной толщины, какъ то видно на фиг. 4 табл. XIV.

Футеровку всегда цѣлесообразнѣе дѣлать цилиндрической. При желѣзо-бетонной футеровкѣ достаточна бываетъ толщина стѣнки въ 10—12 см; при кирпичной же эта толщина обычно берется въ  $\frac{1}{2}$  кирпича, и только при большихъ высотахъ внизу начинаютъ съ толщины въ 1 кирпичъ и сводятъ кверху до  $\frac{1}{2}$  кирпича. Разстояніе между футеровкой и стѣнкой трубы должно быть 10—15 см и



соединенія ихъ надо избѣгать. Наоборотъ, должно быть обращено вниманіе на то, чтобы футеровка могла совершенно свободно деформироваться при нагрѣваніи.

Тамъ, гдѣ футеровка доводится до вершины трубы, кольцевая щель должна быть сверху перекрыта выступомъ стѣнки, для предохраненія отъ попаданія въ промежуточное пространство золы и сырости, однако непременно съ оставленіемъ зазора по вертикали для свободнаго движенія футеровки.

Полезно армировать вершину трубы цѣльной чугунной кольцевой плитой, которая должна быть соединена металлически со стержнями продольной арматуры; это можетъ быть осуществлено такъ, что всѣ продольные стержни присоединяются къ одному верхнему кольцу, которое въ свою очередь должно имѣть контактъ съ плитой. Далѣе, у основанія трубы необходимо имѣть второе металлическое кольцо, хорошо заземленное, для предохраненія трубы отъ ударовъ молніи. Но, кромѣ этой мѣры, рекомендуется соединять непосредственно вершину трубы съ землей специальнымъ мѣднымъ двойнымъ проводомъ изъ 8 *mm* проволоки, ибо продольная арматура не представляетъ изъ себя замкнутаго цѣлага, а состоитъ изъ отдѣльныхъ, лишь соприкасающихся между собой прутьевъ, и роль громоотвода ей одной поручить рискованно.

Прутья продольной арматуры не соединяются другъ съ другомъ, а лишь заходятъ одинъ на другой на опредѣленную длину. Поверхность находящихъ другъ на друга концовъ стержней должна быть въ 200 разъ больше площади ихъ поперечнаго сѣченія, что при крутомъ желѣзѣ даетъ перекрытіе, равное 50-тикратному діаметру стержней; кромѣ того, для надежности концы стержней загибаются. Сочлененія всѣхъ стержней сразу въ одномъ сѣченіи надо избѣгать; если возможно, сочленяють сразу не болѣе 4 стержней, чередуя затѣмъ остальные по мѣрѣ повышенія постройки.

Продольные стержни рекомендуется размѣщать въ разстояніи 30—40 *cm* другъ отъ друга, тогда какъ разстояніе между горизонтальными кольцами не должно быть болѣе 30 *cm*. Эти кольца ставятся для скрѣпленія продольной арматуры и для воспринятія тепловыхъ напряженій; кон-

цы ихъ тоже заходятъ одинъ за другой, на подобіе выше-описаннаго. Для продольныхъ стержней употребляется кромѣ круглаго и квадратнаго желѣза, также фасонное,  $\Gamma$ ,  $-T$ ,  $-+$  и  $\square$ -образнаго сѣченія. Поверхность прутьевъ никакой обработкѣ не подвергается, но не должна быть покрыта ржавчиной. На конструкцію и выполненіе отверстій для присоединенія дымовыхъ каналовъ должно быть обращено самое серьезное вниманіе.

Что подобныя сооруженія должны быть изъ наилучшаго матеріала, само собой разумѣется; хорошіе результаты давала смѣсь: 1 часть портландъ-цемента на 3—5 частей пещу и гравія.

Трещины въ бетонныхъ трубахъ задрѣываются чистымъ бетономъ, а еще лучше заливать ихъ подъ давленіемъ.

Такъ какъ для затвердѣванія бетона необходимо извѣстное время, то скорость построенія подобныхъ трубъ не велика, въ среднемъ 1 *m*, самое большее 2 *m* за рабочій день.

Кромѣ преимуществъ въ статическомъ отношеніи, которыми обладаютъ желѣзо-бетонныя трубы, какъ монолитныя, онѣ отличаются еще своимъ небольшимъ вѣсомъ, который составляетъ лишь около 40% отъ вѣса кирпичной трубы, такой же высоты и діаметра въ свѣту, свойство весьма цѣнное при плохомъ грунтѣ.

Даже неравномѣрная осадка грунта не такъ легко ведетъ къ обвалу трубы; слѣдствіемъ будетъ лишь наклонное положеніе всей трубы, что для монолита во всякомъ случаѣ не такъ опасно, какъ для кирпичной кладки, къ тому же и устраняется оно въ первомъ случаѣ гораздо легче.

Что касается стоимости, то тутъ мнѣнія расходятся; въ дѣйствительности должно быть такъ, что при небольшихъ размѣрахъ желѣзо-бетонныя и кирпичныя трубы по цѣнѣ одинаковы.

При большихъ размѣрахъ выгодность будетъ уже на сторонѣ желѣзо-бетонныхъ трубъ, стоимость которыхъ будетъ на 20% и болѣе (до 50%?) ниже.

Вообще въ вопросѣ о стоимости, на что было уже указано при разсмотрѣннн чисто бетонныхъ трубъ, стоимость провоза строительныхъ матеріаловъ играетъ большую роль. Если лекальный кирпичъ долженъ быть выписанъ издалика, а же-

лѣзо, цементъ, песокъ и гравій могутъ быть получены по сходной цѣнѣ вблизи, то желѣзобетонная труба, несмотря на болѣе дорогую работу, выйдетъ все-таки дешевле; но тамъ, гдѣ лекальный кирпичъ находится подъ руками, желѣзо-бетонной трубѣ конкурировать съ каменной будетъ ужь труднѣе.

Фиг. 4, 4а и 5 на табл. XIV изображаютъ конструкцію цилиндрической желѣзо-бетонной трубы. Первый примѣръ взятъ изъ известной книги: «Свободно стоящія трубы» Фридр. Вальдау («Freistehende Schornsteine» von Friedr. Waldau), а фиг. 5 изображаетъ конструкцію «Dansk Beton Vjalke Co» (нынѣ F. Moehl) въ Копенгагенѣ. Въ послѣднемъ примѣрѣ желѣзо-бетонный массивъ трубы возведенъ на кирпичномъ фундаментѣ; внѣшняя третья стѣнка цоколя выложена только для виду.

Большое распространеніе въ Америкѣ получили трубы «Weber Steel Concrete Chimney Co» въ Чикаго, конструкціи нѣмца-американца Карла Вебера. Трубы эти отличаются тѣмъ, что внутренняя футеровка поднимается только на часть всей высоты. Выше футеровки внѣшній цилиндръ трубы суживается такъ, что діаметръ трубы къ свѣту по всей длинѣ постояненъ. Толщины стѣнокъ обѣихъ частей наружнаго цилиндра и футеровки различны между собой, но по всей высотѣ соответствующей части постоянны.

По этому способу построены обѣ 60-тиметровыя трубы цементнаго завода Оберкассель около Бонна фирмой Hüser & Cie въ Оберкассельѣ, изъ которыхъ одна работаетъ теперь уже 5 лѣтъ, а другая 2 года безъ какихъ либо дефектовъ. (Сравши табл. XIV, фиг. 6).

Распространенію «веберскихъ» трубъ въ Германіи много способствовала фирма «Weber—Beton—Gesellschaft m. b. H.» въ Галле н/З., но, очевидно, расчеты ея не оправдались, такъ какъ въ настоящее время она уже прекратила свое существованіе.

При постройкѣ желѣзо-бетонныхъ трубъ, также какъ и при чисто бетонныхъ, были попытки избѣжать опалубки. Въ Америкѣ фирма «Atlas Construction Comp.» въ С. Луи, строящая по системѣ Вндергольдта, употребляетъ, вмѣсто опалубки, тонкостѣнные, пустотѣлые кирпичи I —образ-

ной формы, которые кладутся обычнымъ способомъ въ перевязку и заполняются затѣмъ бетономъ послѣ закладки арматуры. Чтобы горизонтальные кольца арматуры со всѣхъ сторонъ охватывались бетономъ, ихъ дѣлаютъ изъ полукруглаго желѣза. Фиг. 7 на табл. XIV, изображающая трубу подобной конструкціи съ нѣкоторыми деталями, взята изъ «Руководства по желѣзо-бетону» Ф. фонъ-Эмпергера.

Аналогичнымъ путемъ идетъ гражд. инженеръ Б. Настъ при постройкѣ своихъ комбинированныхъ трубъ по герм. пат. № 204128. Въ описаніи патента сказано слѣдующее:

«Патентуемый способъ состоитъ въ построении трубъ въ видѣ желѣзо-бетоннаго фахверка, съ заполненіемъ промежутковъ бетонными камнями. Осуществляется это при помощи кладки изъ полыхъ бетонныхъ тѣлъ, имѣющихъ вертикально и горизонтально направленные пустоты, которыя пропускаютъ желѣзо-бетонный фахверкъ; стѣнки бетонныхъ формъ служатъ такимъ образомъ опалубкой для желѣзо-бетоннаго фахверка.

Постройка такихъ комбинированныхъ бетонныхъ трубъ производится такъ, что послѣ выкладки одного ряда пустотѣлыхъ бетонныхъ камней, и закладки продольной и поперечной арматуры, пустоты камней затрамбовываются мелкозернистымъ бетономъ. Такимъ образомъ въ каждой вертикальной пустотѣ получается желѣзо-бетонный стержень, а въ горизонтальныхъ—кольцо, соединяющее эти стержни. Этимъ обезпечивается связь между отдѣльными частями конструкціи и въ передачѣ поперечныхъ усилий участвуетъ уже не только сопротивление швовъ. Горизонтальная арматура служитъ также для предотвращенія выгиба продольныхъ стержней въ сжатой части».

Фиг. 8 на табл. XIV изображаетъ подобную трубу съ ея деталями, въ томъ же видѣ, какъ и въ № 2 «Zeitschrift für Dampfk.-u. Maschinenbetrieb» за 1911 годъ.

Всѣ вышеописанныя желѣзо-бетонныя трубы имѣютъ цилиндрическую форму, наимыгоднѣйшую съ точки зрѣнія удобства выполнения, но не особенно изящную съ внѣшней стороны.

Въ Европѣ, гдѣ не такъ строго придерживаются принципа цѣлесообразности и удѣляютъ достаточно вниманія эстетическимъ запросамъ, были сдѣланы небезуспѣшныя попытки придать желѣзо-бетонной трубѣ болѣе пріятную для глазъ форму.

Напр. фирма Léon Monnoyer et Fils въ Брюсселѣ осу-

ществляетъ это слѣдующимъ образомъ, отказавшись отъ ящичнаго способа формовки.

Труба, складываемая изъ отдѣльныхъ бетонныхъ камней, высотой 25 см. Число такихъ камней зависитъ отъ діаметра трубы. Каждый камень имѣетъ на одномъ концѣ крюкообразный выступъ, который, приходясь подъ такимъ же выступомъ нижележащаго камня, образуетъ съ нимъ (такъ же, какъ и съ прочими подъ и надъ нимъ лежащими) вертикальное ребро, идущее сверху до низу. Въ эти ребра пропускаются продольные стержни арматуры, закрѣпляемые въ цоколѣ и фундаментѣ.

Число наружныхъ реберъ и сторонъ одинаково съ числомъ камней въ каждомъ поясѣ, при чемъ это число ограничивается тѣмъ, что каждый камень не долженъ вѣсить болѣе 80—100 *kg*. Заготовка камней производится или на заводѣ или прямо на мѣстѣ стройки; въ стѣнки ихъ при формовкѣ закладывается желѣзная арматура, вслѣдствіе чего они получаютъ достаточно прочными и хорошо выдерживаютъ перевозку и перемѣщенія.

Далѣе, кромѣ уже упомянутыхъ вертикальныхъ стержней, въ спеціальныя канавки поверхъ каждаго ряда камней закладываются горизонтальныя связующія кольца. Прямой конецъ каждаго камня заходитъ внутрь крюкообразнаго выступа сосѣдняго на болѣшую или меньшую глубину, въ зависимости отъ постепеннаго суженія трубы, и такимъ образомъ, это суженіе легко регулируется.

Кладка бетонныхъ камней идетъ очень быстро; рабочіе находятся съ внутренней стороны, а камни подаются съ внѣшней и укладываются рядами одинъ къ другому; забетониваются продольные стержни арматуры и дѣлаются пазы для горизонтальныхъ колецъ. Какъ на особенное преимущество этой конструкціи указываютъ на то, что продольные стержни арматуры, наиболѣе отвѣтственная часть ея, находятся на наружной поверхности трубы, т.-е. въ части съ болѣе низкой температурой, вслѣдствіе чего уничтожается вредное вліяніе различія коэффициентовъ расширенія.

Вообще обходятся безъ футеровки, но при наличіи кислотныхъ паровъ, дѣйствующихъ на бетонъ, а также при температурахъ выше 300° C, устройство футеровки реко-

мендуется, тѣмъ болѣе, что при данной конструкціи это выполняется весьма удобно.

Съ архитектурной точки зрѣнія такія трубы производятъ пріятное впечатлѣніе, о чемъ даетъ представленіе фиг. 9, на табл. XIV; онѣ тоньше кирпичныхъ, но благодаря присутствію продольныхъ реберъ выглядятъ очень солидно.

Такъ какъ толщина стѣнки трубы равна толщинѣ камня, то швы должны быть вполне плотны, для избѣжанія просачиванія воздуха.

Остроумно устройство ящиковъ для формовки камней; въ одномъ и томъ же ящикѣ формуются всѣ камни. На фиг. 9 табл. XIV изображенъ одинъ изъ такихъ ящиковъ.

Что касается распространенности такихъ трубъ, то въ спискѣ, переданномъ мнѣ фирмой и оканчивающемся 1912 годомъ, указаны 102 постройки, среди которыхъ есть трубы до 90 *m* высотой.

Въ то время, какъ способъ построенія трубъ Monpouet et Fils близокъ по существу къ кирпичной кладкѣ, фирма F. Moehl въ Копенгагенѣ сооружаетъ свои коническія трубы, какъ чистые монолиты, употребляя при этомъ оригинальный способъ опалубки, настолько же простой, какъ и для трубъ цилиндрическихъ. Изобрѣтеніе этого способа принадлежитъ инженеру Ф. Моль въ Копенгагенѣ и сводится въ общихъ чертахъ къ тому, что для построенія трубы съ низу до верху употребляются однѣ и тѣ же формы, при чемъ, при перемѣщеніяхъ кольца для формовки вышележащаго пояса, изъ каждой части его вынимается справа и слѣва по бруску.

Шаблоны для такихъ формъ готовятся слѣдующимъ образомъ. Дѣлятъ наружную и внутреннюю окружности верхняго сѣченія трубы въ зависимости отъ размѣра діаметра на 4, 6, 8 и т. д. равныхъ частей и раздвигаютъ полученныя такимъ образомъ дуги параллельно самимъ себѣ настолько, чтобы радіальное разстояніе между каждыми двумя противоположащими изъ нихъ равнялось большому наружному или соотвѣтственно внутреннему діаметру трубы. Для замыканія разрывовъ, получившихся между раздвинутыми дугами, эти послѣднія продолжаются до пересѣченія другъ съ другомъ. Полученный такимъ путемъ контуръ бу-

детъ состоятъ изъ дугъ съ радиусомъ равнымъ наружному или соотвѣтственно внутреннему радиусу отверстия трубы.

Такимъ образомъ, на поверхности трубы получаютъ продольныя борозды—характерная черта для мѣлевской конструкции; при 4 бороздахъ, сѣченіе получаетъ видъ, схожій съ листомъ клевера, отчего его такъ и называютъ. Выше-сказанное иллюстрируется фиг. 10а и 11а на табл. XIV.

Формы дѣлаются высотой въ 1 м и состояются изъ деревянныхъ планокъ, представляющихъ изъ себя въ наружномъ кольцѣ части полога цилиндра съ верхнимъ, наружнымъ радиусомъ, а во внутреннемъ, части массивнаго цилиндра съ верхнимъ, внутреннимъ радиусомъ. Въ собранномъ видѣ онѣ охватываютъ наибольшее поперечное сѣченіе трубы.

Боковыя части каждаго элемента формы дѣлаются отъемными настолько, чтобы среднія части при смыканіи дали окружности верхняго сѣченія трубы. Стороны боковыхъ планокъ не параллельны, при чемъ расхождение ихъ зависитъ отъ степени конусности трубы.

Этимъ путемъ получается возможность измѣнять уголъ наклона образующей внутренней и внѣшней поверхностей трубы и добиться постепеннаго перехода отъ наибольшей къ наименьшей толщинѣ стѣнки; деревянные поперечные вѣнцы удерживаютъ планки въ правильномъ положеніи. Нѣкоторыя детали этой конструкции представляетъ фиг. 11b; цѣлая труба мѣлевскаго типа видна на фиг. 10 (клеверо-листнаго сѣченія) и на фиг. 11 табл. XIV.

Скорость постройки такихъ трубъ отъ 1 до 1,5 м. за рабочій день; чтобы предоставить бетону больше времени для затвердѣванія (болѣе 24 часовъ), работаютъ съ 3—4 формами.

Для перемѣщенія формъ, прежде устраивали кольцевой помостъ, который подвѣшивали къ траверсамъ колонны, воздвигавшейся параллельно трубѣ. Теперь замки на формахъ дѣлаются такъ, чтобы форму можно было разнять сверху при помощи желѣзныхъ прутьевъ и потомъ поднять ее по частямъ на верхъ.

Съ внѣшней стороны исчезающія кверху линіи, образу-

шія сходящієся углы, производять пріятное впечатлѣніе, онѣ оживляютъ постройку и придаютъ ей стройный видъ.

О трубахъ Мѣля Ф. фонъ-Эмпергеръ пишетъ во 2-ой тетради «Бетонъ и желѣзо» за 1911 годъ, слѣдующее:

«... Что особенно интересно въ этихъ сооруженіяхъ, такъ это та простота, съ которой рѣшенъ вопросъ о построеніи коническихъ желѣзо-бетонныхъ трубъ, безъ удорожанія ихъ. Это такое изобрѣтеніе, которое оставило далеко позади себя всѣ подобныя американскіе проекты, и это тѣмъ болѣе замѣчательно, что оно родилось на территоріи маленькой Даніи, а тѣ въ странѣ неограниченныхъ возможностей. Въ то же время оно служитъ доказательствомъ, что въ рукахъ опытнаго и талантливаго техника желѣзо-бетонъ также и въ Европѣ является матеріаломъ, формы полезнаго употребленія котораго не ограничены».

(Докладъ иллюстрировался діапозитивами, пзображавшими детали формъ, старый и новый способъ ихъ перемѣщенія при постройкѣ, а также и общій видъ уже построенныхъ трубъ).

До марта 1913 года фирмой F. Moehl въ Копенгагенѣ были построены 85 желѣзо-бетонныхъ трубъ, среди которыхъ есть таковыя до 70—80 *m* высотой.

Эти цифры, а также подобныя же отъ фирмы Léon Moppouet et Fils, съ опредѣленностью доказываютъ, что въ Европѣ предпочитаютъ строить коническія желѣзо-бетонныя трубы изъ-за ихъ болѣе изящной внѣшности.

Медленности распространенія желѣзобетонныхъ трубъ въ Германіи повидимому много способствовали существующіе здѣсь разрѣшительные порядки. Вопросъ былъ новый и учрежденія и чиновники, на обязанности которыхъ лежалъ контроль его, относились къ нему съ большимъ или меньшимъ предубѣжденіемъ. Въ виду этого, собственники иредпріятій должны были всегда считаться съ довольно долгимъ срокомъ полученія разрѣшенія на постройку трубъ; но, какъ это по большей части бываетъ въ жизни, рѣшеніе произвести постройку принимается въ послѣдній моментъ и тогда, очень часто, несмотря на всѣ симпатіи къ желѣзобетонной трубѣ, строятъ кирпичную изъ-за необходимости получить трубу какъ можно скорѣе.



Противъ такой чрезмѣрной осторожности разрѣшительныхъ учреждений, высказывается повидимому и циркуляръ корол. прусск. министра торг. и пром. отъ 18 сентября 1906 года за № III 6790, гдѣ говорится:

«Противъ сооруженія фабричныхъ дымовыхъ трубъ изъ желѣзо-бетона, при доброкачественныхъ строительныхъ матеріалахъ, тщательной работѣ и надежномъ расчетѣ усилий, не должно быть никакого предубѣжденія. Исчерпывающимъ руководствомъ, въ подобныхъ случаяхъ могутъ служить, выпущенныя Министерствомъ общественныхъ работъ «Правила для расчета и выполненія сооружений изъ желѣзо-бетона», («Bestimmungen für die Ausführung und Konstruktionen aus Eisenbeton»), отъ 16 апрѣля 1904 года (Zentralbl. der Bauverw. Стр. 253). На основаніи мнѣнія Академіи строительныхъ искусствъ, требуется покрывать желѣзный каркасъ слоемъ бетона болѣе толстымъ, чѣмъ въ обыкновенныхъ гражданскихъ сооруженияхъ, и кромѣ того принимать мѣры къ предохраненію желѣзобетона отъ нагрѣванія дымовыми газами до такихъ температуръ, кои могутъ вредно вліять на прочность желѣзной арматуры. Удовлетворительный расчетъ нормальныхъ усилий въ поперечныхъ сѣченіяхъ весьма затруднителенъ. Нѣкоторыя основанія для этого даетъ способъ Залигера, описанный въ бетонъ-календарѣ за 1906 г., а также въ журналѣ «Beton und Eisen», 1905 г., стр. 251. Особенно осторожно надо относиться къ вырѣзамъ желѣзобетонной стѣнки, для соединенія къ трубѣ борововъ».

Для насъ, инженеровъ по надзору, прежде всего является задача провѣрить устойчивость желѣзо-бетонной трубы. Какъ это сдѣлать, вкратцѣ изложено ниже, примѣняясь къ вышеупомянутой статьѣ проф. Р. Залигера «Высокія трубы» въ руководствѣ по желѣзо-бетону Ф. фонъ-Эмпегера, 4-ый томъ, 2-я часть, стр. 133 и далѣе.\*)

Каждая труба подвержена вліянію собственнаго вѣса, давленія вѣтра, а также температурныхъ напряженій, и прежде всего надо опредѣлить величину этихъ отдѣльныхъ усилий.

Что касается собственнаго вѣса, то можно считаться со слѣдующими данными:

- |         |                            |             |                  |
|---------|----------------------------|-------------|------------------|
| 1 $m^3$ | портландъ-цемента          | вѣситъ      | 1900—2100 $kg$ . |
| 1 »     | бетона на гравіи или щебнѣ |             | 2100—2300 »      |
|         |                            | въ среднемъ | 2100 $kg/m^3$ .  |

\*) Цитированіе въ дальѣйшемъ изложеаніи этой статьи производится съ разрѣшенія автора и согласія издательства В. Эрвель и С-я въ Берманѣ.

Къ этому надо прибавить вѣсъ желѣзной арматуры.

Если принять уд. вѣсъ желѣза равнымъ  $7800 \text{ kg/m}^3$ , а бетона— $2100 \text{ kg/m}^3$  и относительный объемъ занимаемый арматурой, въ  $\mu\%$  отъ общаго, то увеличеніе вѣса на  $1 \text{ m}^3$  выразится въ  $(78-2100 \cdot \mu=5700, \mu$ .

Такимъ образомъ вѣсъ желѣзо-бетона будетъ

въ среднемъ  $2200 \text{ kg/m}^3$ .

максимально  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

Если внутри трубы имѣется свободно стоящая желѣзо-бетонная футеровка, подверженная дѣйствию только собственнаго вѣса, то эта послѣдняя можетъ имѣть высоту въ  $83 \text{ m}$ , не требуя еще при этомъ усиленія стѣнки книзу.

Это становится очевиднымъ изъ слѣдующаго расчета. Допустимое напряженіе на сжатіе нагрѣтаго желѣзо-бетона можетъ быть принято равнымъ  $20 \text{ kg/m}^2$  или  $200000 \text{ kg/m}^2$ , слѣдовательно, при уд. вѣсѣ желѣзо-бетона  $2400 \text{ kg/m}^3$ , одинъ кв. метръ опорной поверхности можетъ быть нагруженъ  $\frac{200,000}{2,400} = 83$  куб. метрами желѣзо-бетона, или, что то же самое, надъ нимъ можетъ быть возведена желѣзо-бетонная колонна постояннаго поперечнаго сѣченія (въ нашемъ примѣрѣ:  $1 \text{ m}^2$ ) высотой въ  $83 \text{ m}$ .

Дѣйствіе вѣтра на желѣзо-бетонную трубу такое же, какъ и на кирпичную. При расчетахъ задаются обыкновенно давленіемъ вѣтра  $w=150 \text{ kg/m}^2$ ; а какъ коэффициентъ  $k$  этого давленія принимаютъ:

для круглыхъ трубъ  $k=0,67$

» восьмигранныхъ »  $k=0,71$

» квадратныхъ »  $k=1,00$

Если обозначимъ черезъ  $F$  площадь сѣченія трубы, нормальнаго къ направленію вѣтра, то абсолютная величина давленія вѣтра на сооруженіе получится:

$$1. (3)^* \begin{cases} W = 0,67. F. w & \text{для круглыхъ трубъ.} \\ W = 0,71. F. w & \text{„ восьмигр. „} \\ W = 1,00. F. w & \text{„ квадратн. „} \end{cases}$$

Точка приложенія силы давленія вѣтра находится въ

\*) Цифры, стояція въ способахъ, даютъ нумераціи формулъ по Залегеру.

центрѣ тяжести площади  $F$ , и разстояніе ея отъ основанія равно

$$2. \quad S = \frac{D + 2D_0}{D + D_0} \cdot \frac{h}{3}$$

Здѣсь обозначаютъ:

$D$  — нижній наружный діаметръ  
 $D_0$  — верхній  
 $h$  — высоту

Уравненіе момента давленія вѣтра получается послѣ этого въ видѣ:

$$3. \quad M = W \cdot \sigma_0$$

Для одинарнаго сѣченія имѣемъ тогда напряженіе крайнихъ волоконъ  $\sigma$  по уравненію

$$4. (4) \quad \sigma = \frac{P}{f} \pm \frac{M}{W}$$

гдѣ обозначаемъ:

$P$  вѣсъ трубы,  
 $f$  площадь расчетнаго сѣченія,  
 $M$  моментъ давленія вѣтра,  
 $W$  моментъ сопротивленія расчетнаго сѣченія.

При выводѣ уравненій для сѣченій, армированныхъ жельзомъ, Залигеръ исходитъ изъ слѣдующихъ предположеній:

- 1) напряжения въ сѣченіи отъ нейтральной линіи до ребра нарастаютъ по закону прямой, и
- 2) арматура представляется въ видѣ кольца, находящагося въ серединѣ сѣченія.

Тогда получаютъ такія соотношенія:

$$5. (11) \quad P = \frac{\sigma_m}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}} \left[ \rho \cdot \delta \left\{ \sin \alpha + (\pi - \alpha) \cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{m} - \frac{\alpha \cos \alpha}{2} \right\} + \frac{n \cdot f_c \cdot \cos \alpha}{2} \right];$$

$$6. (12) \quad M = \frac{\sigma_m}{2 \cos^2 \frac{\alpha}{2}} \left[ \rho^2 \cdot \delta \left\{ \pi - \alpha + \frac{\sin 2 \alpha}{2} + \frac{\alpha - 0,5 \sin 2\alpha}{m} \right\} + \frac{n \cdot f_e \cdot \rho}{2} \right];$$

Если  $\sigma_m$  определено, то

$$7. (13) \quad \left\{ \begin{array}{l} \sigma_{mz} = t_g^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{\sigma_m}{m}; \\ \sigma_b = \frac{R + \cos \alpha}{1 + \cos \alpha} \cdot \sigma_m; \quad \sigma_{bz} = \frac{R - \cos \alpha}{1 + \cos \alpha} \cdot \frac{\sigma_m}{m}; \\ \sigma_e = n \cdot \sigma_m; \quad \sigma_{ez} = t_g^2 \frac{\alpha}{2} \cdot n \cdot \sigma_m \end{array} \right.$$

Значение величинъ:  $R, r, \rho, \delta, \sigma, \alpha, \sigma_m$  и  $\sigma_{mz}$  видно по ф. 12 табл. XV; вообще же приняты обозначения:  $\sigma$  — напряженія,  $f_e$  — площадь сѣченія, индексы  $b$  и  $e$  указываютъ на матеріаль, бетонъ и желѣзо, а индексъ  $z$  на растяженіе

Значенія  $m$  и  $n$  даютъ отношеніе модулей упругости матеріаловъ, именно:

$$n = \frac{E_e}{E_b}; \quad m = \frac{E_b}{E_{bz}}$$

Опытами выяснено, что можно принимать:

$$n=6 \text{ до } 12, \text{ въ среднемъ } 10$$

$$m=1 \text{ до } 15, \text{ » » } 9$$

Напряженіе на растяженіе въ бетонѣ вообще выражается:

$$\sigma_{mz} = \frac{\sigma_{ez}}{n \cdot m}.$$

$$\text{для } \sigma_{ez} = 800 \text{ получимъ } \sigma_{mz} = \frac{800}{10 \cdot 9} \approx 9 \text{ kg/cm}^2.$$

Игнорируя вліяніе растянутого слоя въ бетонѣ ( $E_{bz} = 0$ ;  $m = \infty$ ), уравненія 5 (11) и 6 (12) можно переписать въ слѣдующемъ видѣ:

$$8. (14) \quad P = \frac{\sigma_m}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}} \left[ \rho \cdot \delta \left\{ \sin \alpha + (\pi - \alpha) \cos \alpha \right\} + \frac{n \cdot f_e \cdot \cos \alpha}{2} \right];$$

$$9. (15) \quad M = \frac{\sigma_m}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} \left[ \rho^2 \cdot \delta \left\{ \pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right\} + \frac{n \cdot f_e \cdot \rho}{2} \right];$$

При данныхъ сѣченіяхъ бетона и желѣза, получимъ значеніе  $\alpha$ , а потомъ и  $\sigma_m$  для уравненіе 8 на уравненіе 9.

Вводя обозначенія:

$$\frac{f_e}{f_b} = \frac{f_e}{2 \cdot \pi \cdot \rho \cdot \delta} = \mu; \quad \frac{M}{P} = a \quad (\text{см. табл. XV фиг. 13.}),$$

получимъ выраженія:

$$10. (16) \quad \frac{a}{\rho} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi - \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \alpha + n \cdot \pi \cdot \mu}{\sin \alpha + (\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \cos \alpha \cdot n \cdot \pi \cdot \mu};$$

$$11. (17) \quad P = \frac{\sin \alpha + (\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \cos \alpha \cdot n \cdot \pi \cdot \mu}{2 \cdot \pi \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2}} \cdot f_b \cdot \sigma_m$$

По этимъ двумъ формуламъ Залигеромъ были составлены таблицы, содержащія коэффициенты  $A$  и  $B$  для слѣдующихъ уравненій; выведенныхъ изъ ур. 11 (17) и 7 (13):

$$P = A \cdot f_b \cdot \sigma_m \\ \alpha_{ez} = B \cdot \sigma_m$$

При помощи нижеприведенныхъ таблицъ можно для любого сѣченія данной желѣзобетонной трубы подыскать значенія  $\sigma_m$  и  $\sigma_{ez}$  которыя, будучи вставлены въ уравненіе 7 (13), дадутъ возможность опредѣлить величины  $\alpha$ ,  $\sigma_b$  и  $\sigma_e$ .

Дальнѣйшее изложеніе должно будетъ дать лишь пѣкорое представленіе о возможныхъ размѣрахъ тепловыхъ напряженій. При толщинѣ желѣзо-бетонной стѣнки въ  $\delta = 10$  до  $15$  см разниа температуръ на внутренней и внѣшней ея поверхности  $\tau$  составитъ

при простой стѣнкѣ:  $\tau = 0,4 (t_i - t_a)$   
 „ двойной „ :  $\tau = 0,125 (t_i - t_a)$

гдѣ:  $t_i$  и  $t_a$  соотвѣтственно температуры внутри трубы и наружнаго воздуха.

Сжатіе  $\sigma_d$  и растяженіе  $\sigma_z$  на внутренней, соотвѣтственно наружной, поверхности трубы выразится такъ:

$$12. (39) \quad \sigma_d = \frac{E \cdot a \cdot \tau}{1 + \sqrt{m}}; \quad \sigma_z = \frac{\sigma_d}{\sqrt{m}};$$

или, если принять

$$E = 200000, \\ a = 0,000013 \text{ и} \\ m = 9, \text{ то получимъ:}$$

$$13. (40) \quad \sigma_d = 0,65 \cdot \tau; \quad \sigma_z = 0,22 \cdot \tau$$

Тепловое напряженіе въ желѣзѣ будетъ:

$$14. \quad (41) \quad \sigma_e = \frac{E \cdot a}{2 (1 + \sqrt{m})^2} \cdot \frac{\tau}{\mu} = 0,081 \frac{\tau}{\mu};$$

$$\text{гдѣ } \mu = \frac{f_e}{\delta}.$$

Рѣшая уравн. 14 (41) относительно  $\mu$ , получимъ нѣкоторое указаніе на необходимую площадь сѣченія арматуры.

$$15 (42) \quad \mu = \frac{E \cdot a}{2 (1 + \sqrt{m})^2 \cdot \sigma_e} \cdot \tau$$

Принимая для продольныхъ стержней  $\sigma_e = 1000 \text{ kg/cm}^2$ , получимъ:

$$16. (43) \quad \mu_v = 0,00008 \cdot \tau \text{ (указатель } v = \text{вертикальное).}$$

Для поперечныхъ стержней можно съ  $\sigma_e$  идти почти до предѣла упругости, такъ какъ эти стержни никакихъ другихъ усилій не воспринимаютъ, т. е. задаться  $\sigma_e = 1600 \text{ kg/cm}^2$ .

17. (44)  $\mu_h = 0,00005 \cdot \tau$  (указат.  $h =$  горизонтальное), послѣ чего площадь сѣченія вертикальныхъ стержней получится:

Относительный размер площади сечения арматуры в % от площади сечения бетона.										
$\frac{a}{\rho}$	0	2,5	5	10	15	20	25	30	35	40
	A									
0,5	0,500	0,519	0,538	0,575	0,613	0,650	0,688			
0,6	0,444	0,461	0,480	0,515	0,550	0,584	0,618			
0,7	0,380	0,400	0,421	0,455	0,489	0,521	0,553			
0,8	0,306	0,342	0,365	0,402	0,437	0,470	0,500	0,530		
0,9	0,220	0,291	0,319	0,360	0,394	0,425	0,455	0,485		
1,0	0	0,253	0,283	0,325	0,358	0,388	0,418	0,446		
1,1	—	0,223	0,254	0,298	0,328	0,357	0,385	0,413	0,438	
1,2	—	0,199	0,230	0,273	0,303	0,331	0,358	0,384	0,407	
1,3	—	0,180	0,211	0,253	0,282	0,309	0,334	0,358	0,381	
1,4	—	0,163	0,195	0,235	0,264	0,290	0,313	0,336	0,358	0,380
1,5	—	0,150	0,181	0,219	0,247	0,272	0,295	0,317	0,338	0,358
1,6	—	0,138	0,170	0,206	0,233	0,257	0,279	0,300	0,320	0,340
1,8	—	.	0,151	0,184	0,209	0,231	0,251	0,270	0,289	0,307
2,0	—	.	0,137	0,166	0,189	0,210	0,229	0,246	0,263	0,279
2,2	—	.	.	0,151	0,173	0,193	0,210	0,225	0,241	0,256
2,4	—	.	.	.	0,160	0,178	0,195	0,209	0,223	0,236
2,6	—	.	.	.	0,149	0,166	0,181	0,195	0,208	0,220
B										
0,5	0	0	0	0	0	0	0			
0,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0			
0,7	7,1	6,2	5,7	5,1	4,6	4,2	4,0			
0,8	17,0	12,0	10,0	8,5	7,3	6,7	6,3	5,9		
0,9	44,0	19,0	14,8	11,5	9,9	8,9	8,2	7,7		
1,0	8	26,0	19,6	14,5	12,2	10,9	10,0	9,3		
1,1	—	32,0	23,8	17,1	14,3	12,7	11,6	10,7	10,1	
1,2	—	38,5	27,5	19,5	16,1	14,2	13,0	12,0	11,2	
1,3	—	45,0	30,9	21,6	17,8	15,6	14,2	13,1	12,3	
1,4	—	50,0	33,8	23,4	19,3	16,9	15,3	14,1	13,3	12,6
1,5	—	54,0	36,5	25,0	20,6	18,0	16,3	15,0	14,2	13,4
1,6	—	.	39,0	26,6	21,8	19,0	17,2	15,8	14,9	14,1
1,8	—	.	43,2	29,3	23,7	20,7	18,7	17,2	16,2	15,4
2,0	—	.	.	31,8	25,4	22,1	20,0	18,4	17,3	16,5
2,2	—	.	.	34,0	26,9	23,3	21,1	19,3	18,2	17,4
2,4	—	.	.	.	28,2	24,4	22,1	20,2	19,1	18,2
2,6	—	.	.	.	29,3	25,3	23,0	21,1	19,8	18,9
	0	2,5	5	10	15	20	25	30	35	40

$$f_{ev} = \mu_v \cdot 2 \cdot \pi \cdot \rho \cdot \delta; \mu_v = \frac{f_{ev}}{2 \cdot \pi \cdot \rho \cdot \delta};$$

а горизонтальныхъ:

$$f_{eh} = \mu_h \cdot h \cdot \delta; \mu_h = \frac{f_{eh}}{h \cdot \delta}.$$

Въ послѣднихъ равенствахъ  $h$  обозначаетъ высоту, на которой находится разсматриваемое сѣченіе трубы.

Относительно совмѣстнаго дѣйствія температурныхъ и статическихъ напряженій, нужно представить себѣ слѣдующее:

На сжатой сторонѣ всѣ эти силы складываются и въ уравн. 12 (39), такъ какъ и  $\sigma_z$  попадаетъ въ сжатую зону, будетъ  $m=1$  и

$$18. \quad \sigma_d = \sigma_z = \frac{1}{2} E \cdot \alpha \cdot \tau = 1,3 \tau$$

Съ растянутой стороны на наружномъ ребрѣ будетъ наибольшее растяженіе, а на внутреннемъ давленіе.

#### Фундаментная плита.

Цѣлесообразнѣе всего дѣлать фундаментную плиту для желѣзобетонной трубы также изъ желѣзобетона, при чемъ ей можно придать квадратную, восьмиугольную или круглую форму. Послѣдняя предпочтительнѣе другихъ.

На эту плиту нагружается полный вѣсъ сооруженія и, кромѣ того, слой земли. При отсутствіи вѣтра грузъ вѣтотъ распредѣляется по всей площади. При вѣтрѣ же нагрузка на грунтъ неравнобѣрна, съ подвѣтренной стороны давленіе это уменьшается, а на противоположной возрастаетъ, при этомъ, какъ предполагается, по закону прямой.

Почти всѣ строительныя правила требуютъ, чтобы подъ дѣйствіемъ наибольшей силы вѣтра не могло произойти отдѣленія фундамента отъ грунта. Другими словами: минимумъ давленія на ребрѣ съ подвѣтренной стороны можетъ въ крайнемъ случаѣ равняться нулю и никогда не долженъ быть отрицательнымъ.

Если допустить, чтобы этотъ минимумъ былъ равенъ



нулю, то получатся слѣдующіе размѣры фундаментныхъ плитъ: (см. табл. XV фиг. 13 и 14)

квадратныхъ:  $a = 0,236$ .  $R$ ;  $R = 4,327$ .  $a$ ;

восьмиугольныхъ  $a = 0,244$ .  $R$ ;  $R = 4,098$ .  $a$ ;

круглыхъ:  $a = 0,250$ .  $R$ ;  $R = 4,000$ .  $a$ ;

Здѣсь  $a$  обозначаетъ разстояніе точки приложенія равнодѣйствующей вѣса и давленія вѣтра отъ центра тяжести расчетнаго сѣченія.

При многоугольныхъ фундаментахъ необходимо имѣть также въ виду увеличеніе углового давленія при направленіи вѣтра по діагонали.

Ниже приводится расчетъ фундаментной плиты для трубы, изображенной на фиг. 15 табл. XV; примѣръ этотъ взятъ изъ извѣстной книги «Свободно стоящія трубы». Фр. Вальдау, стр. 120 и д.

Для подошвы сооруженія равно:

$$P = 286,74 \text{ т и}$$

$$f = 64 \text{ м}^2.$$

Напряженіе въ подошвѣ будетъ:

а) при отсутствіи вѣтра

$$\frac{P}{f} = \frac{286,74}{64} \approx 4,5 \text{ т/м}^2.$$

б) при вѣтрѣ

$$\sigma = \frac{P}{f} \pm \frac{M}{W}.$$

Здѣсь надо подставить, значенія:

момента давленія вѣтра  $M = 188,5$ ;

момента сопротивленія:

при нормальномъ вѣтрѣ	при діагональномъ вѣтрѣ
$W = \frac{8^3}{6} = 85,33$	$W = 0,118 \cdot 8^3 = 60,4$ .

тогда получимъ:

$\sigma_{нагр.} = 4,5 + 2,2 = 6,7 \text{ т/м}^2.$		$\sigma_{нагр.} = 4,5 + 3,12 = 7,62 \text{ т/м}^2.$
$\quad \quad \quad = 0,67 \text{ кг/см}^2.$		$\quad \quad \quad = 0,762 \text{ кг/см}^2.$
$\sigma_{разгр.} = 4,5 - 2,2 = 2,3 \text{ т/м}^2.$		$\sigma_{разгр.} = 4,5 - 3,12 = 1,38 \text{ т/м}^2.$
$\quad \quad \quad = 0,23 \text{ кг/см}^2.$		$\quad \quad \quad = 0,138 \text{ кг/см}^2.$

Отдѣленія фундамента отъ грунта слѣдовательно не произойдетъ.

Среднее напряженіе въ ребрѣ  $\sigma_m$  будетъ

$$\sigma_m = \frac{7,62 + 6,70}{2} \approx 7 \text{ t/m}^2$$

Опасное сѣченіе будетъ въ разстояніи

$$(R-r) + 0,10 = (4,00 - 1,40) + 0,10 = 2,70 \text{ m.}$$

отъ ребра плиты.

Для одного погоннаго метра ширины фундамента ( $b$ ) сгибающій моментъ отъ давленія вѣтра равенъ

$$\begin{aligned} M_{max} &= \frac{7 \cdot 2,7^2}{2} = 25,51 \text{ tm.} \\ &= 255 \cdot 100 \text{ cm.kg.} \end{aligned}$$

Средняя высота ( $h$ ) напряженного сѣченія будетъ равна:

$$h = 0,4 + 1,0 \left( \frac{8,0 + 3,25}{2 \cdot 8} \right) = 1,10 \text{ m.}$$

Если желѣзные прутья лежатъ на 10 см отъ подошвы, такъ что  $e = 0,1 \text{ m}$ , то  $(h-e) = 1,0 \text{ m}$ , и при 5 прутьяхъ изъ круглаго желѣза съ діаметромъ 28 мм, приходящихся на каждый метръ ширины плиты, получится:

$$f_e = 5 \cdot 6,16 = 30,8 \text{ cm}^2.$$

а разстояніе  $x$  нулевой линіи отъ подошвы:

$$\begin{aligned} x &= \frac{n \cdot f_e}{b} \cdot \left[ \sqrt{\frac{1 + 2 \cdot b \cdot (h-e)}{n \cdot f_e}} - 1 \right]; \\ x &= \frac{15 \cdot 30,8}{100} \cdot \left[ \sqrt{\frac{1 + 2 \cdot 100 \cdot 1,0}{15 \cdot 30,8}} - 1 \right] = 26,15 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Наибольшее напряженіе сжатія въ бетонѣ будетъ:

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot M_{max}}{b \cdot x \left( h - e - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \cdot 255100}{100 \cdot 26,15 \left( 100 - \frac{26,15}{3} \right)} = 21,37 \text{ kg/cm}^2.$$

а наибольшее напряженіе растяженія въ желѣзѣ:

$$\sigma_{er} = \frac{2 \cdot M_{max}}{f_e \cdot \left( h - e - \frac{x}{3} \right)} = \frac{255100}{30,8 \left( 100 - \frac{26,15}{3} \right)} = 907,4 \text{ kg/cm}^2.$$

При большомъ слоѣ насыпной земли можетъ случиться, что съ подвѣтренной стороны сгибающій моментъ въ плитѣ будетъ отрицательный; тогда необходимо провѣрить, не превосходитъ ли напряженіе въ растянутыхъ слояхъ бетона допустимой величины  $\sigma_{bz} = 4$  до  $5 \text{ kg/cm}^2$ . Въ противномъ случаѣ, верхніе слои плиты также должны быть армированы желѣзомъ, если утолщеніе плиты не желательно.

Вышеупомянутыя предположенія, что при отсутствіи вѣтра давленіе на подошву плиты распределено равномерно по всей ея площади и, что при вѣтрѣ давленіе измѣняется отъ подвѣтреннаго ребра къ противоположному по закону прямой, въ дѣйствительности оправдываются не вполне, какъ на то указываютъ слѣдующія соображенія.

Фундаментная плита можетъ быть раздѣлена на двѣ части: одна лежащая непосредственно подъ трубой, а другая выступающая по сторонамъ. Послѣдняя часть при отсутствіи вѣтра будетъ выгнута серединой къ низу, и распределеніе напряженій будетъ таково, что наибольшее изъ нихъ будетъ въ серединѣ, при чемъ по величинѣ больше, чѣмъ среднее  $\frac{P}{l}$ , а на краяхъ плиты давленіе будетъ равно нулю.

Въ предположеніи, что давленіе убываетъ отъ середины къ краямъ по закону параболы, г. Ф. Мель въ Копенгагенѣ произвелъ математическое изслѣдованіе для случая круглой плиты и вывелъ формулы, которыя значительно отличаются отъ обычнаго въ настоящее время способа расчета. Эту работу я видѣлъ въ рукописи, и она появится лишь послѣ переработки главы: «Высокія трубы» въ руководствѣ по желѣзо-бетоннымъ сооруженіямъ. Изложеніе содержанія этой высоко интересной работы теперь завело бы насъ слишкомъ далеко, поэтому я принужденъ ограничиться указаніемъ на скорое появленіе ея въ печати.

Можно высказать пожеланіе, чтобы при новомъ изданіи фирмой Wilhelm Ernst & Sohn въ Берлинѣ «Руководства по желѣзо-бетону» глава «Высокія трубы» была издана также и отдѣльно, дабы эта выдающаяся монографія о бетонныхъ трубахъ могла получить надлежащее распространеніе.

Еще нѣсколько словъ о допустимыхъ статическихъ напряженияхъ въ желѣзо - бетонѣ.

Залигеръ рекомендуетъ для  $\sigma_m$  слѣдующія значенія: желѣзо-бетонъ наружной стѣнки въ зависимости отъ высоты трубы:

$$\sigma_m = 30 \text{ до } 50 \text{ kg/cm}^2;$$

желѣзо - бетонъ внутренней футеровки при горячихъ газахъ:

$$\sigma_m = 20 \text{ до } 25 \text{ kg/cm}^2;$$

желѣзо - бетонъ трубы безъ футеровки при умѣренной температурѣ газовъ:

$$\sigma_m = 30 \text{ до } 35 \text{ kg/cm}^2;$$

желѣзо - бетонъ трубы безъ футеровки при холодныхъ газахъ:

$$\sigma_m = 35 \text{ до } 50 \text{ kg/cm}^2;$$

напряженіе чисто бетонныхъ частей на сжатіе: 20 до 25  $\text{kg/cm}^2$ ;

напряженіе изгиба въ желѣзо - бетонныхъ фундаментныхъ плитахъ: 30 до 40  $\text{kg/cm}^2$ ; смотря по роду арматуры; допустимое напряженіе грунта на смятіе:

2,5 до 3  $\text{kg/cm}^2$ ; въ исключительныхъ случаяхъ болѣе.

Какъ допустимое напряженіе желѣза на разрывъ можно принимать:

въ нагрѣтыхъ стѣнкахъ  $\sigma_{ez} = 800 - 900 \text{ kg/cm}^2$ .

» ненагрѣтыхъ »  $\sigma_{ez} = 1000$  »

при высокихъ температурахъ лучше не идти выше 800  $\text{kg/cm}^2$ .

Въ заключеніе приведу еще способъ расчета, которымъ пользуется фирма Léon Moutouyer et Fils для своихъ трубъ и который приноврвленъ къ французскимъ министерскимъ правиламъ для пользованія желѣзобетономъ отъ 20 октября 1906 года.

По этимъ правиламъ должно быть: отношеніе модулей упругости желѣза (acier) и бетона (béton):  $K = 15$ ;

наибольшее допустимое напряжение бетона на сжатіе:  
 $R_b = 40 \text{ kg/cm}^2$ .

наибольшее допустимое напряжение желѣза на разрывъ:  
 $R_b = 12 \text{ kg/cm}^2$ .

и наибольшее допустимое напряжение желѣза на сжатіе:  
 $K \cdot R_b = 600 \text{ kg/cm}^2 = 6 \text{ kg/mm}^2$ .

Для надежности во Франціи также игнорируютъ при разсчетахъ сопрогивленіе бетона на разрывъ.

Если представить себѣ желѣзную арматуру въ видѣ цилиндра съ среднимъ радіусомъ  $r$  и если наибольшее напряжение на разрывъ въ этомъ цилиндрѣ будетъ  $12 \text{ kg/mm}^2$ , а наибольшее напряжение на сжатіе  $6 \text{ kg/mm}^2$ , то положеніе нейтральной линіи опредѣляется такъ:

отъ наиболѣе сжатого слоя:

$$d = \frac{2 \cdot r}{3};$$

отъ наиболѣе растянутого слоя:

$$d_1 = \frac{4 \cdot r}{3} \text{ и}$$

отъ центра тяжести сѣченія:

$$x = \frac{r}{3} \text{ (см. табл. XV, фиг. 16).}$$

Далѣе можно написать уравненія:

$$\frac{x}{r} = \cos \varphi; \cos \varphi = \frac{1}{3}; \sin \varphi = 0,943;$$

$\varphi = 70^\circ 30'$  или въ дуговыхъ единицахъ:  $\varphi = 1,230$ .

Если обозначить черезъ:

$P$  вертикальный грузъ, который покоится на сѣченіи.

$M$  моментъ давленія вѣтра,

$E_a$  (épaisseur) толщину стѣнки желѣзнаго цилиндра

$E_b$  толщину бетоннаго слоя

} въ  $m$

то можно опредѣлить напряжения на сжатіе и растяженіе для всего сѣченія.

Давленіе на единицу площади:  
въ бетонѣ

$$c_1 = R_b \cdot \frac{r \cdot \cos u - \frac{r}{3}}{\frac{2 \cdot r}{3}} = 200000 (3 \cdot \cos u - 1);$$

въ арматурѣ

$$c_2 = 15 \cdot 200000 \cdot (3 \cdot \cos u - 1)$$

Давленіе на элементъ площади, ограниченный угломъ  $du$ , получается равнымъ

$$dc = E_b \cdot r du \cdot c_1 + E_a \cdot r du \cdot c_2;$$

$$dc = 200000 \cdot (E_b + 15 \cdot E_a) \cdot r \cdot (3 \cdot \cos u - 1) \cdot du;$$

что послѣ интегрированія даетъ общее напряженіе въ сжатой зонѣ:

$$C = 2 \cdot 200000 \cdot (E_b + 15 E_a) \cdot r \cdot \int_0^\varphi (3 \cdot \cos u - 1) du;$$

$$C = 400000 \cdot (E_b + 15 E_a) r \cdot (3 \sin \varphi - \varphi).$$

если подставить сюда значенія:

$$\sin \varphi = 0,943 \text{ и } \varphi = 1,230, \text{ то получится}$$

$$1. \quad C = 640000 \cdot (E_b + 15 E_a) \cdot r.$$

Подобнымъ же образомъ получимъ для растянутой части напряженіе единицы площади арматуры:

$$dT = 12000000 \cdot \frac{r \cdot \cos u + \frac{r}{3}}{\frac{4 \cdot r}{3}} \cdot E_a \cdot r du;$$

$$dT = 9000000 \cdot \left( \cos u + \frac{1}{3} \right) \cdot E_a \cdot r du;$$

$$T = 2 \cdot 9000000 \cdot E_a \cdot r \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left( \cos u + \frac{1}{3} \right) \cdot du;$$

2.  $T = 28440000 \cdot E_a \cdot r$

Для опредѣленія точки приложенія равнодѣйствующей напряженій въ сжатой и соотвѣтственно въ растянутой частяхъ служатъ уравненія:

$$C \cdot (Z_1 - x) = M_1 \text{ и } T \cdot (Z_2 + x) = M_2$$

Тогда:

$$dm_1 = dc \cdot r \cdot \left( \cos u - \frac{1}{3} \right);$$

$$dm_1 = 600000 \cdot (E_b + 15 E_a) \cdot r^2 \cdot \left( \cos u - \frac{1}{3} \right)^2 \cdot du$$

$$M_1 = 2 \cdot \int_0^\varphi dm_1 = 1200000 \cdot (E_b + 15 E_a) \cdot r^2 \cdot \int_0^\varphi \left( \cos u - \frac{1}{3} \right)^2 \cdot du$$

$$M_1 = 336000 (E_b + 15 E_a) \cdot r^2;$$

$$Z_1 = \frac{M_1}{C} + x = \frac{336000 \cdot (E_b + 15 E_a) \cdot r^2}{640000 \cdot (E_b + 15 E_a) \cdot r} + \frac{r}{3};$$

3.  $Z_1 = 0,858 \cdot r$

Точно также:

$$dm_2 = dT \cdot \left( r \cos u + \frac{r}{3} \right);$$

$$dm_2 = 9000000 E_a \cdot r^2 \left( \cos u + \frac{1}{3} \right)^2 \cdot du;$$

$$M_2 = 2 \cdot \int_0^{\pi-\varphi} dm_2 = 18000000 \cdot E_a \cdot r^2 \int_0^{\pi-\varphi} \left( \cos u + \frac{1}{3} \right)^2 \cdot du;$$

$$M_2 = 29502000 \cdot E_a \cdot r^2;$$

$$Z_2 = \frac{M_2}{T} - x = \frac{29502000 \cdot E_a \cdot r^2}{28440000 \cdot E_a \cdot r} - \frac{r}{3};$$

4.  $Z_2 = 0,704 \cdot r$

Изъ условія равновѣсія слѣдуетъ:

вертикальный грузъ:  $P = C - T$ ;  
 моментъ давленія вѣтра:  $M = C \cdot Z_1 + T \cdot Z_2$ ;  
 и, такъ какъ  $C = P + T$ , то

$$M = 0,858 \cdot r \cdot P + (0,858 + 0,704) \cdot r \cdot T$$

Далѣе:

$$\frac{P}{r} = 640000 \cdot (E_b + 15 E_a) - 28440000 \cdot E_a ;$$

$$\text{и } \frac{M}{r^2} = 0,858 \cdot \frac{P}{r} + 1,56 \cdot 28440000 \cdot E_a$$

Рѣшая эти уравненія относительно  $E_b$  и  $E_a$ , получимъ необходимую толщину стѣнки для бетоннаго слоя и для арматуры, представляя эту послѣднюю въ видѣ цилиндра, а именно:

$$5. \quad E_b = \frac{1}{15000} \cdot \frac{M}{r^2} + \frac{1}{10000} \cdot \frac{P}{r} \text{ въ } cm$$

$$E_a = 0,0222 \cdot \frac{M}{r^2} - 0,0193 \cdot \frac{P}{r} \text{ въ } mm$$

Необходимую площадь сѣченія всей арматуры получимъ изъ равенства:

$$6. \quad S_a = 2 r \cdot \pi \cdot E_a = 0,14 \cdot \frac{M}{r} - 0,12 \cdot P \text{ въ } kg/mm^2.$$

Давленіе вѣтра при расчетѣ устойчивости трубъ принимается обычно равнымъ  $150 \text{ } kg/m^2$ ; коэффициентъ этаго давленія фирма Monpouet et Fils для своихъ трубъ беретъ равнымъ  $\frac{2}{3}$ .

Изложенный способъ расчета, который исходитъ изъ заранѣе опредѣленнаго положенія нейтральнаго слоя въ сѣченіяхъ и не принимаетъ въ расчетъ температурныхъ напряженій, пригоденъ лишь для трубъ по системѣ Monpouet, у которыхъ арматура находится въ наиболѣе холодной части тѣла трубы, для иныхъ же конструкцій желѣзо-бетонныхъ трубъ надо предпочесть способъ проф. Залигера.



**Признаки устойчивости противъ опрокидыванія вѣтромъ.**

Если обозначимъ черезъ:

$P_1$  вѣсъ всей трубы, включая фундаментъ.

$M_1$  моментъ давленія вѣтра относительно основанія, а

$2 \cdot l$  сторону квадратной фундаментной плиты,

то получимъ какъ коэффициентъ устойчивости :

$$7. \quad S = \frac{P_1 \cdot l}{M_1}$$

Нужно при этомъ различать слѣдующіе два случая:

а) для  $S < 3$  нейтральный слой лежитъ внутри сѣченія и часть подошвы остается безъ нагрузки.

б) для  $S \geq 3$  нейтральный слой лежитъ внѣ сѣченія или соотвѣтственно совпадаетъ съ ребромъ фундамента, и вся подошва нагружена.

Такимъ образомъ получается: (см. табл. XV, фиг. 17а и 17б)

для случая а):

если  $2 \cdot x$  длина нагруженной части

$n_0$  давленіе на грунтъ при отсутствіи вѣтра и

$n$  наибольшее давленіе на ребрѣ (въ  $kg/cm^2$ ) при вѣтрѣ

$$n_0 = \frac{P_1}{4 \cdot l^2};$$

$$2 \cdot x \cdot \frac{n}{2} = 2 \cdot l \cdot n_0;$$

$$M_1 = P_1 \cdot y = P_1 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot x}{3}\right);$$

$$\frac{1}{S} = 1 - \frac{2 \cdot x}{3 \cdot l};$$

$$8. \quad n = \frac{4}{3} \cdot n_0 \cdot \frac{S}{S-1}$$

Въ Германіи и Австріи, напр., не разрѣшается, чтобы нейтральный слой лежалъ внутри опорной площади фундамента, такъ какъ въ этомъ случаѣ фундаментъ съ подвѣтренной стороны отрывается отъ груза. Въ обѣихъ этихъ странахъ предписывается, чтобы  $S \geq 3$ .

Для случая *b*) имѣемъ:

$$\frac{n+n_1}{2} \cdot 4 l^2 = P_1;$$

$$\frac{n-n_1}{2} \cdot 4 \cdot l^2 \cdot \frac{2 \cdot l}{6} = M_1;$$

9. 
$$n = \frac{1}{4} \cdot \frac{P_1}{l^2} + \frac{3}{4} \cdot \frac{M_1}{l^3}$$

Расчетъ самой фундаментной плиты производится по-способу, описанному раньше.

Предсѣдатель: Желаетъ ли кто-нибудь слова по поводу доклада г. Пича?

Если нѣтъ, то поблагодаримъ г. Пича за его сообщеніе и въ особенности за то, что онъ неизмѣнно ставитъ насъ въ курсъ большого и интереснаго вопроса о построеніи трубъ. (Аплодисменты).

Теперь:

**п. 12. Вліяніе толщины стѣнъ котельнаго помѣщенія на дѣйствіе взрывовъ паровыхъ котловъ.**

Рейшле—Мюнхенъ: Въ виду того, что времени осталось очень мало, а съ другой стороны изслѣдованія этого вопроса дали очень мало цѣннаго матеріала, то я отказался бы отъ доклада, если бы вы съ этимъ согласились. (Согласіе).

Предсѣдатель: Тогда мы переходимъ къ

**п. 15. Бесѣда о вліяніи распространенія электричества и двигателей внутренняго сгорания на количество паровыхъ установокъ.**

Рейшле—Мюнхенъ: Г-на Дунзинга сейчасъ здѣсь нѣтъ, поэтому я позволю себѣ говорить за него. Этотъ вопросъ

возникъ по моей инціативѣ, главнымъ образомъ, съ дѣлюю заполненія програмы на тотъ случай, если бы доклады взяли мало времени. А, такъ какъ въ дѣйствительности было совсѣмъ наоборотъ, то я вмѣстѣ съ г. Дунзингомъ того мнѣнія, чтобы этотъ пунктъ выпустить. (Согласіе).

Предсѣдатель: Намъ остается еще п. 9.

### **Использование пара на нагрѣвательныя цѣли.**

Вмѣсто проф. Кирша—д-ръ инж. В. Ясинскій—Москва, хотѣлъ сообщить объ «Измѣреніи количества пара протекающаго по трубопроводамъ». Въ виду недостатка времени было бы цѣлесообразно перенести этотъ докладъ на ближайшій съѣздъ (Согласіе).

Предсѣдатель: Теперь переходимъ къ п. 16.

**Обсужденіе вопросовъ, допущеніе коихъ на ближайшее собраніе было предложено и для коихъ должны быть назначены докладчики.**

Прежде всего имѣется вопросъ:

1) Какія требованія должны быть предъявлены къ арматурѣ паровыхъ котловъ?

Г-нъ Блокъ—Гагенъ: Я просилъ бы по этому вопросу назначить другого докладчика или же снять его совсѣмъ съ очереди. Въ этомъ смыслѣ я писалъ также нашему бюро.

Господа, я уже началъ было обрабатывать эту весьма широко заданную тему, при этомъ, однако, нашелъ, что дѣйствительно не знаешь, гдѣ начать и гдѣ кончить. Эта тема настолько обширна, что можно написать цѣлый учебникъ. Кромѣ того, по этому поводу столько писалось, что представляется весьма труднымъ сообщить что-либо новое, а съ другой стороны, намъ всѣмъ хорошо извѣстно, какія требованія должно предъявлять къ приспособленіямъ, предназначеннымъ для паровыхъ котловъ. Вторично обращаюсь съ просьбой снять этотъ вопросъ съ очереди или назначить другого докладчика, такъ какъ и въ будущемъ году я не имѣлъ бы возможности докладывать на эту тему (Снимается).

2) Использование отходящего пара для нагревательных цѣлей.

Вѣнское О-во окажетъ любезность и представитъ соотвѣтствующій докладъ.

3) Насколько понижается давленіе пара включеніемъ перегрѣвателя и въ какомъ размѣрѣ такое пониженіе технически допустимо?

Этотъ вопросъ разработаетъ г. Цирфогель—Франкфуртъ н/М.

4) Какимъ образомъ можно облегчить кочегару наблюденіе за высоко-находящимися водоуказательными приборами?

Докладъ сдѣлаетъ Вюртембергское О-во.

5) Несчастные случаи вслѣдствіе нагрѣва или поломки паропроводовъ и ихъ принадлежностей.

Доложитъ Вѣнское О-во.

6) Новѣйшія опытные свѣдѣнія объ автоматическихъ топкахъ, вліяніе качества топлива на конструкцію топковъ и уходъ за ними.

Г. Нисъ—Гамбургъ.

7) Очистка паровыхъ котловъ:

а) опасность; правила и совѣты, касающіеся охраны рабочихъ при чисткѣ;

б) новѣйшіе способы очистки (механическіе и ударные);

в) стоимость очистки котловъ въ сравненіи съ стоимостью очистки или смягченія питательной воды.

Г. Шмитцъ—Брауншвейгъ.

8) Продувка котловъ (Число продувокъ, лучший моментъ, дѣйствіе ея, мѣры предосторожности, стоимость).

Каммереръ—Мюльгаузенъ.

9) Пароприемники по какой-нибудь отрасли, какъ, напримеръ, по производству текстильному, химическому или питательныхъ веществъ, приблизительно въ такомъ видѣ, какъ 2 года тому назадъ г. Шмидтъ—

Амієнь сдѣлалъ докладъ о паропрїемникахъ, употребляемыхъ на сахарныхъ заводахъ.

Этотъ докладъ надо было бы понимать, какъ расширение или детализировку прочитаннаго въ Брюсселѣ Перелли—Миланъ общаго обзорѣнія.

Доложитъ Московское О-во.

Предсѣдатель: Я предложилъ бы имѣть въ виду еще одно производство, а именно: ректификаціонное. Интересъ къ нему въ Россіи очень великъ, и если оно представляетъ интересъ также и для васъ, то я принялъ бы мѣры, чтобы кто либо изъ состава нашего общества взялся за него (Одобреніе). Такимъ образомъ, присоединяемъ и винокуренное производство.

10) Преміи для кочегаровъ, практическое значеніе и способъ ихъ опредѣленія..

Будемъ просить г. Перелли—Миланъ. сдѣлать по этому пункту докладъ.

11) Результаты примѣненія искусственной тяги, въ особенности дѣйствующей вытяжной системой, удобопримѣняемость ея для топокъ, находящихся въ заселенныхъ мѣстностяхъ (городахъ).

Предлагается: Дюссельдорфское О-во.

12) Какія имѣются опытные данныя относительно изнашивания лопатокъ паровыхъ турбинъ и увеличенія вслѣдствіе этого расхода пара?

Г. Гейдепримъ—Каттовицъ.

13) Какія требованія могутъ быть предъявлены къ ходу паровыхъ турбинъ, въ особенности въ отношеніи допустимыхъ предѣловъ для сотрясеній? Какъ цѣлесообразнѣе и проще всего измѣрять сіи послѣднія?

Также и для этого доклада весьма подходитъ г. Гейдепримъ. Будемъ просить его представить и по этому вопросу рефератъ.

14) Опытные данныя о беспламенномъ поверхностномъ сжиганіи по Шнабель-Бонэ.

Г. Хиллигеръ—Берлинъ.

Предсѣдатель: Теперь на очереди еще поступившія попозже темы.

15) Сообщенія относительно различныхъ системъ питательныхъ приспособленій паровыхъ котловъ.

Г. Келеръ—Дортмундъ готовъ сдѣлать докладъ.

16) Какіе имѣются практическіе результаты о разныхъ системахъ водоочищенія?

Рейшле—Мюнхенъ: Вчера весьма справедливо было высказано пожеланіе, чтобы мы менѣе раскидывались и обрабатывали бы поглубже матеріалъ и, чтобы мы не набирали чрезмѣрное количество докладовъ, въ особенности въ виду важности таковыхъ. Мы приходимъ теперь снова къ такому же положенію. У насъ теперь уже имѣется 16 докладовъ. Какъ намъ справиться съ ними? Мнѣ кажется, что дальнѣйшіе пункты вообще не слѣдуетъ больше обсуждать. Не будетъ даже несчастья, если изъ намѣченныхъ докладовъ тотъ или иной выпадетъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ мы въ будущемъ году снова не успѣемъ все прослушать. Поэтому, удовлетворитесь тѣмъ, что до сихъ поръ было предложено. Съ этимъ между прочимъ согласны и тѣ лица, которыя сдѣлали дальнѣйшія предложенія.

Поэтому я прошу послѣдній 16 вопросъ отложить до 1915 года. (Одобреніе).

Предсѣдатель: Я, съ своей стороны, предложилъ бы все-таки прослушать всю программу. Можетъ быть, мы все-таки найдемъ въ ней что-либо подходящее. Поэтому я прочту, что еще осталось:

17) Какія приспособленія оправдались для сжиганія малоцѣннаго топлива?

(Предложено г. Келеромъ—Дортмундъ).

18) Сообщеніе о примѣненіи литой стали для частей паровыхъ котловъ.

(Предложено г. Дежюзеромъ—Лионъ).

19) Сообщенія относительно автогенной (ацетилено-кислородной) сварки въ связи съ сваркой при маломъ

огнѣ и о примѣненіи таковой для устраненія трещинъ на паровыхъ котлахъ.

(Предложено г. Пресселемъ—Хемницъ).

Желаетъ кто либо высказаться по поводу этихъ предложеній?

Г-нъ Каммереръ—Мюльгаузенъ: Я поддерживаю предложеніе г. Дежюзера. Стальное литье имѣетъ для насъ большое значеніе; съ другой же стороны г. Дежюзеръ высказалъ готовность доложить о тѣхъ изслѣдованіяхъ, которыя онъ сейчасъ производитъ. Мнѣ кажется, что принятіе этого доклада было бы для насъ весьма важно.

Предсѣдатель: Согласны ли вы принять вопросъ «о примѣненіи стального литья для частей паровыхъ котловъ» и въ утвердительномъ случаѣ просить г. Дежюзера—Ліоня представить по этому поводу докладъ (Одобреніе).

Предсѣдатель: Теперь мы переходимъ къ III административной части.

Пунктъ 17. Выборъ мѣста для ближайшаго годичнаго собранія.

Г-нъ Прессель—Хемницъ: Уже въ прошломъ году я позволилъ себѣ пригласить васъ въ Хемницъ. Въ настоящее время имѣю честь снова просить васъ дать свое согласіе на то, чтобы мы въ будущемъ году собрались въ Хемницъ. Я надѣюсь, что къ Хемницу для засѣданій конгресса мы присоединимъ Лейпцигъ и Дрезденъ для того, чтобы посѣтить международную выставку графическихъ искусствъ, имѣющую состояться въ будущемъ году въ Лейпцигѣ, и воспользоваться природными красотами Дрездена. Я позволяю себѣ отъ имени Правленія нашего о-ва васъ пригласить и надѣюсь, что на этотъ разъ вы дадите свое согласіе (Одобреніе).

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Считаю своей обязанностью добавить, что администрація международной выставки въ Лейпцигѣ, которая, находясь подъ покровительствомъ саксонскаго короля, состоится въ будущемъ году, обратилась къ намъ съ приглашеніемъ. Этимъ приглашеніемъ можно было бы воспользоваться, если будетъ принято любезное приглашеніе г. Пресселя, каковое я съ своей сто-

роны поддерживаю самымъ горячимъ образомъ. (Одобрение).

**Предсѣдатель:** Ближайшій вопросъ, это  
пунктъ 18. **Выборъ бюро Союза.**

Прошу дѣлать предложенія. (Крики: Переизбрать!).  
Г-нъ Рейшле соглашается.

**Предсѣдатель:** Благодаримъ Баварское о-во и г-на Рейшле за любезное принятіе на себя исполненія обязанностей бюро. (Одобрение).

**Къ пункту 19. Выборъ правленія на 1913/14 г.** (Крики: Переизбраніе). Происходить.

**Къ пункту 20. Выборъ 2 членовъ ревизіонной комиссіи на 1913/14 годъ.** Переизбраны: г. Прессель—Хемницъ и г. Стефанусъ—Бернбургъ.

**Къ пункту 21. Выборъ членовъ и предсѣдателя технической комиссіи.**

**Рейшле—Мюнхенъ:** Позволяю себѣ напомнить, что техническая комиссія въ настоящее время состоитъ изъ господъ: Прессель—предсѣдатель, ф.-Бахъ, Бютовъ, Дежюзеръ, Кёлеръ, Каммереръ, Линдъ, Мюнстеръ, Перелли, Рейшле и Шмидтъ—члены. Объ этомъ вопросѣ правленіе совместно съ технической комиссіей также имѣло сужденіе и по моей инициативѣ пришло къ заключенію, что въ настоящее время, когда въ составъ Союза входитъ значительное число русскихъ обществъ, само собой разумѣется, что и они должны имѣть представителя въ технической комиссіи. Такъ какъ увеличеніе числа членовъ технической комиссіи не представляется нужнымъ, я же уже 2 года тому назадъ поставилъ вамъ на видъ мое удаленіе изъ состава технической комиссіи, такъ какъ я и безъ того очень занятъ дѣлами Союза, то мы предлагаемъ вамъ вмѣсто меня выбрать, по предложенію русскихъ коллегъ, г-на Новицкаго—Рига. (Одобрение).

**Предсѣдатель:** Такимъ образомъ, г. Новицкій—Рига вступаетъ въ составъ технической комиссіи взаменъ



г. Рейшле, которому приношу сердечную благодарность за его многолѣтніе труды. (Одобреніе).

Къ пункту 22. Отчетъ и принятіе его.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Кассовый отчетъ находится въ вашихъ рукахъ и вы, по всей вѣроятности, его и рассмотрѣли. Изъ него я вкратцѣ упомяну о слѣдующемъ: весь приходъ, включая остатокъ въ 7504 м. 13 пф., въ отчетномъ году составлялъ 20429 м. 81 пф. Наше имущество состоитъ изъ  $3\frac{1}{2}\%$  прусскихъ консолей на 17300 м. и изъ  $4\%$  германскихъ заемныхъ листовъ на 10000 м. Расходы выразились въ 9907 м. 36 пф. Такимъ образомъ, мы заключаемъ балансъ съ остаткомъ въ 10552 м. 45 пф.

Мюнхенскій протоколъ стоилъ 7590 м. 5 пф., изъ нихъ 4305 м. 80 пф. нѣмецкое и 3284 м. 25 пф. французское изданіе. Къ послѣднему расходу прибавится еще около 250 м., такъ какъ пока еще не имѣется счета отъ переплетчика. При этомъ слѣдуетъ отмѣтить, что нѣмецкое изданіе выпущено въ 1300, а французское въ 600 экземплярахъ. Приходъ за поступившіе въ продажу экземпляры, изъ копъ 100 экземпляровъ куплено фирмой Бойзенъ и Маашъ, составляетъ 3756 м. 66 пф., скажемъ, 3800 м. Такимъ образомъ, для нѣмецкаго изданія получается минусъ около 500 м., который и будетъ покрытъ изъ кассы Союза. Для французскаго изданія убытокъ надо принять, какъ было упомянуто, приблизительно въ 3500 м. Дохода съ него будетъ, если не принимать во вниманіе продажи книжными магазинами, около 1600 м. Такимъ образомъ, за французское изданіе кассѣ Союза придется доплатить около 1800 марокъ.

Г-нъ Бютовъ—Эссенъ: Я хотѣлъ бы попросить разъясненія. Въ отдѣлѣ расходовъ стоитъ: опыты съ нагрузкой котельныхъ связей 1000 м. и изслѣдованія автогенно-сваренныхъ котельныхъ частей 500 м. Я хотѣлъ бы знать, исчерпаны ли этими цифрами соотвѣтствующіе кредиты. Если я не ошибаюсь, для этой цѣли предназначены значительныя суммы.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Это не совсѣмъ такъ. Эти суммы были въ прошломъ году въ Мюнхенѣ ассигнованы и затѣмъ уплачены испытательной станціи въ Штуттгартѣ.

# Кассовый отчет за 1912/13 г.

Приходъ.	М.	Пф.	Расходъ.	М.	Пф.
Сальдо.....	7504	13	Мюнхенский протоколъ*.....	7590	05
Членскій взносъ отъ 70 членовъ.....	8400	—	Исслѣдованіе автогенно сваренныхъ частей	500	—
Отъ продажи протоколовъ.....	3142	26	"    нагрузки котельныхъ связей	1000	—
"    "    нормъ.....	—	—	Техническая коммиссія.....	356	55
Проценты съ 17300 м. въ 3 1/2% Прусск. конс.	605	50	По текущему счету и коммисіи банку.....	22	93
"    "    10000 м. Германскаго займа..	400	—	Почтовый.....	159	83
"    "    текущаго счета съ 10 іюня			Разный.....	278	20
1912 г. по 18 іюня 1913 г. ....	377	92	Остатокъ:		
			а) въ банкѣ.....	9969.30	м.
			б) наличными .....	553.15	"
				10552	45
	20429	91		20429	81
Наличность цѣнностей: 17300 м. 3 1/2% Прусск. конс.			* Нѣмецкое изданіе 4305,80 м		
"    "    10000 " 4% Германск. ваемъ.			Французск. " 3284,25 "		
Слѣдуетъ дополчить за протоколы 2230,30 м			дополчить ея послѣднее около 250 м.		
"    "    членск. внос. 120.— "					

**Международный Союзъ обществъ для надзора за паровыми котлами.**

Бюро Союза:

Баварское Ревизионное общество.

Рейшле.

Мюнхень, 20 іюня 1913 г.

Неиспользованной осталась сумма, предназначенная на исследование напряжений краевъ лазовыхъ отверстій, для какой цѣли были ассигнованы 3000 м. Эта сумма, какъ я уже упоминалъ въ своемъ годичномъ отчетѣ, не была выплачена, такъ какъ опыты еще не закончились. Выплачена она будетъ къ концу года. Такимъ образомъ, сумма эта должна была бы быть использована въ истекшемъ году, а вслѣдствіе ея перехода на слѣдующій годъ, нашъ остатокъ на 3000 м. больше.

Г-нъ Бютовъ—Эссенъ: Въ отчетѣ отсутствуетъ балансъ имущества, на лѣвой же сторонѣ указаны, какъ наличность, прусскія 3% консоли на 17300 м., серіи нѣмецкаго 4<sup>0</sup>/<sub>100</sub> займа на 10000 м., полученія за протоколы 2230 м. 30 пф. и недоплаченные членскіе взносы въ 120 м. Относительно бумагъ мнѣ не ясно, указана ли ихъ номинальная или курсовая стоимость.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Указана номинальная стоимость. Дѣйствительно, отчетность я продолжалъ вести такимъ же примитивнымъ способомъ, какъ это практиковалось въ Союзѣ. До сихъ поръ не выводился балансъ, такъ же не составлялась и смѣта, поэтому и я этого не дѣлалъ. Если же вы этого желаете, то въ будущемъ году можно это исправить. Что касается долговъ, то я долженъ замѣтить, что они приведены правильно. Съ одной стороны это сумма, полученная за французскіе протоколы. О-ва же, заказавшія нѣмецкіе и французскіе экземпляры только теперь получили на нихъ счета; съ другой стороны долгъ въ 120 м. представляетъ собою неуплаченный членскій взносъ одного О-ва, вступившаго лишь за нѣсколько дней до собранія.

Эти суммы вѣрны, онѣ будутъ полностью оплачены. Экземпляры заказаны и оплата ихъ должна быть засчитана въ счетъ текущаго года, такъ какъ дѣло идетъ о протоколахъ 1912 г. Ранѣе закончить было невозможно, такъ какъ французскій протоколъ былъ готовъ къ разсылкѣ лишь въ самые послѣдніе дни. Эти суммы должны попасть въ отчетъ 1913/14 г., иначе получится невѣрная картина положенія.

Позвольте мнѣ къ слову, да къ тому же это относится къ расходамъ, снова вернуться къ сказанному мною въ годовомъ отчетѣ, гдѣ я указывалъ, что о-ва должны были

бы озаботиться приобрѣтеніемъ нѣсколько большаго числа протоколовъ. У насъ имѣется 15 обществъ, между ними 6 нѣмецкихъ, которыя заказываютъ только слѣдующіе имъ экземпляры. Это доказываетъ такой незначительный интересъ къ Союзу, котораго и нельзя было ожидать. Я полагалъ бы, что интересъ долженъ быть по крайней мѣрѣ таковъ, чтобы каждый членъ правленія получилъ по одному экземпляру нашего протокола, который этого навѣрное заслуживаетъ.

Затѣмъ я хотѣлъ бы вамъ сообщить кое-что относительно продолженія изданія французскаго протокола для того, чтобы вы могли имѣть понятіе о положеніи дѣла при дальнѣйшемъ обсужденіи этого вопроса. Вкратцѣ я могу только сказать, что это дѣло потребовало отъ меня много труда по той причинѣ, что я нашелъ мало поддержки у коллегъ-французовъ. По этой причинѣ я былъ принужденъ взять все въ свои руки и даже поѣхать въ Парижъ для того, чтобы вести переговоры съ переводчикомъ и издателемъ. Тогда съ фирмой Дюно и Пино въ Парижѣ было условлено, что она беретъ на себя все распространеніе французскаго изданія. Издатель получаетъ отъ меня списокъ обществъ, которымъ должны быть разосланы протоколы, а весь остатокъ пускаетъ въ продажу на условіяхъ, какъ это практикуется у насъ въ Германіи, а именно по цѣнѣ не дороже, чѣмъ вдвое противъ той, которую платятъ о-ва.

Послѣдній протоколъ стоилъ намъ очень дорого, главнымъ образомъ, вслѣдствіе большого количества частью очень дорогихъ клише. Это имѣетъ, понятно, свою цѣнность, но все-таки я просилъ бы, чтобы г.г. докладчики, предполагающіе приложить къ докладу фигуры, не упускали изъ виду, что на свѣтѣ все стоитъ денегъ, что надо помѣщать только такіе чертежи, которые дѣйствительно нужны для пониманія текста и что было бы желательно въ этихъ случаяхъ руководствоваться принципами, которые я позволилъ себѣ въ прошломъ году разослать въ печатномъ видѣ, что было именно вызвано отпечатаніемъ отчета на 2 языкахъ. Напримѣръ, появляются большія затрудненія, если имѣются чертежи, въ которыхъ нѣмецкій текстъ находится

въ самихъ фигурахъ. Таковой текстъ, понятно, не долженъ попасть въ французское изданіе.

Предсѣдатель: Имѣетъ еще кто-либо сдѣлать какія-либо замѣчанія къ кассовому отчету?

Если нѣтъ, то можно считать его принятымъ.

Г-нъ Прессель—Хемницъ: Господа, коллега Стефанусъ и я провѣряли 24 іюня въ Лейпцигѣ кассу, при чемъ мы убѣдились, что отчетъ вполне соотвѣтствуетъ книгамъ. На бумагѣ намъ была предъявлена квитанція банкирскаго дома Меркъ Финкъ и К<sup>о</sup> въ Мюнхенѣ, наличность же на текущемъ счетѣ 9969 м. 30 пф. была намъ доказана той же фирмой выпиской изъ конто-коррентнаго счета. Такимъ образомъ, сомнѣній въ удостовѣреніи правильности кассоваго отчета не представляется и я прошу васъ отчетъ бюро Союза утвердить и выразить ему глубокую благодарность за труды по веденію кассы. (Одобреніе).

Предсѣдатель: Теперь мы переходимъ къ пункту 23. Изданіе протокола на французскомъ языкѣ.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Господа, по этому вопросу я могу дополнить только что сказанное. Изданіе французскаго протокола значительно затянулось вслѣдствіе разныхъ несчастныхъ обстоятельствъ. Понятно, французскій протоколъ всегда будетъ появляться значительно позднѣе нѣмецкаго, такъ какъ мы отъ докладчиковъ получаемъ только по одной рукописи, которая и идетъ сначала въ нѣмецкую типографію, откуда оттиски отправляются къ переводчику въ Парижъ. Переводъ, какъ это было въ послѣдній разъ, посылается коллегѣ Каммереру, котораго я особенно благодарю за содѣйствіе въ этомъ дѣлѣ, и мнѣ. Мы просматриваемъ переводъ, разрѣшаемъ его къ печати и только тогда онъ пересылается въ французскую типографію.

Я вполне присоединяюсь къ вашему мнѣнію, что протоколъ не долженъ выходить такъ поздно, какъ это произошло въ этомъ году. Съ своей стороны г. Декруа, переводчикъ, увѣряетъ, что при немедленномъ полученіи рукописи или по крайней мѣрѣ нѣмецкихъ корректуръ онъ могъ бы ускорить переводъ и при перемѣнѣ съ моего согласія типографіи и переплетчика, можно было бы достигнуть того, что все

изданіе будетъ готово къ отправкѣ въ январѣ. Будемъ надѣяться, что онъ выполнитъ это въ срокъ. Во всякомъ случаѣ будутъ приняты мѣры, чтобы не было сильнаго запоздаіа, а это было бы совсѣмъ другое дѣло. Я предполагаю также, что тѣ изъ коллегъ-французовъ, которые до сихъ поръ проявили мало интереса къ протоколу—присутствующій здѣсь исключается изъ этого числа не только изъ вѣжливости, но и на основаніи фактовъ—въ будущемъ нѣсколько больше имъ заинтересуются. При этомъ я упомяну, какъ это было мною указано въ годовомъ отчетѣ, что въ особенности г. Перелли заслужилъ большую благодарность тѣмъ, что онъ взялъ на себя всю разсылку для итальянскихъ обществъ.

Я высказываюсь за продолженіе французскаго изданія, каковое предложеніе и вношу.

При этомъ я сообщу предложеніе, сдѣланное переводчикомъ, состоящее въ томъ, чтобы помѣстить въ протоколѣ объявленія, какъ это часто практикуется. Такимъ образомъ, можно было бы имѣть статью дохода. Этотъ вопросъ мы обсуждали въ послѣднемъ засѣданіи правленія, гдѣ было высказано мнѣніе о нежелательности этого. Во-первыхъ, въ изданіи, появляющемся одинъ разъ въ годъ и въ сравнительно маломъ объемѣ, отъ этого нельзя многого ожидать, во-вторыхъ, приличнѣе выпускать протоколъ безъ объявленій. Поэтому, правленіе предлагаетъ это предложеніе отклонить, т.-е. выпускать протоколъ безъ объявленій.

Предсѣдатель: Господа, желаетъ кто-нибудь слова? Если нѣтъ, то можно думать, что вы согласны съ изданіемъ въ будущемъ году протокола на французскомъ языкѣ, при чемъ безъ принятія объявленій въ оба изданія.

Я хотѣлъ бы еще высказать идею, исходящую отъ русскихъ обществъ. Русскіе коллеги того мнѣнія, что было бы желательно сдѣлать протоколъ доступнымъ болѣе широкому кругу заинтересованныхъ лицъ путемъ перевода на русскій языкъ, а общества съ своей стороны готовы сдѣлать переводъ за свой счетъ, такъ что это обойдется безъ расходовъ для Союза. Союзъ долженъ былъ бы лишь дать на это свое согласіе и въ случаѣ надобности разрѣшеніе на использование клише. Однако, я не знаю, позволяетъ ли усло-

віе съ фирмой Бойзенъ и Маашъ безъ ихъ разрѣшенія удовлетворить настоящее ходатайство. Точно также должно быть принято во вниманіе, что при этомъ сбытъ нѣмецкихъ и французскихъ экземпляровъ въ Россіи уменьшится. Это вполне понятно. Съ другой же стороны этимъ изданіемъ будетъ оказана большая услуга интересующимся въ Россіи лицамъ, а распространеніе его на русскомъ языкѣ составитъ рекламу Союзу, которая выразится въ томъ, то его работы получаютъ большую извѣстность, наилучшее освѣщеніе.

Я просилъ бы васъ высказать свое отношеніе къ этому вопросу.

Г-нъ Рейшле—Мюнхень: Договоръ съ фирмой Бойзенъ и Маашъ препятствій не представляетъ. У меня его нѣтъ подъ рукой, но я навѣрное знаю, что фирма Бойзенъ и Маашъ въ Гамбургѣ имѣетъ исключительное право на нѣмецкое изданіе точно такъ, какъ Дюно и Пино въ Парижѣ на французское и при изданіи русскаго изданія интересы фирмы Бойзенъ и Маашъ не будутъ прямо затронуты. Косвенно она можетъ нѣсколько пострадать вслѣдствіе нѣкогорога уменьшенія сбыта нѣмецкаго изданія въ Россіи. На сколько это можетъ случиться, я не имѣю никакого представленія. То количество нѣмецкихъ экземпляровъ, которое идетъ въ русскія общества, шло бы, какъ это было до сихъ поръ, не чрезъ Бойзенъ и Маашъ, а непосредственно чрезъ насъ.

Вообще же говоря, можно отмѣтить, что въ этомъ случаѣ имѣется аналогичность съ изданіемъ французскимъ. Какъ вы вспомните, этотъ вопросъ въ прошломъ году былъ поднятъ тѣмъ, что французскія общества предложили издать французскій переводъ на свои средства, Союзъ же на это принялъ слѣдующую позицію: нѣтъ, если уже французское изданіе должно появиться, то во-первыхъ, оно должно быть точнымъ переводомъ съ нѣмецкаго, а во-вторыхъ, осуществить таковое должно быть дѣломъ Союза, а не французскихъ обществъ. Если мы сейчасъ будемъ исходить изъ гвѣхъ же соображеній, то мы должны были бы отклонить пожеланіе русскихъ обществъ. Я думаю, однако, для того, чтобы прежде всего выяснитъ наше отношеніе къ этому

дѣлу, мы въ этомъ случаѣ должны исходить изъ другаго принципа, такъ какъ для Правленія Союза было бы почти невозможно осуществить русское изданіе. Какъ намъ печатать отчетъ на языкѣ, даже буквы котораго намъ не всѣ извѣстны? Наборщикъ могъ бы мнѣ присылать все, что ему захочется. Поэтому, въ этомъ случаѣ исходный пунктъ долженъ быть совершенно иной и по-моему слѣдовало бы сказать: если русскія общества придають значеніе русскому изданію, то это можетъ быть Союзу только пріятно въ виду распространенія его техническихъ трудовъ; осуществленіе русскаго изданія должно быть предоставлено русскимъ обществамъ. Въ случаѣ надобности можно было бы изготовлять гальвано по нашимъ рисункамъ. Стоимость гальвано также должна быть отнесена за счетъ русскихъ обществъ, такъ какъ Союзъ непосредственной пользы отъ русскаго изданія не имѣеть.

Теперь относительно опасенія, что сбытъ нѣмецкихъ и французскихъ экзэмпляровъ понизится. Я думаю, мы можемъ это перенести. Я уже вамъ говорилъ, что дѣйствительная стоимость изданія протокола (расходы минусъ приходъ) не велика, всего около 2000 м.; скажемъ, что отъ уменьшенія сбыта въ Россію получится убытокъ въ 500 м., тогда весь расходъ по изданію будетъ около 2500 м. Съ теченіемъ времени и это нѣсколько выравняется. Однако, я настаивалъ бы, чтобы формально и русское изданіе являлось бы дѣломъ Союза, доходы же отъ этого изданія были бы предоставлены русскимъ обществамъ, такъ какъ они должны нести и всѣ расходы. Я предлагаю удовлетворить желаніе нашихъ русскихъ коллегъ на упомянутыхъ мною условіяхъ.

Г - н ъ К е л е р ъ—Дортмундъ: Я хотѣлъ бы пойти нѣсколько дальше и предложить, чтобы Союзъ оказалъ русскимъ обществамъ нѣкоторую матеріальную помощь при изданіи протокола на русскомъ языкѣ.

Г - н ъ Р е й ш л е—Мюнхенъ: Господа, благородство очень хорошая вещь; но я думаю, что русскій языкъ не принадлежитъ къ языкамъ Союза и наврядъ ли таковымъ будетъ, такъ какъ никогда не дойдемъ до того, чтобы члены Союза не русскіе, понимали русскую рѣчь или письмо. Оффиціаль-



ными въ нашемъ Союзѣ являются языки нѣмецкій и французскій и поэтому мы и издаемъ протоколъ на этихъ 2 языкахъ. Въ нашей средѣ мы имѣемъ итальянцевъ, шведовъ, венгровъ и т. д. Если кто либо изъ нихъ пожелалъ бы протокола на своемъ языкѣ, то мы должны были бы осуществленіе сего предоставить полностью желающему. Я полагаю, что господа русскіе на другое и не претендуютъ.

Предсѣдатель: Я думаю, что столько нельзя было бы требовать отъ Союза. Во всякомъ случаѣ, мы благодаримъ и за это предложеніе. Я еще не знаю, осуществится ли вообще это дѣло. Это еще вопросъ. Пока было высказано только пожеланіе.

Итакъ, вы разрѣшаете переводъ на условіяхъ, указанныхъ г. Рейшле? (Одобреніе). Если не будетъ возраженія, то мы благодаримъ за любезное разрѣшеніе и сообщимъ вамъ въ слѣдующемъ году, осуществилось ли это дѣло или встрѣтило какія-либо препятствія.

Мы переходимъ къ

#### пункту 24. Ассигнованіе средствъ на опыты.

Г - нъ Рейшле—Мюнхень: Господа, какъ вы видите изъ отчета, изъ ассигнованныхъ въ прошломъ году средствъ мы затратили 1500 м.; 3000 м. переходятъ на слѣдующій годъ, при чемъ онѣ уже предназначены для опытовъ надъ напряженіемъ кромокъ лазовыхъ отверстій. Сейчасъ же предо мной находится предложеніе профессора фонъ-Баха, которое я вамъ самъ прочту, касающееся новыхъ изслѣдованій:

«При обсужденіи взрыва щелочнаго котла получилось всестороннее убѣжденіе въ крайней необходимости изслѣдовать дѣйствіе щелочи на литое желѣзо. Г. Рейшле высказалъ при этомъ, что дѣйствіе щелочи на заклепочные швы можно объяснить образованіемъ кристалловъ, вызывающихъ разрывъ, влияніе же на цѣлое желѣзо до сихъ поръ не разъяснено. Онъ считаетъ выясненіе этого вопроса желательнымъ и цѣлесообразнымъ испросить на это средства у Международнаго Союза.

Къ этому я замѣтилъ, что лабораторія по испытанію матеріаловъ въ Штуттгартѣ давно уже занимается изученіемъ этого вопроса и что проф. Р. Бауманъ полагаетъ, что онъ нашелъ причину сего въ томъ, что щелочь, проникая въ поверхностныя трещины, образованіемъ кристалловъ вызываетъ разрывъ. Если бы Международный Союзъ ассигновалъ на это деньги, то, можетъ быть, уже въ будущемъ году можно было бы представить докладъ, разъясняющій это обстоятельство.

Основываясь на вышеупомянутомъ, я себѣ позволяю послѣдовать пожеланію г. Рейшле и предложить Союзу ассигновать 3000 м. для разъясненія вопроса объ образованіи трещинъ въ литомъ желѣзѣ отъ дѣйствія щелочи».

Въ данномъ случаѣ рѣчь идетъ о разрывахъ въ стѣнкахъ щелочныхъ котловъ частью въ заклепочныхъ швахъ, частью въ цѣльномъ желѣзѣ, даже въ котлахъ безъ давленія, такъ что можно было сказать о таинственномъ вліяніи щелочи, въ особенности щелочи натрія.

Объ этомъ предложеніи г. фонъ-Баха я довелъ до свѣдѣнія Правленія и Технической комиссіи въ послѣднемъ нашемъ засѣданіи. Его обсуждали, рѣшенія однако по этому поводу не приняли, предоставивъ вамъ рѣшить этотъ вопросъ по своему усмотрѣнію.

Бютовъ—Эссенъ: Гг., если проф. Бахъ предлагаетъ производство этихъ изслѣдованій, то едва ли нужны продолжительные дебаты для того, чтобы Международный Союзъ присоединился къ его мнѣнію. По крайней мѣрѣ, я поддержалъ бы это предложеніе. Однако, для меня, несмотря на предшествовавшее разъясненіе о положеніи дѣлъ кассы, не совсѣмъ ясно, имѣется ли у насъ возможность ассигновать въ этомъ году такую сумму. Тамъ все еще находятся 3000 м., которыя уже ассигнованы, но еще не уплачены и поэтому, по-моему мнѣнію, нашъ кассовый остатокъ не правиленъ. Штуттгартская лабораторія или г. ф.-Бахъ можетъ во всякое время истребовать эти 3000 м. и тогда ихъ придется уплатить. Я хотѣлъ бы узнать нѣсколько яснѣе, не представляется ли возможность ассигновать въ настоя-

шее время лишь часть суммы. И такъ, я вполне охотно поддерживаю ассигновку, но я хотѣлъ бы сначала выясненія, въ состоянїи ли мы въ настоящее время это сдѣлать.

Загѣмъ я одновременно просилъ бы въ случаѣ, если эта сумма будетъ ассигнована, чтобы сообщеніе о результатѣ этихъ опытовъ не появилось бы въ другихъ журналахъ, напримѣръ, въ журналѣ О-ва Германскихъ инженеровъ, ранѣе появленія въ журналахъ нашихъ обществъ т.-е. въ вѣнскомъ, баварскомъ и берлинскомъ.

Г-нъ Рейшле — Мюнхень: Г. Бютовъ говоритъ, что нашъ остатокъ не въ порядкѣ. Вѣдь «остатокъ» это то, что у меня въ дѣйствительности наличными и бумагами имѣется послѣ заключенія отчета, а это не болѣе ни менѣе того, что здѣсь указано. Что этотъ остатокъ обремененъ обязательствомъ, которое можетъ быть должно будетъ быть нами выполнено чрезъ полгода, имѣеть быть указано въ смѣтѣ расходовъ! Таковую смѣту мы, однако, не имѣемъ. Мы ее можемъ, однако, легко набросать въ умѣ. Дѣло обстоитъ такъ: очень легко могло случиться, что эти 3000 м. были бы уже израсходованы, а изслѣдованія закончены. Тогда нашъ остатокъ былъ бы 7552 м. вмѣсто 10552. Теперь, для слѣдующаго года является требованіе, которое вмѣстѣ съ старой ассигновкой составляетъ 6000 м. Если предложеніе ф.-Баха будетъ принято, то намъ придется въ слѣдующемъ году истратить на опыты 6000 м. Теперь спрашивается: имѣемъ ли мы столько денегъ? Нашъ остатокъ 10552 м.; только отъ него у насъ еще останется 4552 м. на другія цѣли. Къ этому прибавляется еще приходъ. Теперь въ нашемъ Союзѣ 71 общество. Допустимъ, что въ будущемъ году вступятъ къ намъ еще нѣсколько обществъ, тогда насъ будетъ, можетъ быть, 75. Если членскій взносъ останется тѣмъ же (120 м.), то это будетъ 9000 м., что съ прочими доходами, около 6500 м., составитъ 15500 м., каковыя должны покрыть расходы мелкіе и по протоколу, такъ какъ 6000 м. на опыты уже были отсчитаны. Изъ этой суммы у насъ останется довольно значительная часть, что не подлежитъ никакому сомнѣнью, и намъ придется докупать процентныя бумаги, хотя я держусь того мнѣнія, какое уже было высказано

на предыдущемъ собраніи, что у насъ собственно нѣтъ необходимости въ сборѣ большого капитала.

Такимъ образомъ не подлежитъ никакому сомнѣнію, что для насъ это въ финансовомъ отношеніи выполнимо даже безъ малѣйшаго использованія сбереженій. Вопросъ скорѣе заключается въ томъ, представляется ли эта спеціальная задача достаточно интересной: это именно мы хотѣли предложить на ваше рѣшеніе, не дѣлая съ своей стороны предложенія.

Г-нъ Каммереръ—Мюльгаузенъ: Господа, если въ теченіе года техническая комиссія, исполняя данное ей порученіе изучить протравленія, будетъ нуждаться въ нѣкоторыхъ средствахъ, напримѣръ, для производства анализовъ и т. п., то можетъ ли она получить необходимыя ей деньги непосредственно отъ Правленія, должны ли быть на это сейчасъ сдѣланы ассигновки или же не уполномочить ли Правленіе предоставлять Технической комиссіи въ случаѣ надобности необходимыя средства, напримѣръ, въ размѣрѣ до 500 м.? Вѣдь сейчасъ совершенно нельзя предвидѣть, будутъ ли нужны средства или нѣтъ. Съ другой же стороны все дѣло можетъ задержаться за отсутствіемъ соотвѣтствующей суммы.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Во всякомъ случаѣ, самое правильное было бы напередъ сдѣлать ассигновку, т.-е. постановить, чтобы въ распоряженіе Технической комиссіи съ согласія Правленія были даны до 1000 м.

Такъ какъ мы въ настоящее время занимаемся составленіемъ своего рода смѣты, которая будетъ имѣть значеніе на рѣшеніе п. 25, то позвольте замѣтить, что кромѣ предложенія проф. Баха, по поводу котораго еще надлежитъ сдѣлать постановленіе, у насъ имѣется еще слѣдующее предложеніе коллеги Бютова, которое также нѣсколько обременитъ нашъ бюджетъ:

«Члены правленія, технической комиссіи и другихъ постоянныхъ комитетовъ и комиссій исполняютъ свои обязанности какъ почетныя, и не имѣютъ поэтому никакого права на вознагражденіе путевыхъ и суточныхъ расходовъ.

Въ случаѣ же, когда Союзъ командируетъ для особыхъ цѣлей своихъ представителей, даже если сіи послѣдніе входятъ и въ составъ Правленія или комиссій, то имъ уплачивается:

1. Желѣзнодорожные расходы за 1 килом. 0,10 м.
2. Путевые за каждый день засѣданія 20.00 »
3. Отъ и къ станціи желѣзной дороги по 5.00 »

Для франковъ и рублей эти ставки должны быть соотвѣтственно измѣнены. Въ сомнительныхъ случаяхъ рѣшаетъ Правленіе Союза».

Этотъ вопросъ мы также обсуждали въ Правленіи въ присутствіи Технической Комиссіи и тутъ всѣ были того мнѣнія, что соображенія коллеги Бютова правильны и, что въ случаяхъ, когда дѣло идетъ объ участіи въ экстренныхъ и частыхъ засѣданіяхъ (наприм. Комиссіи по измѣненію правилъ испытанія паровыхъ котловъ и машинъ) предположеніе, что представители обществъ, не могущихъ нести подобныхъ расходовъ, взяли бы эти расходы на себя, было бы равносильнымъ ихъ отстраненію.

Г-нъ Бютовъ—Эссенъ: Господа, къ предложенію самому я больше ничего не имѣю добавить. Я хотѣлъ бы только еще одно добавить, что гг. Перелли и Цвіауэръ приглашены въ ту комиссію, которая засѣдаетъ въ Берлинѣ. Это было именно причиной, почему я сдѣлалъ такое предложеніе. Въдь имъ приходится тратить много времени на поѣздки.

Я хотѣлъ бы еще добавить, что комиссія по испытанію старыхъ котельныхъ листовъ ничего не получаетъ, также тогда, когда мы организуемъ подкомиссію для изслѣдованія вопроса о протравленіяхъ, такъ какъ это—постоянныя учрежденія.

Ставки не чрезмѣрны; онѣ только съ трудомъ покроютъ то, въ чемъ является необходимость въ поѣздкахъ. Итакъ, я хотѣлъ бы еще разъ отгнѣнить: ихъ должно примѣнять только въ случаѣ особыхъ порученій. Напримѣръ, можетъ случиться, что предсѣдатель въ интересахъ Союза долженъ предпринять путешествіе, какъ это уже имѣло мѣсто или же кого-либо изъ членовъ комиссіи попросятъ

куда-нибудь съѣздить. Въ этихъ случаяхъ врядъ ли можно требовать, чтобы это лицо оплатило свои расходы, тутъ долженъ нести расходъ Союзъ.

Предсѣдатель: Прежде, чѣмъ приступить къ баллотировкѣ этихъ предложеній, прошу заявить, не желаетъ ли кто-либо слова.

Если нѣтъ, тогда мы можемъ приступить къ нимъ. Имѣются три предложенія. Одно касается ассигновки 3000 м. на опыты проф. Баха, второе—ассигновки 1000 м. на изслѣдованіе протравленій, и третье объ оплатѣ жетѣзднородныхъ и путевыхъ расходовъ членовъ Союза, которые по порученію Союза сдѣлаютъ спеціальныя поѣздки.

Согласны ли вы съ первымъ предложеніемъ относительно ассигновки 3000 м. съ добавленіемъ г. Бютова?—Такъ какъ возраженій нѣтъ, то оно принято.

Теперь, второе предложеніе, ассигновка 1000 м. на изслѣдованіе протравленій. Никто противъ? Тогда оно принято. (Рейшле: до 1000 м.). До 1000 м.

Теперь третье предложеніе касательно разъѣздныхъ. Имѣетъ кто-нибудь что-либо противъ? Нѣтъ возраженій, и оно также приято въ томъ видѣ, какъ было предложено г. Бютовымъ.

Г-нъ Эггерсъ—М.-Гладбахъ: Господа, вы слышали сегодня утромъ, что у многихъ обществъ имѣются нѣкоторыя сомнѣнія относительно электрической сварки и что были высказаны соображенія, подтверждающія эти сомнѣнія несмотря на то, что общества сами почти никакихъ опытовъ съ электрической сваркой не производили. Такъ какъ мы особенно много занимаемся автогенно-электрической сваркой, то, можетъ быть, было бы цѣлесообразнымъ, чтобы испытательная станція въ Штуттгартѣ произвела изслѣдованіе и съ кусками, сваренными автогенно-электрическимъ способомъ, которые мы готовы доставить въ предположеніи, что сваривающая фирма, въ этомъ случаѣ Германъ Лувенъ въ Рурортѣ, согласилась произвести сварку. Я думаю, что это дѣло стоитъ того, чтобы были произведены изслѣдованія въ Штуттгартѣ. Такъ какъ эта лабораторія уже чрезвычайно много работала по изслѣдованію автогенной сварки, то я не сомнѣваюсь, что она охотно

произведетъ изслѣдованіе и автогенно-электрической сварки. Соотвѣтствующіе расходы по-моему мнѣнію не могутъ быть высоки. Доставку сваренныхъ частей мы взяли бы на себя. Я полагаю, что я уже теперь могу считаться съ тѣмъ, что наше Правленіе ассигнуетъ для этой цѣли средства. Для того же, чтобы не мы одни несли расходы по изслѣдованію, Международный Союзъ долженъ былъ бы взять это въ свои руки. Я прошу васъ поддержать мое предложеніе, такъ какъ я думаю, что этимъ касса Союза не будетъ обременена.

Г-нъ Дунзингъ—Ганноверъ: Я не буду говорить противъ предложенія именно потому, что имъ не будетъ сильно обременена касса Союза. Я хотѣлъ бы, однако, обратить вниманіе на то, что такое изслѣдованіе не дастъ дѣйствительной картины. Сварка будетъ произведена спеціально для изслѣдованія. Это совершенно другое дѣло, чѣмъ сварка котла для его ремонта. Если изслѣдованія должны имѣть какое-нибудь значеніе, то мы должны вырѣзать куски изъ котла, нѣсколько лѣтъ тому назадъ отремонтированнаго путемъ электрической сварки, и эти именно куски изслѣдовать. Это дастъ намъ картину дѣйствительности. Съ другой стороны я не предвижу успѣха тогда, когда будетъ произведена сварка спеціально для цѣлей изслѣдованія.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Господа, пожеланіе коллеги Эггерса совпадаетъ съ существующимъ порученіемъ изслѣдованія автогенной сварки, для каковой цѣли съ такимъ же успѣхомъ могутъ быть представлены и образцы, заваренные автогенно-электрическимъ способомъ. Эти изслѣдованія уже на ходу. На нихъ уже израсходованы тѣ 500 м., которыя были нами ассигнованы на истекшій годъ. Изслѣдованія эти, однако, не закончены. Вотъ что мнѣ писалъ по этому поводу проф. Бахъ:

«Мы вамъ сообщали, 7 с. м., что съ послѣдняго собранія важнаго матеріала по автогенной сваркѣ нами не получалось; этимъ, однако, не сказано, что изслѣдованія не продолжаютъ. Въ дѣйствительности опыты производились, но результаты ихъ недостаточны для доклада. Просимъ васъ ассигнованную сумму въ 500 м.

препроводить въ кассу Кор. технического училища въ Штуттгартъ».

Если вы имѣете матеріаль, то шлите его проф. Баху!

Г-нъ Эггерсъ—М.-Гладбахъ: Если будутъ вырѣзаны куски, то явятся расходы по доставкѣ. Эти расходы долженъ былъ бы нести Международный Союзъ. Они и не могутъ быть велики.

Г-нъ Бютовъ—Эссенъ: Это не принято, чтобы мы несли расходы въ тѣхъ случаяхъ, когда какая либо фирма заинтересована въ производствѣ опытовъ. Поэтому я предложилъ бы принятіе на себя расходовъ по -просту отклонить. Если мы несемъ расходы за изслѣдованія, то это совсемъ другое дѣло. Вѣдь мы не имѣемъ контроля за тѣмъ, что фирма посылаетъ, сколько она посылаетъ и насколько присылка вообще нужна. По моему мнѣнію, эти расходы должна нести фирма.

Въ частности же, я поддерживаю предложеніе г. Эггерса въ ассигновкѣ еще 500 м. для лабораторіи. Я хотѣлъ бы лишь возбудить вопросъ, не заваливаемъ ли мы Штуттгартскую лабораторію изслѣдованіями и не слѣдуетъ ли обсуждать вопросъ о привлеченіи еще одной лабораторіи. Я думаю, что проф. Бахъ получаетъ черезчуръ много работы.

Предсѣдатель: Я думаю, господа, что мы могли бы поступить такъ: официально объявить, что электрическая сварка насъ такъ же интересуется, какъ и автогенная и просить проф. Баха принимать также куски, сваренные электрическимъ способомъ.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Это проф. Бахъ и такъ дѣлалъ. Въ его отчетѣ трактуются также случаи электрической сварки.

Предсѣдатель: Мы переходимъ къ

пункту 25. Установленіе членскаго взноса на 1913/14 г.

Понятно, и этотъ вопросъ обсуждался, при чемъ рѣшили, что цѣлесообразно оставить членскій взносъ въ томъ же размѣрѣ, т.-е. по 120 м. съ общества. Предлагаю принять это предложеніе.

Предсѣдатель: Никто противъ? Тогда предложеніе принято.



Г-нъ Келеръ—Дортмундъ: Я прошу слова по дѣловой части.

Господа, по желанію, проявленному съ разныхъ сторонъ, я хотѣлъ бы спросить, не представляется ли возможнымъ перенести ближайшее собраніе на осень. Нѣкоторые изъ нашихъ коллегъ мнѣ заявили, что имъ іюнь и іюль не особенно удобны; они предпочитаютъ осень.

Г-нъ Эггерсъ—М.-Гладбахъ: Я поддерживалъ бы это предложеніе, такъ какъ именно въ концѣ іюня мы въ Германіи должны доставлять отчеты г. министру, тогда же происходятъ засѣданія центрального союза и всевозможныя другія собранія, которыя бывають главнымъ образомъ въ концѣ мая или въ началѣ іюня. Все это требуетъ большого труда. Было бы желательно перенести собраніе Международнаго Союза на начало осени.

Г-нъ Бютовъ—Эссенъ: Я просилъ бы не назначать опредѣленнаго времени. Очень часто мы находимся въ зависимости отъ климатическихъ условій страны, въ которой имѣетъ состояться засѣданіе. Вообще мы собирались въ маѣ или іюнѣ и это насъ устраивало. Я ничего не имѣю противъ того, чтобы собраніе состоялось когда либо и осенью, но, я просилъ бы не закрѣплять срока, а предоставить это Правленію.

Г-нъ Кнохенгауеръ—Каттовицъ: Послѣ того какъ г. Бютовъ сдѣлалъ предложеніе предоставить Правленію право назначенія времени Съѣзда, намъ остается вынести по этому поводу наше рѣшеніе. Я хотѣлъ бы, однако, подчеркнуть сказанное гг. Эггерсомъ и Келеромъ. Съѣздъ въ концѣ іюня и въ началѣ іюля часто совпадаетъ съ различными общими собраніями, которыя у насъ должны состояться во второй четверти года. Какъ показываетъ опытъ, эти собранія отодвигаются до конца четверти, вслѣдствіе чего и происходитъ непріятное ихъ скопленіе. У меня также былъ такой случай: я долженъ былъ отказаться отъ участія въ важномъ для меня собраніи. Поэтому я думаю, что для нашихъ нѣмецкихъ условій поздняя осень самое подходящее время.

Г-нъ Рейшле—Мюнхень: Собственно говоря, я нѣсколько пораженъ. На сколько я знаю, за все время су-

ществованія Союза всегда держались приблизительно того же времени, при чемъ руководствовались принципомъ, чтобы нашъ Съѣздъ находился въ связи съ собраніемъ о-ва германскихъ инженеровъ съ цѣлью совмѣщенія поѣздки и, по крайней мѣрѣ, отпуска съ этими 2 собраніями.

Затѣмъ, по-моему, еще надо обсудить слѣдующее: Вы говорите: «поздней осенью». Если вы понимаете подъ этимъ сентябрь, то мы къ этому времени еще не готовы. Бюро Съѣзда до собранія имѣетъ порядочную работу. Для этого руководитель его долженъ быть задолго до этого дома. Я полагаю, что можно было оставить и въ будущемъ то, что въ продолженіе десятилѣтій не встрѣчало возраженій и мнѣ было бы значительно пріятнѣе, если бы все заканчивалось еще до лѣтнихъ каникулъ. Въ октябрѣ засѣдаетъ нѣмецкая комиссія по котельнымъ нормамъ, въ составѣ коей находятся многіе изъ нашихъ коллегъ, въ будущемъ также правительственная комиссія по ацетиленовымъ установкамъ. Къ концу каникулъ насъ всѣхъ большей частью поджидаетъ много работы, поэтому мы должны назначать собраніе Союза, которое вмѣстѣ съ поѣздкой занимаетъ болѣе, чѣмъ 2—3 дня, въ то время, когда намъ посвободнѣе. Если устраивать собраніе въ первой части іюля, то къ этому времени прусскія общества должны уже закончить свои отчеты.

Предсѣдатель: Въ этомъ отношеніи я очень поддержалъ бы г. Рейшле. Я полагаю, что для большинства участниковъ изъ Россіи, по крайней мѣрѣ, для занятыхъ преподаваніемъ, назначеніе собранія на сентябрь было бы равносильно полнѣйшему изъятію изъ участія.

Г-нъ Каммереръ—Мюльгаузенъ: Я предложилъ бы, чтобы для осуществленія техническихъ вопросовъ было бы предоставлено больше дней.

Предсѣдатель: Если вы примкнете къ мнѣнію коллеги Каммерера, имѣющему многое за себя, то Правленіе охотно подойдетъ поближе къ этому вопросу.

Г-нъ Дунзингъ—Ганноверъ: Я подтверждаю сказанное г. Рейшле. Въ дѣйствительности, предсѣдателю весьма трудно произвести работы для общаго собранія. Для этого ему нужно время, и, если онъ уѣзжаетъ въ іюль или въ августъ въ отпускъ, тогда подготовка къ имѣющему со-

стояться въ августѣ собранію могла бы быть неудовлетворительной.

Я хотѣлъ бы еще на одно указать. Дѣйствительно, одинъ разъ мы собрались въ августѣ, одинъ разъ въ Миланѣ въ сентябрѣ, всѣ же остальные разы какъ теперь. Это время сказывалось весьма подходящимъ. Я просилъ бы не вводить измѣненій; въ крайнемъ случаѣ, можно будетъ собираться на 8—14 дней попозже въ іюль; къ этому времени всѣ отчеты и пр. будутъ готовы.

Г-нъ Рейшле—Мюнхенъ: Я думаю, въ такомъ случаѣ мы могли бы, чтобы сейчасъ сдѣлать практическое примѣненіе, предназначить снова для слѣдующаго собранія начало іюля. Я просилъ бы однако точный выборъ времени предоставить Правленію и пригласившему насъ обществу, при чемъ будутъ приняты мѣры для наилучшаго использованія времени для совѣщаній.

Предсѣдатель: Итакъ, мы предоставляемъ Правленію осуществленіе высказанныхъ пожеланій. Этимъ заканчивается наша программа, и мнѣ еще остается выразить свою искреннюю благодарность всѣмъ тѣмъ, которые способствовали такому благопріятному теченію всего Съѣзда. Прежде всего я хотѣлъ бы выразить благодарность тѣмъ русскимъ обществамъ, которыя пригласили Союзъ, также С.-Петербургскому и Сѣверному обществамъ, которыя насъ принимали въ С.-Петербургѣ, С.-Петербургскому политехническому обществу, предсѣдатель коего г. Земмерихъ сопровождалъ насъ въ поѣздѣ съ Инстербурга, затѣмъ всѣмъ докладчикамъ и ораторамъ, которые подѣлились съ нами своимъ опытомъ по поднятымъ вопросамъ, наконецъ, всѣмъ учрежденіямъ, которыя пошли навстрѣчу нашимъ стремленіямъ. Это министерства Морское, Путей сообщенія, Финансовъ, Торговли и Промышленности и Императорскаго Двора, приславшія своихъ представителей и посодѣйствовавшія нашимъ начинаніямъ, при чемъ М-ва Путей Сообщенія и Финансовъ намъ предоставили на весьма выгодныхъ условіяхъ экстренный поѣздъ, который будетъ насъ сопровождать почти до границы. Также благодаримъ Московскую Городскую Управу, которая привѣтствовала насъ въ Городской Думѣ. Благо-

даримъ о-во частныхъ желѣзныхъ дорогъ за экстренный поѣздъ для поѣздки въ Павловскъ. Мы благодаримъ всѣхъ представителей министерствъ, высшихъ учебныхъ заведеній и обществъ здѣсь присутствовавшихъ и насъ ирпвѣтствовавшихъ и, наконецъ, я благодарю всѣхъ васъ, господа, за то, что вы несмотря на обиліе матеріала и на то, что ваши силы были сильно напряжены осмотрами достопримѣчательностей, занимались дѣлами Съѣзда такъ усердно и самоотверженно.

За симъ я позволяю себѣ закрыть собраніе (сильное одобреніе).

Г-нъ Рейшле—Мюнхень: Господа, прежде чѣмъ разойтись, прошу васъ выразить особенную благодарность нашему предсѣдателю профессору Делпу, который такъ прекрасно велъ засѣданіе. (Сильное одобреніе).

Конецъ 1½ часа дня.

## С П И С О К ъ Ч Л Е Н О В ъ

### Международнаго Союза Обществъ для надзора за паровыми котлами.

Точ. №.	Мѣстонахождение общества.	Название общества.	Число КОТЛОВЪ	
			у членовъ.	по порученію правительства.
1	Aachen	Dampfkessel-Überwachungs-Verein für den Regierungsbezirk Aachen . . . . .	1943	234
2	Altona	Norddeutscher Verein zur Überwachung von Dampfkesseln . . . . .	5230	1873
3	Amiens	Association des propriétaires d'appareils à vapeur de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise . . . . .	2900	—
4	Баку	Бакинское Общество для надзора за паровыми котлами . . . . .	1729	—
5	Barmen	Bergischer Dampfkessel-Überwachungsverein, Barmen . . . . .	1787	1345
6	Berlin	Dampfkessel-Revisions-Verein «Berlin» . . . . .	6466	672
7	Bernburg	Sächsisch-Anhaltischer-Verein zur Prüfung und Überwachung von Dampfkesseln . . . . .	779	201
8	Bologna	Associazione fra gli Utenti di Caldaie a Vapore . . . . .	—	—
9	Braunschweig	Braunschweigischer Dampfkessel-Überwachungsverein . . . . .	1600	300
10	Breslau	Schlesischer Verein zur Überwachung von Dampfkesseln . . . . .	4649	3825
11	Brüssel	Association pour la surveillance des chaudières à vapeur . . . . .	8300	—
12	Budapest	Landes-Dampfkessel-Revisions-Verein . . . . .	500	—
13	Cassel	Dampfkessel-Überwachungs-Verein . . . . .	957	1081
14	Харьковъ	Южно-Русское Общество для надзора за паровыми котлами . . . . .	3950	—
15	Chemnit	Sächsischer Dampfkessel-Revisions-Verein . . . . .	6400	7700
16	Coblenz	Mittelrheinischer Dampfkessel-Überwachungs-Verein . . . . .	1382	575
17	Cöln	Dampfkessel-Überwachungs-Verein . . . . .	2238	365
18	Danzig	Westpreussischer Verein zur Überwachung von Dampfkesseln . . . . .	3506	1704
19	Dortmund	Dampfkessel-Überwachungs-Verein Dortmund . . . . .	2619	1072
20	Düsseldorf	Rheinischer Dampfkessel-Überwachungs-Verein . . . . .	2020	241
21	Duisburg	Ruhrorter Dampfkessel-Überwachungs-Verein . . . . .	2202	904
22	Eisleben	Mannsfeld'sche Kupferschiefer bauende Gewerkschaft . . . . .	266	—
23	Essen a. d. Ruhr	Dampfkessel-Revisionsbezirk Fr. Krupp . . . . .	650	—
			62073	22092

Тор. №.	Мѣсто нахождения общества.	Название общества.	Число котловъ	
			у членовъ.	по порученію правительствъ.
			62073	22092
24	Essen a. d. Ruhr	Dampfkessel-Überwachungs-Verein der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund . . . . .	5130	—
25	Frankfurt a. M.	Dampfkessel-Überwachungs-Verein in Frankfurt a. M.	1537	436
26	Frankfurt a. O.	Mürkischer Verein zur Prüfung und Überwachung von Dampfkesseln . . . . .	4879	574
27	Gotha	Thüringischer Verein für Dampfkesselbetrieb . . . . .	1600	—
28	Hagen i. W.	Dampfkessel-Überwachungs-Verein zu Hagen (Wetf.) .	1662	406
29	Halberstadt	Halberstädter Dampfkessel-Überwachungs-Verein . . . . .	1877	354
30	Halle a. S.	Sächsisch-Thüringischer Dampfkessel-Revisions-Verein zu Halle a. S. . . . .	3461	1612
31	Hamburg	Verein für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung . .	1800	—
32	Hannover	Dampfkessel-Überwachungs-Verein . . . . .	4368	3921
33	Helsingfors	Finska Angpanneföreningen . . . . .	700	—
31	Kaiserslautern	Pfälzischer Dampfkessel-Revisions-Verein . . . . .	2203	81
35	Kattowitz i. S.	Oberschlesischer Dampfkessel-Überwachungs-Verein . .	3073	702
36	Кіевъ	Кіевское Общество для надзора за паровыми котлами . . . . .	2003	—
37	Königsberg Pr.	Ostpreussischer Revisions-Verein . . . . .	4800	380
38	Lille	Association des propriétaires d'appareils à vapeur du nord de la France . . . . .	8240	—
39	Lyon	Association Lyonnaise des propriétaires d'appareils à vapeur . . . . .	5450	—
40	Magdeburg	Magdeburger Verein für Dampfkesselbetrieb . . . . .	2812	1008
41	Mailand	Prima Associazione italiana fra gli Utenti di caldaie a vapore . . . . .	9917	—
42	Malmö	Södra Sveriges Angpanneförening . . . . .	1800	—
43	Mannheim	Badische Gesellschaft zur Überwachung von Dampfkesseln e. V. . . . .	4500	—
44	Москва	Московское Общество для надзора за паровыми котлами . . . . .	3500	—
45	Mülbausen i. E.	Elsässischer Verein von Dampfkesselbesitzern . . . . .	6800	—
46	München	Bayerischer Revisionsverein . . . . .	8102	4986
47	M.-Gladbach	Gesellschaft zur Überwachung von Dampfkesseln . . . .	2986	623
48	Neapel	Associazione fra gli Utenti die Caldaie à Vapore nelle Provincie Napolitane . . . . .	—	—
49	Одесса	Одесское Общество для надзора за паровыми котлами . . . . .	1800	—
50	Oppeln	Dampfkessel-Überwachungs-Verein zu Oppeln . . . . .	1709	487
51	Paris	Association Parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur . . . . .	5000	—
			163782	37662

Тек. №.	Мѣстонахождение общества.	Название общества.	Число котловъ	
			у членовъ.	по порученію правительства.
			163782	37662
52	Posen	Dampfkessel-Überwachungs-Verein für die Provinz Posen . . . . .	3139	2631
53	Prag	Dampfkesselprüfungs- und Überwachungs-Verein in Prag . . . . .	4200	—
54	Reims	Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur du Nord-Est 36, Rue Buirette . . . . .	—	—
55	Riga	Рижское Общество для надзора за паровыми котлами . . . . .	874	—
56	Rostock	Mecklenburgischer Überwachungs-Verein für Dampfkessel und elektrische Anlagen . . . . .	998	—
57	Rouen	Association Normande des Propriétaires d'Appareils à Vapeur . . . . .	—	—
58	Saarbrücken	Königliche Bergwerksdirektion Saarbrücken . . . . .	743	—
59	С.-Петербургъ	Сѣверное Общество для надзора за паровыми котлами . . . . .	2011	58
60	С.-Петербургъ	С.-Петербургское Общество для надзора за паровыми котлами . . . . .	1200	—
61	С.-Петербургъ	Общество частныхъ желѣзныхъ дорогъ для надзора за паровыми котлами . . . . .	—	—
62	Саратовъ	Волжское Общество для надзора за паровыми котлами . . . . .	—	—
63	Siegen	Dampfkessel-Überwachungs-Verein Siegen . . . . .	1351	468
64	Stettin	Pomnianscher Verein zur Überwachung von Dampfkesseln . . . . .	5306	593
65	Stockholm	Meilersta & Norra Sveriges Angpanneförening . . . . .	2100	—
66	Stuttgart	Württembergischer Revisions-Verein . . . . .	2231	3205
67	Trier	Dampfkessel-Überwachungs-Verein für den Regierungsbezirk Trier . . . . .	1714	89
68	Turin	Associazione fra gli Utenti di Caldaie a Vapore del Piemonte . . . . .	3000	—
69	Варшава	Варшавское Общество для надзора за паровыми котлами . . . . .	2500	—
70		Dampfkessel-Untersuchungs- und Versicherungs-Gesellschaft auf Gegenseitigkeit . . . . .	19709	—
71	Вильна	Сѣверо-Западное Общество для надзора за паровыми котлами . . . . .	—	—
72	Zürich	Schweizerischer Verein von Dampfkesselbesitzern . . . . .	5700	—
			220538	44706

Статистика обществъ по отдѣльнымъ государствамъ <sup>1</sup>

	Число обществъ.	Число котловъ.
Австрія . . . . .	2	23909
Бельгія . . . . .	·	8300
Венгрія . . . . .	1	500
Германія . . . . .	42	168123 <sup>2)</sup>
Италія . . . . .	4	12917
Россія . . . . .	12	19625 <sup>3)</sup>
Швейцарія . . . . .	1	5700
Швеція . . . . .	2	3900
Финляндія . . . . .	1	500
Франція : . . . . .	6	21590
	<hr/>	<hr/>
	72	265264

Бюро Союза на 1913/14 г.

Баварское Ревизионное О-во.

Правленіе Союза состоитъ изъ:

Рейшле—Мюнхенъ (предсѣдатель),

Дунзингъ—Ганноверъ,

Цвіауеръ—Вѣна.

Техническая Комиссія состоитъ изъ:

Прессель—Хемницъ (предс.),

ф. Бахъ—Штутгартъ,

Бютовъ—Эссенъ,

Дежюзеръ—Лионъ,

Келеръ—Дортмундъ,

Каммереръ—Мюльгаузенъ,

Линдъ—Штутгартъ,

Мюнстеръ—Данцигъ,

Новицкій—Рига,

Перелли—Миланъ,

Шмидъ—Дюйсбургъ.

<sup>1)</sup> Эта таблица въ нѣмецкомъ оригиналѣ не имѣется.

<sup>2)</sup> Изъ нихъ по порученію Правительства 44648 котловъ.

<sup>3)</sup> Изъ нихъ 58 казенныхъ котловъ.



## Опечатки въ текстѣ.

Страница.	Строка.	Напечатано.	Должно быть
21	3 снизу	10522,45	10532,45
»	2 »	7504,13	7504,03
49	5 »	Съѣздѣ	Съѣздѣ
63	11 »	общество	общества
83	7 сверху	половины	половинѣ
85	13 »	$T_{\text{ж}}$	$T_k$
89	11 снизу	калориметровъ	калориметромъ
»	12 »	$m/m$	$mt$
96	15 сверху	$T_b = 1650$ )	$(T_b = 1650)$
107	4 снизу	Кужманъ	Куманъ
130	1 сверху	содержущую	содержащую
163	15 »	газовъ взрывовъ	взрывовъ газовъ
178	10 »	стѣнки	желѣза
»	11 »	$w$	$t_w$
179	1-ое уравн.	$t - t_w =$	$t_a - t_w =$
»	2 сверху	принять	принять
182	5 снизу	въ	при
186	6 сверху	укороченіемъ	укороченіемъ свода
191	6 снизу	занимающихся	занимавшихся
»	11 »	послѣднюю	послѣднюю какъ
193	18 »	результатъ за	результатъ и держать до сихъ поръ за

Страница.	Строка.	Напечатано.	Должно быть.
198	4	снизу недѣль	недѣль
199	2	» клапать	клепать
207	10	сверху образно	обратно
»	13	» $m$	$mm$
207	8	снизу кочегарни	кочегарки
210	4	» футеровой	футеровко
223	5	сверху $(78-2100) \cdot \mu = 5700 \cdot \mu$	$(7800-2100) \cdot \mu = 5700 \cdot \mu$
»	15	» $20 \text{ kg/m}^2$	$20 \text{ kg/cm}^2$
224	6	» $D_0$ верхній	$D_0$ верхній
»		урав. 5.(11) $\frac{\sin \alpha}{m} \alpha \cos \alpha$	$\frac{\sin \alpha - \alpha \cos \alpha}{m}$
»	10	сверху $M = W \gamma_0$	$M = W \cdot S$
226		урав. 9. (15) $M = \frac{\sigma_m}{2 \cos \frac{\alpha}{2}}$	$M = \frac{\sigma_m}{2 \cos^2 \frac{\alpha}{2}}$
231	1	снизу $\sigma_{er} = \frac{2 M_{max}}{f_e (h - e - \frac{x}{3})}$	$\sigma_{er} = \frac{M_{max}}{f_e (h - e - \frac{x}{3})}$
235	9	сверху $(3 \cdot \cos u - )$	$(3 \cdot \cos u - 1)$
»		последн. ур-іе $E_a r \int_0^{\pi - c} (\cos u + \frac{1}{3})$	$E_a r \int_0^{\pi - c} (\cos u + \frac{1}{3})$
236	5	снизу $\int_0^{\pi - \varphi} (\cos u + \frac{1}{3})^2$	$\int_0^{\pi - \varphi} (\cos u + \frac{1}{3})^2$