14203

14203

№ 404

БИБЛІОТЕКА Ученаго Комитета Мин. Фин.

ДАННЫЯ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНІЯ ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ДРОВЪ И КАМЕННЫХЪ УГЛЕЙ АНГЛІЙСКИХЪ И РУССКИХЪ, СОСТАВА КАМЕННЫХЪ УГЛЕЙ И КОЛИЧЕСТВА ИХЪ, замѣняющаго установленные отпуски дровъ ДЛЯ ТОПКИ КОМНАТНЫХЪ ПЕЧЕЙ.

СОСТАВИЛЪ

К. Вротновскій.

Военный Инженеръ-Полковникъ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія и Литографія В. А. Тиханова, Садовая, № 27.
1898.

39

К

78683

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 2 Октября 1898 года.

(Отдѣльный оттискъ изъ Инж. журн. №№ 2—3, 4, 5, 6—7 и 8 1898 г.).

БИБЛІОТЕКА Ученаго Комитета Мин. Фин.

Отзывъ о настоящей книгѣ профессора Горнаго Института В.Алексѣева помѣщенный въ Горномъ журналѣ 1889 г. № II.

Интересъ книги заключается главнѣйше въ новыхъ сравнительныхъ опытахъ, дающихъ оцѣнку горючихъ матеріаловъ, находящихся въ продажѣ. Особенно полны свѣдѣнія, касающія домбровскаго каменнаго угля. I-я глава посвещена опредѣленію тепла, содержащагося въ данномъ объемѣ дровъ. Нормальною законною мѣрою считается трехполѣнная сажень, составленная изъ полѣньевъ длиною отъ 8 до 10 |въ среднемъ 9| четвертей, уложенныхъ въ полѣнницу, имѣющую ширину и высоту I сажень. Объемъ ея 0,75 куб. сажен., или 257,25 куб. фут. Результаты изслѣдованій, произведенныхъ въ С.-Петербургѣ, собраны въ табл. I, изъ которой беремъ нѣкоторыя числа. Во-I-хъ, содержаніе влаги колебалось отъ 12,69 до 31,738 %. Среднее для сосны-19,34 % и для ели-16,35 %. Вѣсъ трехполѣнной сажени смѣшанныхъ сосновыхъ и еловыхъ дровъ оказался 172,667 пуд. при содержаніи влаги въ дровахъ сосновыхъ 22,08 % и въ еловыхъ 14,3 %.

Теплопроизводительная способность, опредѣленная въ лабораторіи Русскаго Техническаго Общества помощью бомбы Бертло, по перечисленіи ея на сухія дрова, составили:

Для сосны ..... 4.907 ед.тепл.
- ели ..... 4.857 - -
- березы ..... 4.967,6- -
- ольхи ..... 5.047 - -
- осины ..... 4.892,6- -

Дѣлая перечетъ этихъ величинъ теплопроизводительныхъ способностей при вышеуказанномъ содержаніи въ сосновыхъ и еловыхъ дровахъ влаги, и вычитая потерю тепла на обращеніе въ пары воды при 100° Ц. водорода, заключающагося въ дровахъ [9H - Aq] x 637, какая потеря тепла неизбѣжна въ обыкновенно устраиваемыхъ тепловыхъ приборахъ, получимъ слѣдующія величины теплотворныхъ способностей: 3.551,4 для сосны и 3.653 ед. т. для ели.

II-я глава занимается домбровскими углями. Образцы угля съ копей: Мортимеръ, Казиміръ, Парижъ, Сатурнъ, Ренардъ, Рудольфъ, Милевица, Янъ и Рудольфъ |Георгъ|, были взяты самимъ г. Вротновскимъ, при чемъ

всегда строго брались средняя проба. Угли были изслѣдованы г.г. В.Мюллеромъ и А.Степановымъ въ лабораторіи Императорскаго Русскаго Техническаго Общества. Результаты приведены въ таблицѣ III-й. Изъ разсмотрѣнія ихъ видно, что содержаніе сѣры колеблется отъ 0,87 до 2,03 %, а золы 2,30 - 8,00 %.

Такимъ образомъ, по отношенію къ содержанію этихъ веществъ, вредно отзывающихся на качествѣ и теплопроизводительной способности углей, угли Привислянскаго бассейна превосходятъ каменные угли Донецкихъ мѣсторожденій, въ лучшихъ сортахъ которыхъ содержаніе сѣры встрѣчается отъ I,5 до 2,5 %, а въ худшихъ отъ 4 до 5 %; такой же выводъ можно сдѣлать и по отношенію къ содержанію золы. Беру изъ книги Вротновскаго слѣдующую таблицу:

Названіе копей.	Нагрѣвательная способность су-вѣ хихъ углей.	Превышеніе % надъ углемъ копи „Георгъ".	Содержаніе золы въ сухихъ углях.
Милевица....	7.415	+ 6,95	2,53
Рудольфъ....	7.384	6,50	4,49
Сатурнъ.....	7.328	5,69	4,84

Парижъ	7.243	4,47	4,I9
Янъ	7.2I8	4,II	5,04
Казиміръ	7.I92	3,73	6,72
Мортимеръ	7.05I	I,70	5,75
Ренардъ	7.05I	I,70	9,I0
Рудльфъ |Георгъ|	6.933	I	5,I9

Среднее содержаніе влажности найдено I0,93 %

Теплопроизводительная способность ... 6,289ед.

Содержаніе золы ..... 4,72 %

Въ III-й главѣ даны новыя опредѣленія качествъ англійскихъ каменныхъ углей, привозимыхъ въ С.Петербургъ; вотъ величины среднія:

	Теплотворная способность	Влаги.	Золы.
Ньюкастль	7.4I9	6,6 %	3,24 %
Шотландскій	6.923	8,89-	3,0I-
Кардифъ	8.07I	0,87-	2,89-

Наибольшія содержанія влаги и золы найдены:

	Влаги.	Золы.
Для Ньюкастля....	I0,5 %	6 %
- Шотландіи ...	I0 -	6 -
- Кардифа	3,5 -	3 -

Въ слѣдующихъ главахъ находится описа-

ніе опытовъ надъ сожиганіемъ дровъ и каменнаго угля въ комнатныхъ печахъ, вопросъ у насъ еще очень мало изслѣдованный, и который, однако, для нѣкоторыхъ каменноугольныхъ бассейновъ можетъ имѣть очень серьезное значеніе. За невозможностью въ немногихъ словахъ передать результаты этихъ опытовъ, мы отсылаемъ интересующихся этимъ дѣломъ въ самой книгѣ Полк.Вротновскаго. Изъ всего сказаннаго видно, что разсматриваемое сочиненіе представляетъ очень цѣнный вкладъ въ ученіе о горючемъ и имѣетъ очень важное значеніе особенно потому, что трактуетъ главнѣйше о русскихъ матеріалахъ и содержитъ описаніе опытовъ, произведенныхъ по иниціативѣ Военнаго Министерства, которые по своей обширности далеко превосходятъ то, что сдѣлано по этому вопросу въ послѣднее время за-границей.

ДАННЫЯ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНІЯ ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ДРОВЪ И КАМЕННЫХЪ УГЛЕЙ АНГЛІЙСКИХЪ И РУССКИХЪ, СОСТАВА КАМЕННЫХЪ УГЛЕЙ И КОЛИЧЕСТВА ИХЪ, ЗАМѢНЯЮЩАГО УСТАНОВЛЕННЫЕ ОТПУСКИ ДРОВЪ ДЛЯ ТОПКИ КОМНАТНЫХЪ ПЕЧЕЙ.

Развитіе сѣти желѣзныхъ дорогъ въ Россіи вызвало усиленное потребленіе дровъ какъ топлива и обусловило уменьшеніе лѣсныхъ площадей въ такой мѣрѣ, что явилась необходимость принять со стороны правительства различныя мѣры, направленныя къ сбереженію лѣсовъ.

Въ числѣ этихъ мѣръ въ 1882 г. былъ изданъ циркуляръ Военнаго министра, устанавливающій въ воинскихъ зданіяхъ Инженернаго вѣдомства замѣну отопленія дровами каменнымъ углемъ. Въ циркулярѣ этомъ между прочимъ относительно заготовленія топлива было выражено, что наиболѣе существеннаго сбереженія въ этой крупной статьѣ расхода по военному вѣдомству слѣдуетъ ожидать отъ замѣны постоянно возрастающихъ въ цѣнѣ дровъ другими болѣе дешевыми горючими матеріалами, и остается ожидать энергичнаго проведенія этой мѣры въ жизнь. На представленномъ, согласно воли Государя Императора, проектѣ этого циркуляра, Его Императорское Величество собственноручно изволилъ написать: «Совершенно одобряю. Надѣюсь только, что этотъ циркуляръ принесетъ дѣйствительную пользу, и что всѣ начальники добросовѣстно отнесутся къ нему».

При послѣдующемъ развитіи вопроса о замѣнѣ въ зданіяхъ военнаго вѣдомства отопленія дровами минеральнымъ топливомъ Военный Совѣтъ давалъ соотвѣтствующія указанія мѣстнымъ начальствамъ, и въ одномъ изъ своихъ по-

становленій въ 1884 г. между прочимъ указалъ: поручить военно-окружному начальству вводить въ употребленіе вмѣсто дровъ другіе суррогаты, хотя бы отъ того было незначительное сбереженіе расходовъ по отопленію, но имѣя при этомъ въ виду сбереженіе лѣсовъ, какъ предметъ первостепенной важности.

Вмѣстѣ съ этимъ Военнымъ Совѣтомъ въ 1881 г., по представленію Главнаго Инженернаго управленія, была установлена норма отпуска каменнаго угля для всей Россійской Имперіи въ 62 пуда, какъ замѣняющаго собою одну трехполѣнную сажень дровъ, за исключеніемъ Царства Польскаго, для котораго норма эта, въ 1889 году, установлена была въ размѣрѣ 22-хъ пудовъ каменнаго угля мѣстныхъ копей, при средней теплопроизводительной способности въ 6.280 ед. тепла, вмѣсто одной полукубической сажени дровъ польской мѣры и $1^1/_2$ полѣна дровъ этой мѣры на растопку.

Со времени установленія этихъ нормъ для отпуска каменнаго угля начали поступать заявленія о недостаточности размѣровъ этого отпуска. Вслѣдствіе этого, распространеніе примѣненія каменнаго угля для отопленія помѣщеній не могло получить достаточнаго развитія.

При послѣдующей разработкѣ вопроса объ отпускѣ дровъ для отопленія помѣщеній, введены были мѣропріятія, клонившіяся къ уменьшенію этого отпуска, а соотвѣтственно этому уменьшался и размѣръ отпуска каменнаго угля, какъ установленный въ зависимости отъ количества дровъ, отпускаемыхъ для отопленія помѣщеній; это еще больше затруднило дальнѣйшее распространеніе каменноугольнаго отопленія.

Наибольшія неудобства отъ недостаточности установленной нормы для отпуска каменнаго угля ощущались въ Варшавскомъ военномъ округѣ, гдѣ по мѣстнымъ обстоятельствамъ, вслѣдствіе возвышенія цѣнъ на дрова и при существованіи мѣстныхъ копей каменнаго угля, обусловливавшемъ полученіе угля по сравнительно невысокой цѣнѣ, ощущалась наибольшая потребность въ примѣненіи этого рода топлива.

Съ цѣлью выясненія путемъ опытовъ того количества каменнаго угля, которое надлежало бы отпускать взамѣнъ существующаго отпуска дровъ, по иниціативѣ мѣстнаго начальства Варшавскаго военнаго округа была организована коммисія, на которую возложена была эта задача.

Въ основаніе своихъ дѣйствій коммисія эта, кромѣ опредѣленіе вѣса полукубической сажени дровъ и теплопроизводительной ихъ способности, а также и одного образца каменнаго угля, взятаго изъ числа поставлявшагося подрядчикомъ для Варшавскаго гарнизона, произвела опытъ отопленія одинаковаго числа печей, устроенныхъ въ двухъ симметрично расположенныхъ помѣщеніяхъ въ одномъ и томъ же зданіи: въ одномъ дровами, а въ другомъ — каменнымъ углемъ.

Въ результатѣ своихъ занятій коммисія пришла къ заключенію, что вмѣсто установленнаго отпуска каменнаго угля въ 22 пуда, какъ замѣняющаго одну полукубическую сажень дровъ, надлежитъ отпускать 28,91 пуд., которые опредѣлились на основаніи разсчета въ зависимости отъ соотношенія между величинами теплопроизводительныхъ способностей дровъ и каменнаго угля, и вѣса одной полукубической сажени дровъ. Если же принять во вниманіе, что для достиженія отопленія помѣщеній въ одинаковой степени, какъ при топкѣ печей дровами, требовалось сжигать каменнаго угля около 10% болѣе противъ количества его, опредѣляемаго по соотношенію теплопроизводительныхъ способностей обоихъ топливъ, то коммисія опредѣлила, что размѣръ отпуска каменнаго угля долженъ составить 32 пуда и 2,64 полѣна дровъ на растопку, какъ замѣняющій одну полукубическую сажень дровъ польской мѣры.

По разсмотрѣніи результатовъ занятій этой коммисіи, Инженерный Комитетъ не призналъ условія производства опытовъ достаточно точными и выводы сдѣланные коммисіею убѣдительными. Основаніемъ къ такому заключенію служило главнымъ образомъ то обстоятельство, что производя сравнительные опыты по отопкѣ обоими видами топлива, хотя и одинаковаго размѣра помѣщеній, но занятыхъ живущими,

невозможно было одинаково урегулировать охлажденіе помѣщеній отъ случайныхъ причинъ: открыванія дверей и форточекъ. Кромѣ того, такъ какъ въ обоихъ помѣщеніяхъ невозможно было поддерживать совершенно одинаковую температуру, то окончательные выводы о потребности обоихъ видовъ топлива, для поддержанія одинаковой температуры въ обоихъ помѣщеніяхъ, приходилось основывать на разсчетахъ по охлажденію помѣщеній отъ передачи тепла черезъ ограждающія ихъ поверхности, а данныя о такой передачѣ тепла не вполнѣ точны.

Вслѣдствіе этихъ соображеній Военный Совѣтъ въ декабрѣ мѣсяцѣ 1893 г. постановилъ: предложить Главному Инженерному управленію произвести немедленно опыты относительно провѣрки правильности дѣйствующей нормы отпуска каменнаго угля для замѣны дровъ, подъ руководствомъ Инженернаго Комитета, причемъ опредѣлить не только нагрѣвательную способность мѣстнаго каменнаго угля въ Варшавскомъ военномъ округѣ и существующаго тамъ въ продажѣ, но и вообще соотвѣтствіе опредѣленной нормы въ 62 пуда и дровъ на растопку при замѣнѣ трехполѣнной сажени дровъ, для чего опыты произвести какъ въ Варшавѣ, такъ и въ Петербургѣ и въ другихъ мѣстностяхъ, гдѣ возникалъ или возникаетъ вопросъ о недостаточности этой нормы.

Во исполненіе этого постановленія Военнаго Совѣта, мнѣ было поручено составить программу производства новыхъ опытовъ, которая, послѣ предварительнаго одобренія ея членомъ Инженернаго Комитета генералъ-лейтенантомъ Войницкимъ, была утверждена Инженернымъ Комитетомъ.

Руководствуясь указаніями этой программы, были организованы подъ моимъ предсѣдательствомъ двѣ коммисіи: одна въ г. Петербургѣ, а другая въ Варшавѣ. Членами коммисій состояли:

а) Въ Петербургѣ—военные инженеры: полковникъ Васильевъ, подполковникъ Шолковскій и нѣкоторое время принималъ участіе въ занятіяхъ подполковникъ Зиборовъ; изъ состава частей войскъ Петербургскаго гарнизона—

полковники: Пельцеръ и баронъ Фитингофъ; капитаны: Бреммеръ и состоящій по инженернымъ войскамъ Ивановъ (дѣлопроизводитель коммисіи); поручики Ермолинъ, Ивашинцевъ и Флигенрингъ; представитель отъ Государственнаго Контроля губернскій секретарь Беклемишевъ.

б) Въ г. Варшавѣ—военныя инженеры: полковникъ Ощевскій-Кругликъ (принималъ нѣкоторое время участіе въ занятіяхъ коммисіи); капитаны: Аренсъ и Витманъ (принималъ нѣкоторое время участіе въ занятіяхъ); мѣстный инженеръ Шороховъ; состоящій по инженернымъ войскамъ капитанъ Ивановъ; представители частей войскъ Варшавскаго гарнизона: полковникъ Клей; поручики Гвайта, Звенигородскій; подпоручики: Флейшеръ и Арцибушевъ, и представители отъ Государственнаго Контроля: титулярный совѣтникъ Каменскій и губернскій секретарь Беклемишевъ.

Общій порядокъ занятій коммисій, при производствѣ опытовъ, состоялъ въ слѣдующемъ: 1) въ опредѣленіи количества тепла, заключающагося въ тѣхъ единицахъ мѣры, которыя установлены закономъ для отпуска дровъ, а именно: въ трехполѣнной и однополѣнной саженяхъ для всѣхъ мѣстностей Россійской Имперіи и въ полукубической сажени дровъ, составляющей единицу мѣры для губерній бывшаго Царства Польскаго; 2) въ изученіи свойствъ и теплопроизводительной способности каменныхъ углей и антрацитовъ, доставляемыхъ для г. Петербурга и для г. Одессы изъ Англіи и добываемыхъ въ бассейнахъ: Привислянскомъ, Подмосковномъ, Донецкомъ, на островѣ Сахалинѣ, въ Туркестанѣ и на Кавказѣ; 3) въ измѣреніи количества тепла, выдѣляемаго печами послѣ согрѣванія ихъ дровами, каменнымъ углемъ и антрацитомъ; 4) въ опредѣленіи количества каменнаго угля и антрацита различныхъ мѣсторожденій, какое надлежитъ отпускать вмѣсто установленнаго отпуска дровъ для топки комнатныхъ печей въ зависимости отъ соотношенія среднихъ величинъ теплопроизводительныхъ способностей каменныхъ углей, добываемыхъ въ различныхъ ихъ мѣсторожденіяхъ, и количества тепла, заключающагося въ упомянутыхъ выше единицахъ мѣры дровъ, а также и въ зависимости отъ ко-

личества тепла, выдѣляемаго печами при сожиганіи въ нихъ вѣсовыхъ эквивалентныхъ количествъ обоихъ топливъ.

Количество тепла, заключающагося въ вышеупомянутыхъ единицахъ мѣры дровъ, согласно указаніямъ программы опытовъ, надлежало опредѣлить: 1) въ зависимости отъ ихъ вѣса, который долженъ былъ быть установленъ изъ опытовъ непосредственнаго взвѣшиванія въ г. Петербургѣ: пяти трехполѣнныхъ и пятнадцати однополѣнныхъ саженей дровъ, и въ Варшавѣ десяти полукубическихъ сажень дровъ; 2) на основаніи изслѣдованія количества содержащейся въ дровахъ влажности, и 3) на основаніи опредѣленія теплопроизводительной способности породъ деревъ, входящихъ въ ихъ составъ, а именно: сосны, ели, березы, ольхи и осины.

Точно также надлежало выяснить среднія величины теплопроизводительныхъ способностей каменныхъ углей, добываемыхъ въ различныхъ ихъ мѣсторожденіяхъ, и установить среднія величины влажности, соотвѣтствующія этимъ теплопроизводительнымъ способностямъ.

Не смотря на значительное количество каменнаго угля, добываемаго во многихъ изъ мѣсторожденій его въ Россіи, составляющаго въ годъ около 192 милліоновъ пудовъ, для Привислянскаго и почти столько же для Донецкаго бассейновъ, свойства этихъ углей въ періодъ времени занятій коммисіи, и особенно величины ихъ теплопроизводительныхъ способностей, недостаточно еще были выяснены. За отсутствіемъ правительственнаго органа, въ которомъ такого рода свѣдѣнія могли бы сосредоточиваться, матеріаломъ для изученія этого вопроса могли служить лишь отрывочныя свѣдѣнія, встрѣчающіяся до сего времени въ литературѣ и составлявшія результатъ дѣятельности отдѣльныхъ личностей по изученію того или другаго изъ мѣсторожденій каменнаго угля. Наиболѣе полная группировка данныхъ о химическомъ составѣ каменныхъ углей добываемыхъ въ Россіи находилась въ сочиненіи профессора химіи Горнаго института В. Ф. Алексѣева «Ископаемые угли Россійской Имперіи въ отношеніи ихъ химическаго состава»; но сочиненіе это вышло въ свѣтъ только въ октябрѣ 1895, т. е. уже ко времени

окончанія занятій коммисіи. Свѣдѣнія эти составлены главнымъ образомъ для выясненія состава и природы каменныхъ углей главнѣйшихъ мѣсторожденій, имѣющихся въ Россіи. Они не заключаютъ въ себѣ данныхъ по изслѣдованію тѣхъ свойствъ углей, которыя составляли главнѣйшую цѣль занятій коммисіи. Въ нихъ не заключалось для многихъ изъ мѣсторожденій углей опредѣленій нагрѣвательныхъ ихъ способностей и степени ихъ гигроскопичности, въ значительной степени вліяющей на измѣненіе нагрѣвательной способности, вмѣстѣ съ измѣненіемъ содержанія въ углѣ влаги. Кромѣ того, какъ въ этомъ сочиненіи, такъ и вообще въ литературѣ, не имѣлось данныхъ по изслѣдованію свойствъ и теплопроводной способности углей Привислянскаго бассейна. Вслѣдствіе этого коммисія, находившаяся подъ моимъ предсѣдательствомъ, должна была озаботиться пополненіемъ этихъ недостававшихъ свѣдѣній.

Съ этою цѣлью были выписаны изъ Англіи по 50 пудовъ каменнаго угля непосредственно изъ копей, въ которыхъ онъ добывается, а образцы углей добываемыхъ въ Привислянскомъ бассейнѣ были частью взяты мною при посѣщеніи самыхъ копей, частью же доставлены изъ складовъ каменнаго угля, имѣвшихся на Привислянской и Ивангородско-Домбровской желѣзныхъ дорогахъ. Изслѣдованіе образцовъ этихъ углей и опредѣленіе тѣхъ данныхъ по изслѣдованію ихъ свойствъ, которыя требовались для дѣлавшихся коммисіею выводовъ, были произведены въ химическихъ лабораторіяхъ Императорскаго Русскаго Техническаго Общества и Варшавскаго университета. Для опредѣленія свойствъ каменныхъ углей остальныхъ мѣсторожденій, коммисія не имѣла въ своемъ распоряженіи образцовъ этихъ углей, и сужденіе какъ о составѣ ихъ, такъ и о величинѣ теплопроизводительной ихъ способности, она основывала на изслѣдованіяхъ тѣхъ образцовъ этихъ углей, которые находились въ лабораторіи Горнаго института въ распоряженіи профессора В. Ф. Алексѣева, при любезномъ содѣйствіи котораго въ этой лабораторіи были произведены и дополнительныя изслѣдованія образцовъ этихъ углей, не имѣвшіяся въ вышеупомянутомъ сочиненіи про-

фессора В. Ф. Алексѣева. Имѣя въ виду, что отъ болѣе правильнаго установленія величинъ теплопроизводительныхъ способностей дровъ, каменныхъ углей и антрацитовъ зависитъ и правильность опредѣленія нормъ отпуска минеральнаго топлива, коммисія озаботилась, чтобы всѣ величины нагрѣвательныхъ способностей, на которыхъ она основывала свои выводы, были опредѣлены помощью измѣренія ихъ при сожиганіи образцовъ топлива въ калориметрахъ. Опредѣленія эти сдѣланы въ лабораторіи Техническаго Общества помощью «бомбы Бертелло», а въ лабораторіи Горнаго института помощью калориметра, комбинированнаго профессоромъ Алексѣевымъ.

Руководствуясь указаніями утвержденной программы опытовъ, опредѣленіе количества тепла, выдѣляемаго комнатными печами, послѣ согрѣванія ихъ дровами, каменнымъ углемъ и антрацитомъ, предпринято было съ цѣлью выяснить, имѣется ли разница въ количествѣ тепла, выдѣляемаго послѣ нагрѣванія печей эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля, и тѣмъ разъяснить, въ какой степени въ этомъ можетъ заключаться причина заявленій о недостаточности установленной нормы отпуска минеральнаго топлива, при опредѣленіи которой не была принята во вниманіе возможность выдѣленія различнаго количества тепла при согрѣваніи печей разнаго рода топливами, такъ какъ установленная норма отпуска каменнаго угля была опредѣлена только въ зависимости отъ вѣса трехполѣнной сажени дровъ и соотношенія между теплопроизводительными способностями дровъ и каменнаго угля.

Для выполненія этого отдѣла опытовъ были построены двѣ опытныя печи: одна въ г. Варшавѣ, по типу голландскихъ печей, примѣняемому въ томъ краѣ при топкѣ печей каменнымъ углемъ, и одна въ Петербургѣ, по типу новой системы устройства печей, предложенной генералъ-лейтенантомъ Войницкимъ для топки каменнымъ углемъ, чертежи которыхъ утверждены журналами Инженернаго Комитета 14-го іюля 1888 г. за № 31 и 17-го ноября 1888 г. за № 52, черт. I. При производствѣ опытовъ печи отаплива-

лись эквивалентными количествами сосновыхъ дровъ и каменнаго угля: въ Варшавѣ—мѣстныхъ копей, а въ Петербургѣ—ньюкастльскимъ каменнымъ углемъ, полученнымъ изъ Англіи, и грушевскимъ антрацитомъ Донецкаго мѣсторожденія.

Каждая изъ опытныхъ печей заключена была въ кожухъ, устроенный изъ матеріаловъ дурно проводящихъ тепло, въ которомъ имѣлись два отверстія, снабженныя желѣзными патрубками. Въ одно изъ этихъ отверстій, расположенное внизу кожуха, входилъ воздухъ въ пространство, огражденное стѣнками кожуха, а изъ другаго онъ выходилъ нагрѣвшись опытною печью. Выдѣленное при этомъ количество тепла для нагрѣванія воздуха исчислялось на основаніи результатовъ опредѣленій объема воздуха, проходившаго около испытавшейся печи, и степени, до которой онъ нагрѣвался. Съ этою цѣлью въ желѣзныхъ патрубкахъ, устроенныхъ у отверстій въ кожухѣ, были установлены анемометры съ электрическими счетчиками, для измѣренія скорости проходившаго по патрубкамъ воздуха, и термометры для измѣренія его температуры.

Одновременно производились наблюденія для измѣренія количества тепла, передававшагося чрезъ стѣнки кожуха. Общее количество тепла, выдѣлявшееся испытавшеюся печью, получалось суммируя количество его, израсходованное на нагрѣваніе воздуха, двигавшагося внутри пространства, огражденнаго стѣнками кожуха, и переданнаго чрезъ эти стѣнки. Такъ какъ для полученія соотвѣтствующихъ результатовъ при каждой топкѣ печи испытавшагося типа требовалось передавать ей возможно одинаковое количество тепла, то для достиженія этого періодически производились химическіе анализа дыма, уходившаго въ трубу во время горѣнія топлива, и установлены были наблюденія надъ спиртовыми манометрами, соединенными съ внутреннимъ пространствомъ дымовой трубы. Окончательное сужденіе объ обстоятельствахъ, сопровождавшихъ горѣніе топлива, и о достигнутомъ при этомъ распредѣленіи тепла, развитаго при горѣніи топлива, дѣлалось на основаніи результатовъ анализа средней

порціи дыма, собиравшагося изъ дымовой трубы въ аспираторъ въ теченіе всего времени топки печи.

Во время производства каждаго опыта по измѣренію количества тепла, выдѣленнаго опытною печью послѣ ея нагрѣванія, продолжавшагося при остываніи печи, въ зависимости отъ конструкціи и рода сожигавшагося топлива, отъ 35 до 60 часовъ, установлены были непрерывныя дежурства гг. членовъ коммисіи въ теченіе дня и ночи, для производства періодическихъ наблюденій надъ показаніями анемометровъ и термометровъ, которыя записывались и зачерчивались въ соотвѣтствующіе журналы.

На основаніи произведенныхъ измѣреній количества тепла, выдѣлявшагося печами послѣ нагрѣванія ихъ эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля, выяснилось, что количество тепла, выдѣляемаго ими, меньше послѣ топки каменнаго угля, нежели послѣ топки дровами.

Съ цѣлью выясненія, отъ какихъ причинъ зависитъ такое явленіе, по окончаніи опытовъ по измѣренію количества тепла выдѣляемаго печами, были разобраны кожухи, окружавшіе опытныя печи, и сдѣланы были дополнительныя топки тѣхъ же печей какъ дровами, такъ и каменнымъ углемъ, во время которыхъ произведены были наблюденія по измѣренію температуръ продуктовъ горѣнія во время движенія ихъ по дымоходамъ, вычислены были скорости ихъ движенія и сдѣланы наблюденія надъ степенью нагрѣванія наружныхъ поверхностей печей.

Основываясь на результатахъ опытовъ, произведенныхъ по этой программѣ, и руководствуясь данными, полученными изъ лабораторій, по изслѣдованію каменныхъ углей и антрацитовъ, добываемыхъ въ главнѣйшихъ мѣсторожденіяхъ ихъ въ Россіи, коммисія раздѣлила ихъ на группы, и для каждой изъ нихъ вывела среднюю величину нагрѣвательной способности и соотвѣтствующій ей размѣръ отпуска минеральнаго топлива каждой группы.

Такъ какъ проектированный коммисіею размѣръ отпуска каменныхъ углей и антрацитовъ, вмѣсто существующаго отпуска дровъ, будетъ обезпечивать дѣйствительную потреб-

ность въ топливѣ, если качество поставляемыхъ каменныхъ углей будетъ соотвѣтствовать принятому коммисіей при исчисленіи проектированныхъ ею нормъ, то для достиженія этого на практикѣ, коммисія проектировала особые параграфы къ общимъ условіямъ, предъявляемымъ къ торгамъ на поставку минеральнаго топлива, въ которыхъ указаны требованія, какимъ это топливо, добываемое въ различныхъ его мѣсторожденіяхъ, должно отвѣчать, а также приведены указанія тѣхъ пріемовъ, которые надлежитъ примѣнять при пріемкѣ каменнаго угля для выясненія его качества.

Степень утилизаціи тепла, развиваемаго при горѣніи топлива въ печахъ, зависитъ отъ системы ихъ устройства.

Въ числѣ испытанныхъ коммисіей образцовъ печей находилась печь системы генералъ-лейтенанта Войницкаго новѣйшаго устройства, которая во время производства опытовъ отапливалась дровами и каменнымъ углемъ. Въ виду того, что закономъ установленъ размѣръ отпуска дровъ только для печей голландскихъ и не установленъ для печей этой новой системы, коммисія, производя испытаніе одного образца такой печи, имѣла возможность высказаться, въ какомъ размѣрѣ надлежало бы производить отпускъ топлива дровъ и каменнаго угля для такого рода печей. Такой же выводъ было необходимо сдѣлать и потому, что размѣръ отпуска каменнаго угля для печей этой системы временно былъ установленъ только для Московскаго округа, на основаніи теоретическихъ разсчетовъ, представленныхъ мѣстнымъ начальствомъ, безъ провѣрки ихъ на опытѣ, вслѣдствіе чего, со времени установленія этого размѣра отпуска каменнаго угля, начали поступать заявленія о недостаточности этого размѣра отпуска.

Въ вышеизложенномъ заключается перечень мотивовъ, какими были вызваны занятія коммисіи, и тѣхъ задачъ, какія были поставлены на ея разрѣшеніе на основаніи программы, выработанной для ея занятій.

Въ нижеслѣдующемъ изложеніи приводится описаніе

тѣхъ пріемовъ и способовъ производства опытовъ, какіе были примѣнены коммисіею при разрѣшеніи вопросовъ, поставленныхъ для ея изученія, и выводы, къ какимъ коммисія пришла.

ГЛАВА I.

Опредѣленіе количества тепла, заключающагося въ саженяхъ дровъ: трехполѣнной, однополѣнной и въ полукубической польской мѣрѣ.

Установленныя закономъ единицы мѣры дровъ: трехполѣнная, однополѣнная сажени. Опредѣленіе вѣса этихъ саженей дровъ. Взятіе образцовъ дровъ. Вѣсъ дровъ сосновыхъ и еловыхъ, входившихъ въ составъ трехполѣнной сажени, опредѣлившійся на опытахъ и соотвѣтствующій среднему содержанію въ нихъ влаги за время топочнаго періода. Теплопроизводительныя способности сосны, ели, березы, ольхи и осины. Установленіе количества тепла, заключающагося въ трехполѣнной и однополѣнной саженяхъ дровъ, соотвѣтствующаго среднему содержанію влаги въ дровахъ за время топочнаго періода. Полукубическая сажень дровъ. Установленіе вѣса ея, средняго содержанія влаги за время топочнаго періода. Количество тепла, заключающагося въ полукубической сажени при среднемъ содержаніи влажности въ дровахъ.

Количество тепла, заключающагося въ данномъ объемѣ дровъ, составленномъ изъ тѣхъ породъ дерева, какія установлены закономъ, зависитъ отъ вѣса дровъ, входящихъ въ составъ этого объема, и отъ величины теплопроизводительной ихъ способности при той степени влажности, какая въ дровахъ заключается. Произведеніе этихъ цифръ выражаетъ искомую величину количества тепла, заключающагося въ разсматриваемомъ объемѣ дровъ.

Нормальною единицей мѣры отпуска дровъ во всѣхъ мѣстностяхъ Имперіи, за исключеніемъ Петербурга и губерній Царства Польскаго, закономъ установлена трехполѣнная сажень, составленная изъ полѣньевъ длиною отъ 8 до 10 (въ среднемъ 9) четвертей, уложенныхъ въ полѣнницу, имѣющую ширину и высоту 1 сажень. При такомъ размѣрѣ трехполѣнная сажень составляетъ 0,75 куб. саж., и объемъ ея имѣетъ 257,25 куб. фут. Трехполѣнная сажень составляется изъ сосновыхъ плахъ, и въ числѣ ихъ допускается имѣть не болѣе половины еловыхъ.

Всѣ отпуски дровъ установлены закономъ въ трехполѣнныхъ саженяхъ и въ ея доляхъ; а въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ такихъ дровъ, какія входятъ въ составъ трехполѣнной сажени, не встрѣчается, также какъ и при отпускѣ другаго рода топлива, закономъ разрѣшено устанавливать то количество этихъ топливъ, какъ-то: соломы, хвороста и проч., какое можетъ замѣнить трехполѣнную сажень, съ тѣмъ чтобы всѣ размѣры отпуска топлива выражать въ трехполѣнныхъ саженяхъ дровъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ нужно указать стоимость различныхъ сортовъ топливъ, закономъ установлено, что ее слѣдуетъ выражать не въ стоимости тѣхъ веществъ, которыя вмѣсто одной трехполѣнной сажени дровъ употребляются, а показывать стоимость одной трехполѣнной сажени дровъ въ зависимости отъ стоимости такого количества веществъ, которыя ее замѣняютъ, для того чтобы другаго наименованія топлива какъ трехполѣнная сажень дровъ нигдѣ не встрѣчалось.

Для Петербурга и его окрестностей, кромѣ отпуска дровъ трехполѣнными саженями, законъ предусматриваетъ также отпускъ дровъ и однополѣнными саженями.

Однополѣнная сажень дровъ выкладывается изъ полѣньевъ длиною отъ 8 до 10 вершк. (въ среднемъ въ 9 вершк.) въ полѣнницы, имѣющія высоту и ширину въ 1 саж. При этихъ размѣрахъ однополѣнная сажень имѣетъ 64,31 куб. фута. Въ однополѣнной сажени допускается имѣть $^1/_4$ осиновыхъ дровъ, а въ составѣ остальнаго количества березовыхъ дровъ не болѣе $^1/_2$ ольховыхъ. Дрова могутъ быть круглыя и колотыя: круглыя не тоньше 2 вершк. въ отрубѣ, а колотыя всякой толщины; въ числѣ этихъ дровъ можетъ быть не болѣе $^1/_{15}$ части съ сучьями, кои допускаются не длиннѣе 1 вершка, и притомъ чтобы были сухіе, не гнилые, не мозглявые, не труховатые, доставляемые на судахъ, а не въ плотахъ.

Указанія закона относительно единицъ мѣры, установленныхъ для отпуска дровъ, обусловливаютъ только общіе размѣры объемовъ трехполѣнныхъ и однополѣнныхъ саженей дровъ, не указывая ни объема древесной массы, какой дол-

женъ въ нихъ заключаться, ни вѣса дровъ, входящихъ въ ихъ составъ, ни содержанія влажности, а относительно количества каждаго сорта дровъ, входящаго въ ихъ составъ, даны указанія предѣловъ, болѣе которыхъ тѣхъ или другихъ сортовъ не должно заключаться. Такъ какъ объемъ древесной массы и вѣсъ дровъ, заключающихся въ данномъ объемѣ, зависятъ отъ размѣровъ поперечнаго сѣченія полѣньевъ и степени плотности ихъ укладки, и такъ какъ въ зависимости отъ вѣса одной сажени дровъ опредѣляется то количество тепла, какое въ ней заключается, а отъ этого въ свою очередь зависитъ количество каменнаго угля, замѣняющее количество тепла, которое получается частями войскъ при существующемъ отпускѣ дровъ, то было установлено, что слѣдуетъ опредѣлить вѣсъ трехполѣнной и однополѣнной саженей дровъ при такихъ условіяхъ ихъ пріемки, какія практикуются въ войскахъ, произведя взвѣшиваніе дровъ на дровяныхъ дворахъ частей войскъ, расположенныхъ въ Петербургѣ. При этомъ количество еловыхъ дровъ въ составѣ трехполѣнной сажени принято было такимъ, какое заключалось въ дровахъ, выставленныхъ на этихъ дворахъ, и составляло $^1/_4$ общаго объема. Количество дровъ березовыхъ, ольховыхъ и осиновыхъ въ составѣ однополѣнной сажени установлено было руководствуясь вышеприведенными указаніями закона, въ размѣрѣ первыхъ двухъ $^3/_8$, а осиновыхъ $^2/_8$ отъ объема одной однополѣнной сажени. Сорта эти были выложены въ каждой полѣнницѣ дровъ отдѣльно и вѣсъ каждаго сорта дровъ опредѣлялся также отдѣльно.

Руководствуясь указаніями программы, установленной для производства опытовъ, вѣсъ одной трехполѣнной сажени дровъ былъ установленъ изъ результатовъ взвѣшиванія пяти такихъ саженей дровъ, а однополѣнной сажени—изъ результатовъ взвѣшиванія пятнадцати однополѣнныхъ сажень дровъ. Взвѣшиванія были произведены осенью 1894 г. *): трехполѣнныхъ саженей дровъ 27-го октября и однополѣнныхъ 9-го ноября. Одновременно съ производствомъ взвѣшиванія дровъ

*) На дровяномъ дворѣ л.-гв. Коннаго полка.

были взяты образцы ихъ въ формѣ параллелопипедовъ, которые были заключены въ стеклянныя банки съ герметически притертыми пробками и отправлены въ лабораторію Императорскаго Русскаго Техническаго Общества для опредѣленія количества содержащейся въ нихъ влаги, удѣльнаго вѣса и вѣса 1 куб. фунта влажнаго и сухаго дерева, а равно и теплопроизводительной способности породъ дерева, входившихъ въ составъ трехполѣнной и однополѣнной саженей дровъ. Такихъ образцовъ было взято 5 изъ трехполѣнной сажени; изъ нихъ 4 изъ сосновыхъ дровъ и 1 изъ еловыхъ, и 15 образцовъ изъ однополѣнныхъ саженей, что́ составляетъ по 5 образцовъ изъ каждаго сорта дерева: березы, ольхи и осины, входившихъ въ составъ 15-ти саж. взвѣшивавшихся однополѣнныхъ дровъ.

Результаты полученныхъ взвѣшиваній и опредѣленій вышеперечисленныхъ величинъ, сдѣланныхъ въ лабораторіи, показаны въ таблицѣ I, гдѣ въ особыхъ графахъ приведены также среднія цифры изъ сдѣланныхъ взвѣшиваній и опредѣленій.

Данныя о количествѣ содержанія влаги въ дровахъ, помѣщенныя въ таблицѣ I, указываютъ, что наименьшее количество ея заключалось въ дровахъ, входившихъ въ трехполѣнную сажень, и опредѣлилось для сосновыхъ дровъ въ 17,79%, а для еловыхъ—12,69%. Въ дровахъ, входившихъ въ составъ однополѣнныхъ саженей, содержаніе влаги оказалось значительно бо́льшимъ и составило въ среднемъ для березы 26,454%, для ольхи 31,738% и для осины 31,018% отъ вѣса влажныхъ образцовъ дровъ. Это зависѣло отъ того, что сосновыя и еловыя дрова были горныя, доставленныя изъ лѣсу къ мѣсту сплава сухимъ путемъ, а въ Петербургъ на баркахъ, остальные же сорта дровъ, входившіе въ однополѣнныя сажени, хотя и были доставлены въ Петербургъ на баркахъ, но изъ лѣсу до мѣста погрузки ихъ въ барки доставлялись сплавомъ по рѣкамъ, въ формѣ полѣнницъ, какъ это практикуется въ большинствѣ случаевъ.

Вслѣдствіе этого для выясненія съ большею точностью количества влаги, заключающейся въ однополѣнныхъ дровахъ,

употребляемыхъ для отопленія въ Петербургѣ, а также для установленія средней величины влаги, заключающейся въ дровахъ въ теченіе топочнаго періода, кромѣ взвѣшиванія однополѣнныхъ дровъ, произведеннаго осенью 1894 г., такое взвѣшиваніе было сдѣлано и весною, 15-го мая 1895 г.*), и взяты были образцы какъ изъ этихъ дровъ, такъ и изъ сосновыхъ и еловыхъ, которые заключены были въ герметическія банки и отправлены въ лабораторію Техническаго Общества для сдѣланія тѣхъ же опредѣленій, какія были исполнены и для образцовъ дровъ, взятыхъ осенью 1894 г. Опредѣленіе вѣса дровъ, входившихъ въ составъ однополѣнныхъ саженей, сдѣлано было непосредственнымъ взвѣшиваніемъ выдѣленныхъ для этого 15 саж. изъ количество дровъ, находившихся на дровяномъ дворѣ. Дрова были уложены такъ, какъ это обыкновенно принято дѣлать при ихъ пріемкѣ, и количество разныхъ породъ дерева, входившаго въ ихъ составъ, было то же, какъ это было установлено и при взвѣшиваніи такихъ дровъ, произведенномъ осенью 1894 г., а именно въ каждой сажени заключалось по $^3/_8$ объема березовыхъ и ольховыхъ, и $^2/_8$ объема осиновыхъ, которыя были выложены отдѣльными слоями.

Образцы дровъ для опредѣленія содержанія въ нихъ влажности были взяты слѣдующимъ образомъ: изъ каждаго изъ сортовъ дровъ, входившихъ въ составъ 15-ти однополѣнныхъ саж., было взято по четыре полѣна, которыя перепилены были поперекъ въ двухъ мѣстахъ, и изъ выдѣланныхъ такимъ образомъ кусковъ полѣна были сдѣланы параллелопипеды, заключенные каждый въ отдѣльную стеклянную банку въ герметически притертою пробкой, а полученныя опилки отъ перепиливанія всѣхъ полѣньевъ одного сорта дровъ были собраны въ особую банку съ такою же пробкой. Опилки предназначились для опредѣленія средняго содержанія влаги въ дровахъ, а параллелопипеды для всѣхъ остальныхъ опредѣленій. Такимъ образомъ было взято для дровъ березовыхъ, ольховыхъ и осиновыхъ по четыре штуки,

*) На дровяномъ дворѣ л.-гв. Измайловскаго полка.

изъ которыхъ три были въ видѣ параллелопипедовъ, а четвертый въ формѣ опилокъ; всего двѣнадцать образчиковъ. Для дровъ, входящихъ въ составъ трехполѣнной сажени: еловыхъ и сосновыхъ, было выбрано изъ различныхъ мѣстъ склада этихъ дровъ по пяти полѣньевъ, которыя были перепилены поперекъ, и полученныя опилки заключены были въ закрытыя герметически банки для изслѣдованія ихъ въ лабораторіи. Независимо отъ этого изъ тѣхъ же полѣньевъ еловыхъ дровъ было взято два параллелопипеда для производства въ лабораторіи остальныхъ изслѣдованій, чтобы пополнить число наблюденій по опредѣленію удѣльнаго вѣса дерева влажнаго и сухаго, и вѣса 1 куб. его фута въ сухомъ и влажномъ состояніи, такъ какъ данныя эти были опредѣлены изъ изслѣдованія только одного образца, взятаго изъ дровъ, взвѣшивавшихся 27-го октября 1894 г. Взвѣшиванія дровъ, трехполѣнной сажени, весною 1895 г. не было повторено, такъ какъ вѣсъ этотъ опредѣленъ былъ весною 1894 г.

78683

Устанавливая способъ взятія образцовъ дровъ для опредѣленія средняго содержанія въ нихъ влаги собираніемъ опилокъ, получавшихся при поперечномъ перепиливаніи нѣсколькихъ полѣньевъ, имѣлось въ виду составить образецъ съ содержаніемъ влаги возможно ближе, соотвѣтствующемъ среднему количеству ея, заключавшемуся въ взвѣшивавшихся дровахъ. Достигалось это тѣмъ, что въ собранныхъ такимъ образомъ опилкахъ заключались полученныя изъ всѣхъ слоевъ полѣньевъ, и такъ какъ содержаніе влаги можетъ быть въ различныхъ слояхъ каждаго полѣна не одинаково, то, при надлежащемъ перемѣшиваніи всего количества собранныхъ опилокъ, они представятъ содержаніе влаги, въ достаточной степени близкое къ содержавшемуся въ изслѣдовавшемся количествѣ дровъ.

Результаты взвѣшиванія дровъ и сдѣланныхъ опредѣленій при изслѣдованіи образцовъ ихъ, взятыхъ 15-го мая 1895 г., въ лабораторіи Техническаго Общества показаны въ соотвѣтствующихъ столбцахъ таблицы I.

Для установленія средняго содержанія влажности въ

дровахъ, изъ числа цифръ, помѣщенныхъ въ таблицѣ I, приняты были данныя по опредѣленію содержанія влаги въ образцахъ дровъ взятыхъ осенью въ формѣ параллелопипедовъ и въ образцяхъ дровъ взятыхъ весною въ формѣ опилокъ, выпиленныхъ изъ дровъ на дровяномъ дворѣ. При этомъ не были приняты во вниманіе данныя по опредѣленію содержанія влаги въ опилкахъ, выдѣланныхъ въ лабораторіи изъ образцовъ дровъ въ формѣ параллелопипедовъ, доставленныхъ осенью 1894 г., вслѣдствіе выяснившейся большой разницы въ количествахъ влаги при опредѣленіи въ лабораторіи, содержанія ея въ образцахъ дровъ, имѣвшихъ форму параллелопипедовъ, и въ опилкахъ, выдѣланныхъ изъ этихъ образцовъ. Разница эта могла обусловливаться тѣмъ, что содержаніе влаги въ опилкахъ могло измѣняться во время процесса полученія ихъ изъ доставленныхъ въ лабораторію образцовъ дровъ въ формѣ параллелопипедовъ. Вслѣдствіе этого данныя по содержанію влаги въ такихъ опилкахъ, помѣщенныя въ строкѣ 2, *а*, въ столбцахъ заключающихъ данныя для опытовъ 27-го октября и 9-го ноября 1894 г. таблицы I, не были приняты во вниманіе при выводахъ средняго содержанія влаги въ дровахъ въ теченіе отопочнаго періода времени года. Такимъ образомъ для дровъ, входившихъ въ составъ трехполѣнной сажени, содержаніе влаги опредѣлилось въ слѣдующемъ размѣрѣ:

		Для сосны	Для ели
Въ образцахъ взятыхъ	27-го октября 1894 г.	22,085%	14,30%
	15-го мая 1895 г.	16,590%	18,77%
	Среднее содержаніе влаги	19, 34%	16,35%

Изъ взвѣшиванія пяти трехполѣнныхъ саженей дровъ, произведеннаго осенью 1894 г., средній вѣсъ одной трехполѣнной сажени дровъ опредѣлился въ 172,667 пуда, при содержаніи влаги въ дровахъ сосновыхъ 22,085 и въ еловыхъ 14,3%. При взвѣшиваніи не были опредѣлены отдѣльно вѣса сосновыхъ и еловыхъ дровъ, входившихъ въ составъ трехполѣнной сажени. Опредѣленіе этихъ вѣсовъ можетъ быть сдѣлано на основаніи данныхъ, опредѣленныхъ при

изслѣдованіи образцовъ дровъ, показанныхъ въ таблицѣ I, руководствуясь слѣдующими соображеніями:

Называя чрезъ y вѣсъ еловыхъ дровъ, входящихъ въ составъ трехполѣнной сажени дровъ въ размѣрѣ $^1/_4$ ея объема, и чрезъ x вѣсъ такого же объема сосновыхъ дровъ, и такъ какъ сосновыхъ дровъ заключается въ трехполѣнной сажени $^3/_4$ ея объема, то можно составить уравненіе

$$3\,x + y = 172{,}667 \text{ пуд.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (a)$$

Допуская пропорціональность вѣсовъ дровъ въ укладкѣ вѣсу ихъ единицы объема, и взявъ изъ таблицы I средніе вѣса 1 куб. фута сосны и ели, отношеніе между искомыми вѣсами дровъ будетъ

$$\frac{x}{y} = \frac{0{,}8562}{0{,}6909} = 1{,}2392,$$

откуда

$$x = 1{,}2392 \times y;$$

а подставляя эту величину x въ уравненіе (a), найдемъ

$$3 \times 1{,}2392 \times y + y = 172{,}67,$$

и вѣсъ еловыхъ дровъ y опредѣлится

$$y = \frac{172{,}667}{4{,}7176} = 36{,}62 \text{ пуд.},$$

а вѣсъ сосновыхъ дровъ, входящихъ въ составъ трехполѣнной сажени, будетъ $172{,}67 - 36{,}62 = 135{,}047$ пуд.

Для установленія количества тепла, заключающагося въ одной трехполѣнной сажени дровъ при среднемъ содержаніи влажности, опредѣленномъ для всего топочнаго періода, въ дровахъ сосновыхъ въ $19{,}34^0/_0$, и въ дровахъ еловыхъ въ $16{,}35^0/_0$, нужно опредѣлить вѣсъ дровъ, входящихъ въ составъ одной трехполѣнной сажени при этомъ содержаніи въ нихъ влаги. Для этого, пользуясь данными по изслѣдованію образцовъ дровъ, полученными въ лабораторіи, и выводами изъ нихъ, помѣщенными въ таблицѣ I, можно установить объемъ древесной массы, заключающейся въ сосновыхъ и еловыхъ дровахъ, входящихъ въ составъ трехполѣнной сажени; по этому объему и вѣсу 1 куб. фута сухаго дерева и вѣсу воды въ 1 куб. футѣ дерева,

соотвѣтствующему содержанію 1% влаги, можно опредѣлить вѣсъ сосновыхъ и еловыхъ дровъ, входящихъ въ составъ трехполѣнной сажени при данномъ размѣрѣ ихъ влажности. Объемъ древесной массы сосны и ели въ составѣ трехполѣнной сажени дровъ получится какъ частное отъ раздѣленія вѣса сосновыхъ и еловыхъ дровъ, входящихъ въ составъ этой сажени, на вѣсъ 1 куб. фута сосны и ели при той степени влажности, какая въ дровахъ заключалась, величины которыхъ приведены въ таблицѣ I.

Такимъ образомъ получимъ, что въ объемѣ трехполѣнной сажени дровъ заключается древесной массы:

$$\text{сосны } \frac{136{,}047}{0{,}8562} = 158{,}88 \text{ куб. фут.}$$

$$\text{ели } \frac{36{,}62}{0{,}6909} = 52{,}92 \text{ куб. фут.}$$

Весь объемъ древесной массы=211,80 куб. фут.

Отношеніе объема древесной массы ко всему объему трехполѣнной сажени составитъ

$$\frac{211{,}80}{257{,}20} = 0{,}823.$$

Вѣсъ воды, соотвѣтствующій содержанію влаги въ 1% въ 1 куб. футѣ сосновыхъ дровъ, показанъ въ графѣ 5 таблицы I равнымъ $\frac{0{,}11622}{40}$ пуда. Для еловыхъ дровъ онъ можетъ быть принятъ какъ среднее изъ данныхъ, показанныхъ въ той же таблицѣ для образца дровъ, взятаго для изслѣдованія 27-го октября 1895 г. Вѣсъ этотъ опредѣлится равнымъ

$$\frac{0{,}02797+0{,}17896+0{,}13700}{3} + \frac{1}{40} = \frac{0{,}11464}{40} \text{ пуд.}$$

Тогда вѣсъ трехполѣнной сажени дровъ, при среднемъ содержаніи въ нихъ влаги, опредѣленномъ за время топочнаго періода для сосны 19,34% и ели 16,535%, будетъ

$$158{,}88\left(0{,}7928+19{,}34\,\frac{0{,}11662}{40}\right)+$$

$$+52{,}92\left(0{,}6739+16{,}535\,\frac{0{,}11464}{40}\right)=\overbrace{134{,}89}^{\text{сосна}}+\overbrace{38{,}17}^{\text{ель}}=173{,}06 \text{ п.}$$

Количество тепла, заключающагося въ трехполѣнной сажени дровъ. При среднемъ содержаніи въ дровахъ влаги за время топочнаго періода это количество тепла получится въ зависимости отъ теплопроизводительной способности сосны, соотвѣтствующей содержанію въ ней влаги въ 19,34%, а ели при влажности въ 16,535%.

Для опредѣленія этихъ теплопроизводительныхъ способностей составъ дровъ былъ принятъ показанный въ нижеслѣдующей таблицѣ А.

Таблица А.

Химическій составъ сухаго дерева.						
Порода деревъ.	Углеродъ C.	Водородъ H.	Кислородъ и азотъ O + N.	Свободный водородъ.	Зола.	На основаніи какихъ данныхъ
Сосна . . .	49,87	6,09	43,41	0,79	0,63	По Гейнцу и Беру.
Ель	50,63	6,20	42,17	1,036	1,00	По Веденяпину и Бунге (принимая золы 1%).
Береза . . .	48,29	6,19	43,93	0,824	0,99	По Гейнцу и Беру.
Ольха . . .	48,63	5,94	44,75	0,472	0,68	По Гейнцу и Беру.
Осина . . .	48,84	6,20	O = 42,35 N = 0,88	0,907	1,73	По Веденяпину изъ проекта положенія довольствія топливомъ

Теплопроизводительная способность, опредѣленная въ лабораторіи Русскаго Техническаго Общества помощью бомбы Бертелло, по перечисленіи ея на сухія дрова, составила:

для сосны . . . . . 4.907 ед. тепл.
» ели. . . . . 4.857 »
» березы . . . . . 4.967,6 »
» ольхи . . . . . 5.047 »
» осины . . . . . 4.892,6 »

Дѣлая пересчетъ этихъ величинъ теплопроизводительныхъ способностей при вышеуказанномъ содержаніи въ сосновыхъ и еловыхъ дровахъ влаги и вычитая потерю тепла на обращеніе въ пары воды при 100° Ц. водорода, заключающагося въ дровахъ ($9H+Aq$) 637, какая потеря тепла неизбѣжна въ обыкновенно устраиваемыхъ тепловыхъ приборахъ, получимъ слѣдующія величины теплопроизводительныхъ способностей:

Для сосны

$$F^{100}_{\text{вл.}(19,34)}=4.907\left(\frac{100-19,34}{100}\right)-$$

$$-\frac{1}{100}\left\{\frac{9\ (100-19,34)\ 6,09}{100}+19,34\right\}637=3.551,4 \text{ ед. т.}$$

Для ели

$$F^{100}_{\text{вл.}(16,635)}=4.859\left(\frac{100-16,535}{100}\right)-$$

$$-\frac{1}{100}\left\{\frac{9\ (100-16,535)\ 6,2}{100}+16,535\right\}637=3.653 \text{ ед. т.}$$

Поэтому количество тепла, заключающееся въ трехполѣнной сажени дровъ, составитъ

$$134,89\times3551+38,17\times3653=618.483 \text{ ед. т.}$$

Опредѣленіе количества тепла, заключающагося въ однополѣнной сажени дровъ. Результаты опытовъ по взвѣшиванію дровъ, входившихъ въ составъ однополѣнныхъ сажень, и данныя по опредѣленію содержанія въ нихъ влажности, соотвѣтствующей этимъ вѣсамъ, найденнымъ при взвѣшиваніи дровъ, произведенномъ осенью и весною, сгруппированы въ нижеслѣдующей таблицѣ Б, въ которой выведены и среднія величины сортовъ дровъ, входившихъ въ составъ однополѣнныхъ сажень, отвѣчающія среднему содержанію влаги въ дровахъ за время топочнаго періода.

Таблица Б.

По даннымъ.	Березовыя.		Ольховыя		Осиновыя.		Общій вѣсъ одно-полѣнной сажени.	Примѣчанія.
	Влажность %.	Вѣсъ пуд.	Влажность %.	Вѣсъ пуд.	Влажность %.	Вѣсъ пуд.		
Изъ опытовъ:							пуд.	Влажность опредѣлена:
9-го ноября 1894 г . . .	28,058	25,51	36,996	20,48	41,872	14,39		По образцамъ дровъ, взятымъ въ формѣ параллелопипедовъ.
15-го мая 1895 г	20,09	22,40	16,47 *)	20,12	20,31	13,25		По образцамъ дровъ, взятымъ въ формѣ опилокъ.
Среднія величины . . .	24,074	23,955	26,773	20,30	21,091	13,82	58,075	

*) Если сопоставить данныя, приведенныя въ этой таблицѣ относительно содержанія влажности въ образцахъ дровъ, взятыхъ на дровяномъ дворѣ въ формѣ опилокъ, съ опредѣленіями величины ея, сдѣланными по образцамъ дровъ, доставленнымъ въ лабораторію, въ формѣ параллелопипедовъ, получившимися для березы въ 24,45%, для ольхи 24,155% и для осины 26,2825%, то наибольшая разница усматривается въ опредѣленіяхъ, сдѣланныхъ для образцовъ ольхи. За неимѣніемъ возможности судить, какими обстоятельствами обусловлена эта разница въ выводѣ средней величины содержанія влаги въ дровахъ за время топочнаго періода для ольховыхъ дровъ, также какъ и для остальныхъ сортовъ ихъ, на основаніи вышеприведенныхъ соображеній, приняты данныя для сужденія о содержаніи влаги, получившіяся изъ изслѣдованія образцовъ, доставленныхъ въ лабораторію въ формѣ опилокъ. Если бы при опредѣленіи влажности руководствоваться тѣмъ соображеніемъ, что средняя величина ея могла бы быть установлена тѣмъ точнѣе, чѣмъ больше взято данныхъ для ея опредѣленія, то принявъ и то содержаніе влаги, которое найдено въ параллелопипедахъ, средняя величина ея для ольхи получилась бы въ 25,87%, что обусловило бы разницу, при сравненіи съ принятою величиной ея, въ 0,86%. Точно также для дровъ березовыхъ и осиновыхъ эта разница выразилась бы числами 0,086% и 1,603%, а эти предѣлы отклоненій указываютъ, что при тѣхъ разнообразныхъ условіяхъ, отъ которыхъ зависитъ правильность установленія размѣра и влажности, содержащейся въ дровахъ, выведенныя въ таблицѣ Б среднія величины ея въ достаточной степени близки къ дѣйствительности.

Такъ какъ вѣсъ каждаго изъ сортовъ дровъ, входившихъ въ составъ однополѣнной сажени въ количествѣ указанномъ закономъ, былъ опредѣленъ непосредственнымъ опытомъ, то средніе вѣса этихъ дровъ, показанные въ таблицѣ Б, могутъ служить непосредственно для вывода количества тепла, заключающагося въ однополѣнной сажени дровъ, не прибѣгая къ тому способу вычисленія, который былъ примѣненъ для опредѣленія вѣса дровъ, входившихъ въ составъ трехполѣнной сажени. Для этого слѣдуетъ опредѣлить теплопроизводительную способность березы, ольхи и осины, соотвѣтствующую среднему содержанію въ дровахъ влаги за время топочнаго періода.

Дѣлая эти опредѣленія на основаніи данныхъ, полученныхъ при измѣреніи теплопроизводительной способности дровъ помощью калориметра, которыя по перечисленію ихъ на сухія дрова были приведены выше, получимъ:

а) для березы

$$F^{100}_{\text{вл.}(24,074)} = 4.967,6\left(\frac{100-24,074}{100}\right) - \frac{1}{100}\left\{\frac{9\,(100-24,076)\,6,19}{100} + 24,074\right\}637 = 3.350 \text{ ед. т.}$$

б) для ольхи

$$F^{100}_{\text{вл.}(26,733)} = 5.047\left(\frac{100-26,733}{100}\right) - \frac{1}{100}\left\{\frac{9\,(100-26,733)\,5,94}{100} + 26,733\right\}637 = 3.280 \text{ ед. т.}$$

в) для осины

$$F^{100}_{\text{вл.}(31,091)} = 4.892,5\left(\frac{100-31,091}{100}\right) - \frac{1}{100}\left\{\frac{9\,(100-31,091)\,6,20}{100} + 31,091\right\}637 = 2.928,29 \text{ ед. т.}$$

На основаніи этого, количество тепла, заключающееся въ одной однополѣнной сажени дровъ, при среднемъ содержаніи въ дровахъ влаги, соотвѣтствующемъ топочному періоду, опредѣлится въ количествѣ $23,955 \times 3.350 + 20,3 \times 3.280 + 13,82 \times 2.928,29 = 187.302$ ед. тепла пудо-цельзіевыхъ.

Количество тепла, заключающагося въ полукубической сажени дровъ польской мѣры. Для губерній бывшаго Царства Польскаго единица мѣры для отпуска дровъ установлена положеніемъ 1866 г., дѣйствующимъ по настоящее время. Положеніемъ этимъ установленъ отпускъ только сосновыхъ дровъ, а размѣры полукубической сажени въ польскихъ мѣрахъ указаны слѣдующіе: въ длину и вышину по 6-ти фут., а въ ширину 3 фута, вообще же въ объемѣ ея должно заключаться 108 куб. фут., что составляетъ 97,117 куб. фут. русской мѣры. Полукубическая сажень раздѣляется на 120 полѣньевъ; каждое полѣно должно быть длиною 3 фута или $1^1/_2$ локтя, а въ поперечномъ сѣченіи имѣть форму сектора при длинѣ радіусовъ въ 6, а дуги въ 9 дюйм. польскихъ.

При объемѣ одного полѣна $27 \times 36 = 972$ куб. дюйм. польскихъ, объемъ древесной массы, который, согласно положенію, долженъ былъ заключаться въ одной полукубической сажени, составляетъ

$\frac{972 \times 120}{1728} = 67{,}5$ куб. фут. польской мѣры, или $67{,}5 \times 0{,}84376 = 56{,}954$ куб. фут. русскихъ *).

Для установленія средняго вѣса дровъ, заключающихся въ одной полукубической сажени, руководствуясь требованіями установленной программы для производства опытовъ, было изготовлено 1.200 полѣньевъ вышеуказаннаго размѣра, входящихъ въ составъ 10-ти полукубическихъ саженей, и средній вѣсъ одной полукубической сажени изъ взвѣшиванія этого количества дровъ опредѣлился въ 60,366 пуд., а одного полѣна—0,50304 пуда, или 20,1216 фунт.

Для опредѣленія средней влажности дровъ, соотвѣтствующей этому вѣсу, изъ десяти полукубическихъ саженей дровъ были взяты семь образцовъ въ формѣ кусковъ (параллелопипедовъ), которые въ герметически закрытыхъ банкахъ были отправлены въ лабораторію Императорскаго Варшавскаго

*) 1 польскій футъ=11,339 русск. дюймамъ=0,94491 русск. фут.; 1 польск. куб. футъ=0.84376 русск. фута.

университета, для опредѣленія какъ влажности, такъ и удѣльнаго вѣса, и вѣса 1 куб. фута влажнаго и сухаго дерева.

Такъ какъ въ лабораторіи Варшавскаго университета не имѣлось калориметра, то для опредѣленія теплопроизводительной способности польской сосны образцы отъ взвѣшивавшихся дровъ были доставлены въ Петербургъ, въ лабораторію Русскаго Техническаго Общества.

Результаты взвѣшиванія дровъ и опредѣленій, сдѣланныя въ лабораторіяхъ, показаны въ таблицѣ II.

Изъ данныхъ, помѣщенныхъ въ этой таблицѣ, усматривается, что влажность дровъ, опредѣленная по изслѣдованію содержанія ея въ семи образцахъ, взятыхъ изъ 10-ти полукубическихъ саженей дровъ, составляетъ въ среднемъ 18,4 % отъ вѣса дровъ. Въ числѣ образцовъ, отправленныхъ въ лабораторію, заключался одинъ, имѣвшій, по наружному виду, наибольшую влажность. Содержаніе влаги въ образцахъ измѣнялось въ предѣлахъ отъ 13,39% до 31,44%.

При изслѣдованіи образцовъ содержаніе въ нихъ влажности опредѣлялось при высушиваніи образцовъ, взятыхъ въ формѣ параллелопипедовъ, до температуры 100—105° Ц., безъ обращенія ихъ въ опилки.

Опредѣленный такимъ образомъ средній размѣръ содержанія влаги въ дровахъ въ 18,4% относится къ 10-ти полукубическимъ саженямъ, взятымъ изъ склада дровъ, учрежденнаго въ гор. Варшавѣ для отпуска топлива всѣмъ войскамъ расположеннымъ въ городѣ, и выражаетъ содержаніе влаги въ дровахъ, заключавшейся осенью 1894.

Для установленія средняго содержанія влаги въ дровахъ за время топочнаго періода, сдѣланы были опредѣленія ея по образцамъ, взятымъ изъ этого же склада дровъ 20-го февраля 1895 г. Къ этому времени на складѣ имѣлось около 6.000 полукубическихъ саж. дровъ.

Образцы эти были взяты въ формѣ опилокъ, получавшихся отъ поперечнаго перепиливанія нѣсколькихъ полѣньевъ, взятыхъ изъ различныхъ мѣстъ склада, изъ количества дровъ обыкновеннаго размѣра, отпускаемыхъ войскамъ и изъ дровъ нормальныхъ размѣровъ, оставшихся съ осени въ складѣ и

служившихъ коммисіи для установленія средняго вѣса дровъ, заключающихся въ полукубической сажени.

Чтобы получить опилки съ содержаніемъ влаги возможно близко подходящимъ къ средней величинѣ влаги, заключающейся въ дровахъ, полѣнья перепиливались у концовъ ихъ и посрединѣ. Получавшіяся при перепиливаніи полѣньевъ опилки собирались отдѣльно отъ полѣньевъ обыкновенныхъ размѣровъ и отъ полѣньевъ имѣвшихъ нормальную мѣру.

Полученныя отъ каждаго сорта полѣньевъ опилки, послѣ тщательнаго перемѣшиванія, были помѣщены въ двухъ отдѣльныхъ банкахъ съ герметически притертыми пробками, и въ такомъ видѣ доставлены были въ лабораторію. Въ тѣ же банки были помѣщены также и образцы дровъ, изъ полѣньевъ, имѣвшихъ обыкновенные размѣры, выдѣланные въ формѣ кусочковъ дерева.

Опредѣленіе содержанія влаги изъ образцовъ дровъ, доставленныхъ въ видѣ опилокъ, дѣлалось высушиваніемъ навѣсокъ надъ эксикаторомъ. Кусочки же дерева обращались въ лабораторіи предварительно въ опилки, которые высушивались такимъ же образомъ до полученія постояннаго вѣса навѣски.

Результаты этихъ изслѣдованій помѣщены въ таблицѣ II.

Данныя этой таблицы указываютъ, что средній размѣръ влаги въ образцахъ дровъ доставленныхъ въ опилкахъ, взятыхъ изъ полѣньевъ нормальнаго размѣра, составлялъ 20,98%, а изъ образцовъ дровъ обыкновеннаго размѣра — 22,36%. Содержаніе влаги въ кусочкахъ дровъ составляло 20,01 % и получилось менѣе содержанія влаги, заключавшейся въ опилкахъ, на 22,36—20,01=2,36 %.

Для установленія размѣра содержанія влаги въ дровахъ, соотвѣтвѣтствующаго концу періода времени храненія ихъ въ складѣ въ теченіе зимы, служили лишь данныя, выражающія содержаніе влаги въ образцахъ, взятыхъ изъ склада въ формѣ опилокъ, въ виду того, что взятые въ такой формѣ образцы даютъ результаты болѣе приближающіеся къ истинному содержанію влаги въ дровахъ. Такимъ образомъ средняя величина влаги въ дровахъ къ концу топоч-

наго періода была установлена въ размѣрѣ $\frac{20,98 + 22,36}{2} =$ $=21,76\ ^0/_0$.

Средняя влажность дровъ за весь отопочный періодъ, выведенная изъ данныхъ, указывающихъ содержаніе ея въ дровахъ осенью и весною, составитъ $\frac{18,4+21,67}{2}=20,035\ ^0/_0$ влаги.

Вѣсъ полукубической сажени дровъ, соотвѣтствующій среднему содержанію въ нихъ влаги въ размѣрѣ 20,035%. Данныя по изслѣдованію образцовъ въ лабораторіи, взятыхъ изъ дровъ, взвѣшивавшихся осенью 1894 г., указываютъ, что средній вѣсъ 1 куб. фута сосны при средней влажности въ $18,4^0/_0$ составляетъ 36,297 фунт., а средній вѣсъ 1 куб. фута сосны вполнѣ сухой опредѣлился въ 29,467 фунт. Разность этихъ чиселъ показываетъ, что вѣсъ воды, заключающейся въ размѣрѣ $18,4\ ^0/_0$ въ 1 куб. футѣ сосны, растущей въ губерніяхъ Царства Польскаго, составляетъ 6,83 фунта, почему при содержаніи въ одномъ куб. футѣ сосны воды въ размѣрѣ $1^0/_0$ вѣсъ ея составитъ $\frac{6,83}{18,4}=0,371$ фунта.

Вслѣдствіе этого, прибавляя къ вѣсу дровъ, заключающихся въ одной полукубической сажени при содержаніи влаги $18,4^0/_0$ и составляющему 60,366 пуд., вѣсъ воды, отвѣчающій увеличенію содержанія влаги въ тѣхъ же дровахъ до $20,035^0/_0$, вѣсъ дровъ, заключающихся въ одной полукубической сажени при этомъ содержаніи влаги составитъ

$$60,366+\frac{56,954\ (20,035-18,4)\ 0,371}{40}=61,229 \text{ пуд.}$$

Количество тепла, заключающееся въ одной полукубической сажени дровъ, при среднемъ содержаніи влажности за время отопочнаго періода въ 20,035%. На основаніи опредѣленій теплопроизводительной способности польской сосны помощью калориметра выяснилось, что при влажности ея въ $12,69^0/_0$, теплопроизводительная способность составляетъ 4.324,1 ед. тепла, почему, при влажности сосны въ $20,035^0/_0$, теплопроизводительная способность ея опредѣлится изъ слѣдующаго выраженія, въ ко-

торомъ введена потеря тепла на обращеніе въ паръ, при 100° воды, образующейся при сгораніи водорода, заключающагося въ соснѣ:

$$F^{100}_{\text{вл.}(20,035)} = \frac{4.324(100-20,035)}{100-12,69} - \frac{637}{100}\left(\frac{9\,(100-20,035)\times 6,09}{100} + 20,035\right) =$$

$$= 3.553,44 \text{ ед. т.}$$

Количество тепла, заключающееся въ одной полукубической сажени дровъ при влажности ихъ въ 20,035% составитъ

61,229×3.553,44=217.573,57 ед. тепла пудо-цельзіевыхъ.

Сопоставленіе опредѣленныхъ опытами, произведенными коммисіею, количествъ содержанія влаги въ дровахъ съ данными имѣющимися въ литературѣ. Степень влажности дровъ и количество тепла въ установленныхъ закономъ единицахъ ихъ мѣры, принятыя коммисіею для разсчетовъ по установленію нормы довольствія каменнымъ углемъ. Приведенныя выше количества тепла, заключающіяся въ трехполѣнной, однополѣнной и полукубической саженяхъ дровъ, вычислены были въ зависимости отъ средней влажности дровъ, опредѣленной за время топочнаго періода, какъ оно выяснилось во время производства опытовъ, произведенныхъ коммисіею. При этомъ выяснилось, что содержаніе влаги въ дровахъ, испытывавшихся въ Петербургѣ, составляетъ въ сосновыхъ 10,34%, въ еловыхъ 16,54%, а въ дровахъ сосновыхъ въ Варшавѣ 20,035%.

Сравнивая эти величины съ данными опредѣленія содержанія влаги въ дровахъ, указываемыхъ Шевандье, видимъ, что при непрерывной сушкѣ сосны и ели въ теченіе года на вольномъ воздухѣ влаги можетъ содержаться въ соснѣ 18,54% и въ ели 16,65% При сушкѣ въ теченіе полугода въ соснѣ можетъ содержаться 29,31%, а въ ели 28,56% влаги.

Приведенные выше результаты изслѣдованій указываютъ, что опредѣленная влажность дровъ близко подходитъ къ даннымъ приводимымъ Шевандье, въ зависимости отъ того, что эти сорта дровъ были горные и годовалые, т. е. зимней рубки.

Они изслѣдовались осенью по истеченіи около 8-ми и весною около 14—16 мѣсяцевъ со времени ихъ рубки, что въ среднемъ даетъ около года ихъ сушки.

При существующихъ условіяхъ поставки дровъ въ торговлѣ, дрова зимней рубки поступаютъ въ продажу осенью по истеченіи только около 6 — 7 мѣсяцевъ со времени рубки лѣса, въ зависимости отъ условій, въ которыхъ находится доставка дровъ изъ лѣсу къ мѣсту нагрузки ихъ на суда; они хотя и прибываютъ къ мѣсту продажи нагруженными на суда, но до мѣста нагрузки сплавляются полѣнницами прямо по рѣкѣ. Кромѣ того существуетъ много разнообразныхъ условій и при храненіи дровъ, которыя могутъ неблагопріятно вліять на содержаніе влаги въ дровахъ.

Въ зависимости отъ этого среднее содержаніе влаги въ изслѣдовавшихся дровахъ березовыхъ, ольховыхъ и осиновыхъ опредѣлилось значительно больше чѣмъ въ дровахъ сосновыхъ и еловыхъ, и составляло для березы 24,07, для ольхи 26,73 и для осины 31,09%. Среднее изъ этихъ чиселъ даетъ 27,02%.

Вслѣдстіе этого, чтобы при установленіи количества тепла, заключающагося въ нормальной трехполѣнной сажени дровъ, содержаніе влаги въ дровахъ сосновыхъ и еловыхъ подвести ближе къ тѣмъ условіямъ, какія могутъ встрѣтиться на практикѣ при поставкѣ дровъ, и руководствуясь тѣмъ, что при работахъ «коммисіи, бывшей при Главномъ Инженерномъ управленіи, для опредѣленія нормальныхъ отпусковъ топлива въ Военно-Сухопутномъ и Морскомъ вѣдомствахъ», содержаніе влаги въ дровахъ было принято какъ среднее изъ чиселъ 25 и 30%, т. е. 27,5%, при настоящихъ занятіяхъ коммисіи установлено было принять содержаніе влаги въ дровахъ сосновыхъ и еловыхъ въ размѣрѣ 27,5%, а для остальныхъ породъ деревъ—въ размѣрѣ, какой опредѣлился по опытамъ произведеннымъ коммисіею, а именно: для березы 24,07, для ольхи 26,73 и для осины 31,09%. Дѣлая, въ зависимости отъ этого, пересчетъ вѣсовъ трехполѣнной и полукубической саженей дровъ и теплопроизводительныхъ способностей сосны и ели, руководствуясь

вышеприведенными данными, полученными изъ опытовъ по взвѣшиванію этихъ дровъ и по изслѣдованію взятыхъ изъ нихъ образцовъ, получимъ слѣдующія данныя для установленія количества тепла, заключающагося въ этихъ объемахъ дровъ, при влажности ихъ въ 27,5%:

Вѣсъ трехполѣнной сажени дровъ при влажности въ 27,5% будетъ

$$158{,}88\left(0{,}7928+27{,}5\frac{0{,}11625}{40}\right)+52{,}92\left(0{,}6739+27{,}5\frac{0{,}11464}{40}\right)=$$

$$=\overbrace{138{,}66}^{\text{сосна}}+\overbrace{39{,}83}^{\text{ель}}=178{,}49 \text{ пуд.}$$

Теплопроизводительныя способности при влажности 27,5% опредѣлятся:

Для сосны въ г. Петербургѣ:

$$F^{100}_{\text{вл. }(27{,}5)}=\frac{4.905\,(100-27{,}5)}{100}-\left(\frac{9\,(100-27{,}5)\,6{,}09}{100}+27{,}5\right)\frac{637}{100}=$$

$$=3.127{,}9 \text{ ед. тепл.}$$

Для ели въ г. Петербургѣ:

$$F^{100}_{\text{вл. }(27{,}5)}=\frac{4.857\,(100-27{,}5)}{100}-\left(\frac{9\,(100-27{,}5)\,6{,}2}{100}+27{,}5\right)\frac{637}{100}=$$

$$=3.089{,}7 \text{ ед. тепл.}$$

Количество тепла, заключающагося въ трехполѣнной сажени дровъ, составитъ

$$138{,}66\times3127{,}9+39{,}83\times3089{,}7=556.785 \text{ пуд. - цельз. ед. тепл.}$$

Составляя такой же разсчетъ для опредѣленія нормы отпуска каменнаго угля для Варшавскаго военнаго округа при влажности сосны, входящей въ составъ полукуб. сажени дровъ, въ 27,5%, получимъ вѣсъ 1 полукуб. сажени дровъ:

$$60{,}366+\frac{56{,}954\,(27{,}5-18{,}4)\,0{,}371}{40}=65{,}173 \text{ пуд.}$$

Теплопроизводительная способность сосны, имѣвшейся въ Варшавѣ, соотвѣтствующая содержанію влажности въ

27,5% при величинѣ ея для сухой сосны въ 4.952 ед. т., получится по слѣдующему разсчету:

$$F^{100}_{\text{вл. }(27,5)} = \frac{4.952(100-27,5)}{100} - \left(\frac{9\ (100-27,5)\ 6,09}{100} + 27,5\right) =$$

$$= 3.168 \text{ ед. т.}$$

Количество тепла, заключающагося въ 1 полукуб. сажени дровъ при влажности въ 27,5%, составитъ

$$65,173 \times 3168 = 206.462 \text{ пуда-цельз. ед. тепла.}$$

ГЛАВА II.

Теплопроизводительныя способности и составъ каменныхъ углей Привислянскаго бассейна.

Описаніе мѣсторожденій каменнаго угля. Взятіе средней пробы для изслѣдованія этихъ углей. Результаты изслѣдованія образцовъ углей въ лабораторіи. Содержаніе влаги и золы въ этихъ угляхъ. Теплопроизводительная способность влажныхъ и сухихъ каменныхъ углей, опредѣленныя помощью калориметра. Выводъ средней величины содержанія влаги и золы, а также и теплопроизводительной способности для каменныхъ углей Привислянскаго бассейна. Количество каменнаго угля, добываемое въ Привислянскомъ бассейнѣ. Опредѣленіе количества каменнаго угля, замѣняющаго, въ зависимости отъ теплопроизводительной способности, 1 полукуб. сажень дровъ польской мѣры. Теплопроизводительная способность каменныхъ углей Привислянскаго бассейна, опредѣляемая по формулѣ Дюлонга. Видъ этой формулы, примѣнявшейся при вычисленіяхъ. Сравненіе теплопроизводительныхъ способностей углей Привислянскаго бассейна, опредѣленныхъ помощью калориметра и по формулѣ Дюлонга. Количество мелочи, получаемой при обращеніи съ углями Привислянскаго бассейна. Данныя для составленія общихъ условій пріемки отъ поставщиковъ каменнаго угля Привислянскаго бассейна. Вліяніе влажности на измѣненіе нагрѣвательной способности этихъ углей. Влажность, соотвѣтствующая гигроскопичности углей. Опредѣленіе средней степени влажности, соотвѣтствующей средней величинѣ теплопроизводительной способности. Средняя теплопроизводительная способность углей, соотвѣтствующая ихъ гигроскопичности. Введеніе въ общія условія по пріемкѣ угля размѣра содержанія въ немъ влаги. Проектъ общихъ условій для пріемки угля.

Изслѣдованіе углей Привислянскаго бассейна. Мѣсторожденія каменнаго угля въ Привислянскомъ бассейнѣ залегаютъ въ юго-западной части Царства Польскаго,

прилегающей къ границамъ Пруссіи и Австріи, въ уѣздахъ Бендинскомъ Петроковской и Олькшунскомъ Кѣлецкой губерніи, близъ мѣстечекъ Сосновице и Домброво. Пространство, занятое залежами каменнаго угля, представляетъ собою площадь элипса, имѣющаго большую ось около 12-ти и малую около 9-ти верстъ длины. Мѣста добычи угля соединены желѣзнодорожными путями, связанными съ Варшаво-Вѣнской и Ивангородо-Домбровской желѣзными дорогами.

Каменноугольныя мѣсторожденія, лежащія въ этой мѣстности, по геологическому строенію представляютъ продолженіе Верхне-Силезскаго бассейна и состоятъ изъ осадковъ системъ девонской, пермской каменноугольной, тріасовой, юрской, третичной и послѣ третичной. Наибольшая разработка производится каменноугольной и тріасовой системъ для добыванія каменнаго и бураго углей, цинковыхъ, свинцовыхъ и желѣзныхъ рудъ.

Пласты каменнаго угля имѣютъ значительную толщину, измѣняющуюся въ предѣлахъ отъ 1 до 3 саж. въ пластахъ менѣе мощныхъ и достигающую до 9-ти саж. въ мощномъ пластѣ, называемомъ «Реденъ». Бурый уголь залегаетъ въ тріасовой системѣ пластами, имѣющими толщину до 1 саж.

Начало разработки каменноугольныхъ мѣсторожденій Привислянскаго бассейна въ частяхъ пластовъ, выклинивающихся внаружу, относится къ концу XVIII столѣтія, но значительное развитіе этой промышленности относится къ 1870 году и обусловливается изданіемъ закона, отдѣляющаго право владѣнія землею отъ права разработки нѣдръ ея. Послѣдовательное развитіе этой промышленности видно изъ сопоставленія слѣдующихъ цифръ размѣра добычи каменнаго и бураго углей:

Такъ въ	1870	году	было	добыто	около	2.000.000 пуд.
»	1892	»	»	»	»	175.993.231 »
»	1893	»	»	»	»	192.085.148 »
»	1895	»	»	»	»	225.000.000 »

Въ настоящее время по количеству добываемаго угля

Привислянскій бассейнъ занимаетъ второе мѣсто послѣ Донецкаго.

Добыча угля въ шахтахъ съ болѣе значительною производительностью ведется подземными работами. Глубина шахтъ достигаетъ 150 саж. Послѣ выработки пласта дѣлается обрушеніе кровли, а иногда и заполненіе выработанныхъ мѣстъ пустою породой. При отсутствіи въ копяхъ гремучаго газа овольствуются естественною вентиляціей. Добытый уголь въ большинствѣ шахтъ весьма тщательно сортируется грохоченіемъ на грохотахъ, имѣющихъ различной величины отверстія и приводящихся въ движеніе паровыми машинами. При этомъ попадающіеся между кусками угля камни и землистыя части отбираются руками, а оставшійся уголь сортируется по величинѣ кусковъ, отъ самыхъ крупныхъ до величины мелкаго орѣха, на сорта, которыхъ насчитываютъ до десяти.

Сортированный уголь нагружается прямо въ желѣзнодорожные вагоны, въ которыхъ отправляется къ мѣсту потребленія. Смотря по величинѣ кусковъ, каждый сортъ угля имѣетъ особую стоимость, уменьшающуюся вмѣстѣ съ размѣромъ кусковъ. Въ среднемъ стоимость угля въ копяхъ считается около 4—5 коп. за пудъ.

Получаемая послѣ сортировки каменнаго угля угольная пыль служитъ для топки паровыхъ котловъ, установленныхъ на копяхъ.

Кромѣ сортировки угля, на нѣкоторыхъ копяхъ производится еще и промывка его.

Размѣръ добычи угля такъ соображенъ съ отправкой, что на копяхъ нѣтъ значительныхъ его запасовъ, и весь уголь поступаетъ на мѣсто потребленія свѣже-добытымъ.

Всѣ каменноугольныя копи распредѣляются между 15-ю владѣльцами, изъ которыхъ важнѣйшіе: Сосновицкое общество, владѣющее копями «Георгъ», «Игнатій» и «Викторъ» Горнопромышленное общество «Графъ Ренаръ», имѣющее копи «Фанни» и «Андрей»; Варшавское общество владѣетъ копями «Феликсъ» и «Казиміръ»; администрація имѣнія князя Гогенлоэ разрабатываетъ копь «Сатурнъ»; Французско-

Италіянское общество эксплуатируетъ копи «Парижъ» и «Кишеневъ»; Анонимное общество копей Челядзь владѣетъ копью «Эрнестъ-Михаилъ». Менѣе значительныя копи принадлежатъ: Австрійскому лендербанку, графу Валевскому, Владиславу Цѣхановскому и другимъ лицамъ *).

Взятіе средней пробы для изслѣдованія каменныхъ углей. Для выясненія теплопроизводительной способности, состава и физическихъ свойствъ каменныхъ углей Привислянскаго бассейна взяты были образцы углей изъ копей: «Мортимеръ», «Казиміръ», «Парижъ», «Сатурнъ», «Ренардъ», «Рудольфъ», «Милевица», «Янъ» и «Рудольфъ» (Георгъ). Выборъ этихъ копей обусловливался наибольшею производительностью ихъ, какая указана по годамъ 1892 и 1893 въ нижеприведенной таблицѣ В. Образцы каменнаго угля этихъ копей были взяты частью изъ складовъ топлива, принадлежащихъ желѣзнымъ дорогамъ, имѣющихся въ большихъ размѣрахъ въ г. Варшавѣ, частью изъ склада поставщика топлива для Варшавскаго гарнизона («Мортимеръ») и частью были взяты непосредственно на самыхъ копяхъ при моемъ ихъ посѣщеніи.

Образцы углей брались одинаковымъ образомъ, выработаннымъ для полученія средней пробы Шереръ-Кестнеромъ. Для этого уголь данной копи набирался изъ различныхъ мѣстъ склада, пока не составлялась куча около 50-ти пуд. вѣсомъ. Затѣмъ заключающійся въ этой кучѣ уголь разравнивался слоемъ въ формѣ призмы, имѣющей квадратное основаніе и высоту около 6 дюйм. Призма раздѣлялась по діагоналямъ на четыре части, изъ которыхъ двѣ противоположныя отбрасывались, а оставшіяся двѣ опять разравнивались въ формѣ призмы подобной первой, но меньшаго размѣра. По раздѣленіи этой призмы по діагоналямъ на четыре части, двѣ изъ нихъ—противоположныя—отбрасывались, а

*) Для составленія приведенныхъ свѣдѣній о мѣсторожденіяхъ каменнаго угля Привислянскаго бассейна данными служили: матеріалы, собранные при личномъ моемъ посѣщеніи въ 1894 г. нѣкоторыхъ копей этихъ мѣсторожденій угля; оффиціальныя данныя, сообщенныя начальниками 1-го и 3-го Горныхъ округовъ, и сообщеніе В. Мюллера и А. Степанова, помѣщенное въ февральской книжкѣ 1897 г. Записокъ Русскаго Техническаго Общества.

изъ остальныхъ двухъ составлялась новая призма. Поступая такимъ образомъ далѣе и раздробляя уголь на куски все меньшей величины по мѣрѣ уменьшенія размѣра призмы, въ концѣ операцій выдѣлялось количество угля вѣсомъ около 5 фунт., представлявшее среднюю пробу. Проба эта заключалась въ стеклянную банку съ герметически притертою пробкой, и въ такомъ видѣ отправлялась въ лабораторію для изслѣдованія.

Для болѣе правильнаго установленія количества содержащейся въ углѣ влаги, чтобы устранить вліяніе на измѣненіе содержанія ея частаго перемѣшиванія угля, при взятіи средней пробы, передъ началомъ этой операціи изъ набранной кучи угля брались куски его какъ контрольная проба и они помѣщались въ особыя банки емкостью около 50 куб. сантиметр., имѣвшія также герметически притертыя пробки. Контрольныя пробы отправлялись вмѣстѣ со средними пробами въ лабораторію для изслѣдованія.

Результаты изслѣдованія углей Привислянскаго бассейна. Данныя по изслѣдованію образцовъ этихъ углей, которое произведено было въ лабораторіи Императорскаго Русскаго Техническаго Общества по порученію коммисіи, приведены въ таблицѣ III. Въ этой таблицѣ помѣщены также данныя о составѣ органической массы этихъ углей въ томъ видѣ, какъ они приведены были въ статьѣ В. Мюллера и А. Степанова, помѣщенной въ запискахъ Русскаго Техническаго общества № 2 за 1897 г.

Въ описаніи препровожденныхъ въ лабораторію образцовъ каменныхъ углей Привислянскаго бассейна, по наружному ихъ виду, составленному завѣдующимъ лабораторіею профессоромъ Лисенко, изложено, что всѣ девять образцовъ каменныхъ углей изъ копей Привислянскаго бассейна по внѣшнему виду весьма сходны между собою; если разница во внѣшнемъ видѣ и замѣчается, то во всякомъ случаѣ она несущественна. Вообще всѣ угли сложенія плотнаго, не землистаго; одни изъ нихъ имѣютъ стекловатый блескъ, а другіе имѣютъ матовой видъ. На поверхности нѣкоторыхъ изъ нихъ есть бѣ-

ловатые налеты (вѣроятно гипса). Изломъ ровный, приближающійся къ раковистому, а не занозистый.

Въ частности, на сколько можно было судить по присланнымъ малымъ кускамъ образцовъ, для отдѣльныхъ углей сдѣлано слѣдующее описаніе:

«Милевица». Цвѣтъ черный, блескъ слабый, изломъ ровный, плотный, не землистый; мѣстами на поверхности кусковъ видна побѣжалость.

«Сатурнъ». Блескъ слабый, сложеніе плотное, слегка струйчатое, рукъ не мараетъ.

«Парижъ». Сложеніе очень плотное, блескъ на плоскостяхъ спайки (ложной) маслянистый; есть на нѣкоторыхъ мѣстахъ признаки колчедана.

«Янъ». Сложеніе плотное, поверхность землистаго вида, руки мараетъ, колчеданныя включенія замѣтны, но мало.

«Рудольфъ». Сложеніе плотное, блескъ отсутствуетъ, и поверхность имѣетъ матовый видъ. Рукъ не мараетъ; включеній колчедана не замѣтно.

«Рудольфъ» (Георгъ). То же. На мѣстѣ ложной спайки блескъ есть, но слабый.

«Казиміръ». То же; на нѣкоторыхъ плоскостяхъ поверхности замѣтны большіе налеты, блескъ на плоскостяхъ ложной спайки есть.

«Мортимеръ». То же; на плоскостяхъ перпендикулярныхъ къ ложной спайкости изломъ струйчатый, слабый блескъ, и замѣтны включенія колчедана.

«Ренаръ». Сложеніе плотное, видъ матовый, блескъ слабый, руки немного мараетъ; включеніе колчедана есть.

Разсмотрѣніе данныхъ, помѣщенныхъ въ таблицѣ III, указываетъ, что содержаніе сѣры колеблется отъ 0,87% до 2,03%, при томъ содержаніе влаги, какое заключалось въ угляхъ, а содержаніе золы измѣняется въ предѣлахъ отъ 2,30 до 8,00%. То же содержаніе золы, отнесенное къ сухимъ углямъ, измѣняется въ предѣлахъ отъ 2,53 до 9,10%. По отношенію къ содержанію этихъ веществъ, вредно отзывающихся на качествѣ и теплопроизводительной способности углей, угли Привислянскаго бассейна превосходятъ

каменные угли Донецкихъ мѣсторожденій, въ лучшихъ сортахъ которыхъ содержаніе сѣры встрѣчается отъ 1,5 до 2,5%, а въ худшихъ отъ 4 до 5%; такой же выводъ можно сдѣлать и по отношенію къ содержанію золы.

Сравнивая составъ углей Привислянскаго бассейна съ составомъ углей различныхъ группъ по классификаціи Грюнера, мы видимъ, что они вполнѣ подходятъ къ первой группѣ, т. е. представляютъ сухіе угли съ длиннымъ пламенемъ. Металлургическаго кокса угли эти не даютъ.

Для надлежащаго сужденія о природѣ изслѣдовавшихся углей и взаимнаго сравненія ихъ между собой, въ таблицѣ III приведенъ составъ этихъ углей, не только соотвѣтствующій наблюденному въ нихъ содержанію влаги, но и перечисленный для сухаго угля. То же сдѣлано и по отношенію къ величинамъ нагрѣвательной способности, опредѣленной помощью калориметра, и вычисленнымъ по формулѣ Дюлонга. Эти величины нагрѣвательной способности для сухаго угля помѣщены въ графахъ 11, 12, 15 и 16 таблицы III.

Вліяніе содержанія влаги на среднюю величину теплопроизводительной способности каменныхъ углей. Степень влажности каменнаго угля вліяетъ на величину теплопроизводительной его способности, почему для вывода среднихъ величинъ нагрѣвательной способности углей каждой изъ изслѣдовавшихся копей, а также и средней величины ея для всѣхъ углей, добываемыхъ въ Привислянскомъ бассейнѣ, надлежало выяснить, возможно ближе къ дѣйствительности, среднюю величину содержанія влаги въ разсматриваемыхъ угляхъ.

Съ этою цѣлью, независимо образцовъ углей, взятыхъ для испытанія въ сентябрѣ 1894 г., были взяты также образцы углей тѣхъ же копей въ концѣ февраля и въ началѣ марта 1895 г. въ г. Варшавѣ на угольной станціи Варшаво-Вѣнской желѣзной дороги и въ частныхъ складахъ торгующихъ углемъ, чтобы по изслѣдованію этихъ образцовъ прослѣдить, въ какой степени влажность углей можетъ зависѣть отъ времени года добычи ихъ въ копяхъ и доставки ихъ нарынокъ. Всѣ взятые образцы соотвѣтствовали свѣже-

добытымъ и только-что доставленнымъ углямъ изъ копей въ склады. Имѣя такимъ образомъ показанія о содержаніи влаги въ угляхъ осенью и весною, можно было сдѣлать выводъ средней величины содержанія влаги въ теченіе топочнаго періода одного года.

Опредѣленіе содержанія влаги въ этихъ образцахъ углей были сдѣланы въ химической лабораторіи Варшавскаго университета и приведены въ графѣ 20 таблицы III, съ указаніемъ, что эти цифры выражаютъ содержаніе влаги въ угляхъ зимою.

Влажность этихъ углей получилась меньше опредѣленной въ образцахъ углей тѣхъ же копей, взятыхъ осенью 1894 г.

Чтобы выяснить, въ какой степени наблюденное въ угляхъ содержаніе влаги зависитъ отъ природы углей и отъ условій, существующихъ при ихъ доставкѣ изъ копей, и при храненіи, по образцамъ углей взятымъ въ февралѣ и мартѣ 1895 г. были сдѣланы опредѣленія гигроскопичности каменныхъ углей Привислянскаго бассейна.

Съ этою цѣлью образцы углей были подвергнуты полному высушиванію подъ эксикаторомъ, въ разряженномъ подъ воздушнымъ колоколомъ пространствѣ, до установленія постояннаго вѣса, и затѣмъ подвергались дѣйствію паровъ воды до полнаго насыщенія.

Результаты этихъ изслѣдованій помѣщены въ графѣ 10 таблицы III подъ рубрикою «гигроскопичность углей».

Сравненіе этихъ цифръ съ цифрами графы 21 таблицы III, выражающими среднее содержаніе влаги въ образцахъ углей, взятыхъ осенью, зимою, и въ контрольныхъ пробахъ, указываетъ, что въ большинствѣ изслѣдовавшихся образцовъ наблюденная въ нихъ влажность не превосходитъ гигроскопичности углей соотвѣтствующихъ копей. Исключеніе составляютъ образцы углей копей «Рудольфъ», «Янъ» и «Казиміръ», влажность которыхъ нѣсколько превышаетъ степень ихъ гигроскопичности, хотя весьма незначительно, отъ 0,29% до 0,99%.

Это указываетъ, что образцы углей не были взяты исклю-

чительно влажными подъ вліяніемъ случайныхъ атмосферическихъ явленій, а при такихъ условіяхъ, которыя допускаютъ возможность по наблюденному въ нихъ содержанію влаги судить о средней величинѣ содержанія ея за время топочнаго періода и о средней величинѣ нагрѣвательной ихъ способности.

Наиболѣе правильное сужденіе о величинѣ теплопроизводительной способности углей данныхъ копей можетъ быть сдѣлано на основаніи данныхъ опредѣленія ея при сожиганіи образцовъ углей въ калориметрѣ — въ данномъ случаѣ бомбы Бертелло. Данныя эти, полученныя при опытѣ, произведенномъ при комнатной температурѣ + 19° Ц., при томъ содержаніи въ образцахъ влаги, какая показана въ графѣ 13 этой таблицы, обозначены знакомъ $F^{(19)}_{\text{влажн.}}$

Полученныя такимъ образомъ величины нагрѣвательной способности углей выражаютъ наибольшее количество тепла, которое можетъ быть развито при горѣніи единицы вѣса даннаго угля при данномъ его составѣ и при заключающейся въ немъ влаги. Если же принять во вниманіе потерю тепла, развиваемаго въ тепловыхъ приборахъ на образованіе и перегрѣваніе паровъ воды, образующихся во время горѣнія топлива, и теряющагося при выходѣ продуктовъ горѣнія изъ тепловыхъ приборовъ нагрѣтыми не менѣе 100° Ц., и что при настоящемъ устройствѣ нагрѣвательныхъ приборовъ потери эти неизбѣжны, то величины нагрѣвательной способности углей, которыхъ возможно достигнуть, получаются при вычетѣ этихъ потерь тепла изъ величинъ нагрѣвательныхъ способностей, опредѣленныхъ при сожиганіи образцовъ углей въ калориметрѣ. Результаты такихъ опредѣленій приведены въ графѣ 14 таблицы III и обозначены формулою

$$F^{19}_{\text{влажн.}} - 637\,(9\,H + Aq).$$

Болѣе правильное сужденіе о сравнительныхъ величинахъ теплопроизводительной способности углей изслѣдовавшихся

копей, обусловленныхъ лишь составомъ углей, можетъ быть сдѣлано изъ сравненія величинъ нагрѣвательной способности, опредѣленныхъ для сухихъ углей, т. е. внѣ вліянія на нагрѣвательную способность содержанія въ угляхъ влаги. Эти величины нагрѣвательной способности, полученныя изъ данныхъ опредѣленія ихъ помощью калориметра (графа 13), показаны въ графѣ 11 таблицы III и обозначены знакомъ $F^{(19)}_{\text{сухой}}$, а въ графѣ 12 приведена нагрѣвательная способность углей, которой практически возможно достигнуть при сожиганіи сухаго угля въ нагрѣвательныхъ приборахъ. При выводѣ этихъ величинъ принята во вниманіе потеря тепла на образованіе и перегрѣваніе паровъ воды до 100°, образующихся при горѣніи водорода, заключающагося въ сухомъ углѣ и выражающаяся формулою $637 \times 9 \times H$.

Слѣдующія таблицы А и Б показываютъ порядокъ распредѣленія копей въ зависимости отъ уменьшенія теплопроизводительной способности сухихъ углей, причемъ въ таблицѣ А не принята во вниманіе потеря тепла на перегрѣваніе паровъ воды при температурѣ 100° Ц., а въ цифры таблицы Б введена и эта потеря тепла.

Во вторыхъ графахъ этихъ таблицъ приведены процентныя превышенія величинъ теплопроизводительной способности разсматриваемыхъ углей надъ наименьшею величиной ея, опредѣлившейся для угля копи «Рудольфъ» (Георгъ), а въ 3 графѣ таблицы Б показано и содержаніе золы, опредѣленное для сухихъ углей.

Таблица А.

Распредѣленіе копей Привислянскаго бассейна въ зависимости отъ наибольшихъ величинъ нагрѣвательной способности, опредѣленныхъ для сухихъ углей.

	НАЗВАНІЕ КОПЕЙ.	Нагрѣвательная способность сухаго угля $F^{(19)}_{\text{сухой}}$.	Превышеніе въ % надъ углемъ копи „Георгъ“.
1	Милевица	7.695	+ 8,00
2	Рудольфъ	7.589	+ 6,52
3	Сатурнъ	7.528	+ 5,67
4	Парижъ	7.446	+ 4,52
5	Янъ	7.421	+ 4,16
6	Казиміръ	7.404	+ 4,16
7	Мортимеръ	7.266	+ 1,99
8	Ренаръ	7.245	+ 1,69
9	Рудольфъ (Георгъ)	7.124	+ 1

Таблица Б.

Распредѣленіе копей Привислянскаго бассейна въ зависимости отъ наибольшихъ величинъ нагрѣвательной способности сухихъ углей, какихъ практически возможно достигнуть.

	Названіе копей.	Нагрѣвательная способность сухихъ углей. $F^{(19)}_{\text{сухой}} - 637 \times 9 \times H$.	Превышеніе въ % надъ углемъ копи „Георгъ“.	Содержаніе золы въ сухихъ угляхъ въ %.
1	Милевица	7.415	+ 6,95	2,53
2	Рудольфъ	7.384	+ 6,50	4,49
3	Сатурнъ	7.328	+ 5,69	4,84
4	Парижъ	7.243	+ 4,47	4,19
5	Янъ	7.218	+ 4,11	5,04
6	Казиміръ	7.192	+ 3,73	6,72
7	Мортимеръ	7.051	+ 1,70	5,75
8	Ренаръ	7 051	+ 1,70	9,10
9	Рудольфъ (Георгъ) .	6.933	+ 1	5,19

Сравненіе цифръ во вторыхъ графахъ обѣихъ таблицъ указываетъ, что максимальная величина нагрѣвательной способности для сухаго угля, опредѣленная для копи «Милевица», превышаетъ такую же величину нагрѣвательной способности копи «Рудольфъ» (Георгъ) на 8%; принимая же во вниманіе и условія сожиганія сухихъ углей въ тепловыхъ приборахъ, это превышеніе составляетъ около 7%. Наибольшая величина нагрѣвательной способности принадлежитъ копи «Милевица». Порядокъ размѣщенія копей по убывающей величинѣ нагрѣвательной способности для сухихъ углей остается въ обоихъ случаяхъ одинъ и тотъ же. Нагрѣвательныя способности копей «Рудольфъ» и «Сатурнъ», приведенныя въ таблицѣ Б, различаясь между собою около 0,5%, превышаютъ таковую же копи «Рудольфъ» (Георгъ) отъ 6 до 6,5%. Теплопроизводительныя способности углей копей «Парижъ» и «Янъ», различаясь можду собою на 0,4%, превышаютъ таковую же углей копи «Рудольфъ» (Георгъ) отъ 4,5 до 4,1%. Уголь копи «Казиміръ» (Феликсъ) имѣетъ теплопроизводительную способность превышающую таковую же копи «Рудольфъ» (Георгъ) на 3,73%, а нагрѣвательныя способности каменныхъ углей копей «Мортимеръ» и «Ренаръ», имѣя одинаковыя величины, превышаютъ таковую копи «Рудольфъ» (Георгъ) лишь на 1,7%.

Сопоставленіе величинъ нагрѣвательной способности съ содержаніемъ золы въ сухихъ угляхъ указываетъ, что порядокъ размѣщенія копей по относительнымъ величинамъ нагрѣвательной способности не зависитъ исключительно отъ содержанія въ угляхъ золы, а обусловливается относительнымъ содержаніемъ всѣхъ остальныхъ составныхъ частей каменнаго угля, и главнымъ образомъ углерода, водорода, а также и золы.

Относительно содержанія послѣдней наименьшая величина ея, опредѣленная въ 2,53%, соотвѣтствуетъ каменному углю копи «Милевица», а наибольшая составляющая 9,10% соотвѣтствуетъ углю копи «Ренаръ». Копь «Казиміръ» содержитъ золы 6,72%, «Мортимеръ» 5,75%; въ остальныхъ

копяхъ содержаніе золы не много различается, колеблясь въ предѣлахъ отъ 4,19% (копь «Парижъ») до 5,04 (копь «Янъ»).

Чтобы прослѣдить, въ какой степени величины нагрѣвательной способности каменныхъ углей тѣхъ же копей измѣняются въ зависимости отъ содержанія въ угляхъ влаги, были сдѣланы перечисленія *) нагрѣвательныхъ способностей, опредѣленныхъ помощью калориметра (графа 13 таблицы III), на среднее содержаніе влаги въ угляхъ въ теченіе года, которое показано въ графѣ 21 таблицы III.

Такъ какъ среднее содержаніе влаги въ угляхъ было сдѣлано не менѣе какъ изъ трехъ опредѣленій содержанія влаги въ образцахъ углей, взятыхъ въ различное время года, то опредѣленныя въ зависимости отъ средняго содержанія влаги въ угляхъ величины нагрѣвательной способности каменныхъ углей Привислянскаго бассейна, выведенныя въ зависимости отъ потери тепла въ нагрѣвательныхъ приборахъ на образованіе и перегрѣваніе паровъ воды при 100 и помѣщенныя въ графѣ 22 таблицы III, можно считать въ достаточной степени близкими къ среднимъ величинамъ нагрѣвательной способности, соотвѣтствующимъ для каждой копи тому состоянію угля, въ какомъ онъ встрѣчается въ продажѣ.

---

*) Это перечисленіе дѣлалось на основаніи слѣдующихъ соображеній. Измѣреніемъ при помощи калориметра было опредѣлено, что при содержаніи влаги въ каменномъ углѣ копи „Мортимеръ“ въ 12,91% теплопроизводительная способность была 6.328,1 ед. тепл. (грф. 8 и 13 табл. III). При содержаніи влаги въ углѣ въ 11,84, которой соотвѣтствуетъ содержаніе всѣхъ остальныхъ частей, заключающихся въ углѣ, въ размѣрѣ (100 – 11,84) вмѣсто содержавшихся (100—12,91) при влажности въ 12,91%, пропорціонально измѣнится и нагрѣвательная способность. Въ такомъ же отношеніи измѣнится и содержаніе водорода вмѣсто наблюдавшагося въ размѣрѣ 4,14% при влажности угля въ 12,91% (графы 3 и 8 табл. III). Въ зависимости отъ этого нагрѣвательная способность угля копи „Мортимеръ“ при влажности въ 11,84% составитъ

$$F^{(100)}_{\text{влаж.}(11,84)} = \frac{6328,1\ (100-11,84)}{(100-12,91)} - \frac{637}{100}\left(9\ \frac{4,14\ (100-11,84)}{(100-12,91)} + 11,84\right) =$$

$$= 6.090 \text{ ед. т.}$$

Такимъ же образомъ дѣлается пересчетъ при измѣненіи содержанія золы.

Чтобы судить, въ какой степени опредѣленныя такимъ образомъ величины нагрѣвательной способности каменныхъ углей Привислянскаго бассейна зависятъ отъ содержанія золы въ угляхъ, въ графѣ 23 таблицы III приведены среднія количества содержанія золы въ этихъ угляхъ, опредѣленныя по данному составу угля, перечисленному на среднее содержаніе въ угляхъ влаги.

Среднія ариѳметическія изъ цифръ, приведенныхъ въ графахъ 21, 22 и 23 таблицы III, укажутъ на среднія величины влаги, теплопроизводительной способности и содержанія золы въ изслѣдовавшихся каменныхъ углей Привислянскаго бассейна; онѣ опредѣляются въ слѣдующемъ размѣрѣ:

а) Средняя влажность 10,93%
б) Средняя теплопроизводительная способность. . . . . 6.289 ед. т.
в) Среднее содержаніе золы 4,72%

Если требовать при поставкѣ каменнаго угля, чтобы нагрѣвательная способность его не была менѣе средней величины ея, опредѣленной въ 6.289 ед. т., то такому требованію отвѣчали бы угли копей «Милевица», «Сатурнъ», «Рудольфъ» и «Казиміръ».

Для выясненія, въ какой степени состояніе промышленности по добыванію каменнаго угля въ Привислянскомъ краѣ можетъ отвѣтить такому требованію при поставкѣ каменнаго угля, чтобы онъ имѣлъ нагрѣвательную способность не ниже выведенной выше средней величины ея въ 6.289 ед. тепла, не вызывая этимъ чрезмѣрнаго повышенія стоимости каменнаго угля, могутъ служить приводимыя въ слѣдующей таблицѣ В данныя о размѣрѣ добыванія каменнаго угля въ копяхъ Привислянскаго бассейна, собранныя изъ оффиціальныхъ источниковъ за 1892, 1893 и1894 гг.

Таблица В.

Размѣръ добыванія каменнаго угля Привислянскаго бассейна.

№№	НАЗВАНІЕ КОПЕЙ.	Количество добытаго угля въ пудахъ.		Среднее количество добытаго угля по даннымъ 1892—1893 гг.	Процентное отношеніе размѣра добычи въ каждой копи отъ общаго количества угля, добытаго въ 9-ти копяхъ.
		Въ 1892 г.	Въ 1893 г.		
1	Милевица . . .	3.410.190	5.087.551	4.248.870	2,5%
2	Сатурнъ	11.957.112	18.666.576	15.311.844	9,3 „
3/4	Рудольфъ и Рудольфъ Георгъ	43.207.703	43.172 061	43.189.882	26,2 „
5	Казиміръ . . .	23.684.195	25.038.412	24.361.303	14,8 „
6	Парижъ	31.953 758	30.046.483	31.000.120	18,7 „
7	Янъ	3.726.366	4.394.832	4.060.599	2,4 „
8	Мортимеръ . .	15.144.116	18.365.924	16.755.020	10,1 „
9	Ренаръ	24.667.839	28.308.191	26.488.015	16.0 „
	Всего . .	157.751.279	173.080.130	165.415.704	100,0%
	Остальныхъ копей съ менѣе значительною производительностью	18.241.952	19.005.018	18.623.485	—
	Итого . .	175.993.231	192.085.148	184.039.189	—

Изъ этой таблицы усматривается, что количество каменнаго угля, добываемаго въ переименованныхъ 9-ти копяхъ, образцы угля которыхъ были изслѣдованы въ отношеніи ихъ состава и теплопроизводительной способности, составляетъ по отношенію къ общему количеству каменнаго угля, добывавшемуся въ 1892 году, 82%, а къ количеству его, добывавшемуся въ 1893 г., 90%, и къ среднему количеству его, выведенному изъ этихъ двухъ лѣтъ—86%. Это указы-

ваетъ, что данныя, полученныя изъ изслѣдованія переименованныхъ въ таблицѣ 9-ти копей, достаточны для составленія вывода о природѣ и качествѣ каменныхъ углей Привислянскаго бассейна. Выражая зависимость между теплопроизводительными способностями каменныхъ углей изъ этихъ 9-ти копей, помѣщенныхъ въ таблицѣ В, и средними количествами угля, добытаго въ теченіе 1892 и 1893 гг. въ каждой изъ этихъ копей, и общему среднему количеству угля, добывавшемуся за эти годы во всѣхъ этихъ копяхъ, получимъ среднюю величину теплопроизводительной способности каменныхъ углей Привислянскаго бассейна, на которую можно расчитывать при пріобрѣтеніи угля, доставляемаго мѣстною углепромышленностью. Такая величина средней нагрѣвательной способности F опредѣлится изъ слѣдующаго уравненія, въ которомъ нагрѣвательныя способности углей 9-ти копей приняты соотвѣтствующими среднему содержанію влаги въ угляхъ. Такимъ образомъ

$$F = \frac{1}{100}\left\{6.691 \times 2,5 + 6.608 \times 9,3 + \left(\frac{6418 + 6002}{2}\right) 26,2 + \right.$$
$$+ 6.294 \times 14,8 + 6.263 \times 18,7 + 6.161 \times 2,4 + 6.090 \times$$
$$\times 10,1 + 6.081 \times 16 = 6.247 \text{ ед. тепла.}$$

При установленіи такой средней величины нагрѣвательной способности каменныхъ углей, добываемыхъ въ Привислянскомъ бассейнѣ, или въ круглыхъ цифрахъ въ 6.250 ед. тепла, требованію при поставкѣ каменнаго угля при такой величинѣ нагрѣвательной способности не отвѣчаютъ каменные угли копей «Янъ», «Мортимеръ», «Ренаръ» и «Георгъ», которыя въ общей сложности доставляютъ на рынокъ 52,3% отъ всего количества каменнаго угля, добываемаго во всѣхъ копяхъ, поименованныхъ въ таблицѣ В.

Имѣя въ виду, что теплопроизводительная способность каменнаго угля въ 6.250 ед. т. опредѣлена на основаніи результатовъ изслѣдованія природы каменныхъ углей, добывающихся въ размѣрѣ около 90% отъ всего количества угля, разрабатывавшагося въ Привислянскомъ бассейнѣ въ теченіе послѣднихъ двухъ лѣтъ передъ годомъ, когда изслѣ-

дованія каменныхъ углей были произведены по распоряженію коммисіи, и что при опредѣленіи этой величины нагрѣвательной способности принято во вниманіе среднее содержаніе влаги въ угляхъ за время топочнаго періода, и введено также вліяніе размѣра годовой добычи каменнаго угля въ каждой изъ изслѣдовавшихся копей,—коммисія, для дальнѣйшихъ своихъ выводовъ о размѣрѣ отпуска каменнаго угля, замѣняющаго существующій нынѣ отпускъ дровъ, остановилась на средней величинѣ нагрѣвательной способности каменныхъ углей Привислянскаго бассейна въ 6.250 ед. тепла. При такой величинѣ средней нагрѣвательной способности каменнаго угля, добываемаго въ Привислянскомъ краѣ, его придется отпускать взамѣнъ полукуб. сажени дровъ польской мѣры

$$\frac{206.462}{6.250} = 33{,}03 \text{ пуда.}$$

Опредѣленіе теплопроизводительной способности каменныхъ углей Привислянскаго бассейна по формулѣ Дюлонга. Не смотря на то, что опредѣленіе теплопроизводительной способности каменныхъ углей помощью калориметра даетъ результаты наиболѣе близкіе къ дѣйствительности, тѣмъ не менѣе не во всѣхъ лабораторіяхъ, даже въ большихъ университетскихъ городахъ, можно имѣть калориметръ, и опредѣленіе нагрѣвательной способности каменныхъ углей, доставляемыхъ въ лабораторію, дѣлается на основаніи результатовъ элементарнаго анализа, производимаго надъ образцами углей, по даннымъ котораго нагрѣвательная способность вычисляется по формулѣ Дюлонга.

Въ данномъ случаѣ, при изслѣдованіи образцовъ каменныхъ углей Привислянскаго бассейна, хотя опредѣленіе нагрѣвательной способности было сдѣлано при помощи наиболѣе усовершенствованнаго калориметра «бомбы Бартелло», появившагося въ послѣдніе годы, для чего образцы этихъ углей, за неимѣніемъ такого прибора въ лабораторіи Варшавскаго университета, были отправлены изъ Варшавы въ лабораторію Русскаго Техническаго Общества въ Петер-

бургѣ, тѣмъ не менѣе, для сопоставленія полученныхъ результатовъ съ такими, какіе принимались въ предъидущихъ опредѣленіяхъ теплопроизводительной способности каменныхъ углей мѣстныхъ копей, и имѣя въ виду, что при послѣдующихъ опредѣленіяхъ нагрѣвательной способности каменныхъ углей для опредѣленія качества поставляемаго угля можетъ встрѣтиться необходимость пользоваться формулою Дюлонга, коммисія просила лабораторію Техническаго Общества сдѣлать разсчеты для опредѣленія теплопроизводительныхъ способностей изслѣдовавшихся въ лабораторіи Техническаго Общества образцовъ углей Привислянскаго бассейна по этой формулѣ.

Такъ какъ при опредѣленіи нагрѣвательныхъ способностей углей по этой формулѣ ограничиваются не полнымъ анализомъ и иногда не дѣлаются опредѣленія содержанія сѣры и довольствуются введеніемъ въ формулу количества тепла, выдѣляемаго при горѣніи содержащихся въ угляхъ водорода и углерода, между тѣмъ какъ въ данномъ случаѣ дѣлалось опредѣленіе и содержанія въ угляхъ сѣры, то коммисія должна была остановиться на такомъ видѣ формулы Дюлонга, чтобы выводы величинъ нагрѣвательной способности каменныхъ углей получились возможно ближе къ дѣйствительности.

Вслѣдствіе этого, по разсмотрѣніи эмпирической формулы Дюлонга и видоизмѣненій ея, принимаемыхъ различными авторами: Швангоферомъ, Балингомъ, Феррини, Фишеромъ и Маллеромъ, выражающихся въ различіи принимаемыхъ ими величинъ нагрѣвательной способности углерода и водорода, входящихъ въ составъ топлива, а также и тѣмъ, что принимаются или не принимаются во вниманіе потери тепла: скрытаго, заключающагося въ парахъ воды, образующихся при полномъ сгораніи водорода, заключающагося въ топливѣ и тратящагося безполезно при выходѣ продуктовъ горѣнія въ дымовую трубу, а равно и тепла, затрачиваемаго на обращеніе въ пары гигроскопической воды, заключающейся въ топливѣ, а также и въ зависимости отъ того, до какой температуры принимаются различными авто-

рами нагрѣтыми образующіеся при этомъ пары воды, на основаніи сдѣланныхъ въ послѣднее время Маллеромъ изслѣдованій нагрѣвательныхъ способностей углерода, водорода и сѣры, установленъ былъ слѣдующій видъ формулы Дюлонга:

$$F_{\text{вл.}} = \frac{1}{100}\{8.140\,C + 34.500\,(H - O/_8) + 2.500\,S\}..(A)$$

Опредѣляемая по этой формулѣ величина нагрѣвательной способности топлива соотвѣтствуетъ условіямъ, существующимъ въ калориметрѣ, т. е. даетъ наибольшую величину ея, получающуюся при отсутствіи потерь тепла, развиваемаго горѣніемъ топлива. Если же принять во вниманіе неизбѣжную потерю тепла, развиваемаго при сожиганіи топлива въ нагрѣвательныхъ приборахъ, изъ которыхъ продукты горѣнія выходятъ при температурѣ не менѣе 100° Ц., то величина нагрѣвательной способности сухаго топлива выразится слѣдующею формулой:

$$F^{(100)}_{\text{сух.}} = \frac{1}{100}\{8.140\,C + 34.500\,(H - O/_8) + 2.500\,S - (637 \times 9 \times H)\}.$$

Принимая же во вниманіе и потерю тепла, расходуемаго на обращеніе въ пары гигроскопической воды, заключщейся въ топливѣ, формула Дюлонга принимаетъ видъ:

$$F^{(100)}_{\text{влажн.}} = \frac{1}{100}\left\{8.140\,C' + 34.500\,[H' - O/_8] + 2.500\,S' - 637\,(9\,H + Aq)\right\},$$

гдѣ C' H' и S' — процентное содержаніе углерода, водорода и сѣры въ топливѣ, перечисленное изъ его состава, опредѣленнаго для сухаго угля въ зависимости отъ процентнаго содержанія въ немъ гигроскопической воды Aq.

Обѣ эти формулы имѣютъ указанный видъ въ томъ случаѣ, когда азотъ опредѣленъ отдѣльно; въ томъ же случаѣ, если опредѣленіе азота сдѣлано вмѣстѣ съ кислородомъ, членъ $34.500 \times [H - O/_8]$ замѣняется членомъ $34.500\left(H - \frac{(O+N)-1}{8}\right)$, который выражаетъ, что содержаніе азота въ топливѣ принимается въ количествѣ 1%.

Сдѣланныя на основаніи этихъ данныхъ опредѣленія нагрѣвательной способности каменныхъ углей Привислянскаго бассейна показаны въ графахъ 15, 16, 17 и 18 таблицы III.

Теплопроизводительныя способности, показанныя въ графѣ 17 этой таблицы, относятся къ образцамъ углей при содержаніи въ нихъ влаги, показанномъ въ графѣ 8. Числа, помѣщенныя въ 19 графѣ этой же таблицы, показываютъ превышеніе, выраженное въ процентахъ, теплопроизводительной способности, опредѣленной калориметромъ, надъ численными значеніями ея, опредѣленными по формулѣ Дюлонга (графы 13 и 17). Всѣ величины нагрѣвательной способности, исчисленныя по формулѣ Дюлонга, опредѣлились, какъ это обыкновенно случается для каменныхъ углей, меньшими чѣмъ при измѣреніи ихъ помощью калориметровъ, и разница измѣняется въ предѣлахъ отъ 0,6 до 8,7%. Наименьшія величины этой разницы получились для углей копей «Парижъ» и «Янъ», а наибольшія для углей копей «Казиміръ» и «Ренаръ».

Нагрѣвательныя способности, вычисленныя по формулѣ Дюлонга, соотвѣтствующія среднимъ величинамъ содержанія въ теченіе года въ каменыхъ угляхъ Привислянскаго бассейна влаги и соотвѣтственнаго количества золы, которыя показаны въ графахъ 21 и 23 таблицы III, приведены въ графѣ 24 той же таблицы, причемъ принята во вниманіе и потеря тепла отъ перегрѣванія до 100° Ц., паровъ воды, образующихся при полномъ сгораніи водорода, и гигроскопической, заключавшейся въ каменныхъ угляхъ (графа 8). Полученныя такимъ образомъ величины нагрѣвательной способности каменныхъ углей (графа 24) менѣе такихъ же, выведенныхъ по опредѣленіямъ, сдѣланнымъ помощью калориметра (графа 22), почему, если бы средняя величина нагрѣвательной способности каменныхъ углей Привислянскаго бассейна была опредѣлена по даннымъ, полученнымъ изъ вычисленій нагрѣвательныхъ способностей по формулѣ Дюлонга, то, въ зависимости отъ количества каменнаго угля, добываемаго въ теченіе года въ каждой копи, нагрѣвательная способность опредѣлилась бы такъ:

$$F = \frac{1}{100}\left\{6.484 \times 2{,}5 + 6.260 \times 9{,}3 + 6.138 \times 18{,}7 + \right.$$
$$+\left(\frac{6.187+6.035}{2}\right) 26{,}2 + 6.184 \times 2{,}4 + 5.572 \times 16 + 5.684 \times$$
$$\left. \times 14{,}81 + 5.941 \times 10{,}1 \right\} = 5.854 \text{ ед. тепл.},$$

т. е. была бы на 6,76% менѣе теплопроизводительной способности, опредѣленной по даннымъ измѣреній теплопроизводительной способности каменныхъ углей помощью калориметра, въ зависимости отъ которой отпускъ каменнаго угля былъ опредѣленъ въ размѣрѣ 33,03 пуда, взамѣнъ полукуб. сажени дровъ польской мѣры. Вслѣдствіе такой разницы въ величинахъ теплопроизводительной способности каменнаго угля, размѣръ отпуска его увеличился бы на 6,76%, если бы коммисія остановилась на опредѣленіяхъ нагрѣвательныхъ способностей углей Привислянскаго бассейна по формулѣ Дюлонга и не перешла бы къ опредѣленіямъ величинъ нагрѣвательной способности каменныхъ углей помощью калориметра.

Количество мелочи, получаемой при обращеніи съ каменнымъ углемъ Привислянскаго бассейна. Для выясненія этого обстоятельства были произведены опыты съ углями копей «Ренаръ», «Мортимеръ» и «Казиміръ», изъ которыхъ уголь копи «Ренаръ» въ количествѣ 53 пуд. и «Мортимеръ» въ количествѣ 16 пуд. 27 фунт. состоялъ изъ крупныхъ кусковъ, а уголь копи «Казиміръ» въ количествѣ 47 пуд. 33 фунт. доставленъ былъ изъ копи въ кускахъ меньшей величины, носящихъ названіе «средній 2-й» (величиной нѣсколько больше кулака).

Послѣ раскалыванія угля на куски такой величины, какой они обыкновенно закладываются въ топку, уголь каждой копи былъ прогрохоченъ послѣдовательно на двухъ проволочныхъ грохотахъ, изъ которыхъ одинъ имѣлъ квадратныя отверстія въ $^5/_8$ дюйма, а другой въ $^1/_8$ дюйма въ сторонѣ квадрата. Мелочь, получавшаяся послѣ грохоченія угля на первомъ грохотѣ, можетъ сожигаться, но при условіи помѣщенія ея въ топкѣ на слои горящаго на рѣшеткѣ угля, т. е. при внимательномъ и бережливомъ обращеніи съ

топливомъ. Мелочь, получившаяся послѣ грохоченія угля на грохотѣ, имѣющимъ отверстія въ $^1/_8$ дюйма въ сторонѣ квадрата, составляетъ угольную пыль, которая не можетъ сожигаться на рѣшеткахъ обыкновеннаго устройства.

Опытъ, произведенный съ углемъ копей «Ренаръ» и «Мортимеръ», доставленнымъ въ крупныхъ кускахъ, при раскалываніи далъ слѣдующіе результаты:

Получилось мелкихъ кусковъ, могущихъ сжигаться.	Ренаръ	2,12 %
	Мортимеръ	1,42 »
Угольной пыли.	Ренаръ	1,42 »
	Мортимеръ	0,75 »
Отъ угля копи «Казиміръ» мелкихъ кусковъ, могущихъ сгорать на обыкновенной рѣшеткѣ		1,58 »
Угольной пыли		3,33 »

Цифры эти показываютъ, что для угля Привислянскаго бассейна, доставляемаго въ крупныхъ кускахъ, потеря въ видѣ мелочи и угольной пыли составляетъ въ среднемъ 2,85%, изъ числа которыхъ безусловная потеря въ видѣ угольной пыли получается въ среднемъ 1,08%.

Для угля, доставленнаго въ кускахъ меньшаго размѣра, «средній 2-й», общая потеря при раскалываніи составляетъ 5,18%, изъ которыхъ угольной пыли получается 3,33%.

Такое относительно большое количество угольной пыли, полученной отъ угля, доставленнаго въ кускахъ меньшей величины, объясняется перетираніемъ этихъ кусковъ между собою, происходившимъ во время доставки ихъ по желѣзной дорогѣ изъ копи въ городъ Варшаву на протяженіи 300 верстъ. Это указываетъ, что выгоднѣе требовать поставку угля въ крупныхъ кускахъ, въ каковомъ случаѣ неизбѣжная потеря составитъ отъ 0,75 до 1,42%. Такъ какъ при обращеніи съ дровами имѣется такая же незначительная потеря, то коммисіей было принято, что при опредѣленіи нормы отпуска каменнаго угля взамѣнъ существующаго

отпуска дровъ не слѣдуетъ принимать во вниманіе количество угля, составляющаго потерю при раскалываніи его на куски меньшей величины передъ закладываніемъ угля въ топку.

Данныя для составленія общихъ условій пріемки отъ поставщиковъ каменнаго угля Привислянскаго бассейна. Количество каменнаго угля, отпускаемаго для различныхъ цѣлей отопленія, можетъ оказаться въ дѣйствительности достаточнымъ лишь въ такомъ случаѣ, если уголь, предъявляемый поставщиками къ пріемкѣ, по своимъ качествамъ, и главнымъ образомъ по отношенію къ теплопроизводительной способности, будетъ отвѣчать тому, какой имѣлся въ виду при установленіи размѣра его отпуска для данной цѣли. Для достиженія этого, въ условіяхъ для поставки каменнаго угля обыкновенно оговаривается, изъ какихъ мѣсторожденій уголь долженъ доставляться, какіе должны быть размѣры его кусковъ, а въ обезпеченіе соотвѣтствія теплотворной способности поставляемаго угля съ величиною ея, установленной условіями поставки, послѣдними предусматривается, что въ поставляемомъ углѣ не должно заключаться золы болѣе извѣстнаго количества, и что повѣрка теплопроизводительной способности поставляемаго угля можетъ быть сдѣлана на основаніи изслѣдованій состава его въ химической лабораторіи.

Существующими условіями для поставки каменнаго угля въ Варшавскомъ военномъ округѣ установлено: а) Нормальная теплопроизводительная способность каменнаго угля должна быть въ 6.280 ед. тепла, причемъ, хотя и разрѣшено принимать каменный уголь съ теплотворною способностью въ 5.500 ед. тепла, но съ тѣмъ условіемъ, что количество поставляемаго угля должно быть увеличиваемо обратно пропорціонально теплотворной его способности, опредѣляемой путемъ химическаго анализа. Провѣрку теплопроизводительной способности установлено производить въ лабораторіи Варшавскаго университета по образцамъ углей, доставляемымъ подрядчикомъ въ губернское правленіе при заключеніи контракта. б) Поставляемый уголь при полномъ

горѣніи не долженъ давать золы болѣе 5% по вѣсу и долженъ соотвѣтствовать предъявленнымъ образцамъ его передъ заключеніемъ контракта.

Чтобы не стѣснять поставщика каменнаго угля этими условіями, не предусматривается, изъ какихъ копей уголь долженъ доставляться, почему на практикѣ трудно было требовать исполненія условія, чтобы теплопроизводительная способность предъявляемаго къ пріемкѣ угля соотвѣтствовала имѣющейся въ образцѣ угля, предъявленномъ поставщикомъ при заключеніи контракта. Разница въ величинѣ теплопроизводительной способности можетъ обусловливаться тѣмъ, что, за невозможностью по наружному виду угля судить о мѣстѣ его добычи, образцы могутъ быть представлены изъ каменнаго угля добываемаго въ одной копи, а предъявляемый къ пріемкѣ каменный уголь можетъ быть добытъ въ другихъ копяхъ. Независимо отъ этого, несходство теплопроизводительной способности поставляемаго угля съ соотвѣтствующею утвержденному его образцу можетъ зависѣть и отъ неизбѣжной разницы въ количествѣ влаги, заключающейся въ предъявленномъ образцѣ каменнаго угля при заключеніи контракта и въ поставляемомъ углѣ. Такая разница можетъ зависѣть не только отъ тѣхъ естественныхъ случайностей, сопровождающихъ поставку каменнаго угля, но и отъ того, что образцы могутъ быть доставлены подрядчикомъ или преднамѣренно, или случайно, болѣе сухими, отчего теплопроизводительная способность ихъ будетъ выше отвѣчающей каменному углю, доставляемому при обыкновенныхъ условіяхъ, сопровождающихъ поставку и храненіе угля въ складахъ. Установленный условіями добавочный отпускъ каменнаго угля, въ случаѣ если онъ имѣетъ меньшую теплопроизводительную способность противъ нормальной, принятой по условіямъ поставки въ 6.280 ед. т., на практикѣ не могъ быть осуществляемъ, въ виду сложности повѣрки величины нагрѣвательной способности поставляемаго угля, основанной на производствѣ химическаго анализа образца этого угля, доставляемаго въ лабораторію Варшавскаго университета. Точно также затруднительно

производить провѣрку и на соотвѣтствіе въ поставляемомъ углѣ содержанія количества золы, которое по условіямъ на поставку каменнаго угля не должно быть болѣе 5%.

Вслѣдствіе недостаточности установленнаго размѣра отпуска каменнаго угля въ Варшавскомъ округѣ, составляющаго 22 пуда вмѣсто 1 полукуб. саж. дровъ польской мѣры, и невозможности прослѣдить на практикѣ, въ какой степени качество доставляемаго угля соотвѣтствуетъ требующемуся условіями его поставки, потребителями угля выражается очень часто мнѣніе о недоброкачественности угля, добываемаго въ копяхъ Привислянскаго бассейна.

Такъ какъ изъ вышеприведенныхъ результатовъ изслѣдованія качества и свойствъ образцовъ каменныхъ углей, взятыхъ изъ значительнаго большинства копей Привислянскаго бассейна, нельзя вывести заключеніе о недоброкачественности этихъ углей, и такъ какъ, при существующихъ условіяхъ его добыванія и сортировки на копяхъ, достигается возможное однообразіе въ качествахъ угля, поставляемаго изъ каждой копи, обусловливаемое какъ тѣмъ, что пласты угля имѣютъ мощную толщину, такъ и тѣмъ, что при выходѣ изъ шахтъ, передъ нагрузкой угля въ вагоны, онъ сортируется относительно величины кусковъ, причемъ изъ него отбираются негорючія части,—то для устраненія встрѣчающихся недоразумѣній при пріемкѣ каменнаго угля, руководствуясь существующими условіями на его поставку, коммисія имѣла въ виду ввести такія измѣненія въ этихъ условіяхъ, которыя болѣе отвѣчали бы качествамъ угля, выяснившимся изъ вышеприведенныхъ результатовъ изученія его состава и величины теплопроизводительной способности, а также желала и указать такіе пріемы, которые легче было бы примѣнить на практикѣ при пріемѣ каменнаго угля и которые больше гарантировали бы пріемщиковъ въ полученіи угля надлежащаго качества. Для достиженія этого, коммисіею было обращено вниманіе на вліяніе измѣненія содержанія влаги въ каменныхъ угляхъ, на величину ихъ нагрѣвательной способности, какъ на данную, могущую измѣняться въ зависимости отъ измѣненія условій, сопровождающихъ по-

ставку и храненіе каменнаго угля, такъ какъ требованіе условіями на поставку угля содержанія въ немъ золы въ количествѣ не превосходящемъ данной нормы не всегда зависитъ отъ воли поставщика и обусловливается составомъ пласта каменнаго угля, разрабатываемаго въ данной копи.

Вліяніе содержанія влаги въ угляхъ на величину теплопроизводительной ихъ способности видно изъ сопоставленія цифръ, приведенныхъ въ графѣ 12 таблицы III. Цифры эти указываютъ, что теплопроизводительная способность сухихъ углей имѣетъ наибольшую величину для копи «Милевица» и наименьшую для копи «Рудольфъ Георгъ». Теплопроизводительная способность углей этихъ копей отличается на 6,9%, тогда какъ величины теплопроизводительной способности влажныхъ углей тѣхъ же копей (графа 14) различаются между собою на 11%. Еще большее значеніе пріобрѣтаетъ степень влажности углей, если принять во вниманіе условія, отъ которыхъ она зависитъ. Въ нѣкоторой степени размѣръ влажности каменныхъ углей обусловливается свойствами пластовъ, разрабатываемыхъ тою или другою копью. Зависимость эта указывается цифрами графы 10 таблицы III, выражающими гигроскопичность углей, т. е. способность ихъ поглощать пары воды, содержащіеся въ воздухѣ, до полнаго насыщенія. Гигроскопичность каменныхъ углей исслѣдовавшихся копей Привислянскаго бассейна измѣняется въ предѣлахъ отъ 10.19% до 15,26%; а это указываетъ, въ какой степени влажность углей зависитъ отъ вліянія случайныхъ атмосферическихъ явленій, которымъ уголь можетъ подвергаться какъ во время доставки его изъ копей, такъ и во время его храненія.

Эти условія при доставкѣ и храненіи угля могутъ въ такой степени вліять на содержаніе въ немъ влаги, что оно можетъ превзойти способность угля поглощать пары воды изъ воздуха, обусловливаемую его гигроскопичностью.

Въ какой степени содержаніе воды въ угляхъ вліяетъ на измѣненіе величины ихъ нагрѣвательной способности, можно судить изъ сравненія цифръ, помѣщенныхъ въ графахъ 12 и 14 таблицы III, показывающихъ теплопроизво-

дительную способность каменныхъ углей сухихъ и содержащихъ влагу въ размѣрѣ указанномъ въ графѣ 8.

Разсмотрѣніе этихъ цифръ приводитъ къ заключенію, что наименьшая теплопроизводительная способность угля копи «Рудольфъ Георгъ», опредѣляющаяся въ 6.002 ед. тепла, при содержаніи влаги въ углѣ 11,71%, можетъ, по мѣрѣ уменьшенія содержанія влаги, постепенно увеличиваться и при полномъ отсутствіи ея возрости до 6.933 ед. тепла, т. е. превзойти нагрѣвательную способность угля копи «Милевица», имѣющую наивысшую теплопроизводительную способность изъ всѣхъ изслѣдовавшихся углей и опредѣлившуюся въ 6.776 ед. тепла при содержаніи влаги въ 9,19%.

Чтобы ближе прослѣдить вліяніе содержанія влаги въ угляхъ изслѣдовавшихся копей, обусловленное ихъ природою, выражающеюся степенью ихъ гигроскопичности, на величину нагрѣвательной способности, въ нижеслѣдующей таблицѣ Г, въ графахъ 3 и 4, приведены данныя о гигроскопичности каменныхъ углей и соотвѣтствующія ей величины нагрѣвательной способности, опредѣленныя на основаніи калориметрическихъ измѣреній, а въ графахъ 1 и 2 показаны наблюденныя въ образцахъ углей среднія величины содержанія влаги и соотвѣтствующія имъ величины нагрѣвательной способности. Въ графѣ 5 показаны разницы между числами, указывающими содержаніе влаги въ однихъ и тѣхъ же образцахъ углей, перечисленными въ графахъ 3 и 1, и соотвѣтствующими гигроскопичности каменныхъ углей и найденному въ нихъ дѣйствительному содержанію влаги. Въ графѣ 6 показаны разницы между величинами теплопроизводительной способности каменныхъ углей, соотвѣтствующими среднему найденному въ нихъ содержанію влаги (гр. 1) и тому количеству ея, которое обусловливаетъ гигроскопичность каменныхъ углей изслѣдовавшихся копей. Въ послѣдней графѣ таблицы Г указано, какое количество единицъ тепла убываетъ въ каждомъ образцѣ угля данной копи вмѣстѣ съ уменьшеніемъ содержанія влаги на 1%.

Таблица Г

измѣненій теплопроизводительной способности каменныхъ углей Привислянскаго бассейна, обусловленныхъ различнымъ содержаніемъ въ нихъ влаги.

Наименова-	Среднее содержаніе влаги %.	Теплопроизводительныя способности, соотвѣтствующія средней влажности $F_{вл.}^{(100)} - 637$ $[9H + A\,q]$.	Влажность, соотвѣтствующая гигроскопичности углей %.	Теплопроизводительныя способности, соотвѣтствующія влажности графы 3 $F_{вл.}^{(100)} - 637$ $(9H' + A\,q')$.	Разность влажностей, показанныхъ въ графахъ 3 и 1%.	Разность теплопроизводительныхъ способностей, показанныхъ въ графахъ 2 и 4.	Измѣненію на одинъ процентъ влажности соотвѣт. измѣненіе теплопроизводительной способности въ один. тепла.
	1	2	3	4	5	6	7
Милевица .	9,00	6.691	10,22	6.520	1,22	171	140
Сатурнъ . .	8,35	6.608	10,21	6.467	1,86	141	75
Парижъ . .	11,83	6.263	—	—	—	—	—
Рудольфъ .	11,45	6.418	12,44	6 339	0,99	79	79
Явъ	11,35	6.161	11,06	6.268	0,29	107	368
Ренаръ. . .	12,03	6.081	13,66	5.956	1,63	123	75
Казиміръ .	10,85	6.294	10,19	6.344	0,66	50	75
Мортимеръ	11,84	6.090	15,26	5.829	3,42	261	76
Рудольфъ (Георгъ) .	11,71	6.002	10,06	5.900	1,35	102	76

Цифры этой таблицы указываютъ, что при увеличеніи средней влажности углей копей «Ренаръ», «Рудольфъ», «Рудольфъ Георгъ» и «Мортимеръ» въ весьма незначительныхъ предѣлахъ, а именно: для двухъ первыхъ отъ 1,35 до 1,69%, а для третьей на 3,42%, обусловливаемыхъ ихъ гигроскопичностью, теплопроизводительная способность хотя и измѣняется незначительно, но получаются величины ея меньшія средней величины въ 6.250 ед. тепла для каменныхъ углей всѣхъ копей Привислянскаго бассейна, въ зави-

симости отъ которой отпускъ каменнаго угля исчисленъ былъ въ размѣрѣ 33,03 пуда.

Вслѣдствіе этого, если бы къ поставкѣ былъ допущенъ каменный уголь съ теплопроизводительною способностью не менѣе 6.250 ед. тепла, то угли этихъ копей не удовлетворяли бы условіямъ поставки въ случаѣ незначительнаго измѣненія содержанія въ нихъ влаги.

Содержаніе влаги въ угляхъ, въ предѣлахъ обусловливаемыхъ ихъ гигроскопичностью, можетъ измѣняться даже въ зависимости отъ бо́льшаго или меньшаго содержанія влаги въ воздухѣ, хотя отъ вліянія только этой причины содержаніе влаги въ угляхъ не можетъ достигнуть, въ незначительный промежутокъ времени, наибольшаго предѣла, указываемаго ихъ гигроскопичностью. Гигроскопичность углей указываетъ тотъ размѣръ содержанія влаги въ угляхъ, который можетъ въ нихъ устойчиво удерживаться въ случаѣ попаданія въ нихъ воды въ видѣ атмосферныхъ осадковъ. Избытокъ этой воды, содержащейся въ каменныхъ угляхъ, сверхъ предѣла указываемаго ихъ гигроскопичностью, легче удаляется изъ углей подъ вліяніемъ измѣненій состоянія погоды, отъ вліянія вѣтра и другихъ причинъ. Вслѣдствіе этого гигроскопичность углей имѣетъ вліяніе на установленіе вѣроятной величины средней теплопроизводительной способности каменныхъ углей, добываемыхъ въ Привислянскомъ бассейнѣ. Опредѣляя среднюю величину теплопроизводительной способности этихъ углей $F_{\text{вл.}\ (\text{гигроск.})}^{(100)}$ при содержаніи въ нихъ влаги въ количествѣ, обусловленномъ ихъ гигроскопичностью, и принимая также во вниманіе размѣръ годовой добычи угля каждой копи, получимъ

$$F_{\text{вл.}\ (\text{гигр.})}^{(100)} = \frac{1}{100}\Big\{6.520{,}6\times 2{,}5 + 6.467{,}7\times 9{,}3 +$$

$$+\left(\frac{6339{,}5+5900{,}6}{2}\right)26{,}2 + 6.268{,}6\times 2{,}4 + 5.956{,}5\times 16 +$$

$$+6.344{,}5\times 14{,}8 + 5.829{,}1\times 10{,}1 + 6.263\times 18{,}7\Big\} =$$

$$= 6.164{,}37 \text{ ед. тепла.}$$

Эта величина теплопроизводительной способности отличается отъ средней величины ея, принятой для каменныхъ углей Привислянскаго бассейна въ 6.250 ед. т., при опредѣленіи размѣра отпуска каменнаго угля въ 33,03 пуда, замѣняющаго 1 полукуб. саж. дровъ, на 1,38%, а это указываетъ на близость сдѣланнаго вывода средней величины теплопроизводительной способности къ физическому свойству углей этихъ копей.

Въ какой степени условія, существующія при доставкѣ и храненіи каменнаго угля, въ зависимости отъ состоянія погоды, могутъ вліять на содержаніе въ угляхъ влаги, можно видѣть изъ цифръ таблицы III, изъ которыхъ усматривается, что во всѣхъ образцахъ, взятыхъ осенью 1894 и зимою 1895 г., за исключеніемъ образцовъ углей копей «Рудольфъ», «Янъ» и «Казиміръ», влажность была менѣе ихъ гигроскопичности.

Въ какой степени случайныя атмосферическія явленія вліяютъ на содержаніе влаги въ каменныхъ угляхъ Привислянскаго бассейна, можно видѣть изъ результатовъ опредѣленія влажности въ образцахъ угля копи «Мортимеръ», взятыхъ въ различное время года (графа 8 табл. III). Образецъ только-что доставленнаго каменнаго угля изъ копи въ г. Варшаву, взятый 20-го февраля 1895 г., выколотый изъ большаго куска угля и снаружи покрытаго снѣгомъ, содержалъ влаги 11,74%. Образецъ угля этой же копи, взятый изъ склада въ г. Варшавѣ 20-го марта 1895 г., во время весенняго таянія снѣга, когда часто падали дожди, содержалъ влаги 13,26%. Образцы угля той же копи, взятые 13-го сентября 1894 г., имѣли влажность 11,04 и 12,91%, при условіи храненія угля въ теченіе 3-хъ мѣсяцевъ въ складѣ, незащищенномъ отъ вліянія атмосферическихъ явленій.

Въ какой степени способъ храненія угля вліяетъ на измѣненіе содержанія въ немъ влаги, можно видѣть изъ того, что уголь этой же копи, содержавшій осенью 1894 г. влагу въ размѣрѣ 11,04 и 12,91%, послѣ храненія его въ неотапливаемой комнатѣ въ теченіе $4^1/_2$ мѣсяцевъ, содержалъ

влаги отъ 9,92% до 11,13%; а уголь копи «Казиміръ, вмѣсто имѣвшейся въ немъ влаги осенью 1894 г. въ размѣрѣ отъ 13,18 до 14%, послѣ храненія его при такихъ же условіяхъ какъ и уголь копи «Мортимеръ» въ теченіе того же времени, содержалъ влаги отъ 12,09 до 12,47%.

Сравнивая эти цифры, видимъ, что увеличеніе содержанія влаги въ угляхъ одной и той же копи, зависѣвшее отъ вліянія случайныхъ атмосферическихъ явленій, доходило до 1,52%, а зависѣвшее отъ условій храненія каменнаго угля измѣнялось въ предѣлахъ отъ 2 до 3%.

Сообразно съ этимъ, въ первомъ случаѣ теплопроизводительная способность каменнаго угля копи «Мортимеръ» вмѣсто 6.280 ед. т., соотвѣтствующей влажности въ 11,74%, уменьшилась до 5.882 ед. теп., соотвѣтствующей содержанію влаги въ углѣ въ 13,26%, т. е. съ увеличеніемъ влажности на 1,52%, теплотворная способность уменьшалась на 6,3%.

Во второмъ случаѣ, при уменьшеніи содержанія влаги отъ 12,91% до 9,92%, т. е. на 3%, теплопроизводительная способность возросла съ 6.009 ед. т. до 6.238 ед. т., т. е. на 3,81%.

Такія же сопоставленія величинъ влажности и теплопроизводительной способности, сдѣланныя для угля копи «Казиміръ», указываютъ, что при уменьшеніи влажности отъ 14% до 12,09% — на 1,91%, теплопроизводительная способность увеличивалась съ 6.048 до 6.373 ед. т., т. е. на 5,35%.

Приведенныя наблюденія надъ измѣненіемъ теплопроизводительной способности каменныхъ углей, вмѣстѣ съ измѣненіемъ содержанія въ нихъ влаги, приводятъ къ заключенію о необходимости ввести въ условія по пріемкѣ каменныхъ углей указанія на степень ихъ влажности.

Въ какой степени опредѣленная выше величина средней теплопроизводительной способности каменныхъ углей Привислянскаго бассейна въ 6.250 ед. т. зависитъ отъ размѣра влажности, наблюденной въ испытывавшихся образцахъ углей, можно видѣть изъ слѣдующаго вывода, сдѣланнаго для опредѣленія средней величины влажности въ каменныхъ угляхъ

Привислянскаго бассейна въ зависимости отъ величинъ теплопроизводительной способности этихъ углей, показанныхъ въ графѣ 22 таблицы III и отвѣчающихъ среднему содержанію влаги въ испытывавшихся образцахъ углей каждой копи, которое показано въ графѣ 21 той же таблицы.

Такимъ образомъ среднее содержаніе влаги въ испытанныхъ образцахъ углей составитъ

$$B = (6.691 \times 9 + 6.608 \times 8,35 + 6.263 \times 11,83 + 6.418 \times 11,45 + 6.161 \times 11,35 + 6.081 \times 12,03 + 6.294 \times 10,85 + 6.090 \times 11,84 + 6.002 \times 11,71) : (6.691 + 6.608 + 6.263 + 6.418 + 6.161 + 6.081 + 6.294 + 6.090 + 6.002) = 10,94\%.$$

Этой средней величинѣ влажности въ 10,94% соотвѣтствуетъ средняя теплопроизводительная способность углей Привислянскаго бассейна, исчисленная въ 6.250 ед. тепла.

Средняя величина теплопроизводительной способности каменныхъ углей Привислянскаго бассейна въ 6.250 ед. тепла опредѣлена была въ зависимости отъ величинъ теплопроизводительной способности углей, исчисленныхъ по среднему содержанію, въ теченіе года, влажности въ угляхъ различныхъ копей, въ зависимости отъ существующихъ мѣстныхъ условій при доставкѣ и способѣ храненія каменнаго угля. При этомъ средней величинѣ влажности каменнаго угля въ 10,94% соотвѣтствуютъ крайніе предѣлы средняго содержанія влаги въ угляхъ въ теченіе года для различныхъ копей въ 8,35% и въ 12,03%. Въ этотъ разсчетъ входила и наименьшая величина теплопроизводительной способности копи «Рудольфъ Георгъ» въ 6.002 единицъ тепла, соотвѣтствующая влажности этого угля въ 11,71%, при уменьшеніи которой подъ вліяніемъ случайныхъ причинъ на 1,5% и до 3%, теплопроизводительная способность можетъ возрости отъ 114 до 228 ед. т., причемъ она сдѣлается весьма близкою къ средней величинѣ ея, опредѣленной въ 6.250 ед. т. Точно также случайное увеличеніе, въ тѣхъ же предѣлахъ, влажности каменныхъ углей копей, имѣющихъ высшій размѣръ теплопроизводительной способности,

можетъ обусловить пониженіе ея отъ 250 до 300 ед. т. и этимъ приблизить теплопроизводительную способность каменныхъ углей этихъ копей къ средней величинѣ ея, установленной для углей всѣхъ копей Привислянскаго бассейна. Такъ какъ измѣненіе влажности каменныхъ углей въ такихъ предѣлахъ зависитъ отъ случайныхъ причинъ, не поддающихся регулировкѣ, то одинаково возможно, что пріемщики угля при однихъ обстоятельствахъ получатъ въ данномъ вѣсовомъ количествѣ угля нѣсколько большее, тогда какъ при другихъ обстоятельствахъ—нѣсколько меньшее количество тепловыхъ единицъ, по сравненію съ среднею величиной теплопроизводительной способности, установленной для каменныхъ углей Привислянскаго бассейна въ 6.250 ед. тепла.

Вслѣдствіе этихъ соображеній было принято, что при проектированіи размѣра отпуска каменнаго угля Привислянскаго бассейна, въ зависимости отъ средней величины теплопроизводительной способности ихъ въ 6.250 ед. т., при средней влажности углей въ 10,94%, возможно допустить поставку угля и съ теплопроизводительною способностью въ 6.000 ед. тепла, соотвѣтствующей содержанію въ немъ влаги въ 11,75%, не требуя отъ поставщика прибавки въ вѣсѣ поставляемаго каменнаго угля вслѣдствіе уменьшенія теплотворной его способности до 6.000 ед. тепла.

Введеніе такого пункта въ общія условія по поставкѣ каменнаго угля представитъ ту выгоду, что дастъ возможность принять участіе въ поставкѣ его всѣмъ копямъ Привислянскаго бассейна, образцы которыхъ были изслѣдованы, и имѣющихъ производительность въ 90% отъ общаго количества каменнаго угля, добываемаго въ этомъ краѣ. Этимъ же достигается возможность полученія угля соотвѣтствующихъ качествъ безъ излишняго увеличенія его стоимости, которая сдѣлалась бы возможною, если бы условія на поставку каменнаго угля вызывали ограниченность конкурренціи числа копей, добывающихъ каменный уголь въ Привислянскомъ бассейнѣ.

Благодаря тому, что свойства углей вышеупомянутыхъ

копей и теплопроизводительная ихъ способность выяснены, и средняя величина нагрѣвательной способности, по которой долженъ быть разсчитанъ отпускъ угля въ различныхъ случаяхъ, опредѣлена въ зависимости отъ содержанія въ угляхъ влаги, наблюдавшемся при существующихъ условіяхъ его доставки изъ копей въ различное время года, является возможность значительно упростить пріемку угля, если будетъ удостовѣрено, что онъ добытъ въ одной изъ копей, которыя были изслѣдованы въ описываемыхъ занятіяхъ коммисіи, не производя провѣрки теплопроизводительной его способности и не требуя сходства доставляемаго угля съ образцами, предъявленными поставщикомъ при заключеніи контракта, какъ это предусматривается дѣйствующими нынѣ условіями на поставку каменнаго угля.

Во избѣжаніе же умышленнаго повышенія содержанія влаги въ поставляемомъ углѣ, съ цѣлью увеличенія его вѣса, вслѣдствіе чего можетъ понизиться величина нагрѣвательной его способности, въ общія условія на поставку каменнаго угля предположено ввести такое обязательство для поставщика, по которому, въ случаѣ заявленій пріемщика объ излишней влажности угля, распоряженіемъ учрежденія, заключившаго контрактъ, во всякое время можетъ быть взята средняя проба угля изъ числа заключающагося въ складѣ подрядчика или изъ одной дѣлаемой имъ поставки, вызывающей сомнѣніе въ его доброкачественности, которая препровождается въ лабораторію Варшавскаго университета для изслѣдованія въ ней только степени влажности. Если при этомъ окажется, что уголь содержитъ болѣе 11,75% влаги, то онъ не допускается къ поставкѣ до тѣхъ поръ, пока эта цифра не уменьшится до указаннаго предѣла, что́ должно быть подтверждено изслѣдованіемъ новой средней его пробы.

При этомъ предусматривается, что измѣненіе влажности до установленнаго размѣра въ 11,75% не должно продолжаться болѣе 6-ти мѣсяцевъ послѣ взятія первой пробы, такъ какъ по истеченіи этого срока составъ и физическія свойства каменныхъ углей Привислянскаго бассейна могутъ

на столько измѣниться, что онъ не можетъ быть употребленъ въ дѣло безъ ощутительной потери числа тепловыхъ единицъ, которое должно заключаться въ данномъ его вѣсовомъ количествѣ, и безъ значительной потери въ его вѣсѣ, обусловливаемой обращеніемъ съ нимъ, вслѣдствіе того что эти угли при продолжительномъ храненіи на воздухѣ разслаиваются и разсыпаются на мелкія части.

Чтобы предоставить возможность, при поставкѣ угля, принять участіе не только тѣмъ копямъ, угли которыхъ были изслѣдованы коммисіею, но и остальнымъ, которыя имѣются теперь, или вновь могутъ возникнуть при послѣдующемъ развитіи угольной промышленности въ Привислянскомъ бассейнѣ, въ проектѣ общихъ условій на поставку каменнаго угля это обстоятельство предусмотрѣно предположеніемъ оговорить въ нихъ, что при поставкѣ каменнаго угля изъ такихъ копей, независимо отъ провѣрки въ немъ содержанія влаги до вышеуказаннаго предѣла, учрежденіе, заключившее контрактъ, имѣетъ право во всякое время произвести провѣрку не только степени влажности, но и теплопроизводительной его способности, въ химической лабораторіи Варшавскаго университета, съ тѣмъ чтобы убѣдиться, что поставляемый уголь имѣетъ не менѣе 6.000 ед. т., при влажности не менѣе 11,75%.

Въ условіяхъ на поставку каменнаго угля надлежитъ оговорить, что нагрѣвательная способность каменнаго угля, устанавливаемая въ размѣрѣ 6.250 и 6.000 ед. т., соотвѣтствуетъ опредѣленію ея помощью калориметра, и если имѣется возможность пользоваться такимъ приборомъ, то устраняется необходимость производить полный химическій анализъ, а требуется сдѣлать только опредѣленіе содержанія въ углѣ водорода и воды.

При неимѣніи возможности пользоваться калориметромъ, представится необходимость дѣлать опредѣленія ея на основаніи результатовъ полнаго химическаго анализа каменнаго угля, исчисляя ее по формулѣ Дюлонга. Въ такомъ случаѣ необходимо имѣть въ виду, что вышеприведеннымъ численнымъ значеніямъ теплопроизводительной способности камен-

ныхъ углей, при опредѣленіи ихъ по формулѣ Дюлонга, соотвѣтствуетъ средняя нагрѣвательная способность каменныхъ углей Привислянскаго бассейна въ 5.854 ед. т. при средней влажности въ 10,94%, и наименьшая въ 5.590 ед. т. при влажности въ 11,75%. Дѣлая опредѣленіе нагрѣвательной способности по формулѣ Дюлонга въ условіяхъ на поставку каменнаго угля, надлежитъ оговорить тѣ численныя значенія теплопроизводительной способности для водорода, углерода и сѣры, которыя введены въ формулѣ (А), приведенной на стр. 50.

Проектъ параграфовъ общихъ условій для поставки каменныхъ углей Привислянскаго бассейна, соотвѣтствующихъ вышеизложеннымъ соображеніямъ, заключается въ числѣ особыхъ приложеній къ настоящей статьѣ (Приложеніе I).

Введеніе въ этотъ проектъ повѣрки качества угля, поставляемаго изъ копей, изслѣдованныхъ коммисіей, опредѣленіемъ въ образцахъ углей только содержанія влаги, дѣлаетъ практически возможнымъ произвести эту провѣрку, такъ какъ она можетъ быть сдѣлана въ теченіе 8—10 дней и стоитъ около 5-ти рубл., производство же полнаго химическаго анализа для провѣрки теплопроизводительной способности поставляемаго угля, какъ это требуется дѣйствующими нынѣ общими условіями, требуетъ около трехъ недѣль времени и стоитъ около 40 рубл.

ГЛАВА III.

Теплопроизводительныя способности и составъ каменныхъ углей: англійскаго и новѣйшихъ мѣсторожденій въ Россіи.

Данныя по изслѣдованію англійскихъ каменныхъ углей. Размѣръ отпуска англійскихъ каменныхъ углей взамѣнъ трехполѣнной и однополѣнной саженей дровъ по соотвѣтствію количества заключающагося въ нихъ тепла. Теплопроизводительныя способности и составъ каменныхъ углей русскихъ мѣсторожденій. Данныя, которыми располагала для этого коммисія. Установленіе средней величины нагрѣвательныхъ способностей углей, добываемыхъ въ различныхъ мѣстностяхъ. Проектъ параграфовъ общихъ условій на поставку каменныхъ углей и антрацитовъ.

По условіямъ расположенія мѣсторожденій каменныхъ углей въ Россіи и въ зависимости отъ существующихъ тарифовъ на перевозку каменнаго угля изъ Донецкаго бассейна до портовъ Чернаго моря, въ Россію ввозится значительное количество англійскихъ каменныхъ углей **).

Хотя при существующихъ въ Петербургѣ цѣнахъ на дрова и каменный уголь (пудъ камен. угля 13 коп. и 1 п. дровъ 8,6 к., при стоимости однополѣн. саж. березовыхъ дровъ 5 р. 50 коп., при вѣсѣ ея 63,8 пуд., соотвѣтствующемъ влажности въ 24,074%) отопленіе комнатныхъ печей каменнымъ углемъ еще недостаточно распространено, но при

**) Количество англійскаго каменнаго угля, привозимаго въ Петербургъ, распредѣляется по сортамъ и по годамъ слѣдующимъ образомъ:

	Камен. угля.	Брикетовъ.	Кокса.
1890 г.	56.416.342 пуд.	740.714 пуд.	2.633.264 пуд.
1891 „	56.949.170 „	826.770 „	2.840.468 „
1892 „	64.308.570 „	1.045.878 „	3.392.888 „
1893 „	70.644.660 „	1.694.894 „	4.752.920 „
1894 „	76.657.420 „	2.402.004 „	4.931 666 „
1895 „	75.956.758 „	1.669.722 „	5.063.036 „

разработкѣ вопроса объ установленіи нормы отпуска каменныхъ углей, взамѣнъ существующаго отпуска дровъ, слѣдовало установить эти нормы, какъ для пользованія ими въ тѣхъ случаяхъ, когда для отопленія употребляется англійскій каменный уголь, такъ и на случай возможнаго распространенія примѣненія его въ Петербургѣ и прилегающихъ къ нему мѣстностяхъ, въ зависимости отъ постепенно возрастающей стоимости дровъ.

Для выясненія данныхъ о составѣ и теплопроизводительной способности англійскихъ каменныхъ углей, по распоряженію коммисіи были выписаны изъ англійскихъ копей (при содѣйствіи торговой фирмы Беккеля) по 60 пуд. угля тѣхъ сортовъ, какіе въ продажѣ наиболѣе встрѣчаются, а именно: Ньюкастльскій классовъ I, II и III, Шотландскій классовъ I и II и Кардифъ. Происхожденіе доставленныхъ образцовъ изъ этихъ копей удостовѣрено сертификатами, засвидѣтельствованными мѣстными консулами.

Изъ этого количества каменныхъ углей были взяты среднія и контрольныя пробы каждаго сорта такимъ же образомъ, по способу Шереръ-Кестнера, какъ это было описано выше при изслѣдованіи каменныхъ углей Привислянскаго бассейна. Среднія и контрольныя пробы были заключены въ стеклянныя банки съ герметически притертыми пробками и доставлены для изслѣдованія въ лабораторію Императорскаго Русскаго Техническаго Общества. Результаты изслѣдованія этихъ образцовъ каменныхъ углей помѣщены въ таблицѣ IV. Въ графахъ 11, 12, 13 и 14 этой таблицы показаны данныя о составѣ изслѣдовавшихся каменныхъ углей, соотвѣтствующемъ заключавшейся въ нихъ влажности, и сдѣлано перечисленіе этихъ составныхъ частей на содержаніе ихъ въ сухомъ углѣ; показаны: гигроскопичность углей и теплопроизводительныя способности, опредѣленныя при сожиганіи образцовъ углей въ калориметрѣ (бомба Бертелло), а также теплопроводныя способности, вычисленныя на основаніи этихъ данныхъ о составѣ углей по формулѣ Дюлонга, которыя приведены въ графахъ 15, 16, 17 и 18. Составъ органической массы показанъ въ графахъ 25, 26, 27,28 и 29.

Сравненіе теплотворныхъ способностей указываетъ, что величины ихъ, опредѣленныя калориметромъ, превышаютъ вычисленныя по формулѣ Дюлонга для каменныхъ углей: Ньюкастльскаго классовъ I, II и III на 2, на 0,9 и на 4,8%, и для Шотландскаго—классъ I на 0,5%. Онѣ менѣе исчисленныхъ по формулѣ Дюлонга для Кардифа на 4,9 и для Шотландскаго угля классъ II на 0,3%.

На основаніи данныхъ, опредѣленныхъ при изслѣдованіи англійскихъ каменныхъ углей, помѣщенныхъ въ графахъ отъ 1 до 19, сдѣлано было опредѣленіе среднихъ величинъ содержанія влажности и золы, которыя помѣщены въ графахъ 20 и 22 таблицы IV. Соотвѣтствующія этому среднему содержанію въ угляхъ влажности и золы теплопроизводительныя способности углей были вычислены на основаніи данныхъ по опредѣленію теплотворныхъ способностей углей, сдѣланныхъ при помощи калориметра, при томъ содержаніи золы и влажности, которое было наблюдено во время изслѣдованія этихъ углей, и результаты исчисленій среднихъ величинъ теплотворныхъ способностей углей помѣщены въ графѣ 21 таблицы IV.

Среднія теплотворныя способности каменныхъ углей, соотвѣтствующія среднему содержанію въ угляхъ золы и влаги, вычисленныя по формулѣ Дюлонга, показаны въ графѣ 23 той же таблицы.

Сопоставленіе среднихъ величинъ наблюденной въ угляхъ влажности (гр. 20) съ числами, показывающими ихъ гигроскопичность (гр. 10), указываетъ, что среднія содержанія влажности для всѣхъ сортовъ углей, кромѣ Шотландскаго классъ I, меньше содержанія въ нихъ влаги, соотвѣтствующаго ихъ гигроскопичности.

Такъ какъ содержаніе влаги въ угляхъ есть величина случайная, то сопоставленіе наблюденныхъ величинъ ея въ изслѣдовавшихся образцахъ углей, съ количествомъ влаги, которое можетъ въ нихъ прочно удерживаться, въ зависимости отъ физическаго строенія углей, обусловливаемаго ихъ гигроскопичностью, указываетъ, что установленный размѣръ средней величины влажности, не превосходя гигроскопич-

ности углей, можетъ служить для вывода средней величины теплопроизводительной способности изслѣдовавшихся образцовъ углей, соотвѣтствующей среднему содержанію въ угляхъ влажности и золы. Такимъ образомъ среднія величины теплопроизводительныхъ способностей англійскихъ каменныхъ углей, соотвѣтствующія среднему содержанію въ нихъ влаги и золы, опредѣляются слѣдующими цифрами:

Для каменныхъ углей.		Среднія величины. Теплопр. способн.	Влаги.	Золы.
Ньюкастльскаго	$\frac{8.115+6.893+7.249}{3}$	= 7.419	6,6%	3,24%
Шотландскаго	$\frac{6.907+6.940}{2}$	= 6.923	8,89 »	3,01 »
Кардифа		8.071	0,87 »	2,89 »

Среднія величины нагрѣвательныхъ способностей и наибольшія величины содержанія золы и влаги, которыя могутъ быть допущены при пріемкѣ отъ поставщиковъ англійскихъ углей, выбранныя изъ чиселъ приведенныхъ въ графахъ 8, 10, 20, 21 и 22 таблицы IV, слѣдующія:

Каменные угли.	Среднія теплопроизвод. способности.	Наибольшее содержаніе: влаги.	золы.
Ньюкастльскій	7.419	10,5%	6%
Шотландскій	6.907	10 »	6 »
Кардифъ	8.071	3,5 »	3 »

Количество каменнаго угля англійскихъ копей, замѣняющее по содержанію тепла трехполѣную и однополѣнную сажени дровъ, получится при раздѣленіи количества тепла, содержащагося въ этихъ объемахъ дровъ, на вышевыведенныя среднія величины теплопроизводительныхъ способностей этихъ каменныхъ углей.

Результаты этихъ опредѣленій приведены въ слѣдующей таблицѣ.

Таблица Д.		
Количество каменнаго угля, замѣняющаго объемы дровъ.		
НАЗВАНІЕ УГЛЕЙ.	Одной трехполѣнной сажени.	Одной однополѣнной сажени.
	пудовъ.	
Ньюкастльскій	75,04	25,24
Шотландскій	80,42	27,05
Кардифъ	68,98	23,02

Теплопроизводительная способность и составъ каменныхъ углей русскихъ мѣсторожденій. Вслѣдствіе разнообразія въ свойствахъ и различія въ величинахъ теплотворныхъ способностей каменныхъ углей, добываемыхъ въ различныхъ мѣсторожденіяхъ Россіи, не можетъ быть установленъ одинаковый размѣръ ихъ отпуска для всѣхъ мѣстностей Имперіи, почему слѣдовало выяснить количество каменнаго угля, которое надлежитъ отпускать, вмѣсто установленныхъ закономъ отпусковъ объемовъ дровъ, для каменныхъ углей и антрацитовъ, добываемыхъ въ различныхъ ихъ мѣсторожденіяхъ.

Съ этою цѣлью собраны были свѣдѣнія о составѣ каменныхъ углей и антрацитовъ болѣе характерныхъ копей и имѣющихъ наибольшій размѣръ добычи. Свѣдѣнія эти были получены, благодаря любезному содѣйствію профессора В. Ф. Алексѣева, изъ результатовъ его изслѣдованій образцовъ углей различныхъ мѣсторожденій Имперіи, имѣвшихся въ распоряженіи лабораторіи Горнаго института, а также заимствованы изъ данныхъ, имѣющихся въ литературѣ по изслѣдованію Грушевскаго антрацита, по анализамъ г. Чирикова, и Сахалинскихъ углей по изслѣдованію ихъ въ лабораторіи Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Данныя лабораторіи Горнаго института относились къ

изученію главнѣйшихъ составныхъ частей каменныхъ углей: Подмосковныхъ, Донецкихъ, Туркестанскихъ и Тквибульскаго (на Кавказѣ).

Во многихъ случаяхъ, при изслѣдованіи этихъ углей, не была опредѣлена ихъ нагрѣвательная способность, а также и гигроскопичность, вслѣдствіе чего профессоромъ Алексѣевымъ, во исполненіе указаній коммисіи, сдѣланы были дополнительныя изслѣдованія нѣкоторыхъ образцовъ углей.

Всѣ эти данныя сгруппированы въ таблицѣ V.

Въ этой таблицѣ теплопроизводительныя способности показаны опредѣленныя помощью калориметра (граф. 13) и соотвѣтствуютъ приведенному въ этой таблицѣ составу угля и наблюденному въ нихъ содержанію влаги, какъ она показана въ графѣ 8. Вводя поправку на потерю тепла при обращеніи въ паръ при 100°Ц. воды, образующейся при сгораніи водорода и заключающейся въ угляхъ, которая выражается формулою 637 ($9\,H + Aq$), получаются теплопроизводительныя способности, величины которыхъ показаны въ графѣ 14 таблицы.

При установленіи средней величины нагрѣвательной способности углей Привислянскаго бассейна было изложено, въ какой степени на измѣненіе теплотворныхъ способностей вліяетъ содержаніе воды въ угляхъ. Дабы провѣрить, на сколько найденное въ имѣвшихся для изслѣдованія образцахъ углей, помѣщенныхъ въ таблицѣ V, соотвѣтствуетъ возможному содержанію въ нихъ воды, въ зависимости отъ физическихъ свойствъ углей, сдѣланы были опредѣленія ихъ гигроскопичности, и результаты этихъ опредѣленій приведены въ графѣ 10 той же таблицы. Сопоставленіе въ изслѣдовавшихся образцахъ углей содержанія влаги съ ихъ гигроскопичностью указываетъ, что найденное въ нихъ содержаніе влаги, соотвѣтственно которому опредѣлены нагрѣвательныя ихъ способности, не выходитъ изъ предѣловъ практически возможнаго содержанія въ нихъ воды. Вслѣдствіе этого окончательные выводы о величинахъ нагрѣвательныхъ способностей каменныхъ углей сдѣланы на основаніи опре-

дѣленій ихъ величинъ помощью калориметра при найденномъ въ нихъ содержаніи влаги и по введеніи въ нихъ поправки на потерю тепла при обращеніи въ паръ воды, образующейся какъ при горѣніи водорода, заключающагося въ угляхъ, такъ и гигроскопической. Эти величины нагрѣвательныхъ способностей каменныхъ углей приведены въ 21 графѣ таблицы V.

Кромѣ опредѣленій величинъ нагрѣвательныхъ способностей каменныхъ углей помощью калориметра, онѣ были также вычислены по формулѣ Дюлонга. Результаты этихъ вычисленій показаны въ графѣ 23 той же таблицы. Разница между величинами нагрѣвательныхъ способностей каменныхъ углей, опредѣленными обоими способами, показана въ графѣ 19 той же таблицы и выражена въ процентахъ отъ нагрѣвательныхъ способностей, опредѣленныхъ помощью калориметра.

Для опредѣленія размѣра отпуска каменныхъ углей, добываемыхъ въ различныхъ районахъ, вмѣсто существующаго отпуска дровъ, каменные угли копей каждаго района были распредѣлены по группамъ, въ зависимости отъ ихъ состава и величинъ нагрѣвательныхъ способностей.

Для каждой группы каменныхъ углей были выведены среднія величины нагрѣвательныхъ способностей, послужившія основаніемъ для опредѣленія размѣра отпуска каменныхъ углей каждой группы. Сдѣланная такимъ образомъ группировка копей показана въ таблицѣ VI.

Показанныя въ этой таблицѣ среднія величины нагрѣвательныхъ способностей каменныхъ углей каждой группы опредѣлены подобнымъ же образомъ какъ и для углей Привислянскаго бассейна, въ зависимости отъ установленныхъ величинъ нагрѣвательныхъ способностей углей каждой копи и отъ размѣра годовой добычи въ ней каменнаго угля, указанной въ «Сборникѣ статистическихъ свѣдѣній о горнозаводской промышленности Россіи за 1893 годъ».

Такимъ образомъ средняя теплопроизводительная способность, напримѣръ, для каменныхъ углей Тульской губерніи, копей: Товарковской и Левинской, на основаніи дан-

ныхъ, помѣщенныхъ въ таблицѣ VI, была опредѣлена слѣдующимъ разсчетомъ:

$$\frac{4.297 \times 84.600 + 5\ 860 \times 1.962.000}{84.600 + 1.962.000} = 5.388 \text{ ед. тепла.}$$

Въ этой же таблицѣ показаны и нормы отпуска каменныхъ углей каждой группы взамѣнъ установленнаго отпуска дровъ на основаніи соображеній, которыя будутъ изложены ниже.

Проектъ параграфовъ общихъ условій на поставку каменнаго угля и антрацитовъ. Размѣръ отпуска каменныхъ углей и антрацитовъ находится, между прочимъ, въ зависимости отъ установленной величины теплопроизводительной ихъ способности. Данныя эти выработаны были на основаніи изученія свойствъ каменныхъ углей и существующей зависимости между теплопроизводительными способностями и размѣромъ содержанія въ каменныхъ угляхъ влаги и золы.

Устанавливаемыя нормы будутъ соотвѣтствовать потребности въ этомъ топливѣ лишь тогда, если въ потребляемомъ для топки углѣ содержаніе влаги и золы будетъ измѣняться въ предѣлахъ наблюденныхъ въ образцахъ углей при исчисленіяхъ средней величины теплотворной способности каменныхъ углей, какъ онѣ изложены были выше. Дабы практически этого можно было достигнуть, коммисіею были выработаны особые параграфы для помѣщенія ихъ въ общія условія пріемки каменныхъ углей англійскихъ и добываемыхъ въ бассейнахъ Привислянскомъ, Подмосковномъ, Донецкомъ и на островѣ Сахалинѣ. Правила для пріемки этихъ углей помѣщены въ числѣ особыхъ приложеній къ настоящей статьѣ.

При соблюденіи этихъ правилъ, основанія для составленія которыхъ были изложены въ главѣ II, будетъ гарантировано надлежащее качество каменнаго угля, отпускаемаго потребителямъ, и содержаніе въ немъ того количества тепла, которое предусматривалось при выводѣ среднихъ величинъ теплопроизводительныхъ способностей углей, послужившихъ основаніемъ для опредѣленія нормъ ихъ отпуска.

ГЛАВА IV.

Производство опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣляемаго комнатною печью, устроенною въ г. Варшавѣ при согрѣваніи ея дровами и каменнымъ углемъ.

Выборъ типа комнатной печи для испытанія. Устройство голландской изразчатой печи, надъ которою производились опыты, и кожуха, въ которомъ она была помѣщена. Количество топлива, сожигавшагося во время одной топки печи, и управленіе горѣніемъ топлива. Условія, положенныя въ основаніе для производства опытовъ по измѣренію количества тепла, послѣ согрѣванія печи эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля. Степень нагрѣва печи въ началѣ и въ концѣ наблюденій для одной опытной топки печи. Способъ измѣренія количества тепла, передавшагося печью воздуху, двигавшемуся въ пространствѣ, огражденномъ стѣнками кожуха. Опредѣленіе скорости движенія воздуха въ душникахъ. Измѣреніе температуръ воздуха въ душникахъ. Результаты опредѣленій количества тепла, переданнаго опытною печью воздуху, двигавшемуся въ пространствѣ, огражденномъ стѣнками кожуха. Опредѣленіе количества тепла, передававшагося стѣнками кожуха. Соображенія, служившія основаніемъ для установленія метода измѣренія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, и опредѣленіе достигнутой точности этихъ опредѣленій. Соображенія, служившія основаніемъ для примѣненія закона Ньютона для опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха. Условія, вліяющія на результаты опредѣленія количества лучистаго тепла, опредѣляемаго по даннымъ Пекле и по формулѣ Дюлонга и Пти. Сравненіе результатовъ опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, на основаніи закона Ньютона и по формуламъ Дюлонга и Пти. Вліяніе лучистой теплоты, выдѣляемой стѣнками кожуха, на показанія установленныхъ близъ нихъ термометровъ. Опредѣленіе количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, въ зависимости отъ проводимости тепла этими стѣнками. Вліяніе нагрѣванія стѣнокъ дымовой трубы на исчисленіе количества тепла, выдѣленнаго опытною печью. Заключеніе по этому отдѣлу производства опытовъ. Сопоставленіе результатовъ наблюденій по измѣренію количества тепла, выдѣленнаго опытною печью. Результаты опытовъ по сравнительному опредѣленію количества тепла, выдѣляемаго печью послѣ согрѣванія ея эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля. Наблюденія надъ степенью согрѣванія печи при топкѣ ея дровами и каменнымъ углемъ, опредѣленіе температуръ продуктовъ горѣнія при движеніи ихъ по дымоходамъ, ихъ скоростей и степени согрѣванія наружныхъ оболочекъ печи при согрѣваніи ея эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля. Опредѣленіе, на основаніи результатовъ наблюденій по количеству тепла выдѣлявшагося печью при согрѣваніи ея эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля, нормы отпуска углей Привислянскаго бассейна вмѣсто 1 полукуб. саж. дровъ. Количество дровъ, требующихся для ростопки каменнаго угля.

Для выясненія, соотвѣтствуетъ ли количество тепла, выдѣляемое печью послѣ согрѣванія ея эквивалентными количествами, въ отношеніи теплопроизводительныхъ способностей, дровъ и каменнаго угля, произведены были опыты надъ двумя типами печей: Въ Петербургѣ надъ печью, построенной по чертежу генералъ-лейтенанта Войницкаго, приспособленной для топки каменнымъ углемъ, а въ Варшавѣ надъ типомъ печи голландской изразчатой, построенной согласно съ практикуемымъ въ Царствѣ Польскомъ способомъ устройства такого рода печей.

Опыты, производившіеся въ гг. Петербургѣ и въ Варшавѣ, были основаны на примѣненіи однообразныхъ пріемовъ, установленныхъ утвержденною программой производства опытовъ. Но такъ какъ при испытаніи каждаго изъ этихъ типовъ печей выяснились обстоятельства, обусловливаемыя особенностями конструкціи каждаго изъ нихъ, какъ по утилизаціи тепла, развиваемаго горѣніемъ топлива, такъ и по выдѣленіи его въ согрѣваемое помѣщеніе, то ниже приводятся описанія производства опытовъ, сдѣланныхъ надъ каждымъ изъ обоихъ типовъ печей, произведенныхъ въ Варшавѣ и въ Петербургѣ, и дѣлается сопоставленіе результатовъ полученныхъ испытаній, изъ которыхъ сдѣланы общіе выводы.

Для производства опытовъ въ г. Варшавѣ была построена изразчатая печь устройства употребляемаго въ Царствѣ Польскомъ по типу голландскихъ печей. Устройство этой печи показано на чертежѣ, приложенномъ къ № 2 и 3 Инж журн. 1898 г. Такой конструкціи печи употребляются въ Царствѣ Польскомъ при топкѣ печей дровами, а также и для топки каменнымъ углемъ въ тѣхъ городахъ, которые расположены близъ мѣстъ добыванія каменнаго угля или по линіямъ желѣзныхъ дорогъ, и преимущественно въ г. Варшавѣ, гдѣ особенно распространено отопленіе каменнымъ углемъ. Болѣе усовершенствованныя печи системы генерала Войницкаго, ко времени занятія коммисіи, въ Варшавскомъ военномъ округѣ имѣлись въ весьма ограниченномъ числѣ, и потому, чтобы изъ предстоявшихъ къ производству опытовъ по сравнитель-

пому выдѣленію количества тепла, послѣ согрѣванія печей дровами и каменнымъ углемъ, можно было сдѣлать выводъ, который относился бы къ большинству печей употребляемыхъ въ краѣ, для производства испытаній выбранъ былъ типъ голландской печи, какъ наиболѣе распространенный для топки каменнымъ углемъ и дровами не только въ Варшавскомъ военномъ округѣ, но и въ остальныхъ мѣстностяхъ Имперіи.

Для примѣненія такого рода печей къ отопленію каменнымъ углемъ все устройство оставляется такимъ же какъ и при топкѣ дровами, и измѣненія состоятъ въ томъ, что на подѣ топки устраивается колосниковая рѣшетка, топочныя дверцы дѣлаются герметическими и при соединеніи дымоходовъ печи съ дымовою трубой не устанавливаютъ вьюшекъ и трубныхъ засововъ.

Въ печи такого устройства, показанной на чертежѣ № VII, построенной для производства опытовъ, расположены шесть паръ вертикальныхъ каналовъ, по которымъ двигаются продукты горѣнія. Дымъ по выходѣ изъ двухъ хайлъ, выдѣланныхъ въ сводѣ, прикрывающемъ топку, поступаетъ въ дымоходы и по выходѣ изъ нихъ, пройдя по патрубку, поступаетъ въ дымовую трубу.

Особенность конструкціи печи заключается въ томъ, что обдѣлка наружныхъ ея поверхностей, составляющихъ стѣнки дымоходовъ, состоитъ изъ изразцовъ, поставленныхъ на ребро, рюмки которыхъ заполнены глиною, и позади ихъ не имѣется обдѣлки кирпичемъ.

Топливо сожигалось на чугунной рѣшеткѣ, которая, въ зависимости отъ величины нагрѣвательной поверхности печи, имѣла слѣдующіе размѣры: при площади рѣшетки 0,88 кв. фута и ширинѣ ея 8,75 дюйм., длина ея была 14,5 дюйм. Рѣшетки состояли изъ отдѣльныхъ колосниковъ особо отлитыхъ для горѣнія дровъ и особо для горѣнія каменнаго угля. Размѣры тѣмъ и другимъ колосникамъ были приданы такіе, которые обусловливали правильность горѣнія обоихъ топливъ. Прозоры между колосниками для сожиганіи дровъ имѣли ширину въ $^{6}/_{32}$ дюйма, при ширинѣ колосника $^{18}/_{32}$ дюйма,

а для сожиганія каменнаго угля, при ширинѣ прозоровъ $^{9}/_{32}$ дюйма, ширина колосниковъ была $^{15}/_{32}$ дюйма. Топочныя и поддувальныя дверцы были поставлены герметическія и въ дымовой трубѣ были устроены засовъ и вьюшка.

Высота трубы, считая отъ поверхности рѣшетки до выходнаго отверстія трубы, имѣла 5,56 саж. при площади поперечнаго ея сѣченія $5{,}14 \times 5 = 26{,}4$ кв. вершк. или 0,56 кв. фута; такое же сѣченіе было придано и каналу, расположенному въ патрубкѣ, соединявшемъ печь съ дымовою трубой.

Печь была установлена внутри кожуха, стѣнки котораго состояли изъ щитовъ, составленныхъ изъ 2-хъ дюйм. досокъ, соединенныхъ шпунтомъ, обитыхъ съ обѣихъ сторонъ слоемъ войлока, поверхъ котораго съ наружной стороны кожуха былъ набитъ рядъ досокъ толщиною въ 1 дюймъ. Внутренняя и наружная поверхности кожуха были обиты листовымъ цинкомъ; швы листовъ цинка были спаяны между собой. Внутреннія поверхности стѣнокъ и потолка кожуха отстояли отъ соотвѣтствующихъ поверхностей печи на 8 вершк.

Внизу одной изъ сторонъ кожуха устроено было входное отверстіе, къ которому придѣланъ былъ душникъ изъ кровельнаго желѣза, прямоугольнаго сѣченія $5^{5}/_{16} \times 6^{1}/_{16}$ дюйм., при длинѣ душника въ 28 дюйм. По этому душнику входилъ воздухъ въ пространство, огороженное кожухомъ. Вверху противоположной стѣнки кожуха сдѣлано было выходное отверстіе, къ которому придѣланъ былъ второй душникъ изъ листоваго желѣза, имѣвшій размѣры: въ поперечномъ сѣченіи $11^{1}/_{8} \times 6^{3}/_{8}$ и длину въ 35 дюйм. Во избѣжаніе охлажденія воздуха, проходившаго по этому душнику, онъ былъ снаружи обернутъ четырьмя рядами войлока. Черезъ этотъ душникъ воздухъ, послѣ согрѣванія его внутри кожуха, выходилъ въ опытную комнату.

Количество топлива, сожигавшагося во время одной топки печи, и управленіе его горѣніемъ. а) *Количество сожигавшагося топлива.* Программой, установленной для производства опытовъ, предусматривалось примѣненіе одинаковыхъ пріемовъ при измѣреніи количества тепла, передавав-

шагося печами системы генералъ-лейтенанта Войницкаго, устроенной въ Петербургѣ и испытывавшейся въ г. Варшавѣ, послѣ согрѣванія ихъ эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля. Для соблюденія этого условія при опредѣленіи количества топлива, требовавшаго сожженія во время опытной топки печи, устроенной въ г. Варшавѣ, руководствовались слѣдующими соображеніями. На основаніи данныхъ, изложенныхъ въ пояснительной запискѣ къ устройству печей по системѣ генералъ-лейтенанта Войницкаго, въ такой печи, устроенной въ г. Петербургѣ, надлежало сжигать 22 фунта каменнаго англійскаго Ньюкастльскаго угля; при нагрѣвательной способности его въ 7.078, въ этомъ количествѣ угля заключалось 155.716 ед. тепла. Поверхность печи, выдѣлявшая теплоту, составляла 5.980 кв. вершк. Такъ какъ поверхность охлажденія печи, испытывавшейся въ г. Варшавѣ, имѣла 5.504 кв. вершка, то, дабы обѣ печи поставить въ сравнимыя условія, надлежало въ этой печи сожигать такое количество топлива, которое заключало бы въ себѣ $\frac{5.504 \times 155.716}{5.980} = 143.154$ ед. тепла.

Для топки печи былъ избранъ уголь копи «Мортимеръ», который поставлялся подрядчикомъ для войскъ Варшавскаго гарнизона.

Среднее содержаніе влаги въ этомъ углѣ, опредѣленное по образцамъ его, взятымъ передъ началомъ опытовъ, опредѣлилось по изслѣдованію въ лабораторіи Варшавскаго университета, изложенному въ отзывѣ лабораторіи отъ 30-го января 1895 года, и составляло 10,03%. Соотвѣтствующая этому содержанію влаги теплопроизводительная способность каменнаго угля составляла 6.076 ед. тепла. Въ зависимости отъ этого количества угля, которое требовалось сжигать при одной топкѣ печи во время производства опытовъ, составляло $\frac{143.144}{6.076} = 23,56$ фунт. Этому количеству каменнаго угля въ 23,56 фунт. для удовлетворенія условію содержанія одинаковаго количества тепла въ сожигаемомъ за одинъ разъ количествѣ дровъ соотвѣтствовало 35,63 фунт. сосновыхъ дровъ при нагрѣвательной ихъ способности въ 4.016 ед. тепла, со-

отвѣтствующей содержанію влаги въ дровахъ въ 11,18%. Влажность эта была опредѣлена по образцамъ, взятымъ передъ началомъ производства опытовъ, и показана въ протоколѣ лабораторіи Варшавскаго университета отъ 1-го марта 1895 г.

Опредѣленія величинъ нагрѣвательныхъ способностей каменнаго угля и дровъ сдѣланы были на основаніи измѣренія ихъ помощью калориметра (протоколъ лабораторіи Техническаго Общества отъ 25-го января 1895 г. № 1).

При опредѣленіи теплопроизводительной способности дровъ и каменнаго угля принято было во вниманіе уменьшеніе количества тепла, развиваемаго горѣніемъ топлива отъ обращенія въ паръ при 100° Ц. воды, образующейся при горѣніи топлива на основаніи предположенія, что при такой температурѣ продукты горѣнія выходятъ изъ печи. На опытахъ наблюдалась средняя температура продуктовъ горѣнія при выходѣ ихъ въ дымовую трубу, въ зависимости отъ которой въ разсчетахъ количества тепла, теряемаго черезъ дымовую трубу, вводилась, въ каждомъ опытѣ, поправка на разность дѣйствительной температуры газовъ, уходящихъ въ трубу, и по сравненію съ величиною ея, принимавшейся въ 100° Ц. при опредѣленіи теплопроизводительной способности топливъ. Поправка эта выражается членомъ: $0{,}48\left\{(T-100)-(9H+Aq)\right\}$, входившимъ въ формулу, выражающую величину потери тепла при выходѣ продуктовъ горѣнія въ дымовую трубу.

Въ этомъ выраженіи Θ обозначаетъ температуру топлива и Aq—содержаніе въ немъ гигроскопической воды.

б) *Способъ сожиганія каменнаго угля и дровъ.* Управленіе горѣніемъ топлива велось вполнѣ правильно, дабы достигнуть практически возможнаго совершенства горѣнія, съ тѣмъ чтобы, какъ при сожиганіи дровъ, такъ и каменнаго угля, уменьшить до возможнаго минимума вредныя потери тепла, какъ отъ несовершенства горѣнія, такъ и уходящаго въ дымовую трубу. При такомъ управленіи горѣніемъ разница въ величинахъ этихъ потерь тепла, при сожиганіи того и другаго топлива, могла зависѣть отъ особенностей, при-

сущихъ самому топливу, а также и отъ того, въ какой степени печь приспособлена какъ къ наиболѣе совершенному его сожиганію, такъ и отъ утилизаціи тепла, развиваемаго при горѣніи дровъ и каменнаго угля.

Въ числѣ данныхъ, обусловливающихъ разницу въ величинахъ вредныхъ потерь тепла, присущихъ тому или другому роду топлива и зависящихъ отъ управленія процессомъ горѣнія, заключаются: а) температура горѣнія и объемъ образующихся газовъ; б) потери тепла, зависящія отъ степени совершенства горѣнія топлива и отъ степени охлажденія продуктовъ горѣнія при движеніи ихъ по дымоходамъ.

Управленіе горѣніемъ топлива выражается въ измѣненіи количества воздуха, впускаемаго къ горящему топливу. Размѣръ впускаемаго воздуха вліяетъ на степень болѣе или менѣе совершеннаго сгоранія топлива, на величину температуры его горѣнія и на величину температуры продуктовъ горѣнія при выходѣ ихъ изъ прибора въ дымовую трубу. Вліяніе размѣра впускаемаго воздуха для горѣнія топлива на величину вредныхъ потерь тепла чрезъ дымовую трубу выражается тѣмъ, что вмѣстѣ съ увеличеніемъ размѣра впускаемаго воздуха, до извѣстныхъ предѣловъ, возрастаетъ температура газовъ, уходящихъ въ дымовую трубу, что̀ вызываетъ въ свою очередь увеличеніе вредныхъ потерь тепла.

Особенности, сопровождающія горѣніе дровъ и каменнаго угля, обусловливаются разницей ихъ химическаго состава и видомъ, какой каждое изъ этихъ топливъ имѣетъ при закладываніи его въ топливникъ. Теоретически исчислено, что для сожиганія 1 фунта сосновыхъ дровъ, служившихъ для отапливанія опытной печи, требовалось 58,91, а для каменнаго угля 96,12 куб. фут. воздуха при 0^0 и нормальномъ давленіи въ 760 милим.

Превышеніе практически необходимаго воздуха для горѣнія 1 фунта топлива, противъ опредѣляемаго теоретически, установлено въ техникѣ для дровъ отъ 2 до 2,5 и для каменнаго угля отъ 1,5 до 1,75. Въ зависимости отъ этого условія объемы продуктовъ горѣнія, образующихся отъ сго-

ранія 1 фунта дровъ и каменнаго угля, значительно разнятся между собою.

Кромѣ того, въ зависимости отъ состава дровъ и каменнаго угля, а также и формы, какую они имѣютъ при закладываніи въ топливникъ, разница въ объемѣ продуктовъ горѣнія того или другаго рода топлива зависитъ и отъ разницы въ количествѣ его, сожигавшагося въ 1 часъ на одномъ квад. футѣ рѣшетки, которое на практикѣ наблюдается для дровъ отъ 20 до 40 фунт., а для каменнаго угля отъ 10 до 15 фунт.

Совокупность всѣхъ этихъ условій, сопровождающихъ горѣніе дровъ и каменнаго угля, при сожиганіи ихъ въ одномъ и томъ же приборѣ, обусловливаетъ присущую каждому изъ топливъ разницу въ скоростяхъ движенія продуктовъ ихъ горѣнія по дымоходамъ.

Зависимость между этими условіями выражается слѣдующимъ уравненіемъ, показывающимъ величину скорости движенія въ одну секунду продуктовъ горѣнія въ данномъ поперечномъ сѣченіи дымохода:

$$v = \frac{V(1 + \alpha T) \times a}{3.600 \times p \times m} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9), \text{ гдѣ}$$

V—полный объемъ продуктовъ горѣнія, развиваемыхъ при сожиганіи 1 фунта топлива,

α—коэффиціентъ ихъ расширенія,

T—температура продуктовъ горѣнія въ разсматриваемомъ поперечномъ сѣченіи дымохода,

a—вѣсъ сжигаемаго топлива,

$m \times 3.600$—время горѣнія топлива, выраженное въ секундахъ,

$\frac{a}{3.600 \times m}$ — вѣсъ топлива, сгоравшаго въ 1 секунду,

p—площадь поперечнаго сѣченія дымохода.

Въ этомъ уравненіи всѣ величины извѣстны кромѣ температуры T, которая можетъ быть опредѣлена непосредственнымъ измѣреніемъ.

Такъ какъ всѣ величины, входящія въ это уравненіе, отличны для дровъ и каменнаго угля для каждаго даннаго

поперечнаго сѣченія дымоходовъ, то этимъ обусловливается разница въ величинахъ скоростей движенія продуктовъ горѣнія по дымоходамъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и различная степень согрѣванія печи при сожиганіи эквивалентныхъ количествъ обоихъ топливъ, по отношенію къ теплопроизводительной ихъ способности.

Изъ послѣдующихъ обстоятельствъ, сопровождавшихъ производство опытовъ, можно было придти къ заключенію, что независимо отъ превышенія скоростей движенія продуктовъ горѣнія по дымоходамъ, при топкѣ печи дровами температура газовъ внутри дымоходовъ, по всей длинѣ ихъ, была значительно выше чѣмъ при согрѣваніи печи каменнымъ углемъ, при соблюденіи въ обоихъ случаяхъ одинаковыхъ условій. Слѣдствіемъ этого является разница въ количествѣ тепла, выдѣляемаго печью послѣ согрѣванія ея эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля.

Въ числѣ условій, сопровождающихъ горѣніе топлива, данную величину, которою можно до извѣстной степени управлять во время горѣнія топлива, представляетъ размѣръ воздуха, впускаемаго для поддержанія горѣнія. Вслѣдствіе этого были приняты необходимыя мѣры, чтобы во время опытныхъ топокъ печи въ такой степени управлять притокомъ воздуха къ топливу, чтобы количество его, на сколько возможно практически достигнуть, было одинаково для каждаго опыта, различаясь для того и другаго топлива. Достигалось это бо̀льшимъ или меньшимъ открываніемъ поддувальныхъ дверецъ и трубнаго засова.

Размѣръ впускаемаго воздуха для дровъ и каменнаго угля, соотвѣтствующій тому или другому управленію поддувальными дверцами и засовомъ, былъ выясненъ предварительными пробными топками печи, съ цѣлью установить притокъ его въ размѣрѣ необходимомъ для правильнаго горѣнія топлива, дабы, при условіяхъ существующихъ въ опытной печи, получить наименьшія потери тепла какъ отъ несовершенства горѣнія, такъ и въ дымовую трубу. Независимо отъ этихъ соображеній коммисія руководствовалась и вышеприведенными указаніями, установленными въ тех-

никѣ относительно превышенія размѣра впуска воздуха, сравнительно съ теоретически необходимымъ для горѣнія даннаго топлива, которое принимается для дровъ отъ 2 до 2,5 и для каменныхъ углей отъ 1,5 до 1,75 разъ болѣе противъ теоретически необходимаго размѣра впуска воздуха.

Дабы достигнуть соотвѣтствующаго размѣра впуска воздуха, при различныхъ условіяхъ тяги, зависѣвшихъ отъ степени плотности наружнаго воздуха, силы вѣтра и проч. условій, было установлено пользоваться показаніями спиртовыхъ манометровъ, трубки которыхъ были сообщены съ дымовою трубой съ патрубкомъ, а также и показаніями барометра (анероида) *).

---

*) Описаніе устройства спиртоваго манометра было помѣщено въ статьѣ М. Н. Зиборова въ № 3 Инженернаго журнала за 1893 годъ. Способъ пользованія показаніями спиртоваго манометра, предложенный коммисіи М. Н. Зиборовымъ, основанъ былъ на слѣдующихъ соображеніяхъ.

Разности показаній концовъ спиртоваго столбика, находившагося въ обѣихъ колѣнахъ изогнутой стеклянной трубки спиртоваго манометра, одинъ конецъ который былъ соединенъ, помощью гутаперчевой трубки со стеклянною трубочкой на концѣ, съ внутреннимъ пространствомъ дымовой трубы, а другой ея конецъ, будучи открытымъ, находился подъ давленіемъ атмосферы, служили указаніемъ измѣненій въ степени разрѣженія воздуха въ дымовой трубѣ, подъ вліяніемъ движенія въ ней нагрѣтыхъ продуктовъ горѣнія топлива, по сравненію съ давленіемъ атмосферы. По величинѣ разности этихъ показаній, соотвѣтствующихъ дѣленіямъ на шкалѣ, приходящимся противъ обоихъ концовъ спиртоваго столбика, въ данный моментъ можно судить о величинѣ силы тяги въ дымовой трубѣ, а по измѣненіямъ въ этихъ показаніяхъ въ послѣдующіе моменты наблюденій, можно судить объ измѣненіяхъ въ этой силѣ тяги. Называя чрезъ N среднюю величину разности показаній концовъ спиртоваго столбика манометра, выведенную изъ наблюденій надъ величинами этихъ разностей за время горѣнія p фунт. топлива, а чрезъ V—полный объемъ продуктовъ горѣнія, образующихся при горѣніи 1 фунта топлива (опредѣляемый на основаніи результатовъ анализа дыма), и чрезъ m — время горѣнія p фунт. топлива, найдемъ, что объемъ газовъ, протекшихъ въ единицу времени по дымовой трубѣ, выразится отношеніемъ $\frac{v \cdot p}{m}$. Отношеніе этого объема къ средней величинѣ разности показаній спиртоваго манометра за этотъ промежутокъ времени $\frac{v \cdot p}{m} : N = a$ можетъ быть выведено изъ результатовъ наблюденій.

Зависимость между показаніями спиртоваго манометра и условіями, вліяющими на силу тяги, была выяснена произведенными наблюденіями при вступительныхъ топкахъ передъ началомъ опытовъ.

Независимо отъ показаній спиртовыхъ манометровъ, для достиженія надлежащаго управленія горѣніемъ топлива, данными служили также и результаты анализовъ дыма, производившихся періодически во время топки при помощи прибора Орса, набираніемъ въ него требовавшихся для анализа порцій дыма изъ патрубка при выходѣ его изъ печи.

Опредѣленіе совокупности условій, при которыхъ во время опытной топки было сожжено топливо, дѣлалось на осно-

---

Такъ какъ при производствѣ описываемыхъ опытовъ пользованіе показаніями спиртоваго манометра имѣло цѣлью достигнуть однообразія условій сожиганія одного рода топлива, во время производства опытныхъ топокъ печи, зависѣвшихъ отъ сохраненія, въ извѣстныхъ предѣлахъ, величины отношенія между объемами воздуха, притекавшаго къ горящему топливу и теоретически необходимаго для поддержанія его горѣнія, независимо отъ возможныхъ измѣненій внѣшнихъ условій, вліяющихъ на величину силы тяги въ дымовой трубѣ, какъ напримѣръ: плотности атмосфернаго воздуха, его температуры, силы и направленія вѣтра и пр.,—то въ данномъ случаѣ изъ отношенія $\frac{v.p}{m.N} = a$, задавшись величинами v, p и зная величину a, надлежало установить время, въ теченіе котораго слѣдуетъ сжечь данное количество топлива p, чтобы, въ зависимости отъ существующей величины силы тяги въ дымовой трубѣ, этимъ обусловить притеканіе къ топливу даннаго количества воздуха, обусловленнаго заданною величиной v. Въ этомъ случаѣ искомое время горѣнія топлива опредѣлится изъ выраженія $m = \frac{a.N}{v.p}$.

По опредѣленіи всего промежутка времени, требующагося для сгоранія всего количества топлива p фунт., это его количество развѣшивалось на четыре порціи, закладывавшіяся въ топку по истеченіи времени, соотвѣтствовавшаго для горѣнія каждой порціи и составлявшаго $\frac{m}{5}$.

Примѣненіе этихъ пріемовъ для управленія горѣнія топлива, какъ оно дѣлалось во время производства описываемыхъ опытовъ, можно видѣть изъ записей, сдѣланныхъ въ журналѣ для 2-го опыта топки опытнаго образца печи, построенной въ г. Варшавѣ, произведеннаго 7-го марта 1895 г. (Приложеніе II). Для этого опыта требовалось сжигать 35,63 фунт. дровъ $= p$., при условіи чтобы количество воздуха, притекавшаго для поддержанія горѣнія дровъ, составляло 213,32 куб. фут. $= v$.

ваніи результатовъ анализа средней порціи дыма, набиравшейся въ теченіе всей топки въ аспираторъ изъ того же мѣста въ патрубкѣ, откуда брались порціи дыма для періодическихъ анализовъ дыма. Для измѣренія температуры дыма, при выходѣ его изъ печи въ дымовую трубу, въ патрубкѣ былъ установленъ термометръ, шарикъ котораго находился на серединѣ площади поперечнаго сѣченія дымохода, расположеннаго въ патрубкѣ. Показанія термометра записывались черезъ каждыя 5 минутъ.

На основаніи результатовъ анализа средней порціи дыма и наблюденій за показаніемъ термометра, установленнаго въ патрубкѣ, опредѣлялось: количество притекшаго для поддержанія горѣнія топлива, объемъ продуктовъ горѣнія, степень его совершенства, вредныя потери тепла, количество его аккумулированное печью и коэффиціентъ полезнаго ея дѣйствія по поглощенію тепла.

Всѣ эти данныя помѣщались въ особые журналы, состав-

При этомъ относительный впускъ воздуха долженъ былъ быть $\frac{213,32}{59,92} = 3,56$. При величинѣ a, опредѣленной изъ предъидущихъ опытовъ, во время производства которыхъ сожиганіе топлива происходило въ условіяхъ сходныхъ съ этимъ заданіемъ и съ условіями выполненія этого опыта, и равной 64, при разности показаній спиртоваго столбика манометра N, составлявшей по истеченіи 25 минутъ отъ начала топки—въ 9 ч. 40 мин.—64 милим., время горѣнія 35,63 фунт. дровъ должно было продолжаться $m = \frac{v\,p}{a\,N} = \frac{213,32 \times 35,63}{64 \times 64} =$

$= 1,83$ часа. . . . . (n).

Такъ какъ этотъ промежутокъ времени, опредѣленный для сожиганія 35,63 фунт. дровъ, при условіи чтобы притокъ воздуха соотвѣтствовалъ заданному, будетъ отвѣчать заданію въ томъ только случаѣ, если бы сила тяги оставалась постоянною во все время горѣнія дровъ, между тѣмъ, какъ видно изъ записей показаній верхняго манометра, сообщеннаго съ дымовою трубой, сила тяги постоянно колебалась, и показанія спиртоваго манометра измѣнялись въ промежутокъ времени отъ 9 ч. 40 мин. до 10 ч. 15 мин., когда положена была 4-я порція топлива, въ предѣлахъ отъ 64 до 80 въ зависимости отъ этого условія,—то время, опредѣленное для сгоранія каждой порціи топлива $\frac{1,83}{5} = 0,366$ часа, измѣнялось въ теченіе сгоранія остальныхъ порцій топлива, на основаніи исчисленій по формулѣ (n), вводя въ нее послѣдовательно величины N, опредѣлявшіяся изъ наблюденій.

лявшіеся для каждой топки, одинъ изъ образцовъ которыхъ заключается въ числѣ особыхъ приложеній къ настоящей статьѣ. (Приложеніе II).

Производившіеся опыты въ Петербургѣ и въ Варшавѣ должны были выяснить разницу, существующую при согрѣваніи испытывавшихся печей, отличныхъ между собою типовъ, каменнымъ углемъ и дровами, дабы можно было вывести общій коэффиціентъ, выражающій вліяніе этой разницы на величину отпуска каменнаго угля по соотвѣтствію съ нынѣ существующимъ отпускомъ дровъ, и примѣнить его для различныхъ мѣстностей Имперіи.

Въ виду этого способъ топки обѣихъ печей, устроенныхъ въ г. С.-Петербургѣ и г. Варшавѣ, долженъ былъ быть однообразный, для полученія сравнимыхъ результатовъ. Вышеописанные пріемы, соблюдавшіеся при сожиганіи топлива,

---

Въ зависимости отъ этого, а также и отъ остальныхъ условій, вліявшихъ на время горѣнія топлива, въ дѣйствительности время, потребовавшееся для сгоранія 35,63 фунт. дровъ, составило 2 часа. Средняя величина N за все время горѣнія дровъ опредѣлилась въ 64,2 миллим. Объемъ воздуха, потребовавшійся для горѣнія 1 фунта дровъ, опредѣлился $V = 203{,}156$ куб. фут., а относительный впускъ воздуха былъ 3,39, что близко подходило къ тѣмъ условіямъ горѣнія топлива, какимъ надлежало удовлетворить.

Сообразно съ этимъ величина $a = \frac{v\,p}{m\,.\,N}$ опредѣлилась равною $\frac{203{,}156 \times 35{,}63}{2 \times 64{,}2} = 56{,}37$, вмѣсто установленной для исчисленія времени горѣнія топлива въ 64. Опредѣленная изъ этого опыта величина a служила для руководства при выборѣ того численнаго значенія для a, которое надлежало ввести въ разсчетъ для опредѣленія времени горѣнія топлива при производствѣ одного изъ послѣдующихъ опытовъ, если обстоятельства, сопровождавшія его производство и вліявшія на величину силы тяги, подходили къ такимъ, служившимъ для исчисленія $a = 56{,}37$.

Изъ изложеннаго слѣдуетъ, что разсчеты, основанные на наблюденіяхъ, производившихся надъ показаніями спиртоваго манометра, для опредѣленія тяги въ дымовой трубѣ, въ значительной мѣрѣ способствовали достиженію однообразныхъ условій при сожиганіи одного и того же рода топлива, во время производства описываемыхъ опытовъ, независимо отъ примѣненія для той же цѣли производства періодическихъ анализовъ порцій дыма, извлекавшихся изъ патрубка, соединявшаго печь съ дымовою трубой.

отличаются отъ практикуемаго способа сожиганія каменнаго угля какъ въ зданіяхъ военнаго вѣдомства, такъ и въ частной жизни.

Вслѣдствіе этого, передъ началомъ производства опытовъ, коммисія, организованная въ г. Петербургѣ, остановилась на обсужденіи вопроса, въ какой степени возможно было во время опытныхъ топокъ печи воспользоваться способомъ сожиганія каменнаго угля, примѣняемымъ въ Варшавскомъ военномъ округѣ.

Способъ этотъ указанъ войскамъ къ руководству въ инструкціи, объявленной въ приказѣ по округу отъ 25-го сентября 1891 года № 184.

Въ пунктъ 8 этой инструкціи изложено: «Если отпущенный для топки печи уголь не помѣстится свободно въ печи, то непомѣстившаяся часть должна быть подброшена въ печь по мѣрѣ сгоранія первоначально положеннаго угля, или же все количество угля должно быть раздѣлено для топки печи на два раза въ сутки».

«Когда весь уголь обгоритъ и приметъ видъ равномѣрно раскаленной массы, въ которой не будетъ видно черныхъ кусковъ, слѣдуетъ затворить обѣ дверцы герметическія: топочную и поддувальную, и завинтить винтъ, такъ чтобы дверцы плотно прилегали къ рамкамъ; но при этомъ отнюдь не употреблять большаго усилія, чтобы не перекрутить нарѣзы винтовъ».

«Если бы на другой день оказалось, что куски угля не сгорѣли вполнѣ, то это означало бы, что поддувальныя дверцы были закрыты раньше чѣмъ слѣдовало, и потому, при этой же порціи угля, при слѣдующей топкѣ, зольниковыя (поддувальныя) дверцы слѣдуетъ закрывать позже».

По разсмотрѣніи изложеннаго въ инструкціи коммисія пришла къ слѣдующимъ заключеніямъ:

Программою производства опытовъ задача поставленная коммисіи состоитъ въ опредѣленіи, въ какой степени происходитъ согрѣваніе помѣщенія печью послѣ топки ея эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля.

Для правильнаго рѣшенія этой задачи, дабы не полу-

чить преувеличенную норму отпуска каменнаго угля взамѣнъ дровъ, надлежало установить такія условія сожиганія топлива, чтобы при его горѣніи было выдѣлено наибольшее количество тепла изъ заключающагося въ топливѣ, и затѣмъ сохранить достигнутую при этомъ степень нагрѣва печи на возможно большій промежутокъ времени, примѣняя для обоихъ топливъ одинаковые пріемы.

Для достиженія этого, согрѣваніе опытной печи велось сжиганіемъ топлива небольшими порціями, закладывавшимися по мѣрѣ сгоранія ранѣе положенныхъ количествъ каменнаго угля, при соотвѣтствующемъ впускѣ воздуха, превосходившемъ теоретически необходимый въ размѣрѣ, какъ это было достигнуто во время производства опытовъ въ г. Варшавѣ,— для каменнаго угля отъ 1,72 до 2,41, а для дровъ отъ 2,11 до 2,286 разъ. Управленіе горѣніемъ производилось при посредствѣ бо́льшаго или меньшаго открыванія поддувальныхъ дверецъ и трубнаго засова. По мѣрѣ прогоранія топлива до полнаго сгоранія какъ дровъ, такъ и каменнаго угля, постепенно уменьшался и притокъ къ нему воздуха. По окончаніи горѣнія топлива трубный засовъ совершенно закрывался, равно какъ герметическія поддувальныя и топочныя дверцы, и въ такомъ положеніи печь оставалась во время опытовъ по измѣренію количества выдѣляемаго ею тепла въ помѣщеніе, въ которомъ производились опыты до слѣдующей ея топки.

Коммисія, имѣя въ виду, что въ казарменныхъ помѣщеніяхъ въ послѣднее время часто не устанавливаютъ вьюшекъ въ дымовыхъ трубахъ, вслѣдствіе трудности услѣдить за всегда цѣлымъ и исправнымъ ихъ состояніемъ, а также примѣняясь къ свойствамъ каменнаго угля, при которомъ скорѣе возможно образованіе вредныхъ для здоровья продуктовъ горѣнія, пользовалась для закрыванія дымовой трубы послѣ топки печи только трубнымъ засовомъ, не примѣняя вьюшекъ, такъ какъ чрезъ засовы между краями засова и рамкою, въ которой онъ двигается, возможенъ нѣкоторый, хотя и весьма слабый выходъ газовъ.

Способъ сожиганія каменнаго угля, проектируемый въ

Варшавскомъ военномъ округѣ, не соотвѣтствовалъ поставленной задачѣ для производства описываемыхъ опытовъ, вслѣдствіе того что: 1) отсутствіе засова въ дымовой трубѣ устраняетъ возможность управлять надлежащимъ образомъ горѣніемъ топлива въ первый періодъ его сожиганія при открытыхъ поддувальныхъ дверцахъ, а потому топливо сгораетъ при избыткѣ притока воздуха, обусловливающемъ увеличеніе вредныхъ потерь тепла; 2) во второй періодъ горѣнія, послѣ закрыванія герметическихъ дверецъ, при отсутствіи засова или вьюшекъ въ дымовой трубѣ, каналы печи остаются сообщенными съ наружнымъ воздухомъ чрезъ дымовую трубу, какъ во время догоранія топлива, такъ и послѣ окончанія процесса горѣнія. Слѣдствіемъ этого является постоянное движеніе согрѣтаго воздуха по каналамъ и дымовой трубѣ, безполезно уносящее тепло, ранѣе аккумилированное печью.

Такимъ образомъ при топкѣ печи, способомъ указаннымъ въ вышеупомянутой инструкціи, происходитъ значительное количество вредныхъ потерь тепла, понижающихъ степень наивыгоднѣйшаго пользованія количествомъ его, заключающимся въ топливѣ.

Примѣненіе этого способа исключаетъ пользованіе трубнымъ засовомъ, въ предупрежденіе образованія угара, могущаго получиться при преждевременномъ закрываніи трубы.

Въ какой степени способъ сожиганія топлива, практиковавшійся коммисіей, обезпечиваетъ отъ образованія угара, видно изъ того, что за все время производства опытовъ въ теченіе 20 топокъ каменнымъ углемъ членами коммисіи не наблюдалось ни одного случая образованія газовъ, вредно дѣйствующихъ на здоровье, такъ какъ дымовая труба закрывалась лишь послѣ окончательнаго сгоранія топлива, причемъ какъ рѣшетки, такъ и зольникъ очищались отъ золы и остатковъ несгоравшаго угля. Практиковавшійся коммисіею способъ, кромѣ той цѣли, которая указана выше, т. е. полученіе наименьшихъ потерь тепла при сожиганіи топлива, установленъ былъ руководствуясь и тѣмъ соображеніемъ, что только при полномъ дожиганіи всего количе-

ства топлива можно нагрѣть печь до болѣе высокой степени, а это обусловливаетъ наибольшую передачу тепла, заключавшагося въ топливѣ, согрѣваемому помѣщенію.

Независимо отъ этого, способъ дожиганія каменнаго угля при закрытыхъ герметически дверцахъ, практикуемый въ Царствѣ Польскомъ, вызываетъ еще и слѣдующія неудобства: излишнее накопленіе сажи въ дымовой трубѣ и въ дымоходахъ печи, частыя поврежденія въ нихъ вслѣдствіе неимовѣрнаго нагрѣванія трубъ и печей, и невозможность производить топку печи такимъ способомъ въ зданіяхъ, гдѣ дымы отъ нѣсколькихъ печей направляются въ одну общую дымовую трубу.

Условія, положенныя въ основаніе для производства опытовъ по измѣренію количества тепла, передававшагося печью послѣ согрѣванія ея эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля. Для правильнаго сравненія количества выдѣляемаго печью тепла необходимо, чтобы послѣ согрѣванія ея какъ каменнымъ углемъ, такъ и дровами, опредѣленіе этого количества тепла производилось при одинаковыхъ условіяхъ.

Это будетъ соблюдено при выполненіи слѣдующихъ требованій: 1) если печь передъ началомъ каждаго наблюденія будетъ въ одинаковой степени нагрѣта; 2) если для каждаго наблюденія во время согрѣванія печи ей будетъ передано по возможности одно и то же количество тепла при согрѣваніи ея однимъ и тѣмъ же родомъ топлива, и 3) если условія передачи тепла нагрѣтыми стѣнками печи комнатному воздуху во время производства всѣхъ наблюденій будутъ одни и тѣ же.

Степень нагрѣва печи передъ началомъ и въ концѣ наблюденій при каждой опытной топкѣ. При условіи установки опытной печи въ кожухѣ, въ которомъ двигался нагрѣваемый ею воздухъ, поступавшій въ нижній и выходившій изъ верхняго душниковъ придѣланныхъ къ кожуху, получалась возможность правильно судить о степени нагрѣва печи по показаніямъ температуръ воздуха, входившаго въ нижній и выходившаго изъ верхняго душниковъ. При оди-

наковой степени нагрѣва печи, разность показаній температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ кожуха, при условіи притеканія воздуха къ нижнему душнику при постоянной температурѣ въ $+17^0$ Ц., должна быть одинакова.

Степень передачи тепла нагрѣтою печью зависитъ отъ разности температуръ, охлаждающихся ея поверхностей и среды, въ которой остываніе печи происходитъ,—въ данномъ случаѣ воздуха, заключающагося въ пространствѣ огражденномъ кожухомъ. Степень согрѣванія этого воздуха зависитъ отъ степени нагрѣванія поверхностей печи при условіи сожиганія въ ней эквивалентныхъ количествъ дровъ и каменнаго угля, и составляетъ искомую величину при разрѣшеніи поставленной коммисіи задачи: опредѣленія количества тепла, передающагося печью послѣ согрѣванія ея дровами и каменнымъ углемъ. Такъ какъ для выясненія этого было необходимо, чтобы условія передачи тепла во всѣхъ опытахъ разнились только отъ той или другой степени согрѣванія печи, обусловливаемой сожиганіемъ въ ней испытывавшихся топливъ, то слѣдовало принять мѣры, чтобы во время производства всѣхъ опытовъ остальныя условія, которыми возможно было управлять, оставались бы постоянными. Въ числѣ ихъ наиболѣе существенное значеніе имѣетъ одинаковая степень нагрѣва воздуха, поступающаго чрезъ нижній душникъ въ пространство, огражденное кожухомъ. Въ виду этого, руководствуясь тѣмъ, что въ проектѣ «положенія объ отпускѣ топлива на отопленіе помѣщеній, занимаемыхъ воинскими чинами и учрежденіями военно-сухопутнаго и морскаго вѣдомствъ», температура въ жилыхъ помѣщеніяхъ принята въ $+17\ ^1/_2{}^0$ Ц. ($+14^0$ Р.), и что при этомъ на полу она должна быть нѣсколько менѣе, коммисія, дабы поставить передачу тепла печью въ условія близкія къ существующимъ въ жилыхъ помѣщеніяхъ, приняла мѣры, чтобы во время всѣхъ опытовъ воздухъ входилъ въ пространство огражденное кожухомъ при постоянной температурѣ въ $+17^0$ Ц

Дабы установить степень охлажденія печи въ концѣ на-

блюденій по передачѣ ею тепла, коммисія руководствовалась тѣмъ соображеніемъ, чтобы эта степень охлажденія печи соотвѣтствовала такому содержанію въ ней тепла, когда количество его, остающееся въ печи, становится недостаточнымъ для поддержанія средней температуры помѣщенія въ $+ 17^1/_2{}^0$ Ц.

По своимъ размѣрамъ опытныя печи, устроенныя какъ въ г. Варшавѣ такъ и въ Петербургѣ, соотвѣтствовали размѣрамъ помѣщеній, для согрѣванія которыхъ онѣ были установлены, вслѣдствіе чего при измѣреніи количества тепла, выдѣленнаго каждою изъ испытывавшихся печей послѣ согрѣванія ихъ каменнымъ углемъ и дровами, доведя остываніе ея до указаннаго предѣла, возможно было вмѣстѣ съ тѣмъ опредѣлить и *коэффиціентъ полезной передачи тепла печью.* Величина этого коэффиціента выражается отношеніемъ количествъ тепла, выдѣленнаго печью при остываніи ея, къ теплу, заключавшемуся въ сожженомъ топливѣ для согрѣваніи печи.

Съ этою цѣлью передъ началомъ опытовъ по измѣренію количества тепла выдѣленнаго печью произведена была вступительная топка печи, построенной въ г. Варшавѣ (10-го февраля 1895 года), 23,56 фунтами каменнаго угля, и были произведены наблюденія надъ обстоятельствами, сопровождавшими охлажденіе печи при обыкновенныхъ условіяхъ, существующихъ при согрѣваніи комнатъ, т. е. не поддерживая температуру воздуха, поступавшаго въ нижній душникъ постоянною—въ $+ 17^0$ Ц., причемъ наблюдалось, при какихъ температурахъ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ средняя температура помѣщенія начинаетъ падать ниже $+ 17$ Ц.

Наблюденія эти показали, что по истеченіи 51 часа отъ начала топки средняя температура въ помѣщеніи начала опускаться ниже $+17^1/_2{}^0$ Ц. Средняя температура наружнаго воздуха за время производства этого опыта была— 1,03 Ц., а средняя температура внутри помѣщенія $+ 20,33^0$ Ц. Такому состоянію нагрѣва печи соотвѣтствовали показанія температуръ воздуха въ душникахъ: въ верхнемъ $+ 29^0$ Ц.,

а въ нижнемъ $+15{,}5^0$ Ц. О степени нагрѣва печи, соотвѣтствующей этому ея состоянію, можно было судить по средней величинѣ показаній этихъ температуръ $\frac{29+15{,}5}{2}=22{,}25$. Опредѣляя отсюда температуру воздуха въ верхнемъ душникѣ, какая должна была соотвѣтствовать этой степени нагрѣва печи, если бы температура воздуха въ нижнемъ душникѣ была $+17^0$ Ц., и называя ее чрезъ x, получимъ $\frac{x+17}{2}=22{,}25$; $x=44{,}5-17=27{,}5^0$. Этой температурѣ воздуха въ верхнемъ душникѣ въ $+27{,}5^0$ соотвѣтствуетъ разность показаній температуръ воздуха въ обоихъ душникахъ $27{,}5-17=10{,}5^0$.

На основаніи результатовъ этого опыта коммисія приняла опредѣленныя такимъ образомъ показанія температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ какъ предѣлы для установленія той степени нагрѣва печи, при которыхъ надлежало произвести опытную топку ея и приступить къ измѣреніямъ количества тепла выдѣляемаго печью, а также и прекратить эти измѣренія въ то время, когда при остываніи печи она достигнетъ той же степени охлажденія, какую она имѣла передъ началомъ опытной топки, и опредѣлялась тѣми же показаніями температуръ воздуха въ обоихъ душникахъ. При наступленіи такой степени охлажденія печи надлежало произвести слѣдующую топку печи, для производства новаго опыта по измѣренію количества выдѣляемаго ею тепла.

Средняя температура комнаты опредѣлялась по средней ариѳметической величинѣ показаній двухъ термометровъ, изъ которыхъ одинъ былъ подвѣшенъ къ потолку, а другой установленъ надъ поломъ, причемъ шарики термометровъ отстояли отъ потолка и пола на столько, на сколько и шарики термометровъ, установленныхъ въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ. Термометры, указывавшіе среднюю температуру комнаты, были защищены малыми экранами отъ вліянія на нихъ лучистаго тепла, выдѣлявшагося согрѣтыми стѣнками кожуха, въ которомъ заключена была опытная печь. Мѣсто расположенія этихъ двухъ термометровъ было выбрано на осно-

ваніи предварительныхъ наблюденій, произведенныхъ надъ показаніями большаго числа термометровъ, повѣшенныхъ въ различныхъ мѣстахъ комнаты.

Установивъ приведенныя выше показанія температуръ воздуха въ душникахъ для начала и конца каждаго опыта при согрѣваніи печи, на основаніи наблюденій, произведенныхъ во время вступительныхъ топокъ ея, во время производства опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣляемаго печью, наблюдалось, чтобы начало и конецъ наблюденій каждаго опыта соотвѣтствовали этимъ показаніямъ температуръ воздуха въ обоихъ душникахъ.

По окончаніи опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣлявшагося печью послѣ согрѣванія ея однимъ родомъ топлива, передъ началомъ производства такого же рода опытовъ при согрѣваніи печи другаго вида топливомъ сдѣланы были вступительныя топки печи при согрѣваніи ея этого рода топливомъ, сожигавшимся въ томъ количествѣ, какое установлено было для производства опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣленнаго печью послѣ топки ея этого рода топливомъ. Такимъ образомъ устанавливалась степень нагрѣва печи, соотвѣтствующая вышеприведеннымъ показаніямъ температуръ воздуха въ обоихъ душникахъ, придѣланныхъ къ кожуху, которая соотвѣтствовала согрѣванію печи новаго рода топливомъ. При производствѣ вступительныхъ топокъ печи соблюдались тѣ же условія при сожиганіи топлива, которыя были установлены и во время производства опытныхъ топокъ ея, съ тѣмъ чтобы, соблюдая всѣ эти пріемы, установить ту степень нагрѣва печи, какая соотвѣтствуетъ согрѣванію ея новаго рода топливомъ.

Способъ измѣренія количества тепла, передававшагося печью воздуху, двигавшемуся въ пространствѣ, огражденномъ стѣнками кожуха. Теплота, выдѣлявшаяся печью, расходовалась на нагрѣваніе воздуха, проходившаго между стѣнками ея и внутренними поверхностями стѣнокъ кожуха, въ которомъ печь была помѣщена, а также частью передавалась стѣнками кожуха комнатному воздуху.

Такъ какъ отъ степени постоянства поддержанія средней

температуры воздуха въ комнатѣ зависѣло установленіе однообразія въ условіяхъ по передачѣ тепла стѣнками кожуха и облегчалась возможность поддержанія постоянной температуры воздуха въ нижнемъ душникѣ въ $+17^0$, то приняты были мѣры для поддержанія одинаковой температуры воздуха въ опытной комнатѣ въ теченіе всего времени производства каждаго опыта.

Для достиженія этого сдѣланы были приспособленія для вытягиванія воздуха изъ опытной комнаты во время излишняго возвышенія ея температуры въ первое время послѣ топки опытной печи, а при уменьшеніи температуры комнаты, вслѣдствіе остыванія опытной печи, въ комнату впускался теплый воздухъ изъ расположеннаго непосредственно подъ ней помѣщенія, въ которомъ производилось согрѣваніе въ такой степени, какая обусловливалась требованіемъ поддержанія одинаковой температуры воздуха въ опытной комнатѣ и температуры воздуха, притекавшаго къ нижнему душнику въ $+17^0$.

Воздухъ изъ помѣщенія, въ которомъ произоодилось его подогрѣваніе, впускался въ опытную комнату чрезъ отверстія, продѣланныя въ полу опытной комнаты, и количество его регулировалось бо́льшимъ или меньшимъ открываніемъ этихъ отверстій. Согрѣваніе воздуха въ помѣщеніи, расположенномъ подъ опытною комнатой, производилось посредствомъ утермарковской печи и малаго размѣра чугунной печи, которая топилась въ случаяхъ необходимости для болѣе скораго повышенія температуры воздуха въ этомъ помѣщеніи. Охлажденіе воздуха въ этой комнатѣ достигалось открываніемъ форточекъ.

Производство опытовъ для измѣренія количества тепла, выдѣлявшагося печью, при условіи поддержанія постоянной температуры воздуха, входившаго въ нижній душникъ, устроенный у кожуха, въ $+17^0$ Ц., дѣлало результаты всѣхъ опытовъ вполнѣ сравнивыми и представляло то существенное преимущество, что при этомъ условіи производство опытовъ было поставлено внѣ вліянія температуры внѣшняго воздуха на охлажденіе стѣнъ помѣщенія опытной комнаты. Этимъ

упрощались всѣ пріемы, служившіе для опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго опытною печью, и устранялась необходимость производства вычисленій потери тепла чрезъ охлажденіе стѣнъ помѣщенія, и выводы получались внѣ зависимости отъ не вполнѣ точныхъ данныхъ, служащихъ для такого рода вычисленій. Точно также не приходилось считаться съ случайными обстоятельствами, вліявшими на охлажденіе помѣщенія, какъ-то: открываніемъ дверей, форточекъ, зажиганіемъ лампъ и проч.

Такимъ образомъ, при условіи поддержанія постоянной температуры воздуха въ нижнемъ душникѣ, точность произведеныхъ измѣреній количества тепла, выдѣленнаго печью, зависѣла лишь отъ точности тѣхъ пріемовъ, которые для этого были примѣнены.

Пріемы измѣренія количества тепла, переданнаго опытною печью воздуху, двигавшемуся внутри кожуха, существенно отличались отъ такихъ, служившихъ для опредѣленія количества тепла, переданнаго стѣнками кожуха. Объ этихъ послѣднихъ будетъ сказано ниже.

Количество тепла, передававшагося печью воздуху, двигавшемуся внутри пространства, огражденнаго стѣнками кожуха, опредѣлялось измѣреніемъ объема воздуха, протекавшаго въ пространствѣ, огражденномъ кожухомъ, за время охлажденія печи во время производства одного опыта, и въ зависимости отъ степени его нагрѣванія. Соотношеніе между этими величинами и количествомъ тепла, выдѣленнымъ печью для нагрѣванія воздуха прошедшаго въ пространствѣ, огражденномъ стѣнками кожуха, опредѣляется слѣдующимъ уравненіемъ:

$$U = \frac{a \times V_0 \times 0{,}4687 \times 30{,}767 \times y}{760} \times 0{,}237 \times A \times 60\ (T-t)\ .\ (1),$$

гдѣ a—площадь поперечнаго сѣченія того душника, въ которомъ производятся измѣренія скорости движенія воздуха и наблюденіе надъ степенью его нагрѣва,

V_0—скорость движенія воздуха въ этомъ душникѣ, отнесенная къ температурѣ его въ 0^0, выражавшаяся въ метрахъ въ минуту,

0,4687 саж. = 1 метру,

0,237—теплоемкость воздуха,

30,767—вѣсъ куб. саж. воздуха при 0^0 въ фунтахъ,

T и t—наблюденныя температуры воздуха соотвѣтственно въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ,

A—продолжительность наблюденій въ часахъ,

y—среднее барометрическое давленіе за время наблюденій, выраженное въ милиметрахъ.

Вліяніе измѣненія вѣса воздуха, въ зависимости отъ его плотности, наблюденной по показаніямъ барометра за время опыта, введено въ число производившихся наблюденій въ виду того, что при возможныхъ измѣненіяхъ въ давленіяхъ барометра вѣсъ воздуха и зависящее отъ этого количество тепла, выражаемое уравненіемъ (1), можетъ измѣняться до $3,5^0/_0$ въ сторону увеличенія и уменьшенія его.

Перемѣнныя величины, входящія въ это уравненіе: скорость движенія воздуха и температуры въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ, опредѣлялись изъ наблюденій, производившихся въ первые 24 часа отъ начала топки печи черезъ каждые $^1/_2$ часа, а въ остальное время, до конца опыта, по истеченіи каждаго часа. Записи показаній барометра отмѣчались тогда, когда при наблюденіи замѣчались измѣненія въ его показаніяхъ.

Данныя наблюденій заносились въ журналъ, который велся для каждаго опыта, соотвѣтствовавшаго одной опытной топкѣ печи, и эти же величины наблюденій зачерчивались въ особые графическіе журналы, чѣмъ облегчалось сравненіе замѣчавшихся измѣненій въ наблюдаемыхъ явленіяхъ, въ зависимости отъ постепеннаго остыванія печи. Образецъ этихъ журналовъ для опытовъ въ г. Варшавѣ показанъ на черт. VIII и IX. На первомъ чертежѣ показанъ журналъ графическихъ записей для № IV топки печи каменнымъ углемъ, а на второмъ—журналъ записей при № III топкѣ ея дровами. Въ журналахъ графическихъ записей заносились не только наблюденныя скорости движенія воздуха въ душникахъ, но и величины ихъ, получавшіяся перечисленіемъ скоростей, при отнесеніи ихъ къ температуратурѣ воздуха 0^0.

При опредѣленіи количества тепла, выдѣленнаго печью для нагрѣванія воздуха, проходившаго внутри пространства огражденнаго стѣнками кожуха, по уравненію (1), входящія въ него произведенія V_0 $(T-t)$ вычислялись по среднимъ ариѳметическимъ изъ этимъ величинъ, соотвѣтствующихъ началу и концу каждаго періода наблюденій, т. е. для каждаго получаса въ первыя сутки производства опыта и для каждаго часа въ остальное время до окончанія наблюденій.

Такой способъ вычисленія избранъ былъ для достиженія большей точности, сравнительно съ получаемою при разсчетахъ количества тепла, дѣлаемыхъ по среднимъ значеніямъ скорости движенія воздуха и температуръ его за время наблюденій въ теченіе одного опыта.

Среднее значеніе этихъ величинъ, за весь періодъ производства каждаго опыта, вычислены и изображены въ графическихъ журналахъ съ цѣлью болѣе нагляднаго сравненія между собою результатовъ наблюденій по остыванію печи, полученныхъ для различныхъ опытовъ.

Такъ какъ количества воздуха, входившаго въ пространство огражденное кожухомъ и выходившаго изъ него, теоретически должны быть одинаковы, то для повѣрки наблюденій, произведенныхъ въ теченіе каждаго опыта, количество тепла, переданное печью воздуху, опредѣлялось на основаніи уравненія (1) по даннымъ наблюденій, произведенныхъ въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ.

Точность этихъ выводовъ и согласіе результатовъ вычисленій, произведенныхъ для одного опыта по обоимъ душникамъ, зависѣла главнымъ образомъ отъ точности измѣренія скорости движенія воздуха въ обоихъ душникахъ.

Опредѣленіе скорости движенія воздуха въ душникахъ. Предварительные опыты указали, что при длинѣ душниковъ верхняго въ 35 дюйм. и нижняго въ 28 дюйм., на разстояніяхъ 20 дюйм. отъ выходнаго отверстія верхняго и $10^5/_8$ дюйм. отъ входнаго отверстія нижняго душниковъ, наблюдается правильное и однообразное протеканіе воздуха по душнику, внѣ зависимости отъ измѣненія скоростей его

движенія отъ съуженія и поворотовъ у входнаго и выходнаго отверстій.

Размѣры нижняго душника въ поперечномъ сѣченіи были близки къ фигурѣ устанавливавшагося въ немъ анемометра Комба, вслѣдствіе чего крылатымъ колесомъ этого анемометра захватывались всѣ струи воздуха, двигавшіяся по душнику и имѣвшія различныя скорости движенія.

При такомъ размѣрѣ площади поперечнаго сѣченія нижняго душника, установкою анемометра на вышеуказанномъ разстояніи отъ входнаго его отверстія, достигалось полученіе средней скорости движенія воздуха въ этомъ душникѣ.

Размѣры поперечнаго сѣченія верхняго душника въ значительной степени превосходили размѣры устанавливавшагося въ немъ анемометра Казелли, вслѣдствіе чего необходимо было опредѣлить такое мѣсто установки анемометра, какое соотвѣтствовало средней величинѣ скорости различныхъ струй воздуха, проходившаго по душнику.

Опредѣленіе это сдѣлано было передъ началомъ опытовъ, при вступительной топкѣ печи, въ то время когда температура воздуха въ верхнемъ душникѣ, достигая наибольшей величины, оставалась въ теченіе нѣсколькихъ часовъ безъ измѣненія, почему и скорости движенія воздуха въ продолженіе этого времени оставались тоже постоянными.

Въ продолженіе этого времени, при установкѣ анемометра въ шести симметричныхъ точкахъ поперечнаго сѣченія душника, опредѣлены были соотвѣтствующія этимъ мѣстамъ поперечнаго сѣченія душника скорости движенія воздуха, въ зависимости отъ которыхъ найдена средняя ея величина 44 метра въ одну минуту.

Мѣсто расположенія тѣхъ струй воздуха въ поперечномъ сѣченіи душника, которыя имѣютъ такую же скорость движенія въ 44 метра въ одну минуту, опредѣлено построеніемъ, изображенномъ на черт. X, и выражаются кривою линіей, проведенною на этомъ чертежѣ.

Въ точкѣ этой кривой *a*, показанной въ фиг. 6 черт. X, постоянно устанавливался анемометръ въ продолженіе всѣхъ опытовъ.

Анемометры Комба и Казелли были снабжены электрическими контактами, при помощи которыхъ замыканіе тока передавалось электрическимъ звонкамъ, отмѣчалось на тотализаторахъ (Дершау), установленныхъ для наблюденій у каждаго душника, и зачерчивалось автоматическимъ пишущимъ приборомъ, снабженнымъ часовымъ механизмомъ.

Скорости движенія воздуха въ душникахъ въ моментъ наблюденія опредѣлялись по числу замыканій, происходившихъ въ одну минуту.

Соотношеніе между числомъ замыканій въ минуту и скоростями движенія воздуха было выражено графически, діаграммами, построенными при непосредственномъ опредѣленіи числа замыканій, соотвѣтствующихъ опредѣленнымъ скоростямъ, при которыхъ анемометръ испытывался, на особомъ приборѣ, имѣющемся въ физическомъ кабинетѣ С.-Петербургскаго Технологическаго института, въ которомъ и были составлены чертежи этихъ діаграммъ. По окончаніи опытовъ анемометры и соотвѣтствующія имъ діаграммы были вновь провѣрены въ физическомъ кабинетѣ того же института, и результаты провѣрки измѣненія показанія анемометровъ введены въ исчисленіе количества тепла, передававшагося печью нагрѣваемому воздуху. Для образца на черт. XI показана діаграмма, составленная для одного изъ имѣвшихся на опытахъ анемометровъ Комба, гдѣ показаны линіи, отвѣчающія произведеннымъ въ разное время повѣркамъ показаній этого инструмента.

При производствѣ опытовъ наблюдатель опредѣлялъ происходящее во время вращенія крылатаго колеса анемометра число замыканій въ минуту или по слуху, считая удары электрическаго звонка, сообщеннаго съ анемометромъ, или по показанію стрѣлокъ тотализатора, или на пишущемъ приборѣ съ часовымъ механизмомъ, и по соотвѣтствующей этому числу замыканій точкѣ, показанной на линіи абсциссъ, на діаграммѣ отыскивалъ соотвѣтствующую ордонату, выражающую скорость движенія воздуха въ душникѣ. Для большей точности опредѣленія, такое наблюденіе повторялось нѣсколько разъ одно за другимъ, и изъ этихъ показаній въ

журналъ наблюденій заносилась средняя ариѳметическая величина изъ сдѣланныхъ наблюденій.

Практиковавшійся до сихъ поръ способъ опредѣленія скоростей движенія воздуха помощью анемометровъ, дѣлая вычисленія на основаніи уравненій, составлявшихся послѣ каждаго наблюденія числа замыканій, сопряженъ съ большою потерей времени и обусловливалъ возможность ошибокъ, почему не могъ быть примѣненъ въ данномъ случаѣ, при большомъ числѣ наблюденій, требовавшихся произвести въ продолженіе каждаго опыта, а вслѣдствіе этого явилась необходимость примѣнить болѣе простой, болѣе точный и удобный способъ опредѣленія скоростей при помощи діаграммъ, составлявшихся для каждаго анемометра.

Измѣреніе температуръ воздуха въ душникахъ производилось помощью термометровъ, раздѣленныхъ на крупныя дѣленія въ $^1/_2{}^0$, дававшія возможность свободно дѣлать на глазъ и болѣе точные отсчеты.

Вслѣдствіе постоянства температуры воздуха по всей длинѣ нижняго душника въ 17^0, измѣреніе температуры воздуха въ этомъ душникѣ производилось однимъ термометромъ, установленнымъ при сопряженіи душника съ кожухомъ.

Температура воздуха, двигавшагося въ верхнемъ душникѣ, измѣнялась, и потому по длинѣ душника было установлено два термометра: одинъ — близъ мѣста сопряженія душника со стѣнкою кожуха—служилъ для опредѣленія температуры, до которой нагрѣвался воздухъ при движеніи его внутри кожуха, а другой показывалъ температуру воздуха, при которой производилось измѣреніе скорости его движенія въ душникѣ. Этотъ термометръ былъ установленъ противъ мѣста расположенія анемометра. Показанія этого термометра служили основаніемъ для перечисленія наблюденныхъ скоростей движенія воздуха въ душникѣ, при отнесеніи ихъ къ температурѣ этого воздуха при 0^0.

Результаты опредѣленій количества тепла, переданнаго опытною печью воздуху, двигавшемуся въ пространствѣ, огражденномъ стѣнками кожуха. Совокупность всѣхъ

данныхъ, собранныхъ во время производства опытовъ, помѣщена въ таблицѣ XII.

Въ этой таблицѣ сгруппированы данныя по наблюденіямъ, произведеннымъ надъ горѣніемъ топлива во время каждой опытной топки печи и по опредѣленію обстоятельствъ, сопровождавшихъ горѣніе топлива, выведенныхъ изъ вычисленій, основанныхъ на основаніи результатовъ анализа средней порціи дыма, собраннаго въ аспираторѣ за все время горѣнія топлива.

Порядокъ производства этихъ вычисленій приведенъ въ журналѣ наблюденій при II топкѣ 7-го марта 1895 г. дровами опытнаго образца печи, построенной въ г. Варшавѣ, который находится въ числѣ особыхъ приложеній къ настоящей статьѣ. Во второй половинѣ таблицы XII приведены данныя, служившія основаніемъ для опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго печью для согрѣванія воздуха, проходившаго въ пространствѣ, огражденномъ стѣнками кожуха, и результаты этихъ опредѣленій, сдѣланныхъ на основаніи измѣреній температуръ воздуха и скоростей его движенія въ душникахъ.

При чувствительности анемометра Казелли, устанавливавшагося въ верхнемъ душникѣ, доходившей до 1,08 фута въ 1 секунду (20 метр. въ одну минуту), получалась возможность производить измѣренія скорости движенія воздуха какъ въ верхнемъ, такъ и въ нижнемъ душникахъ въ теченіе всего періода времени, установленнаго для охлажденія печи послѣ топки, обусловливавшагося разностью температуръ воздуха въ обоихъ душникахъ въ $10^1/_2{}^0$. Соотвѣтственно этому, наименьшія скорости движенія воздуха въ нижнемъ душникѣ наблюдались въ началѣ опыта въ 2,3 фута въ 1 секунду (42,25 метра въ 1 минуту), вслѣдствіе почти вдвое меньшей площади поперечнаго сѣченія этого душника по сравненію съ такою же площадью поперечнаго сѣченія верхняго душника.

Вычисленіе количества тепла, переданнаго печью для нагрѣванія воздуха, дѣлалось по наблюденіямъ, произведеннымъ въ обоихъ душникахъ, и сообразно съ этимъ данныя

наблюденій по обоимъ душникамъ помѣщены въ особыхъ графахъ таблицы XII.

Сравненіе этихъ цифръ указываетъ на однообразное соблюденіе въ теченіе всѣхъ опытовъ, какъ при топкѣ печи дровами, такъ и при топкѣ каменнымъ углемъ, тѣхъ условій производства опытовъ, которыя вліяютъ на полученіе сравнимыхъ результатовъ, а именно: средняя температура воздуха, поступавшаго въ нижній душникъ для топокъ I, II, III, и IV каменнымъ углемъ, и для топокъ III и IV дровами, принимаемыхъ для окончательныхъ выводовъ, составляли 17,01° и 17,005°, т. е. отличались лишь на 0,095°. Зависѣвшія отъ этихъ температуръ воздуха въ нижнемъ душникѣ среднія температуры опытной комнаты для опытовъ при согрѣваніи печи каменнымъ углемъ опредѣлены въ 18,3°, а для 3-го и 4-го опытовъ топки печи дровами въ 18,385°, отличаясь между собою на 0,085°.

Время остыванія печи, обусловливаемое разностью температуръ воздуха въ обоихъ душникахъ въ $10^1/_2$°, передъ началомъ и въ концѣ опыта, послѣ согрѣванія печи эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля, продолжалось въ среднемъ для двухъ топокъ, III и IV дровами, 59,375 часовъ, измѣняясь отъ 59,25 до 59,5 часовъ, а для топокъ I, II, III и IV каменнымъ углемъ оно составляло въ среднемъ 56,375 часовъ, измѣняясь въ предѣлахъ отъ 54,5 до 57,5 часовъ.

Разница въ опредѣленіяхъ количества тепла, выдѣляемаго печью для нагрѣванія воздуха, двигающагося внутри кожуха, вычисленнаго по наблюденіямъ, сдѣланнымъ въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ, составляла въ среднемъ для двухъ топокъ III и IV дровами 6,295%, а для четырехъ топокъ каменнымъ углемъ 13,785%.

Опредѣленіе количества тепла, переданнаго печью воздуху, по наблюденіямъ, произведеннымъ въ обоихъ душникахъ, сдѣлано съ тѣмъ, чтобы можно было судить, въ какой степени постоянна разница въ этихъ опредѣленіяхъ для серіи опытовъ по остыванію печи послѣ согрѣванія ея однимъ, а затѣмъ и другимъ топливами, и въ зависимости отъ этого

прослѣдить, имѣли ли вліянія какія-либо случайныя обстоятельства на точность измѣренія среднихъ величинъ скоростей движенія воздуха въ этихъ душникахъ, опредѣленныхъ для каждаго опыта изъ одной ихъ серіи во время производства наблюденій въ обоихъ душникахъ.

Данныя эти не были единственными для оцѣнки однообразія условій, сопровождавшихъ измѣреніе скоростей движенія воздуха въ душникахъ.

Показаніемъ этому служило также сравненіе среднихъ величинъ этихъ скоростей съ такими же скоростями, опредѣленными для каждаго изъ опытовъ, причемъ принималось во вниманіе, въ какой степени измѣненіе величинъ этихъ скоростей совпадало съ измѣненіемъ среднихъ температуръ воздуха въ верхнемъ душникѣ.

Такъ, для четырехъ топокъ каменнымъ углемъ средняя скорость движенія воздуха въ верхнемъ душникѣ опредѣлена была, при средней температурѣ воздуха въ этомъ душникѣ въ 40,06°Ц., въ 27,42 метр. въ 1 минуту. Предѣлы измѣненія среднихъ величинъ этихъ скоростей, въ разсматриваемыхъ опытахъ, составляли 26, 28 и 29 метровъ въ 1 минуту и, соотвѣтственно, температуры воздуха въ душникѣ были 39,16° и 41,66°Ц. Разница между этими скоростями движенія воздуха для отдѣльныхъ опытовъ и среднею величиной ихъ, опредѣленной изъ четырехъ опытовъ, составляла 4,1% и 5,7%, и соотвѣтственно измѣненіе температуръ воздуха въ верхнемъ душникѣ колебалась отъ 2,2% до 3,9%.

Для двухъ опытныхъ топокъ печи дровами, среднія скорости движенія воздуха въ верхнемъ душникѣ составляли 25,42 и 26,5 метр. въ одну минуту и отличались отъ средней величины скорости, опредѣленной изъ этихъ опытовъ, на 1,2%. Соотвѣтственно среднія величины температуръ воздуха въ верхнемъ душникѣ отличались отъ средней величины ея, опредѣленной для двухъ опытовъ въ 42,305°Ц., на 0,9%.

Точно также разница между средними величинами скоростей движенія воздуха въ нижнемъ душникѣ, опредѣленными для каждаго изъ четырехъ опытовъ при топкѣ печи камен-

нымъ углемъ, по сравненію ихъ съ среднею величиной этой скорости, выведенной изъ этихъ четырехъ опытовъ, составляла 3% и 6%. Соотвѣтственно этому, разница между средними величинами температуръ воздуха въ верхнемъ душникѣ, опредѣленными для каждаго опыта, и величиною ея, опредѣленной для всѣхъ четырехъ опытовъ въ 40,06°, составляла 2,2 и 3,9%.

Средняя величина скорости движенія воздуха въ нижнемъ душникѣ, опредѣленная изъ двухъ опытовъ для III и IV топокъ печи дровами, отличается отъ среднихъ величинъ этихъ скоростей для каждаго изъ этихъ опытовъ на 4,4% и соотвѣтствуетъ разницѣ въ среднихъ температурахъ воздуха въ верхнемъ душникѣ въ 0,9%, получающейся при сравненіи среднихъ величинъ ея для каждаго опыта съ среднею величиной ея, выведенною изъ обоихъ опытовъ.

Разсмотрѣніе приведенныхъ измѣненій въ величинахъ скоростей движенія воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ указываетъ, что колебаніе этихъ скоростей отъ 1,2% до 6% отъ среднихъ величинъ этихъ скоростей, выведенныхъ для опытныхъ топокъ каменнымъ углемъ и дровами, соотвѣтствуетъ измѣненіямъ въ разности среднихъ температуръ воздуха въ верхнемъ душникѣ отъ 0,9% до 3,9%, отъ средней температуры воздуха въ этомъ душникѣ, выведенной для тѣхъ же топокъ каменнымъ углемъ и дровами.

Измѣненіе скоростей движенія воздуха въ душникахъ зависѣло отъ измѣненія степени нагрѣванія воздуха въ верхнемъ душникѣ. Такъ какъ во время производства опытовъ приняты были необходимыя мѣры, чтобы измѣреніе скоростей движенія воздуха въ душникахъ производилось при однообразныхъ условіяхъ, то совпаденіе уклоненій въ среднихъ величинахъ скоростей, наблюдавшихся въ различныхъ опытахъ, съ измѣненіемъ степени нагрѣванія воздуха въ верхнемъ душникѣ, указываетъ, что измѣреніе скоростей движенія воздуха въ душникахъ произведено въ такой степени тщательно и однообразно, что показанія эти могутъ служить для опредѣленія количества тепла, передававшагося печью нагрѣтому воздуху.

Въ числѣ условій, вліяющихъ на однообразіе и правильность показанія анемометровъ, весьма большое значеніе имѣетъ степень нагрѣванія анемометра, зависящая отъ температуры воздуха въ душникѣ, въ которомъ онъ установленъ.

Вліяніе это на показаніе анемометра Казелли, устанавливавшагося въ верхнемъ душникѣ, было особенно ощутительно, какъ вслѣдствіе высокой температуры протекающаго по этому душнику воздуха, доходившей до 52°Ц. при топкѣ печи каменнымъ углемъ и 60°Ц. при топкѣ дровами, такъ и вслѣдствіе самой конструкціи анемометра этой системы.

Значительное нагрѣваніе анемометра, при установкѣ его въ верхнемъ душникѣ, обусловливало несоотвѣтствіе дѣйствительныхъ скоростей движенія воздуха въ этомъ душникѣ съ опредѣленными на основаніи показаній анемометра по діаграммамъ, составленнымъ при повѣркѣ анемометра, который въ это время былъ нагрѣтъ до обыкновенной температуры комнаты, въ которой повѣрка анемометра производилась.

Вслѣдствіе этого вычисленія количества тепла, выдѣляемаго печью для нагрѣванія воздуха, сдѣланныя по наблюденіямъ надъ скоростями его движенія въ верхнемъ душникѣ, не могутъ служить для вывода абсолютной величины этого количества тепла, а лишь для сравнительной оцѣнки однообразія условій, сопровождавшихъ производство опытовъ, какъ объ этомъ уже было сказано выше.

Для выраженія абсолютныхъ величинъ количества тепла, переданнаго печью воздуху, проходившему внутри пространства огражденнаго кожухомъ, приняты количества этого тепла, выведенные на основаніи скоростей движенія воздуха, наблюдавшихся въ нижнемъ душникѣ и измѣрявшихся анемометромъ Комба. Основаніемъ для этого вывода служило то соображеніе, что температура воздуха въ нижнемъ душникѣ оставалась постоянною въ 17°Ц. во время производства всѣхъ опытовъ и соотвѣтствовала той, при которой произведена повѣрка анемометра и составлены діаграммы для вычисленія скоростей движенія воздуха по показаніямъ этого анемометра.

Такимъ образомъ показанія анемометра, устанавливав-

шагося въ нижнемъ душникѣ, находились внѣ вліянія на нихъ измѣненій температуры воздуха, и такъ какъ точность показаній діаграммъ составляла 0,019 ф. въ секунду (0,2 метра въ минуту), то вычисленія количества тепла, переданнаго печью воздуху, двигавшемуся внутри кожуха, сдѣланныя на основаніи измѣренія скоростей движенія воздуха въ нижнемъ душникѣ, давали вполнѣ надежныя и правильныя абсолютныя количества этого тепла.

Кромѣ абсолютныхъ величинъ количествъ тепла, выдѣлявшагося печью, въ таблицѣ XII показаны отношенія этихъ количествъ къ теплу, заключавшемуся въ топливѣ, къ выдѣленному при его горѣніи, и къ аккумулированному печью.

Количество воздуха, протекавшаго внутри пространства, огражденнаго стѣнками кожуха, составляло, по приведенію объема его къ температурѣ въ 0^0 въ среднемъ для четырехъ топокъ каменнымъ углемъ—376 куб. саж., а въ среднемъ для III и IV топокъ дровами—411 куб. саж.

Скорость движенія воздуха вдоль вертикальныхъ стѣнокъ печи, въ среднемъ, опредѣлилась для тѣхъ же опытныхъ топокъ: каменнымъ углемъ—въ 0,0495, и дровами—въ 0,0463 фута въ одну секунду. Это указываетъ, что при столь малыхъ скоростяхъ движенія воздуха внутри пространства, огражденнаго стѣнками кожуха, условія согрѣванія его прикосновеніемъ къ стѣнкамъ печи не отличались, во время производства опытовъ, отъ существующихъ при остываніи печей въ отапливаемыхъ жилыхъ помѣщеніяхъ.

Опредѣленіе количества тепла, передавшагося стѣнками кожуха. Опредѣленіе количества тепла, передававшагося стѣнками кожуха опытной комнатѣ, было сдѣлано во всѣхъ опытахъ, по количеству его, выдѣлявшемуся наружными поверхностями боковыхъ его стѣнокъ и потолка, обращенныхъ въ опытную комнату.

Въ нѣкоторыхъ изъ опытовъ, для сравненія, было вычислено также количество тепла, проходившаго чрезъ стѣнки кожуха.

Для вычисленія количества тепла, передававшагося стѣнками кожуха, въ зависимости отъ разности температуръ на-

ружныхъ оболочекъ кожуха и комнатнаго воздуха, требовалось знать среднія величины этихъ температуръ за время наблюденій при остываніи печи послѣ опытной ея топки. Температура воздуха внутри комнаты опредѣлялась по показаніямъ термометровъ, установленныхъ близъ наружныхъ поверхностей кожуха.

При опредѣленіи количества тепла, проведеннаго стѣнками кожуха въ опытную комнату, сверхъ этихъ наблюденій требовалось имѣть показанія среднихъ температуръ, за время производства одного опыта, наружныхъ и внутреннихъ оболочекъ стѣнокъ кожуха.

Для измѣренія этихъ температуръ у кожуха, въ которомъ помѣщена была опытная печь, установлены были 156 термометровъ, размѣщеніе которыхъ показано на черт. XIII.

По назначенію своему число термометровъ было слѣдующее:

для измѣренія температуры воздуха въ комнатѣ близъ наружной поверхности кожуха . . .		20
» » температуры воздуха внутри кожуха .		20
» » температуры наружной оболочки . .		74
» » температуры внутренней оболочки . .		42
Всего. . .		156

Для термометровъ каждой изъ переименованныхъ группъ требовалось выработать особыя ихъ, формы и размѣры, обусловливаемые какъ назначеніемъ ихъ, такъ и мѣстомъ расположенія, сообразно которымъ они были спеціально заказаны. Особенная форма термометровъ, служившая для измѣренія температуры внутренней оболочки кожуха, вызвана была условіями ихъ установки, послѣ того какъ кожухъ былъ уже устроенъ. Термометры для измѣренія температуры внутренняго воздуха были изогнуты подъ угломъ. Въ зависимости отъ мѣста расположенія термометровъ требовалось выработать и способъ сопряженія ихъ съ наружною оболочкой. Шкалы термометровъ были раздѣлены на градусы и отсчетъ производился раздѣленіемъ градусовъ на глазъ съ точностью до $^1/_4$ градуса. Правильность показаній термомет-

ровъ съ дѣйствительною величиной температуры оболочекъ кожуха провѣрена была чувствительными термометрами съ дѣленіями градусовъ на десятыя доли.

На черт. XIV изображены термометры, примѣнявшіеся во время производства опытовъ; изъ нихъ показанные подъ №№ 1 и 2 служили для измѣренія температуръ внутреннихъ оболочекъ кожуха, и такъ какъ установку ихъ пришлось исполнить послѣ того когда кожухъ былъ уже оконченъ, то чтобы имѣть возможность наложить шарикъ термометра на цинковый листъ, служившій внутреннею оболочкой кожуха, были просверлены круглыя отверстія въ его стѣнкѣ, въ которыя вкладывались термометры нижнимъ концомъ, пока шарики ихъ, наполненные ртутью, не прикасались къ цинковой оболочкѣ. Для болѣе плотнаго соприкасанія поверхностей этихъ шариковъ съ цинковымъ листомъ, нижняя часть шарика термометра была сдѣлана плоскою, а дабы на нее не могла вліять температура окружающей среды, трубочка термометра, сообщающаяся съ шарикомъ, и самый шарикъ были помѣщены въ стеклянный колпачекъ, составлявшій приливъ къ общей стеклянной трубкѣ, въ которой находился стержень термометра и шкала. Такъ какъ нижній край этого колпачка не могъ плотно соприкасаться съ цинковою поверхностью внутренней оболочки, покрывавшей стѣнку кожуха, то чтобы закрыть эту щель, на стеклянный колпачекъ надѣтъ былъ хомутикъ *в*, вырѣзанный изъ пробки, низъ котораго смазывался клеемъ, составленнымъ изъ бѣлка съ мукой, и хомутикъ этотъ надвигался до соприкасанія нижняго его края, смазаннаго клеемъ, съ цинковымъ листомъ, составлявшимъ внутреннюю оболочку кожуха. Помощью этого приспособленія достигалась изоляція шарика термометра и устранялось вліяніе на показанія его температуры среды, окружавшей шарикъ термометра.

Для измѣренія температуры наружной оболочки кожуха употреблялись обыкновенные термометры, шарики которыхъ погружались въ ртуть, наливавшуюся въ ванночки, прикрѣпленныя, въ формѣ воронокъ, къ наружной оболочкѣ кожуха и устроенныя такимъ образомъ, что наливавшаяся въ

нихъ ртуть соприкасалась къ поверхности стѣнокъ кожуха, температура которой опредѣлялась.

Показанія всѣхъ термометровъ наблюдались каждый часъ въ продолженіе всего опыта и выводились среднія ариѳметическія величины ихъ за каждый часъ наблюденій, для каждой изъ упомянутыхъ выше группъ термометровъ, т. е. для числа ихъ, установленнаго на каждой изъ пяти сторонъ кожуха. Всѣ эти данныя заносились въ особый журналъ, составлявшійся для каждаго опыта.

Разсчеты количества тепла, выдѣлявшагося наружною поверхностью кожуха и проводившагося его стѣнками, дѣлались за каждый часъ и для каждой стороны кожуха, составленіемъ произведеній изъ постоянныхъ коэффиціентовъ передачи тепла на соотвѣтствующія среднія разности температуръ: въ первомъ случаѣ—наружной оболочки кожуха и комнатнаго воздуха, а во второмъ—внутренней и наружной его оболочекъ.

Общее количество тепла, выдѣлявшагося за время производства опыта чрезъ стѣнки кожуха, получалось, суммируя числа, выражавшія количество тепла, передававшагося въ теченіе каждаго часа и для каждой изъ сторонъ кожуха.

При этихъ опредѣленіяхъ не принималось во вниманіе количество тепла, передававшагося тою частью пола, на которой установлена была опытная печь и которая была ограничена вертикальными стѣнками кожуха, потому что помѣщеніе, находившееся подъ поломъ опытной комнаты, согрѣвалось въ такой степени, что температура его не была ниже температуры воздуха внутри кожуха, вслѣдствіе чего не происходило передачи тепла чрезъ эту часть потолка, составлявшую въ то же время часть пола опытной комнаты. Это выяснилось разсчетами по передачѣ тепла этою частью потолка, произведенными на основаніи результатовъ наблюденій, сдѣланныхъ во время производства опыта по передачѣ тепла печью при первой ея топкѣ каменнымъ углемъ.

Отношеніе количества тепла, переданнаго стѣнками кожуха къ теплу, заключающемуся въ топливѣ, составляетъ коэффиціентъ передачи тепла для каждаго опыта.

Величина коэффиціента W выдѣленія тепла наружною цинковою оболочкой кожуха въ одинъ часъ и на одинъ градусъ разности температуръ ея и комнатнаго воздуха съ одного квадр. фута опредѣлена была слѣдующимъ образомъ:

1) для вертикальныхъ стѣнокъ кожуха:

$$W = (0{,}48 + 0{,}0544)\,(t'' - t) = 0{,}5344\,(t'' - t), \quad . \; . \; (H)$$

2) для потолка:

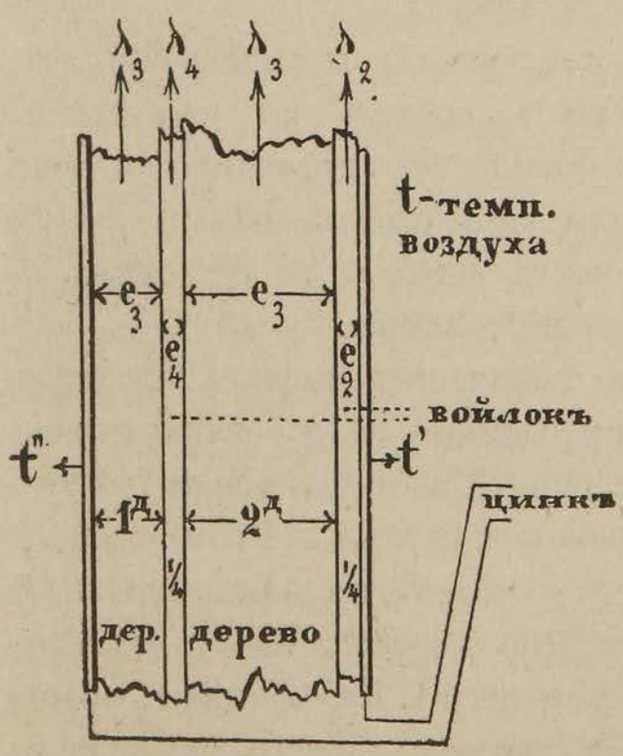
$$W = (0{,}4469 + 0{,}0544)\,(t'' - t) = 0{,}5013\,(t'' - t), \quad . \; . \; (I)$$

гдѣ 0,0544 выражаетъ величину коэффиціента лучеиспусканія цинковой поверхности.

Количество тепла, проходившаго чрезъ стѣнки кожуха, опредѣляемое по разности температуръ внутренней и наружной его оболочки, было опредѣлено на основаніи слѣдующаго уравненія:

$$W = \frac{\dfrac{\lambda_2\,\lambda_3\,\lambda_4\,\lambda_5}{l_2\,l_3\,l_4\,l_5}}{\dfrac{\lambda_4}{l_4}\,\dfrac{\lambda_5}{l_5}\left(\dfrac{\lambda_2}{l} + \dfrac{\lambda_3}{l}\right) + \dfrac{\lambda_2\,\lambda_3\,\lambda_5}{l_2\,l_3\,l_5} + \dfrac{\lambda_2\,\lambda_3\,\lambda_4}{l_2\,l_3\,l_4}}\,(t' - t'') \; . \; . \; . \; . \; (k),$$

которое по подставленіи численныхъ значеній:



$$\frac{\lambda_2}{l_2} = \frac{\lambda_4}{l_4} = \frac{0{,}043}{0{,}^{25}/_{12}} = 2{,}064$$

$$\frac{\lambda_5}{l_5} = \frac{0{,}069}{^{1}/_{12}} = 0{,}828,$$

$$\frac{\lambda_3}{l_3} = \frac{0{,}069}{^{2}/_{12}} = 0{,}414,$$

въ коихъ коэффиціенты проводимости тепла

$\lambda_2 = \lambda_4$ для войлока—0,043

$\lambda_3 = \lambda_5$ для дерева—0,069,

принимаетъ видъ $W = 0{,}2177\ (t' - t'')$ и выражаетъ количество единицъ тепла, проведеннаго однимъ квадр. футомъ стѣнокъ кожуха въ 1 часъ при разности температуръ внутренней и наружной его оболочекъ въ одинъ градусъ.

Отношеніе количества тепла, опредѣленнаго такимъ же образомъ для всего опыта, къ теплу, заключающемуся въ топливѣ, превышало таковое же отношеніе количества тепла, исчисленнаго по выдѣленію его наружною оболочкой кожуха въ комнатный воздухъ:

въ 1-мъ опытѣ на $0{,}0707 = 0{,}222 - 0{,}1513$,

во 2-мъ опытѣ на $0{,}0576 = 0{,}2442 - 0{,}1866$,

гдѣ цифры уменьшаемыхъ исчислены по прохожденію тепла чрезъ стѣнки кожуха, а вычитаемыхъ по выдѣленію тепла наружными поверхностями кожуха, и составляли въ среднемъ разницу на 0,066 отъ количества тепла, заключавшагося въ топливѣ. Въ виду постоянства разности въ отношеніяхъ количества тепла, опредѣленнаго по тѣмъ и другимъ способамъ его вычисленія, дальнѣйшіе разсчеты производились только на основаніи наблюденій по выдѣленію тепла наружною поверхностью кожуха.

Этимъ достигалась бóльшая точность въ вычисленіи, такъ какъ устранялась необходимость вводить въ разсчеты не вполнѣ точныя значенія коэффиціентовъ проводимости тепла войлокомъ и вліяніе толщины какъ слоевъ войлока, такъ и общей толщины стѣнокъ кожуха, которая не оставалась во всѣхъ мѣстахъ кожуха точно постоянною.

Результаты опредѣленія количества тепла, передававшагося стѣнками кожуха, выведенные на основаніи произведенныхъ наблюденій надъ опредѣленіемъ температуръ внутренней и наружной оболочекъ кожуха, хотя и не были приняты для окончательныхъ выводовъ, но дали возможность вычислить всеобщій коэффиціентъ передачи тепла стѣнками кожуха, при данномъ ихъ устройствѣ. Коэффиціентъ этотъ получился равнымъ 0,094 ед. тепла съ одного кв. фута въ 1 часъ на 1^0 разности температуръ воздуха, находившагося по обѣимъ сторонамъ кожуха, чтó составляетъ 4,6 ед. тепла съ 1 квадр. сажени.

Это указываетъ, что устройство стѣнокъ кожуха, по передачѣ ими тепла, соотвѣтствовало деревянной стѣнѣ, безъ обшивки и безъ штукатурки, въ 4,5 вершка толщиною, или кирпичной стѣнѣ толщиною около $4^1/_2$ кирпичей.

Въ таблицѣ XII приведены количества тепла, переданнаго кожухомъ комнатному воздуху во время опытныхъ топокъ печи, и это же количество тепла выражено графически въ журналахъ наблюденій топокъ IV каменнымъ углемъ и III дровами, показанныхъ на черт. VIII и IX, въ которыхъ графически также изображено количество тепла, переданнаго печью воздуху, проходившему внутри кожуха.

Разсмотрѣніе этихъ данныхъ указываетъ, что почти для всѣхъ опытовъ количество тепла, передававшагося стѣнками кожуха, было одинаково. Въ среднемъ изъ всѣхъ опытовъ топки печи каменнымъ углемъ оно составило 0,16795, а для двухъ опытовъ топки печи дровами—0,1865 отъ количества тепла, заключавшагося въ сожженомъ топливѣ. Эти величины отличаются отъ крайнихъ значеній ихъ, опредѣленныхъ для каждой изъ топокъ печи каменнымъ углемъ на 0,7 и на $1,8^0/_0$, а для топокъ печи дровами на $0,3^0/_0$.

Разница въ этихъ величинахъ соотвѣтствуетъ такой же, получаемой при сравненіи среднихъ значеній количества тепла, переданнаго кожухомъ, опредѣленнаго изъ всѣхъ опытныхъ топокъ каменнымъ углемъ и дровами, которая составляла 0,1865—0,16795 = 0,01855, т. е. $1,855^0/_0$, а это указываетъ на постоянство величинъ количества тепла, передававшагося стѣнками кожуха во всѣхъ опытныхъ топкахъ печи, какъ дровами, такъ и каменнымъ углемъ.

Количество тепла, выдѣленнаго наружною поверхностью кожуха, было опредѣлено какъ по вышеуказанному пріему, такъ и по среднимъ температурамъ наружной оболочки для каждой стороны кожуха и комнатнаго воздуха за все время опыта.

Разница въ опредѣленіяхъ по тому и другому способамъ получилась весьма незначительная, и результаты послѣдняго пріема вычисленій внесены въ таблицу XII. Количество тепла, передававшагося стѣнками кожуха, значительно менѣе

выдѣлявшагося печью для нагрѣванія воздуха, проходившагося внутри кожуха, которое въ среднемъ для топокъ каменнымъ углемъ составляло 46,945%, а для топокъ дровами около 55,91% отъ количества тепла, заключавшагося въ топливѣ, тогда какъ количество тепла, переданное кожухомъ, въ первомъ случаѣ составляло около 16,79%, а во второмъ около 18,65% отъ того же количества тепла, заключавшагося въ топливѣ. Это указываетъ, что произведенныя наблюденія по количеству тепла, передающагося кожухомъ, составляя дополненіе къ опредѣленію наибольшаго количества тепла, передававшагося нагрѣтому воздуху, служили для выясненія вопроса о количествѣ всего тепла, выдѣляемаго печью въ помѣщеніи изъ количества его, заключавшагося въ сожженомъ топливѣ, т. е. для опредѣленія коэффиціента полезнаго дѣйствія печи, обусловливаемаго способностью ея выдѣлять аккумулированное печью тепло во время ея топки.

Соображенія, служившія основаніемъ для установленія метода измѣренія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, и опредѣленіе достигнутой точности этихъ опредѣленій. Въ приведенномъ описаніи произведенныхъ опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, указаны пріемы, которые были примѣнены при производствѣ этого отдѣла испытаній и способовъ разсчета по опредѣленію этого количества тепла, а также приведены и результаты этихъ опредѣленій.

Дабы можно было судить о степени достигнутой при этомъ точности въ опредѣленіяхъ количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха прикосновеніемъ къ нимъ воздуха и лучеиспусканіемъ, ниже излагаются соображенія, которыми руководствовались при примѣненіи вышеописаннаго метода испытанія.

Соображенія, служившія основаніемъ для примѣненія закона Ньютона для опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха. Измѣреніе количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха во время остыванія помѣщенной въ немъ опытной печи, было сдѣлано на основаніи примѣненія закона Ньютона, по которому скорость охлажденія

и количество тепла, выдѣляемаго нагрѣтою стѣнкой, при охлажденіи ея прикосновеніемъ съ воздухомъ нагрѣваемаго помѣщенія и лучеиспусканіемъ въ этотъ воздухъ пропорціонально разности температуръ охлаждающейся оболочки стѣнки кожуха и комнатнаго воздуха [1) Peclet. Traité de la chaleur. Томъ I, стр. 511 и 519. 2) Веденяпинъ. Курсъ отопленія и вентиляціи, ч. I, 1890 г., стр. 166 и 168]. Законъ этотъ справедливъ при незначительной разности температуръ поверхности охлаждающагося тѣла и воздуха того помѣщенія, въ которомъ охлажденіе происходитъ.

Если охлажденіе происходитъ въ комнатномъ воздухѣ, и разность температуръ поверхностей охлаждающагося тѣла и стѣнокъ ограждающихъ помѣщеніе, въ которомъ охлажденіе происходитъ, не превышаетъ 25 и 65°, при температурѣ стѣнокъ ограждающихъ помѣщеніе около 12°, то законы охлажденія выражаются формулами (Peclet, стр. 518 и 519, т. I):

а) для лучеиспусканія

$$R = Kt(1 + 0{,}0056\,t) \text{ и}$$

б) для прикосновенія

$$A = K't(1 + 0{,}0075\,t),$$

гдѣ K и K' выражаютъ величины коэффиціентовъ, зависящія отъ способности тѣлъ, смотря по роду и состоянію ихъ поверхностей, лучеиспускать тепло и отъ способности нагрѣтаго тѣла выдѣлять тепло при соприкосновеніи его съ воздухомъ, зависящей отъ размѣровъ и формы нагрѣтаго тѣла, а t обозначаетъ разность температуръ поверхностей охлаждающагося тѣла и стѣнокъ, ограждающихъ помѣщеніе и воспринимающихъ лучистую теплоту.

При малой разности температуръ вторыми членами биномовъ, заключающимися въ скобкахъ, можно пренебречь, и въ такомъ видѣ эти формулы будутъ выражать количество передающагося тепла, основанное на примѣненіи закона Ньютона. Въ томъ случаѣ, когда разности температуръ выходятъ изъ этихъ предѣловъ, охлажденіе тѣла выражается

формулами Дюлонга и Пти, для которыхъ коэффиціенты передачи тепла опредѣлены опытами Пекле.

Въ данномъ случаѣ, во время производства опытовъ, разности температуръ охлаждающихся оболочекъ кожуха и стѣнокъ помѣщенія, а также и воздуха, заключавшагося въ помѣщеніи, были значительно ниже вышеприведенныхъ предѣловъ, и потому тѣмъ въ большей степени законъ охлажденія Ньютона могъ быть примѣненъ.

Такъ, для опыта III топки каменнымъ углемъ разность между средними температурами, наблюденными за время опыта, наружныхъ оболочекъ кожуха, воздуха въ опытной комнатѣ и поверхностей стѣнъ, обращенныхъ внутрь ея, показаны въ слѣдующей таблицѣ:

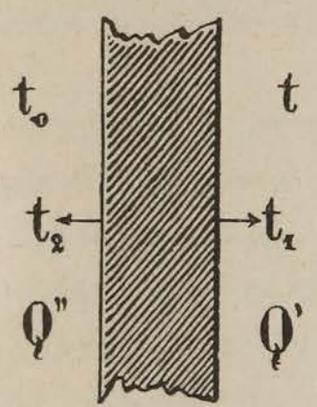
Таблица Е.

Стороны кожуха.	Среднія температуры: Оболочки кожуха.	Среднія температуры: Внутренней поверхности стѣнъ помѣщенія.	Разность температуръ оболочки кожуха и внутреннихъ поверхностей стѣнъ помѣщ.	Средняя температура воздуха въ комнатѣ.	Разность температуръ оболочекъ кожуха и воздуха внутри комнаты.	Среднія показанія термометровъ, установленныхъ въ разстояніи около $^1/_2$ фута отъ стѣнки кожуха.	Разность показаній термометровъ, установленныхъ близъ кожуха и воздуха внутри комнаты.	Разность показаній температуръ оболочки кожуха и термометровъ, установленныхъ близъ него.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	21,97	16,47	5,5	18,51	3,46	19,35	+ 0,84	2,62
II	21,55	16,47	5,08	18,51	3,04	18,26	+ 0,25	3,29
III	21,06	18,51	2,55	18,51	2,55	18,76	+ 0,25	2,30
IV	21,73	18,51	3,22	18,51	3,22	19,10	+ 0,59	2,63
V	22,76	16,47	6,29	надъ потолкомъ кожуха 20,02	2,76	20,65	+ 0,63	2,11

Изъ этой таблицы видно, что разность температуръ между оболочкой кожуха и среднею температурой воздуха внутри комнаты измѣнялась въ предѣлахъ отъ 2,55 до 3,46°, а разность между температурами оболочекъ кожуха и температурами внутренней поверхности стѣнъ, ограничивавшихъ опытную комнату, измѣнялась въ предѣлахъ отъ

2,55° до 6,29°. Въ то же время разность между средними температурами оболочекъ кожуха и средними показаніями термометровъ, установленныхъ близъ него, для измѣренія температуры воздуха, двигавшагося близъ этихъ стѣнокъ, измѣнялась въ предѣлахъ отъ 2,11 и 2,63°, а вслѣдствіе этого результаты опредѣленій количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха въ помѣщеніе опытной комнаты, основанныя на вычисленіяхъ при примѣненіи закона Ньютона, въ которыхъ входятъ эти разности температуръ, должны обладать достаточною точностью *).

*) Въ приведенной таблицѣ температура t_2 внутреннихъ поверхностей наружныхъ стѣнъ, ограждавшихъ опытную комнату и обращенныхъ внутрь ея, опредѣлена по формулѣ



$$t_2 = \frac{\frac{t}{Q''} + \frac{et}{\lambda} + \frac{t_0}{Q'}}{\frac{1}{Q''} + \frac{1}{Q'} + \frac{e}{\lambda}}, \text{ гдѣ}$$

t—средняя температура наружнаго воздуха для даннаго опыта—2,96°,
t_0—средняя температура воздуха внутри комнаты + 18°, 51,
e—толщина стѣны 2,33 фута,
λ—коэффиціентъ теплопроводимости — для обожженой глины и гашенной извести

$$\frac{0.25 + 0,38}{2} = 0,32 \text{ (Веденяпинъ, стр. 177)},$$

$Q' = Q''$—коэффиціенты передачи тепла наружной и внутренней поверхностями стѣнъ $= K + K'$:
K—прикосновеніемъ 0,48 и
K'—лучеиспусканіемъ въ воздухъ для кирпича и камня 0,816 (Веденяпинъ, стр. 173 и 167),
$Q' = Q'' = 0,48 + 0,816 = 1,296$.
Подставляя эти значенія, получимъ

$$t_2 = 16,47^0.$$

Для внутреннихъ стѣнъ, противолежащихъ сторонамъ кожуха III и IV, температура поверхностей ихъ въ вышеприведенной таблицѣ принята равной температурѣ воздуха въ комнатѣ +18°,57, такъ какъ онѣ соприкасались съ обѣихъ сторонъ съ помѣщеніемъ, имѣвшимъ эту температуру.

На основаніи этого, при производствѣ опытовъ опредѣленіе количества тепла, выдѣленнаго поверхностями кожуха въ опытную комнату въ одинъ часъ съ 1 кв. фута, дѣлалось по формулѣ

$$W = Q\ (t'' - t), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

гдѣ значеніе $Q = K + K_1$ — коэффиціента передачи тепла для наружной оболочки кожуха, при разности температуры ея и комнатнаго воздуха на 1^0 въ 1 часъ съ 1 фута—составлялось изъ коэффиціента K — передачи тепла прикосновеніемъ съ воздухомъ комнаты $= 0{,}48$ для вертикальной стѣнки, $K = 0{,}4469$ для потолка, и K' — коэффиціента передачи тепла лучеиспусканіемъ цинковою поверхностью кожуха $= 0{,}0544$ (Веденяпинъ, стр. 167), почему для вертикальныхъ стѣнокъ кожуха $W = (0{,}48 + 0{,}544)\ (t'' - t)$ и для потолка $W = (0{,}4469 + 0{,}0544)\ (t'' - t)$.

Условія, вліящія на результаты опредѣленія количества лучистаго тепла, опредѣляемаго по даннымъ Пекле и по формулѣ Дюлонга и Пти. Численныя значенія коэффиціента $Q = K + K_1$ въ этомъ случаѣ приняты были такими, какъ это обыкновенно принимается для подобныхъ разсчетовъ, на основаніи данныхъ, выведенныхъ Пекле изъ его опытовъ.

Значенія этихъ коэффиціентовъ выведены были Пекле при охлажденіи тѣлъ, помѣщенныхъ въ свинцовыхъ сосудахъ, при лучеиспусканіи тепла на матовыя поверхности ихъ стѣнокъ.

Сдѣланные при этихъ условіяхъ производства опытовъ выводы Пекле распространилъ на всѣ случаи, встрѣчающіеся въ практикѣ для подобныхъ разсчетовъ передачи тепла лучеиспусканіемъ (Peclet, I, стр. 519).

Численныя значенія этихъ коэффиціентовъ, выведенныхъ изъ опытовъ Пекле, при исчисленіи количества тепла, передававшагося нагрѣтымъ тѣломъ стѣнкамъ сосуда, въ которомъ оно было помѣщено, примѣнимы и при опредѣленіи количества тепла при исчисленіи его при малыхъ разностяхъ температуръ на основаніи закона Ньютона, по формулѣ (1).

Примѣная эту формулу, разность температуръ $(t'' - t)$ была принята между температурами наружныхъ оболочекъ кожуха t'' и температурою комнатнаго воздуха t, которая опредѣлялась по показаніямъ термометровъ, установленныхъ въ разстояніи около $^1/_2$ фута отъ вертикальныхъ стѣнокъ кожуха и около 3 дюйм. отъ его потолка.

При исчисленіи количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, при значительной разности температуръ между нагрѣтымъ тѣломъ и поверхностями, ограждающими помѣщеніе, въ которомъ охлажденіе происходитъ, законы охлажденія выражаются формулами Дюлонга и Пти, имѣющими видъ:

а) для опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго лучеиспусканіемъ

$$W = 124{,}72 \times K' \times (1{,}0077)^{t'} \; [1{,}0077^{(t''-t)} - 1] \quad . \quad . \quad (2)$$

или $$W = 124{,}72 \times K' \times [(1{,}0077)^{t''} - (1{,}0077)^{t_1}] \quad . \quad (3)$$

и б) для опредѣленія количества тепла, переданнаго соприкосновеніемъ поверхностей охлаждающагося тѣла съ комнатнымъ воздухомъ

$$W = 0{,}552 \times K \times (t'' - t')^{1{,}233} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

При пользованіи этими формулами въ данномъ случаѣ температуры должны быть приняты: t'' — наружной оболочки кожуха и t'—внутренней поверхности стѣнъ, ограждающихъ опытную комнату, которыя воспринимали лучистую теплоту, выдѣлявшуюся наружными поверностями стѣнокъ кожуха.

При вычисленіяхъ количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, помѣщенныхъ въ журналахъ занятій коммисіи и основанныхъ на примѣненіи закона Ньютона, разность температуръ принята была между температурами: оболочекъ кожуха и слоевъ комнатнаго воздуха ближайшихъ къ этимъ оболочкамъ, температура которыхъ опредѣлялась по показаніямъ термометровъ, установленныхъ въ разстояніи около $^1/_2$ фута отъ вертикальныхъ стѣнокъ кожуха и 3 дюйм. отъ его потолка.

Основывая опредѣленія количества тепла, выдѣляемаго стѣнками кожуха, на примѣненіи закона Ньютона, вводя въ формулу (1) разность температуръ оболочекъ кожуха и комнатнаго воздуха, имѣлись въ виду указанія, дѣлаемыя на это Peclet и изложенныя на стр. 511 и 519 части I, а также и въ курсѣ Веденяпина на стр. 166 и 168, и кромѣ того руководствовались нижеслѣдующими соображеніями.

При выводѣ коэффиціентовъ передачи тепла Пекле производилъ опыты въ пространствѣ, огражденномъ стѣнками цилиндрическаго сосуда, имѣвшаго діаметръ 0,8 и высоту 1 метръ, а размѣръ нагрѣтыхъ тѣлъ, вводившихся въ этотъ цилиндръ, составлялъ въ поперечникѣ отъ 0,05 до 0,3 метра, почему разстояніе отъ нагрѣтаго тѣла до воспринимающей тепло стѣнки цилиндра измѣнялось въ предѣлахъ отъ 0,375 до 0,25 метра. При столь малыхъ размѣрахъ цилиндра и при незначительномъ разстояніи стѣнокъ его отъ поверхностей нагрѣтаго тѣла, температуры воздуха внутри цилиндра и стѣнокъ его могли быть почти одинаковы. Между тѣмъ при производствѣ описываемыхъ опытовъ разстояніе стѣнъ опытной комнаты отъ стѣнокъ кожуха измѣнялось отъ 1,065 до 7,66 метр.

Въ зависимости отъ этого, при передачѣ лучистаго тепла чрезъ слой воздуха значительно большей толщины, по сравненію съ имѣвшимся при производствѣ опытовъ Пекле, это обстоятельство могло иначе вліять на количество этого рода тепла, воспринятаго стѣнками комнаты, чѣмъ это наблюдалось во время производства опытовъ Пекле. Разница могла произойти вслѣдствіе бо̀льшаго поглощенія лучистаго тепла, выдѣляемаго стѣнками кожуха, парами воды, ароматическими и другими примѣсями, заключавшимися въ комнатномъ воздухѣ.

Подтвержденіемъ этому соображенію могутъ служить результаты весьма точныхъ опытовъ Тиндаля, повторенныхъ нѣсколько тысячъ разъ, которыми установлено, что потеря лучистаго тепла почти не замѣчается при прохожденіи слоевъ только совершенно чистаго воздуха; почему воздухъ можетъ считаться теплопрозрачнымъ только въ томъ случаѣ,

если онъ очищенъ отъ содержащихся въ немъ паровъ воды и остальныхъ могущихъ содержаться въ немъ примѣсей. При нахожденіи въ воздухѣ примѣсей, и особенно паровъ воды, теплопрозрачность его въ значительной степени уменьшается.

Поглощеніе тепла атмосфернымъ воздухомъ, содержащимъ пары воды, больше такого поглощенія для сухаго воздуха до 63 разъ и можетъ увеличиваться до 90 разъ, въ случаѣ значительнаго содержанія въ немъ паровъ воды (Тиндаль: «Теплота, разсматриваемая какъ родъ движенія» изд. 1864 г., стр. 312, 320 и 321).

Примѣсь къ воздуху ароматическихъ веществъ увеличиваетъ поглощеніе лучистаго тепла для цвѣтовъ ромашки до 87, а для анисоваго сѣмени до 372 разъ, противъ поглощенія этого тепла чистымъ воздухомъ (тамъ же стр. 291) *).

Имѣя въ виду это соображеніе, если для опредѣленія количества лучистаго тепла, передаваемаго нагрѣтымъ тѣломъ черезъ воздухъ, примѣнять формулу Дюлонга и Пти, то точность результатовъ исчисленій будетъ отвѣчать точности опредѣленій, сдѣланныхъ Пекле во время производства имъ опытовъ въ тѣхъ случаяхъ, когда стѣнки, ограничивающія помѣщеніе и воспринимающія теплоту, удалены отъ нагрѣтаго тѣла на разстояніе не превосходящее того, какое имѣлось между поверхностями нагрѣтаго тѣла и стѣнками сосуда, служившаго для опытовъ Пекле, на основаніи которыхъ онъ вывелъ численныя значенія коэффиціентовъ для передачи тепла.

Въ этихъ случаяхъ, при пользованіи формулами Дюлонга

---

*) Въ сочиненіи того же автора (стран. 321) приводятся слѣдующія численныя данныя: Принявши дѣйствіе сухаго воздуха за единицу мы получили слѣдующія поглощенія невысушеннаго воздуха въ различные дни:

Поглощеніе невысушеннаго воздуха:

Октябрь	23-е	63	Ноябрь	1-е	50
—	24-е	62	—	4-е	58
—	29-е	65	—	8-е	49
—	31-е	56	—	9-е	62

Почти $^{9}/_{10}$ поглощенія тепла произведены водяными парами, которые, какъ выше видно, въ нѣкоторыхъ случаяхъ превосходятъ дѣйствіе воздуха, въ которомъ они находятся, въ 60 разъ.

и Пти, надлежитъ въ нихъ вводить разность температуръ поверхностей нагрѣтаго тѣла и стѣнокъ, воспринимающихъ лучистую теплоту.

На основаніи вышеприведенныхъ соображеній, при пользованіи формулою Дюлонга и Пти (3), выражающею количество выдѣленнаго лучистаго тепла, при условіяхъ отличающихся отъ имѣвшихся во время производства опытовъ Пекле, нѣкоторыми инженерами вводится поправка, выражающая вліяніе потери лучистаго тепла при прохожденіи слоевъ комнатнаго воздуха. Указанія на величину этой поправки имѣются въ сочиненіи Haase «Die Heizungsanlagen», часть I, изд. 1894 года, въ которомъ на стр. 84 и 85 говорится: «Къ сожалѣнію до сихъ поръ нѣтъ вполнѣ точныхъ опытовъ относительно опредѣленія задерживающей способности при прохожденіи лучистаго тепла чрезъ діатермы,— средины проводящія тепло; но на основаніи сдѣланныхъ авторомъ наблюденій слѣдуетъ, что обмѣнъ тепла, выдѣляемаго лучеиспусканіемъ въ воздушномъ пространствѣ, заключающемся между двумя поверхностями, находящимися въ очень маломъ удаленіи одна отъ другой, происходитъ весьма быстро, но вмѣстѣ съ увеличеніемъ этого разстоянія обмѣнъ тепла убываетъ приблизительно въ геометрической прогрессіи въ отношеніи къ разстоянію между обоими поверхностями, если воздухъ между ними находится не въ очень замѣтномъ движеніи. Такимъ образомъ, если при разстояніи въ 100 милим. между поверхностями: лучеиспускающей и воспринимающей тепло, послѣдней изъ нихъ передается 50% изъ выдѣляемаго количества лучистаго тепла, то при разстояніи между этими поверхностями въ 200 милим. остающееся количество лучистаго тепла, воспринимаемое противолежащею поверхностью, составитъ около $0,5 \times 0,5 = 0,25$ (т. е. 25%), а при удаленіи въ 300 милим. оно будетъ $0,5 \times 0,5 \times 0,5 = 0,125$ (т. е. 12,5%)».

Обозначая чрезъ a ту часть лучистаго тепла, которая пропускается средою (или тѣломъ), находящеюся между обѣими поверхностями при толщинѣ ея e, обусловленной разстояніемъ между обѣими поверхностями, количество лу-

чистаго тепла, передающагося второй поверхности, выразится слѣдующимъ видоизмѣненіемъ формулы Дюлонга и Пти:

$$W = 124{,}72 \times K' \times (a)^e \left[(1{,}0077)^{t''} - (1{,}0077)^{t'} \right] \quad . \quad . \quad (4)$$

Примѣняя эту формулу для случаевъ обыкновенно встрѣчающихся въ практикѣ, авторъ этого сочиненія, на основаніи произведенныхъ имъ грубыхъ наблюденій относительно количистаго тепла, поглощаемаго при прохожденіи чрезъ воздухъ, а также и на основаніи не вполнѣ удовлетворительно еще произведенныхъ опытовъ надъ поглощеніемъ лучистаго тепла стекломъ, считаетъ возможнымъ придти къ заключенію, что въ вышеприведенной формулѣ можно принять численныя значенія коэффиціентовъ для воздуха при толщинѣ слоя равномъ одному дециметру — $a = 0{,}5$, а для стекла, при толщинѣ его въ 1 милиметръ, — $a = 0{,}75$

При такихъ данныхъ формула (4) имѣетъ видъ:

1) для воздуха

$W = 124{,}72\,(0{,}5)^{e} . K' \left[(1{,}0077)^{t''} - (1{,}0077)^{t'} \right]$, гдѣ величина e выражается въ дециметрахъ,

и 2) для стекла

$W = 124{,}72\,(0{,}85)^{e'} . K' \left[(1{,}0077)^{t''} - (1{,}0077)^{t'} \right]$, гдѣ e выражается въ милиметрахъ.

Величина коэффиціента K' остается такою же, какою она была опредѣлена опытами Пекле для выдѣленія лучистаго тепла нагрѣтыми поверхностями различныхъ тѣлъ. Во второй части труда того же автора приведены разсчеты, относящіеся къ опредѣленію количества лучистаго тепла, выдѣляемаго металлическими и изразчатыми печами при различной степени нагрѣва ихъ оболочекъ.

На основаніи этихъ разсчетовъ имъ выводится слѣдующее общее правило (стр. 7):

«Если стѣны, окружающія согрѣваемое помѣщеніе, проводятъ не особенно мало тепла, онѣ извлекаютъ отъ нагрѣтаго тѣла полезную отдачу его непосредственнымъ луче-

испусканіемъ въ количествѣ, которое не можетъ быть не принято во вниманіе въ томъ случаѣ, если нагрѣтое тѣло находится въ разстояніи отъ этихъ стѣнъ меньшемъ чѣмъ 0,5 метра: напротивъ того, если удаленіе тѣла отъ стѣнъ согрѣваемаго помѣщенія болѣе одного метра, то количество лучистаго тепла, воспринятое стѣнами при лучеиспусканіи нагрѣтымъ тѣломъ, если бы оно само по себѣ и было значительно, всегда не имѣетъ значенія по сравненію съ количествомъ тепла, выдѣленнымъ нагрѣтымъ тѣломъ при непосредственномъ соприкосновеніи поверхностей его съ воздухомъ, заключающимся въ данномъ помѣщеніи».

Подтвержденіемъ этому можетъ служить численный примѣръ, приведенный авторомъ на стр. 4 части его труда.

Въ этомъ примѣрѣ исчислено количество лучистаго тепла, выдѣленнаго въ 1 часъ съ 1 кв. метра поверхности изразчатой печи, нагрѣтой до 60° Ц., на противолежащую ей поверхность кирпичной стѣнки, имѣющей температуру въ $+20^0$ Ц. и отстоящей отъ нея на 3 децим., и опредѣлено, что оно составляетъ лишь $7^0/_0$ отъ общаго количества тепла, выдѣляемаго этою поверхностью печи.

Съ увеличеніемъ отстоянія кирпичной стѣнки отъ печи, количество воспринимаемаго ею лучистаго тепла уменьшается, и если разстояніе это увеличится до 1 саж., или 21,3 дециметра (подобно тому какъ это было на опытѣ въ Варшавѣ), то количество лучистаго тепла составитъ $7 \times \frac{(0,5)^{21,3}}{0,5} = 0,00000212^0/_0$ отъ всего количества тепла, выдѣленнаго печью.

Если это соображеніе отнести къ случаю передачи лучистаго тепла стѣнками кожуха на противоположныя имъ кирпичныя стѣнки опытной комнаты, то количество лучистаго тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, будетъ еще меньше, въ виду того, что температуры стѣнокъ кожуха были значительно ниже чѣмъ температуры стѣнокъ печи, принятыя въ этомъ примѣрѣ, и измѣнились отъ 21,06° до 12,76°, вмѣсто 60°, а разность температуръ стѣнокъ кожуха и кирпичныхъ стѣнъ, окружающихъ комнату, измѣнялась

отъ 2,55 до 6,29°, вмѣсто разности 60—20 = 40°, соотвѣтствующей приведенному примѣру для изразчатой печи.

Изъ приведенныхъ соображеній усматривается, въ какой степени количество лучистаго тепла, воспринимаемаго стѣнкой противолежащей нагрѣтому тѣлу, уменьшается вслѣдствіе поглощенія его парами воды, заключающимися въ комнатномъ воздухѣ, и при толщинѣ слоя воздуха въ 1 саж. оно передается на противолежащую стѣну въ столь незначительномъ количествѣ, что имъ можно пренебречь.

Имѣя въ виду, что выдѣленіе лучистаго тепла происходитъ и въ томъ случаѣ, если противоположной стѣны не имѣется, и что тогда выдѣленіе тепла происходитъ въ воздухъ окружающій согрѣваемое тѣло, причемъ численныя значенія коэффиціентовъ выдѣленія тепла принимаются Пекле одинаковыми, какъ и при выдѣленіи лучистаго тепла на противолежащую нагрѣтому тѣлу стѣнку (Peclet стр. 524 т. I), на основаніи вышеизложенныхъ соображеній, при опредѣленіи количества лучистаго тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, оно исчислялось по формулѣ (1), основанной на законѣ Ньютона, причемъ разность температуръ, обусловливающая эту передачу тепла, принималась между температурами стѣнокъ кожуха и комнатнаго воздуха, а численныя значенія коэффиціентовъ для передачи этого тепла были взяты соотвѣтствующими матеріалу наружныхъ оболочекъ кожуха, при выдѣленіи его въ воздухъ, такими какъ они опредѣлены были опытами Пекле.

Такой способъ исчисленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха лучеиспусканіемъ, долженъ дать болѣе точные результаты, чѣмъ при опредѣленіи его по формулѣ Дюлонга и Пти, съ введеніемъ въ нее поправокъ, указанныхъ Haase, такъ какъ численныя значенія коэффиціентовъ, вводимыхъ имъ въ видѣ поправки въ эту формулу, основаны на не вполнѣ точныхъ результатахъ опытовъ относительно потери лучистаго тепла при прохожденіи слоевъ воздуха, заключающаго въ себѣ водяные пары. Приведенныя выше соображенія этого автора имѣютъ значеніе лишь какъ разъясняющіе отношеніе между количествомъ лучистаго

тепла, выдѣленнымъ нагрѣтымъ тѣломъ на противолежащія ему стѣнки, и общимъ количествомъ тепла, выдѣленнымъ нагрѣтымъ тѣломъ.

Сравненіе результатовъ опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, на основаніи закона Ньютона и по формуламъ Дюлонга и Пти. Для выясненія разницы между количествомъ тепла, переданнаго стѣнками кожуха, лучеиспусканіемъ и прикосновеніемъ съ воздухомъ, какая могла бы получиться, если бы вмѣсто примѣненнаго во время производства опытовъ способа опредѣленія его, сдѣланнаго на основаніи примѣненія закона Ньютона по формулѣ (1), оно было исчислено по формуламъ Дюлонга и Пти. Ниже приводится исчисленіе этого количества тепла для III опыта, произведеннаго въ гор. Варшавѣ при топкѣ печи каменнымъ углемъ, сдѣланное на основаніи этихъ формулъ (3) и (4), въ томъ видѣ, какъ онѣ обыкновенно примѣняются, не вводя поправокъ, обусловливаемыхъ потерею лучистаго тепла при прохожденіи комнатнаго воздуха, указываемыхъ Haase. При этихъ исчисленіяхъ слѣдуетъ ввести температуры внутреннихъ поверхностей стѣнъ, окружавшихъ опытную комнату.

Температуры эти приняты такими, какъ онѣ показаны въ вышеприведенной таблицѣ E и опредѣлены разсчетомъ въ зависимости отъ наблюдавшихся во время производства опытовъ разностей температуръ воздуха наружнаго и въ опытной комнатѣ. При производствѣ опытовъ, температуры внутреннихъ поверхностей наружныхъ стѣнъ, окружавшихъ опытную комнату, не были наблюдаемы въ виду значительныхъ трудностей, сопряженныхъ съ опредѣленіемъ ихъ при достиженіи надлежащей точности, и дабы этимъ излишне не увеличить количество и безъ того сложнаго труда, обусловливаемаго производствомъ описываемыхъ опытовъ по опредѣленію количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, тѣмъ болѣе что при примѣненіи болѣе простаго способа опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, на основаніи закона Ньютона по формулѣ (1), не требовалось имѣть показаній температуръ внутрен-

нихъ поверхностей стѣнъ, окружавшихъ опытную комнату. При сравненіи результатовъ опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, на основаніи обоихъ способовъ исчисленія его по формулѣ (1) и по формуламъ (3) и (4), необходимо имѣть въ виду примѣненныя во время производства опытовъ способы опредѣленія введенныхъ въ разсчеты температуръ комнатнаго воздуха.

Какъ выше было сказано, температура комнатнаго воздуха опредѣляется по показаніямъ термометровъ, установленныхъ въ разстояніи около $^1/_2$ фута отъ стѣнокъ кожуха и 3 дюйм. отъ потолка. Независимо отъ этого, наблюдалась также и средняя температура воздуха въ опытной комнатѣ по показаніямъ двухъ термометровъ, установленныхъ близъ пола и потолка ея, причемъ мѣста расположенія ихъ были выбраны въ зависимости отъ показаній большаго числа термометровъ, предварительно размѣщенныхъ въ различныхъ мѣстахъ комнаты, дабы выяснить такое положеніе термометровъ, установленныхъ посрединѣ комнаты, при которомъ показанія ихъ соотвѣтствуютъ средней температурѣ комнатнаго воздуха. Въ исчисленія количества тепла, выдѣлявшагося стѣнками кожуха, сдѣланныя по формулѣ (1), для температуры комнатнаго воздуха были приняты показанія термометровъ, установленныхъ близъ стѣнокъ кожуха, чтобы этимъ достигнуть большей точности въ разсчетахъ, такъ какъ, въ зависимости отъ разности температуръ стѣнокъ кожуха и комнатнаго воздуха, опредѣлялось не только количество лучистаго тепла, выдѣлявшагося стѣнками кожуха, но также и количество тепла, передававшагося соприкосновеніемъ этихъ стѣнокъ съ воздухомъ. При производствѣ вычисленій по формулѣ (1), для опредѣленія количества лучистаго тепла принимается лишь 0,0544 отъ разности температуръ наружныхъ оболочекъ кожуха и комнатнаго воздуха, тогда какъ для опредѣленія потери тепла поверхностями кожуха отъ соприкосновенія съ ними комнатнаго воздуха берется 0,48 отъ той же разности температуръ наружныхъ оболочекъ кожуха и комнатнаго воздуха, почему на точность разсчетовъ имѣетъ значительно большее вліяніе надлежащее

установленіе температуры слоевъ воздуха, лежащихъ ближе къ поверхности кожуха, съ какою цѣлью оно и опредѣлялось по показаніямъ термометровъ, установленныхъ близъ этихъ стѣнокъ.

Термометры эти не были защищены экранами отъ вліянія на нихъ лучистаго тепла, выдѣлявшагося стѣнками кожуха. Такой пріемъ былъ допущенъ вслѣдствіе того, что при незначительной степени нагрѣва оболочекъ кожуха и малой разницы ихъ температуръ, по сравненію съ температурой комнатнаго воздуха, эта неточность показаній термометровъ не могла существенно вліять на результаты опредѣленій количества лучистаго тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, въ предѣлахъ той точности, которая соотвѣтствуетъ производившимся опытамъ.

Тѣмъ не менѣе, чтобы выяснить степень вліянія допущенной такимъ пріемомъ неточности, ниже приведены разсчеты, выясняющіе, въ какой степени измѣняется количество тепла, выдѣленное стѣнками кожуха, если въ разсчеты, служившіе для опредѣленія его, ввести температуру комнатнаго воздуха, опредѣленную по показаніямъ термометровъ, установленныхъ посрединѣ комнаты, которые не находились подъ вліяніемъ лучистой теплоты, выдѣляемой стѣнками кожуха.

I. Опредѣленіе количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, по формуламъ Дюлонга и Пти.

а) Количество тепла, выдѣленное прикосновеніемъ съ комнатнымъ воздухомъ, выражается формулою

$$W = 0{,}552 \times n \times k\ (t'' - t)^{1{,}233} \times p,$$

гдѣ n — продолжительность опыта — 55 часовъ,

k — коэффиціентъ передачи тепла для вертикальныхъ стѣнокъ кожуха — 0,48
и для потолка 0,44,7,

t'' — среднія температуры наружныхъ оболочекъ кожуха, покрывавшихъ соотвѣтствующія его стѣнки, обозначен-

ныя римскими цифрами: I — 21°,97, II — 21°,55, III — 21°,06, IV — 21°,73 и V —22°,76 (потолокъ),

t — среднія температуры внутреннихъ поверхностей стѣнъ, окружавшихъ опытную комнату, обозначенныя римскими цифрами, какъ показано на прилагаемомъ чертежѣ: I— 16°,47, II — 16°,47, III—18°,51, IV — 18°,51, V—16°,47,

p — поверхности наружныхъ оболочекъ кожуха, выраженныя въ футахъ: I — 64,44, II — 68,16, III — 57,55, IV— 57,16, V — 34,02.

Опредѣляя количество тепла, выдѣленное каждою стороной кожуха при соприкосновеніи съ воздухомъ опытной комнаты, получимъ:

$$\text{I} - W_2 = 0{,}552 \times 55 \times 0{,}48\,(21{,}97 - 16{,}47)^{1{,}233} \times 64{,}44 = 6368{,}2 \text{ ед. т.}$$

$$\text{II} - W_2 = 0{,}552 \times 55 \times 0{,}48\,(21{,}55 - 16{,}47)^{1{,}233} \times 68{,}16 = 6221{,}4 \text{ » »}$$

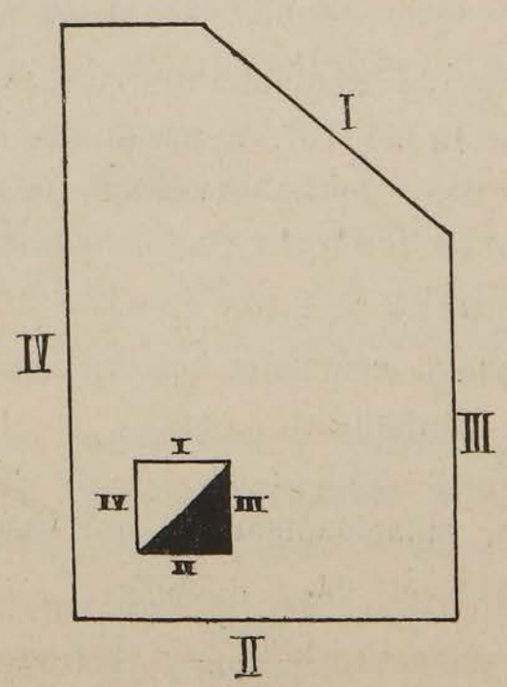
$$\text{III} - W_3 = 0{,}552 \times 55 \times 0{,}48\,(21.06 - 18{,}51)^{1{,}233} \times 57{,}55 = 2636{,}9 \text{ » »}$$

$$\text{IV} - W_4 = 0{,}552 \times 55 \times 0{,}48\,(21{,}73 - 18{,}51)^{1{,}233} \times 57{,}16 \times 3307{,}2 \text{ » »}$$

$$\text{V} - W_5 = 0{,}552 \times 55 \times 0{,}447\,(22{,}76 - 16{,}47)^{1{,}233} \times 34{,}02 = 3580{,}6 \text{ » »}$$

Всего . . . . . 22.114,2 ед. т.

Схематическій планъ опытной комнаты и кожуха, въ которомъ была помѣщена опытная печь.



б) Количество тепла, выдѣленное стѣнками кожуха лучеиспусканіемъ, опредѣляется формулою

$W' = 124{,}72 \times n \times k' \; [\,(1{,}0077)^{t''} - (1{,}0077)^{t'}\,]p$, въ которой

k' — коэффиціентъ передачи тепла цинковою оболочкой кожуха въ комнатный воздухъ 0,0544

t' — среднія температуры поверхностей комнатныхъ стѣнъ, противолежащихъ соотвѣтствующимъ стѣнкамъ кожуха I, II и V=16°,47, а III и IV — 18°,51.

Остальныя обозначенія тѣ же что и въ предъидущемъ исчисленіи.

Количество лучистаго тепла, выдѣленное соотвѣтствующими стѣнками кожуха будетъ:

$$\text{I} - W'_1 = 124{,}72 \times 0{,}0544 \times 55\,(1{,}0077^{21{,}97} - 1{,}0077^{76{,}47}) \times 64{,}44 = 1129{,}4 \text{ ед. т.}$$

$$\text{II} - W'_2 = 124{,}72 \times 0{,}0544 \times 55\,(1{,}0077^{21{,}55} - 1{,}0077^{16{,}47}) \times 68{,}16 = 1147{,}2 \text{ » »}$$

$$\text{III} - W'_3 = 124{,}72 \times 0{,}0544 \times 55\,(1{,}0077^{21{,}06} - 1{,}0077^{18{,}51}) \times 57{,}55 = 489{,}6 \text{ » »}$$

$$\text{IV} - W'_4 = 124{,}72 \times 0{,}0544 \times 55\,(1{,}0077^{22{,}76} - 1{,}0077^{16{,}47}) \times 57{,}16 = 614{,}3 \text{ » »}$$

$$\text{V} - W'_5 = 124{,}72 \times 0{,}0544 \times 55\,(1{,}0077^{22{,}76} - 1{,}0077^{16{,}47}) \times 34{,}02 = 712{,}2 \text{ » »}$$

Всего $W' = 4092{,}7$ ед. т.

Вводя поправку, въ зависимости отъ того, что температуры стѣнъ комнаты были не 15°, и принимая ихъ въ 17° для всѣхъ стѣнъ, въ виду незначительной величины поправки при малой разности температуръ, получимъ

$$W'_1 = 4092{,}7 \times 1{,}016 = 4158{,}2 \text{ ед. тепл.}$$

А всего выдѣлено стѣнками кожуха за все время опыта III (при топкѣ печи каменнымъ углемъ)

22.114,3 + 4.157,8 = 26.272 ед. т., что по отношенію къ количеству тепла, заключавшагося въ саженномъ топливѣ, составлявшему 143.150 ед. т., дастъ

$$\frac{26.271}{143.150} \times 100 = 18{,}353\%.$$

Сравнивая это количество тепла съ исчисленнымъ во время производства опытовъ по формулѣ (1), основанной на законѣ Ньютона, и принимая для температуры комнатнаго воздуха показанія термометровъ, установленныхъ близъ поверхности кожуха, которое было опредѣлено въ 21.664 ед. т. или $\frac{21.664}{143.150} \times 100 = 15,13^0/_0$ отъ количества тепла, заключавшагося въ саженномъ топливѣ, получается разница между этими двумя опредѣленіями въ $18,353 - 15,130 = 3,227^0/_0$.

Такая разница не выходитъ изъ предѣловъ точности, могущей быть установленной для производства такого рода опытовъ.

Количество тепла, выдѣленное стѣками кожуха: а) лучеиспусканіемъ составляетъ $\frac{4.092}{143.150} \times 100 = 2,8^0/_0$, а прикосновеніемъ съ воздухомъ комнаты — $15,737^0/_0$ отъ общаго иколчества тепла, заключавшагося въ топливѣ сожженомъ въ опытной печи.

Вліяніе лучистой теплоты, выдѣляемой стѣнками кожуха на показанія установленныхъ близъ нихъ термометровъ. Въ какой степени на точность опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, могло вліять нагрѣваніе лучистою теплотой термометровъ, установленныхъ въ разстояніи около $^1/_2$ фута отъ этихъ стѣнокъ, можно видѣть изъ сравненія двухъ результатовъ опредѣленія этого количества тепла для того же III опыта топки печи въ Варшавѣ каменнымъ углемъ, по формулѣ $W = Q\ (t'' - t)$, принимая для одного разсчета температуры комнатнаго воздуха, по показаніямъ термометровъ, установленныхъ посрединѣ ея, а для втораго разсчета вводя для тѣхъ же температуръ показанія термометровъ, установленныхъ близъ поверхностей кожуха.

1) Дѣлая такое вычисленіе и принимая для температуры комнатнаго воздуха среднія величины, выведенныя за все время производства опытовъ изъ показаній термометровъ, установленныхъ посрединѣ ея, въ $18^0,51$, получимъ:

а) Количество тепла, выдѣленное стѣнками кожуха отъ

соприкосновенія съ воздухомъ для соотвѣтствующихъ сторонъ кожуха:

$$\begin{array}{lll}
\text{I} - W_1 = 0{,}48\ (21{,}97 - 18{,}51) \times 55 \times 64{,}44 = 5886{,}2 & \text{ед. т.} \\
\text{II} - W_2 = 0{,}48\ (21{,}55 - 18{,}51) \times 54 \times 68{,}16 = 5470{,}2 & » \quad » \\
\text{III} - W_3 = 0{,}48\ (21{,}06 - 18{,}51) \times 55 \times 57{,}55 = 3874{,}2 & » \quad » \\
\text{IV} - W_4 = 0{,}48\ (21{,}73 - 18{,}51) \times 55 \times 57{,}16 = 4859{,}0 & » \quad » \\
\text{V} - W_5 = 0{,}447 (22{,}76 - 18{,}51) \times 55 \times 34{,}02 = 3554{,}6 & » \quad »
\end{array}$$

Всего . . 23.644,2 ед. т.

б) Количество тепла, выдѣленное лучеиспусканіемъ въ комнатный воздухъ тѣми же сторонами кожуха, составитъ:

$$\begin{array}{lll}
\text{I} - W_1 = 0{,}0544\ (21{,}97 - 18{,}51) \times 55 \times 64{,}44 = 667{,}1 & \text{ед. т.} \\
\text{II} - W_2 = 0{,}0544\ (21{,}55 - 18{,}51) \times 54 \times 68{,}16 = 619{,}9 & » \quad » \\
\text{III} - W_3 = 0{,}0544\ (21{,}06 - 18{,}51) \times 55 \times 57{,}55 = 439{,}1 & » \quad » \\
\text{IV} - W_4 = 0{,}0544\ (21{,}73 - 18{,}51) \times 55 \times 57{,}16 = 550{,}6 & » \quad » \\
\text{V} - W_5 = 0{,}0544\ (22{,}76 - 18{,}51) \times 55 \times 34{,}02 = 432{,}6 & » \quad »
\end{array}$$

Всего . . 2.709,3 ед. т.

Всего за время производства III опыта было выдѣлено стѣнками кожуха 23.644,2 + 2.709,3=26.353,5 ед. т., или $\frac{26.353{,}5}{143.150} \times 100 = 18{,}409\%$ отъ количества тепла, заключавшагося въ сожженомъ топливѣ въ опытной печи.

Примѣчаніе. Сопоставляя это количество тепла съ таковымъ, опредѣленнымъ по формуламъ Дюлонга и Пти, видимъ, что разница на столько мала: 18,409 — 18,353 = =0,0056%, что результаты обоихъ опредѣленій можно признать вполнѣ совпадающими.

2) Опредѣляя это количество тепла и принимая для температуры комнатнаго воздуха среднія величины за время опыта показаній термометровъ, установленныхъ близъ стѣнокъ кожуха, составлявшія для сторонъ его: I — 19°,35, II — 18°,26, III — 18°,76, IV — 19°,10 и V — 20°,65, получимъ:

а) Количество тепла, выдѣленное стѣнками кожуха при соприкосновенiи съ двигавшимся близъ нихъ воздухомъ:

$$\begin{aligned}
I - W_1 &= 0{,}48\ (21{,}97-19{,}35)\times 55\times 64{,}44 = 6158{,}4 \text{ ед. т.}\\
II - W_2 &= 0{,}48\ (21{,}55-18{,}26)\times 55\times 68{,}16 = 5920{,}1 \text{ » »}\\
III - W_3 &= 0{,}48\ (21{,}06-18{,}76)\times 55\times 57{,}15 = 3494{,}4 \text{ » »}\\
IV - W_4 &= 0{,}48\ (21{,}73-19{,}10)\times 55\times 57{,}16 = 3968{,}7 \text{ » »}\\
V - W_5 &= 0{,}447(22{,}76-20{,}65)\times 55\times 34{,}02 = 1764{,}7 \text{ » »}\\
&\text{Всего . . } 21.360{,}3 \text{ ед. т.}
\end{aligned}$$

б) Количество тепла, выдѣленное лучеиспусканiемъ тѣми же сторонами кожуха, будетъ:

$$\begin{aligned}
I - W_1 &= 0{,}0544\ (21{,}97-19{,}35)\times 55\times 64{,}44 = 697{,}95 \text{ ед. т.}\\
II - W_2 &= 0{,}0544\ (21{,}55-18{,}26)\times 55\times 68{,}16 = 670{,}94 \text{ » »}\\
III - W_3 &= 0{,}0544\ (21{,}06-18{,}76)\times 55\times 57{,}55 = 396{,}03 \text{ » »}\\
IV - W_4 &= 0{,}0544\ (21{,}73-19{,}10)\times 55\times 57{,}16 = 449{,}78 \text{ » »}\\
V - W_5 &= 0{,}0544\ (22{,}76-20{,}65)\times 55\times 34{,}02 = 214{,}77 \text{ » »}\\
&\text{Всего . . } 2.429{,}47 \text{ ед. т.}
\end{aligned}$$

А всего выдѣлено стѣнками кожуха $21.306{,}3+2.429{,}47=$ $=23.735{,}7$ ед. т., или $\frac{23.735{,}7}{143.150}\ 100=16{,}58\%$ отъ всего количества тепла, заключавшагося въ саженномъ топливѣ; почему разница результатовъ опредѣленiй количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, составитъ $18{,}409-15{,}550=$ $=1{,}850\%$ отъ количества тепла, заключавшагося въ саженномъ топливѣ.

Въ этомъ случаѣ сравненiе дѣлается не съ тѣмъ количествомъ тепла, которое было исчислено во время производства опытовъ и опредѣлено въ 15,13%, дабы этимъ устранить неточность въ сравненiи, которая могла бы произойти вслѣдствiе того, что количество тепла, исчисленное во время производства опытовъ въ 15,13%, получено при сложенiи количествъ тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха за каждый часъ производства опытовъ. Въ настоящихъ разсчетахъ оно опредѣлено по средней разности температуръ, выведенныхъ за все время производства опытовъ, что́ даетъ разницу между обоими этими опредѣленiями въ $16{,}55-15{,}13=1{,}42\%$.

Разница въ 1,859% выражаетъ, на сколько процентовъ количество тепла, выдѣленное стѣнками кожуха, получается менѣе при опредѣленіи его по формулѣ $W = Q\ (t'' - t)$, когда для опредѣленія температуры комнатнаго воздуха приняты были показанія термометровъ, установленныхъ вблизи наружной поверхности кожуха. Хотя численное значеніе этой разницы невелико и не выходитъ изъ предѣловъ точности, возможной достигнуть при производствѣ подобнаго рода опытовъ, но такъ какъ эта разница получена при сравненіи общаго количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха соприкосновеніемъ съ комнатнымъ воздухомъ и лучеиспусканіемъ, то дабы выяснить, въ какой степени неточность въ опредѣленіи температуры воздуха, проходившаго близъ стѣнокъ кожуха, зависѣвшая отъ того, что термометры не были защищены экранами отъ вліянія лучистой теплоты стѣнокъ кожуха, вліяла на опредѣленіе количества тепла выдѣленнаго лучеиспусканіемъ, сравнимъ количество этого тепла, опредѣленное въ вышеприведенныхъ разсчетахъ 2 б и 2 а, по показаніямъ этихъ термометровъ и по средней температурѣ комнатнаго воздуха, наблюденной по особо установленнымъ для сего посерединѣ комнаты термометрамъ.

Разница эта составляетъ $\frac{2.709-2.429}{143.150} = 0{,}24\%$. Столь незначительная разница въ $^1/_4\%$ въ результатахъ опредѣленія количества лучистаго тепла указываетъ, что выдѣленіе этого рода тепла на нагрѣваніе шариковъ термометровъ, установленныхъ близъ стѣнокъ кожуха, при незначительной степени нагрѣва этихъ стѣнокъ, не повліяло на результаты опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, и потому показанія этихъ термометровъ можно признать правильными. Но такъ какъ показанія этихъ термометровъ въ то же время служили для опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха отъ соприкосновенія съ нагрѣтымъ воздухомъ, которое составляетъ около 98% отъ общаго количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, и точность опредѣленія этого количества тепла зависитъ отъ правильности установленія температуры слоевъ воздуха,

ближайшихъ къ стѣнкамъ кожуха, то результаты опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, основанные на исчисленіи его по формулѣ $W = Q\ (t'' - t)$, съ введеніемъ въ нее для t показаній термометровъ, установленныхъ близъ стѣнокъ кожуха, какъ это принималось во время производства опытовъ, имѣютъ наибольшую степень приближенія къ истинному количеству тепла, выдѣленному стѣнками кожуха въ опытную комнату.

Опредѣленіе количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, въ зависимости отъ проводимости тепла этими стѣнками.

Предъидущими разсчетами установлено, что результаты опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, по формуламъ Дюлонга и Пти и по формулѣ основанной на законѣ Ньютона, весьма близко сходятся между собою.

Въ вышеприведенномъ изложеніи было выяснено, что степень близости результатовъ этихъ разсчетовъ къ истинному количеству тепла, выдѣленному стѣнками кожуха, зависитъ отъ степени поглощенія лучистаго тепла парами воды, заключающимися въ комнатномъ воздухѣ, и хотя количество выдѣляемаго лучистаго тепла, весьма мало и не превышаетъ 2,8% отъ всего количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, тѣмъ не менѣе, чтобы можно было составить сужденіе о степени точности опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, было сдѣлано опредѣленіе его инымъ путемъ, въ зависимости отъ условій проводимости тепла слоями матеріаловъ, входившихъ въ составъ устройства стѣнокъ кожуха. Такимъ образомъ на точность разсчетовъ исключалось вліяніе степени поглощенія лучистаго тепла комнатнымъ воздухомъ, для установленія которой не имѣется еще достаточно точныхъ опытовъ. Этимъ также устранялось вліяніе способовъ опредѣленія температуры комнатнаго воздуха, такъ какъ въ эти разсчеты температура эта не входитъ и они основываются лишь на опредѣленіяхъ

температуръ цинковыхъ оболочекъ кожуха, покрывавшихъ стѣнки его изнутри и снаружи.

Такіе разсчеты были сдѣланы при нѣсколькихъ первыхъ опытахъ по измѣренію количества тепла, выдѣлявшагося стѣнками кожуха опытною печью, устроенной въ г. Варшавѣ.

Составленіе результатовъ опредѣленій количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, основанныхъ на этомъ пріемѣ производства опытовъ, съ такими полученными по опредѣленію этого же количества тепла, выдѣленнаго наружными оболочками кожуха въ комнатный воздухъ, давало большее число данныхъ для сужденія, въ какой степени результаты разсчетовъ по опредѣленію этого количества тепла приближаются къ истинному его количеству.

При вышеприведенномъ описаніи производства этихъ опытовъ, произведенныхъ въ г. Варшавѣ, показана была раньше окончательная формула (k), въ томъ видѣ, какъ она служила для вычисленій количества тепла, проведеннаго стѣнками кожуха, сдѣланныхъ въ зависимости отъ температуръ внутреннихъ и наружныхъ оболочекъ кожуха, наблюденныхъ во время производства опытовъ.

Формула эта была приведена безъ указанія способа полученія ея, причемъ видъ ея отличается отъ обыкновенно принимаемаго для такого рода опредѣленій. Хотя это не вліяетъ на правильность сдѣланныхъ вычисленій, тѣмъ не менѣе здѣсь производятся дополнительныя объясненія относительно способа вывода этой формулы, съ указаніемъ дальнѣйшихъ дѣйствій надъ нею, упрощающихъ ея видъ.

Въ общемъ случаѣ, при установившихся обстоятельствахъ, сопровождающихъ передачу тепла стѣнкою кожуха, когда по обѣимъ сторонамъ ея находится воздухъ въ различной степени нагрѣтый, количества тепла, воспринятое поверхностью стѣнки кожуха, обращенной къ нагрѣтой печи, W_1 (см. рисунокъ), проведенное этой стѣнкой W_2 и выдѣленное наружною поверхностью ея въ комнатный воздухъ W_3, должны быть одинаковы, что можно выразить слѣдующими уравненіями:

$W_1 = Q' \ (T - t') = W_2 = \frac{\lambda}{e} \ (t' - t'') = W_3 = Q'' \ (t'' - t)$, гдѣ

t'' и t'—температуры поверхностей стѣнокъ кожуха,

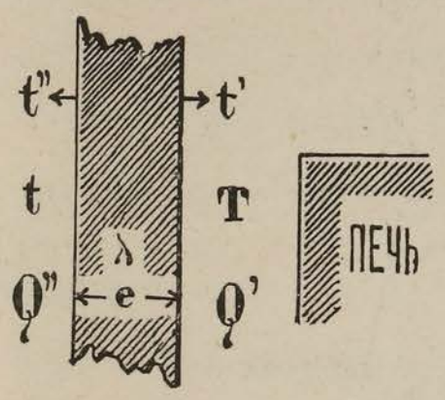
t—температура комнатнаго воздуха,

T—температура воздуха въ пространствѣ, огражденномъ кожухомъ,

Q'' и Q'—коэффиціенты теплопередачи обѣими оболочками кожуха,

λ — коэффиціентъ теплопроводности матеріала стѣнки кожуха, и

e—толщина этой стѣнки.



При опредѣленіи количества тепла W_2, проведеннаго стѣнками кожуха, при принятомъ способѣ устройства ихъ, когда онѣ были составлены изъ нѣсколькихъ слоевъ дерева, войлока и цинка, требуется въ формулу $W_2 = \frac{\lambda}{e}(t' - t'')$, соотвѣтствующую стѣнкѣ сдѣланной изъ одного слоя матеріала, ввести условія передачи тепла отъ одного слоя матеріала другому, въ зависимости отъ разности температуръ соприкасающихся между собою поверхностей смежныхъ между собою слоевъ, отъ толщины ихъ и отъ способности матеріала проводить теплоту.

Обозначая (см. слѣд. рисунокъ):

1) Температуры поверхностей:

а) цинковыхъ оболочекъ чрезъ $t' = t_1$ и $t'' = t_7$,

б) соприкасающихся между собою слоевъ дерева и цинка чрезъ t_2 и t_6,

в) соприкасающихся между собою слоевъ дерева и войлока чрезъ t_3, t_4 и t_5.

2) Коэффиціенты теплопроводимости:

а) цинка. . . . $\lambda_1 = \lambda_6 = 69{,}20$

б) войлока . . . $\lambda_2 = \lambda_4 = 0{,}0328$

в) дерева . . . $\lambda_3 = \lambda_5 = 0{,}069$

3) Толщину слоевъ:

а) цинка. . . . . $e_1 = e_6 = {}^1/_{32}$ дюйма

б) войлока . . . . . $e_2 = e_4 = {}^1/_4$ »

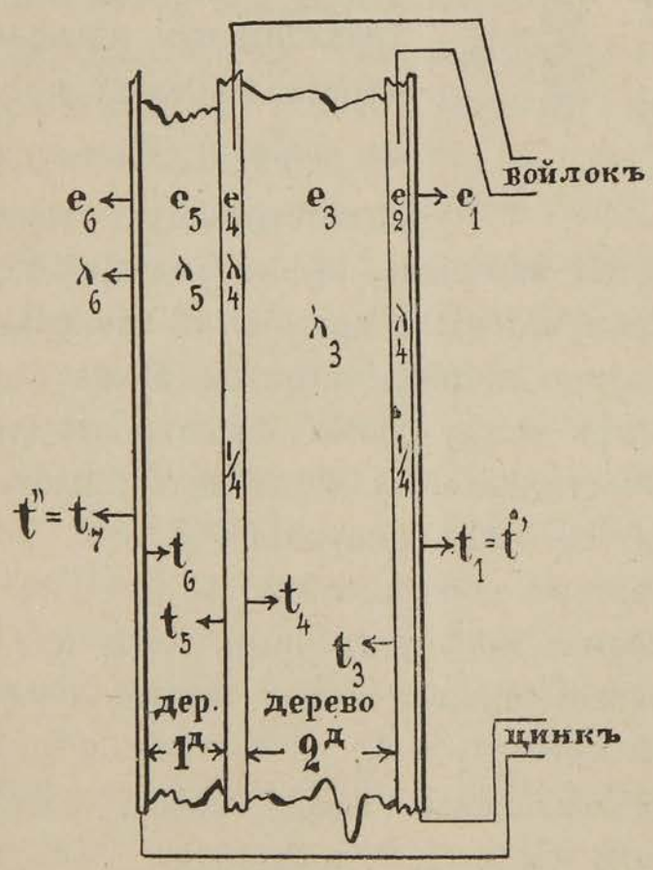
в) дерева . . . . . $e_3 = 2$ дюйма и $e_5 = 1$ дюйму.

И отношенія:

$$\frac{\lambda_1}{e_1}=a_1, \frac{\lambda_2}{e_2}=a_2, \frac{\lambda_3}{e_3}=a_3, \frac{\lambda_4}{e_4}=a_4, \frac{\lambda_5}{e_5}=a_5 \text{ и } \frac{\lambda_6}{e_6}=a_6,$$

и принимая во вниманіе, что количество тепла W, проведеннаго чрезъ каждый изъ этихъ слоевъ въ единицу времени, должно быть одинаково, получимъ шесть уравненій:

$$1)\ W=a_1\ (t_1-t_2)$$
$$2)\ W=a_2\ (t_2-t_3)$$
$$3)\ W=a_3\ (t_3-t_4)$$
$$4)\ W=a_4\ (t_4-t_5)$$
$$5)\ W=a_5\ (t_5-t_6)$$
$$6)\ W=a_6\ (t_6-t_7)$$



Изъ этихъ уравненій можно послѣдовательно исключить пять температуръ t_2, t_3, t_4, t_5 и t_6 внутреннихъ слоевъ, входящихъ въ составъ стѣнокъ кожуха. Для этого изъ первыхъ двухъ уравненій имѣемъ:

$$a_2\ W=a_1a_2t_1-a_1a_2t_2$$
$$a_1\ W=a_1a_2t_2-a_1a_2t_3, \text{ откуда}$$
$$(a_1+a_2)\ W=a_1a_2\ (t_1-t_2).$$

Присоединяя къ этому уравненіе (3)

$$W = a_3\ (t_3 - t_4) \text{ и}$$

исключая по предъидущему t_3, получимъ

$$\{a_3\ (a_1 + a_2) + a_1 a_2\}\ W = a_1 a_2 a_3\ (t_1 - t_4).$$

Присоединяя уравненіе (4)

$$W_4 = a_4\ (t_4 - t_5) \text{ и}$$

исключая величину t_4, получимъ

$$\{a_3 a_4\ (a_1 + a_2) + a_1 a_2 a_4 + a_1 a_2 a_3\}\ W = a_1 a_2 a_3 a_4\ (t_1 - t_5).$$

Продолжая такимъ образомъ, получимъ уравненія:

$$\{a_3 a_4 a_5\ (a_1 + a_2) + a_1 a_2 a_4 a_5 + a_1 a_2 a_3 a_5 + a_1 a_2 a_3 a_4\}\ W = \\ = a_1 a_2 a_3 a_4 a_5\ (t_1 - t_6),$$

и наконецъ

$$\{a_3 a_4 a_5 a_6 (a_1 + a_2) + a_1 a_2 a_4 a_5 a_6 + a_1 a_2 a_3 a_5 a_6 + a_1 a_2 a_3 a_4 a_5\}\ W = \\ = a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6\ (t_1 - t_7),$$

или

$$[a_5 a_6 \{(a_1 + a_2)\ a_3 a_4 + a_1 a_2\ (a_3 + a_4)\} + a_1 a_2 a_3 a_4 (a_5 + a_6)]\ W = \\ = a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6\ (t_1 - t_7);$$

откуда, подставляя вмѣсто a_1, a_2 и т. д. ихъ значенія $\frac{\lambda_1}{e_1}$, $\frac{\lambda_2}{e_2}$ и т. д., получимъ

$$W = \frac{\frac{\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4 \lambda_5 \lambda_6}{e_1 e_2 e_3 e_4 e_5 e_6}\left(t_1 - t_7\right)}{\frac{\lambda_5 \lambda_6}{e_5 e_6}\left\{\frac{\lambda_3 \lambda_4}{e_3 e_4}\left(\frac{\lambda_1}{e_1} + \frac{\lambda_2}{e_2}\right) + \frac{\lambda_1 \lambda_2}{e_1 e_2}\left(\frac{\lambda_3}{e_3} + \frac{\lambda_4}{e_4}\right)\right\} + \frac{\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4}{e_1 e_2 e_3 e_4}\left(\frac{\lambda_5}{e_5} + \frac{\lambda_6}{e_6}\right)}.$$

Раздѣляя числителя и знаменателя на

$$\frac{\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4 \lambda_5 \lambda_6}{e_1 e_2 e_3 e_4 e_5 e_6}, \text{ получимъ}$$

$$W = \frac{1}{\frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4} + \frac{e_5}{\lambda_5} + \frac{e_6}{\lambda_6}}\ (t_1 - t_7),$$

или, вслѣдствіе малыхъ численныхъ значеній $\frac{e_1}{\lambda_1}$ и $\frac{e_6}{\lambda_6}$ для цинковыхъ оболочекъ, получимъ

$$W = \frac{(t_1 - t_7)}{\frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4} + \frac{e_5}{\lambda_5}}.$$

Такъ какъ $\lambda_3 = \lambda_5$ (для дерева) и $e_2 = e_4$ (для войлока),

$$\text{то } W = \frac{1}{\frac{2\,e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3 + e_5}{\lambda_3}}(t' - t'').$$

Подставляя численныя значенія, имѣемъ:

1) для войлока при толщинѣ слоя въ $^1/_4$ дюйма или $^1/_{48}$ фута и принимая для λ_2 значеніе данное Пекле для чесанной шерсти 0,0328, получимъ $\frac{2 \times {}^1/_{48}}{0{,}0328} = 1{,}2703$;

2) для дерева, сосны поперекъ волоконъ,

$$\frac{e_3 + e_5}{\lambda_3} = \frac{\frac{1+2}{12}}{0{,}069} = 3{,}623 \text{ и}$$

$W = \frac{(t' - t'')}{1{,}2703 + 3{,}623} = 0{,}2043\ (t' - t'')$ *) един. тепла фунтоцельзіевыхъ съ 1 кв. фута въ 1 часъ . . . . . (*M*

Это выраженіе служитъ для опредѣленія количества тепла, выдѣляемаго стѣнками кожуха въ зависимости отъ наблюденныхъ во время производства опыта температуръ внутренней и наружной цинковыхъ оболочекъ, покрывавшихъ стѣнки кожуха, и это количество тепла должно равняться таковому, опредѣляемому по разности температуръ t''—наружной оболочки кожуха и t—температуры воздуха внутри помѣщенія, которое выражается слѣдующимъ равенствомъ:

$$W = Q\ (t'' - t) = (k_1 + k)\ (t'' - t) =$$
$$= (0{,}48 + 0{,}0544\ (t'' - t) = 0{,}5344\ (t'' - t) \quad . \ . \ . \ . \ (N)$$

Количество этого тепла было опредѣлено вышеприведенными разсчетами во время производства опытовъ, результаты которыхъ приведены въ таблицѣ XII.

Дѣлая теперь опредѣленіе количества тепла, проведеннаго стѣнками кожуха для того же опыта III топки печи каменнымъ углемъ (въ Варшавѣ) по формулѣ (*M*), имѣемъ

*) Эта формула отличается отъ приведенной выше $W = 0{,}2177\ (t' - t'')$ вслѣдствіе того, что коэффиціентъ проводимости войлока при выводѣ этой формулы былъ принятъ равнымъ 0,043, а при выводѣ формулы (*M*) онъ принятъ равнымъ 0,0328.

Стороны кожуха.	Средняя разность температуръ оболочекъ $t'-t''$. Градусы.	Коэффиціентъ проводимости тепла 0,2043.	Продолжительнось опыта, час.	Поверхность кожуха въ квадратныхъ футахъ.	Проведено стѣнкой кожуха единицъ тепла.
I	10	0,2043	55	61,65	6927,3
II	10,24	0,3043	55	63,20	7271,9
III	9,99	0,2043	55	53,12	5962,8
IV	9,71	0,2043	55	52,72	5752,0
V	12,60	0,2043	55	30,60	4352,3
				Всего .	30.266,3

или $\frac{30.266,3}{143.150} \times 100 = 21,13^0/_0$ отъ количества тепла, заключавшагося въ топливѣ, сожженомъ во время опытной топки печи.

Сравнивая это количество тепла съ выдѣленнымъ наружными поверхностями стѣнокъ кожуха въ комнатный воздухъ, которое опредѣлилось во время производства опытовъ при опредѣленіи его по уравненіямъ (H) и (I), приведеннымъ раньше, и по уравненію (H) $15,13^0/_0$ отъ заключающагося въ сожженомъ топливѣ, видимъ, что разница составляетъ $21,13-15,13 = 6^0/_0$.

Если же сопоставить это количество тепла съ выдѣленнымъ наружными поверхностями кожуха въ опытную комнату, опредѣленнымъ по формуламъ Дюлонга и Пти въ $18,353^0/_0$, или что то же, по формулѣ, основанной на законѣ Ньютона, но принимая въ ней температуру комнатнаго воздуха, установленную по показаніямъ термометровъ, имѣвшихся посрединѣ ея и опредѣленнымъ въ $18,409^0/_0$, получимъ разницу въ количествахъ тепла, опредѣленныхъ по обоимъ способамъ исчисленія, лишь въ $21,13-18,409=2,72^0/_0$.

Такая разница можетъ обусловливаться меньшею точностью опредѣленія количества тепла, проводимаго стѣнками кожуха вслѣдствіе того, что: 1) толщина слоевъ войлока и дерева не во всѣхъ мѣстахъ кожуха вполнѣ точно соотвѣт-

ствуетъ толщинамъ этихъ слоевъ, введенныхъ въ разсчетъ; 2) цинковая оболочка со внутренней поверхности стѣнокъ кожуха не во всѣхъ мѣстахъ плотно прилегала къ этимъ стѣнкамъ, почему опредѣленіе температуръ внутренней оболочки кожуха даетъ менѣе точные результаты, чѣмъ при опредѣленіи температуръ нижнихъ его оболочекъ, и 3) введенный въ разсчетъ исчисленія количества тепла, проведеннаго стѣнками кожуха, коэффиціентъ проводимости тепла для войлока былъ одинаковымъ съ даннымъ Пекле для чесанной шерсти, что не совсѣмъ соотвѣтствуетъ войлоку и зависитъ отъ степени плотности этого матеріала. Такимъ образомъ выяснилось, что разница въ опредѣленіяхъ количества тепла, выдѣленнаго наружною оболочкой кожуха и проведеннаго черезъ его стѣнки, будучи сама по себѣ не велика, кромѣ того оставалась почти постоянною въ тѣхъ опытахъ, для которыхъ эти параллельныя опредѣленія были сдѣланы, а потому, во время производства опытовъ, было установлено, что надлежитъ признать результаты опредѣленія этого количества тепла, основанные на исчисленіяхъ количества его, выдѣленнаго наружными оболочками кожуха, наиболѣе приближающимися къ истиннымъ. Постоянство разницы въ результатахъ опредѣленій въ 6%, наблюденное во всѣхъ опытахъ, при которыхъ опредѣленіе количествъ тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, дѣлалось по обоимъ способамъ опредѣленій: по проводимости тепла стѣнками кожуха и по выдѣленію наружными его оболочками въ комнатный воздухъ, служило указаніемъ на соблюденіе одинаковыхъ условій во время производства опытовъ и на выполненіе наблюденій съ одинаковою тщательностью во время производства каждаго опыта.

Вліяніе нагрѣванія стѣнокъ дымовой трубы на исчисленіе количества тепла, выдѣленнаго опытною печью.

При опредѣленіи общаго количества тепла, выдѣленнаго испытывавшеюся печью, по количеству его, израсходованному на согрѣваніе воздуха, проходившаго въ пространствѣ огражденномъ кожухомъ и проведенному стѣнками кожуха, не

принималось во вниманіе то количество тепла, которое могло быть выдѣлено въ опытную комнату дымовою трубой, имѣвшеюся въ одной изъ стѣнъ, окружавшихъ опытную комнату и въ которую отводился дымъ во время топки испытывавшейся печи.

Это обстоятельство не могло повліять на точность выводовъ, сдѣланныхъ во время производства опытовъ, какъ видно изъ слѣдующихъ соображеній:

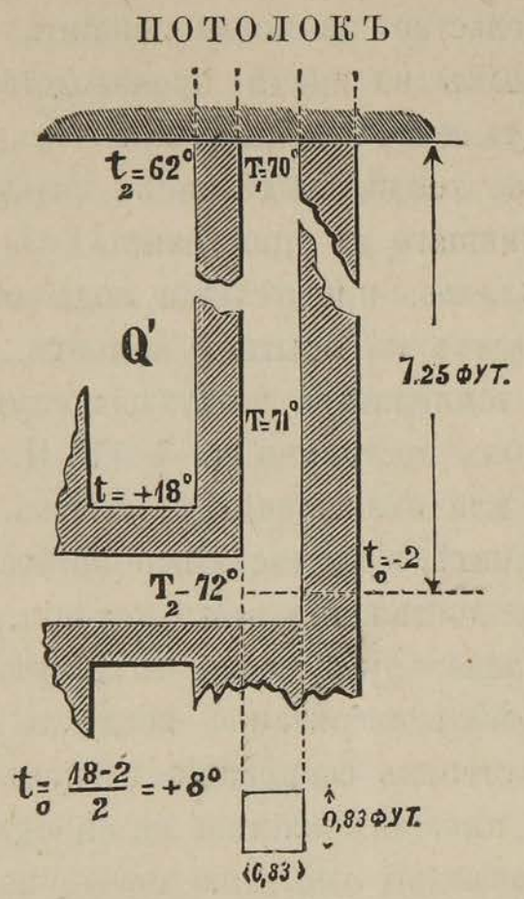
а) Количество тепла, выдѣленное печью для нагрѣванія воздуха, проходившаго въ пространствѣ огражденномъ кожухомъ, опредѣлялось при условіи поддержанія постоянной температуры воздуха въ опытной комнатѣ, отвѣчающей требованію, чтобы температура воздуха, поступавшаго въ нижній душникъ, была постоянно въ $+ 17^0$ Ц. Это достигалось подогрѣваніемъ или охлажденіемъ воздуха, заключавшагося въ опытной комнатѣ, и къ числу вспомогательныхъ средствъ, служившихъ для достиженія этого условія, могла бы быть отнесена и дымовая труба, если бы нагрѣваніе ея стѣнокъ могло способствовать согрѣванію воздуха въ опытной комнатѣ, а потому степень согрѣванія стѣнокъ дымовой трубы не могла имѣть никакого вліянія на опредѣленіе количества тепла, израсходованнаго опытною печью на согрѣваніе воздуха, двигавшагося въ пространствѣ огражденномъ стѣнками кожуха, которое составляло для разсматриваемаго опыта III топки печи каменнымъ углемъ въ Варшавѣ $41^0/_0$ отъ общаго количества тепла, заключавшагося въ саженномъ топливѣ.

б) Степень согрѣванія стѣнокъ дымовой трубы могла вліять лишь на количество тепла, выдѣленное стѣнками кожуха лучеиспусканіемъ, въ томъ предположеніи, что стѣнки дымовой трубы могли быть нагрѣты до температуры высшей чѣмъ стѣнки кожуха, и потому могли лучеиспускать на эти стѣнки тепло, которое могло быть добавочнымъ къ заключающемуся въ опытной печи послѣ ея топки и не подлежавшимъ измѣренію.

Если подсчитать то количество лучистаго тепла, которое могло быть выдѣлено за время III топки каменнымъ углемъ опытной печи въ Варшавѣ стѣнками дымовой трубы, то для

этого имѣемъ: 1) среднюю температуру дыма при входѣ въ трубу 72° Ц., 2) среднюю температуру T дыма въ этой трубѣ

Схематическій чертежъ дымовой трубы отъ патрубка до потолка опытной комнаты.



на высотѣ потолка, которую можно опредѣлить изъ нижеслѣдующаго уравненія:

$$\frac{L\,\delta}{a\,\mu}\,[lg\,n\,t\,(T_2-t_0)-lg\,nt\,(T_1-t_0)]=l\,(P)\,^{*)},$$

гдѣ L — вѣсъ продуктовъ горѣнія, образующихся при горѣніи даннаго количества топлива въ 1 часъ $\frac{23,56}{2,15}\times$ $\times\,14,61=157,78$ фунт.; 23,56 фунт. каменнаго угля сожигалось въ теченіе 2,15 часа; 14,61—вѣсъ продуктовъ горѣнія, образующихся при горѣніи 1 фунта топлива,

δ — теплоемкость этихъ продуктовъ горѣнія при впускѣ воздуха 1,7 противъ теоретически необходимаго—0,344,

*) Выводъ этой формулы приведенъ въ моей статьѣ «Полевыя хлѣбопекарныя печи», помѣщенной въ №№ 11 и 12 Инж. журн. 1889 г.

a — периметръ внутренняго сѣченія трубы $= 0{,}83 \times 4 =$ $= 3{,}32$ фута.

μ — коэффиціентъ передачи тепла стѣнками трубы

$$\mu = \frac{1}{\frac{1}{Q''} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{Q_1}},$$

Q'' — коэффиціентъ передачи тепла прикосновеніемъ $= 0{,}5$,

Q_1 — коэффиціентъ передачи тепла прикосновеніемъ и лучеиспусканіемъ $= 0{,}5 + 0{,}82 = 1{,}32$,

e — толщина кирпичныхъ стѣнокъ $= 0{,}83$ ф.,

λ — коэффиціентъ проводимости тепла $= 0{,}5$,

$$\mu = \frac{1}{\frac{1}{0{,}49} + \frac{0{,}83}{0{,}5} + \frac{1}{1{,}31}} = 0{,}22,$$

l — длина трубы на разсматриваемомъ протяженіи $=$ $7{,}25$ фут.

Подставляя эти численныя значенія въ уравненіе (P), получимъ

$$\frac{157{,}78 \times 0{,}344}{3{,}32 \times 0{,}255} [\underbrace{lg\ nt\ (72-8)}_{4{,}1589} - lg\ nt\ (T_1 - 8)] = 7{,}25 \text{ ф.}$$

$$4{,}1589 - lg\ nt\ (T_1 - 8) = 0{,}033$$

$$4{,}1589 - \underbrace{0{,}033}_{4{,}1259} = lg\ nt\ (T_1 - 8)$$

$$62 = T_1 - 8;\ T_1 = 62 + 8 = 70^0.$$

Температура поверхности кирпичной стѣнки трубы, обращенной въ опутную комнату, опредѣляется изъ выраженія

$$t_2 = \frac{\frac{T}{Q^1} + \frac{T}{\lambda} + \frac{t}{Q''}}{\frac{1}{Q^1} + \frac{1}{Q''} + \frac{l}{\lambda}} \qquad \text{или}$$

$$t_2 = \frac{\frac{71}{0{,}5} + \frac{0{,}83 \times 71}{0{,}5} + \frac{18{,}5}{1{,}32}}{\frac{1}{0{,}5} + \frac{1}{1{,}32} + \frac{0{,}83}{0{,}5}} = \frac{142 + 117{,}86 + 14}{4{,}417} = 62^0.$$

Температура II стѣнки кожуха, обращенной къ дымо-

вой трубѣ, за время опыта въ теченіе первыхъ четырехъ часовъ отъ начала опытной топки, какъ это опредѣлено изъ непосредственныхъ наблюденій, сдѣланныхъ во время производства опытовъ, была $+ 20^0$ Ц.

При площади поверхности дымовой трубы, выходившей въ опытную комнату, $7,25 \times 0,83 = 6$ квадр. фут., въ теченіе одного часа выдѣлялось этою поверхностью трубы на стѣнку кожуха лучеиспусканіемъ количество тепла, опредѣляемое изъ слѣдующаго выраженія:

$$W'' = 124,72 \times k' [(1,0077)^{62} - (1,0077)^{20}] \times 6,$$

гдѣ k'—средняя величина для кирпича и цинка $= \frac{0,81 + 0,0544}{2} =$

$$= 0,432 \text{ и}$$

$W'' = 124,72 \times 0,432 \times 0,4432 \times 6 = 143,28$ единицъ тепла.

Въ теченіе двухъ часовъ во время топки печи выдѣлится стѣнками трубы 286 ед. тепла, что́ составитъ $\frac{286}{143.150} =$ $= 0,2^0/_0$ отъ количества тепла, заключающагося въ саженномъ топливѣ при опытной топкѣ печи.

Послѣ окончанія топки дымовая труба закрывалась, и вслѣдствіе этого въ ней устанавливались токи холоднаго атмосфернаго воздуха, входившаго въ трубу и выходившаго изъ нея нагрѣтымъ, чѣмъ обусловливалось остываніе ея стѣнокъ. Если предположить, что для остыванія стѣнокъ трубы требовалось еще 4 часа, и что въ теченіе каждаго изъ этихъ четырехъ часовъ будетъ, въ каждый часъ, выдѣляться на $^1/_4$ меньше тепла, чѣмъ въ теченіе одного часа во время топки, то выдѣлится еще слѣдующее количество тепла: $[143 (1 + {}^3/_4 + {}^2/_4 + {}^1/_4)] = 250$ ед. тепла, а всего $286 + 250 = 536$ ед. т., или $\frac{536}{143.150}\ 100 =$ $= 0,37^0/_0$ отъ количества тепла, заключающагося въ саженномъ топливѣ. Если же принять во вниманіе потерю лучистаго тепла при проходѣ чрезъ слой воздуха, содержащаго пары воды, при толщинѣ его въ 3 фута, соотвѣтственно отстоянію стѣнки кожуха отъ дымовой трубы, то слѣдуетъ

заключить, что наибольшее количество тепла, которое могло быть присчитано къ количеству его, выдѣленному стѣнками кожуха, составляетъ, какъ крайній наибольшій предѣлъ, отъ 0,2 до 0,37 процента, т. е. на сколько мало, что можетъ быть не принято во вниманіе.

Еще меньшее значеніе могло имѣть на опредѣленіе количества тепла, выдѣленнаго опытною печью, вліяніе лучистаго тепла, выдѣлявшагося колѣномъ дымовой трубы, проводившимъ дымъ отъ дополнительной печи, установленной въ нижнемъ этажѣ для поддержанія постоянной температуры воздуха $+ 17^0$, притекавшаго къ нижнему душнику, придѣланному къ кожуху, въ которомъ помѣщена была опытная печь, какъ вслѣдствіе малаго размѣра поверхности этой трубы, такъ и потому, что этимъ способомъ подогрѣванія воздуха пользовались весьма рѣдко и лишь въ первые дни опытовъ, когда температура наружнаго воздуха была низка, и въ этихъ случаяхъ нагрѣваніе этой печи продолжалось не болѣе 1 часа изъ 57-ми часовъ, когда опытъ продолжался, и такъ какъ печь была металлическая и весьма небольшихъ размѣровъ, то, при малой ея теплоемкости, вліяніе согрѣванія не распространялось на время послѣ окончанія ея топки. Вышеизложенное приводитъ къ заключенію:

1) Условія производства опытовъ для измѣренія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, отличались отъ таковыхъ, имѣвшихся при опредѣленіи коэффиціентовъ передачи тепла прикосновеніемъ съ воздухомъ и лучеиспусканіемъ, выведеннымъ Пекле при охлажденіи нагрѣтаго тѣла въ сосудахъ малаго размѣра. Разница въ этихъ условіяхъ вліяетъ на степень точности опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха лучеиспусканіемъ, при примѣненіи для исчисленія его формулы Дюлонга и Пти, въ которую вводится температура стѣнокъ, окружающихъ помѣщеніе, но не принимается во вниманіе потеря лучистаго тепла при прохожденіи слоевъ влажнаго воздуха, заключающихся между нагрѣтымъ тѣломъ и поверхностью, воспринимающею лучистую теплоту. За неимѣніемъ въ настоящее время достаточно точныхъ опытовъ, указывающихъ

на измѣненіе численныхъ значеній коэффиціентовъ передачи тепла, выведенныхъ Пекле, въ зависимости отъ поглощенія лучистаго тепла при прохожденіи слоевъ влажнаго воздуха, при настоящемъ состояніи разработки этого вопроса представляется возможность руководствоваться только численными значеніями коэффиціентовъ, выведенными Пекле изъ его опытовъ.

При этомъ, имѣя въ виду указанія на значительное уменьшеніе количества лучистаго тепла, выдѣляемаго на стѣнку противолежащую нагрѣтому тѣлу, вслѣдствіе поглощенія этого тепла, вмѣстѣ съ увеличеніемъ толщины проходимаго имъ слоя влажнаго воздуха, дабы не вводить въ разсчеты зависимости неизвѣстной величины потери лучистаго тепла, вліяющей на температуру внутреннихъ поверхностей стѣнъ, окружающихъ помѣщеніе, въ которомъ происходитъ охлажденіе нагрѣтаго тѣла, — болѣе надежные результаты исчисленій, въ случаяхъ значительнаго удаленія этихъ стѣнокъ отъ нагрѣваемаго тѣла, получаются, если опредѣленіе количества лучистаго тепла, выдѣленнаго нагрѣтымъ тѣломъ, дѣлать по формулѣ Дюлонга и Пти, вводя въ нее разность температуръ между нагрѣтымъ тѣломъ и воздухомъ, заключающимся въ помѣщеніи. На возможность такого примѣненія выработанныхъ Пекле данныхъ онъ указываетъ въ своемъ сочиненіи, ч. I, стр. 524, § 926, гдѣ при опредѣленіи количества тепла, выдѣленнаго желѣзною трубой, заключающею нагрѣтый воздухъ, принята разность температуръ стѣнокъ этой трубы и воздуха, въ которомъ она помѣщена.

Такая же разность температуръ поверхности нагрѣтаго тѣла и воздуха, въ которомъ нагрѣтое тѣло помѣщено, вводится въ разсчеты, дѣлаемые по формулѣ, выведенной на основаніи закона Ньютона, устанавливающаго пропорціональность между количествомъ выдѣленнаго тепла и разностью температуры нагрѣтаго тѣла и воздуха въ тѣхъ случаяхъ, когда, вслѣдствіе незначительной величины разности температуръ, законъ этотъ примѣнимъ.

Въ этихъ случаяхъ въ разсчеты вводятся численныя

значенія коэффиціентовъ передачи тепла, выдѣленные Пекле. Руководствуясь этими соображеніями, въ данномъ случаѣ, при опредѣленіяхъ количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, оно основано было, вслѣдствіе весьма малой разницы температуръ наружныхъ оболочекъ кожуха и комнатнаго воздуха, на исчисленіяхъ, сдѣланныхъ по формулѣ Ньютона, и потому слѣдуетъ заключить, что результаты этихъ опредѣленій, отличаясь въ то же время лишь на 3,227% отъ опредѣленій, сдѣланныхъ по формуламъ Дюлонга и Пти, наиболѣе приближаются къ истиннымъ.

Независимо отъ того, что при такомъ способѣ разсчета исключается неточность численныхъ значеній коэффиціентовъ потери лучистаго тепла, вслѣдствіе поглощенія его при прохожденіи значительной толщины слоя влажнаго воздуха, такъ какъ въ разсчетъ вводится вліяніе температуры слоевъ воздуха, лежащихъ близъ поверхности кожуха, неточность значеній этихъ коэффиціентовъ въ данномъ случаѣ не могла имѣть существеннаго вліянія на опредѣленіе количества лучистаго тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, также и потому, что за время производства одного опыта количество этого тепла составляло лишь 2,8% отъ всего количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха; а потому погрѣшность въ разсчетахъ могла составлять лишь нѣкоторую долю и безъ того малаго количества этого тепла.

2) Допущенная при производствѣ опытовъ неточность въ способѣ опредѣленія температуры воздуха по термометрамъ, установленнымъ въ небольшомъ удаленіи отъ вертикальныхъ стѣнокъ и отъ потолка кожуха, состоявшаго въ томъ, что шарики этихъ термометровъ не были защищены экранами отъ вліянія лучистаго тепла, выдѣляемаго наружными оболочками кожуха, выразилась въ результатахъ исчисленій тѣмъ, что количество лучистаго тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, опредѣлено было на 0,24% менѣе. Такая степень точности въ результатахъ опытовъ, имѣвшихъ практическій характеръ, болѣе чѣмъ удовлетворительна.

3) При достаточной степени точности показаній термометровъ, установленныхъ близъ стѣнокъ кожуха, при исчи-

сленіи количества лучистаго тепла, выдѣленнаго этими стѣнками, опредѣленіе температуры воздуха, двигавшагося близъ этихъ стѣнокъ кожуха, по показаніямъ этихъ термометровъ, обусловило бо́льшую точность опредѣленій количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха при соприкосновеніи ихъ съ комнатнымъ воздухомъ, такъ какъ точность опредѣленія этого количества тепла зависѣла главнымъ образомъ отъ надлежащаго установленія разности температуръ наружныхъ оболочекъ кожуха и слоевъ воздуха ближайшихъ къ этимъ оболочкамъ. Вслѣдствіе этого количество тепла, опредѣленное при производствѣ опытовъ на основаніи показаній термометровъ, установленныхъ близъ поверхности кожуха, наиболѣе приближается къ истинному.

4) На степень точности опредѣленій количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, не имѣло вліяніе согрѣваніе стѣнокъ дымовой трубы, отводившей дымъ изъ опытной печи.

5) При опредѣленіи количества тепла, выдѣленнаго печами послѣ согрѣванія ихъ дровами и каменнымъ углемъ, примѣнялись одинаковые пріемы, а потому достигнута и одинаковая степень точности въ обоихъ случаяхъ этихъ опредѣленій. Такъ какъ для цѣли занятій коммисіи—опредѣленіе нормы отпуска каменнаго угля взамѣнъ дровъ—имѣло значеніе не столько абсолютное количество этого тепла, сколько отношеніе между этими количествами тепла при топкѣ печей обоими видами топлива, то степень точности опредѣленій количества выдѣленнаго тепла, достигнутая въ обоихъ случаяхъ въ вышеуказанныхъ предѣлахъ, не могла имѣть вліянія на окончательные выводы о размѣрѣ отпуска каменнаго угля взамѣнъ дровъ.

Сопоставленіе результатовъ наблюденій по измѣренію количества тепла, выдѣленнаго опытною печью.

Разсмотрѣніе результатовъ произведенныхъ опытовъ приводитъ къ заключенію, что опредѣленія количества тепла выдѣленнаго печью, послѣ согрѣванія ея при четырехъ топкахъ каменнымъ углемъ и двухъ топкахъ (III и IV) дро-

вами, выведены изъ опытовъ, произведенныхъ въ условіяхъ однообразныхъ и отвѣчающихъ требованіямъ, указаннымъ въ утвержденной программѣ производства опытовъ.

Вслѣдствіе этого признано было возможнымъ на основаніи результатовъ этихъ опытовъ сдѣлать выводъ о количествѣ передающагося тепла печью типа испытывавшагося въ г. Варшавѣ, при согрѣваніи ея эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля. Результаты произведенныхъ опытовъ помѣщены въ таблицѣ XII и сгруппированы въ трехъ ея отдѣлахъ, гдѣ въ первомъ показаны результаты по изслѣдованію процеса горѣнія топлива, наблюдавшагося въ опытной печи на основаніи анализа дыма, во второмъ— результаты наблюденій по измѣренію количества тепла, переданнаго воздуху, двигавшемуся въ кожухѣ, и въ третьемъ— результаты опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго чрезъ стѣнки кожуха.

Результаты опредѣленій по передачѣ тепла печью послѣ согрѣванія ея во время I и II топокъ дровами не приняты коммисіей для окончательныхъ выводовъ, вслѣдствіе того что эти топки печи не были произведены въ тѣхъ условіяхъ, какія соблюдались во всѣхъ остальныхъ опытахъ, направленныхъ къ тому, чтобы во время горѣнія топлива использовать въ печи наибольшее количество тепла, заключавшагося въ топливѣ. Во время этихъ двухъ топокъ управленіе горѣніемъ направлено было къ тому, чтобы сумму вредныхъ потерь тепла при сожиганіи дровъ, обусловливаемую несовершеннымъ горѣніемъ и потерею тепла въ дымовую трубу, сдѣлать такою, какая наблюдалась въ предшествующихъ двухъ топкахъ I и II каменнымъ углемъ и составляла въ среднемъ 0,135 отъ количества тепла, заключавшагося въ топливѣ.

Соотношеніе между распредѣленіемъ тепла и количествомъ его, выдѣленнымъ печью послѣ согрѣванія ея во время I и II топокъ каменнымъ углемъ и дровами, показано въ нижеслѣдующей таблицѣ Ж.

Таблица Ж.

№№ топокъ. / Распредѣленіе тепла.		Каменнымъ углемъ.			Дровами.		
		16-го февраля. I.	18-го февраля. II.	Средняя для I и II.	4-го марта. I.	7-го марта. II.	Средняя I и II.
Количество тепла, заключающагося въ топливѣ		143.150	143.150	143.150	143.150	143.150	143.150
Количество тепла, аккумулированнаго печью . . .		125.016	122.559	123.787	122.216	125.260	123.738
Отношеніе вредныхъ потерь тепла къ теплу, заключающемуся въ топливѣ.	Отъ несовершенства горѣнія . .	0,069	0,083	0,076	0,007	0,012	0,0095
	Потери въ трубу . .	0,057	0,060	0,059	0,139	0,114	0,1265
	Сумма . .	0,126	0,143	0,135	0,146	0,126	0,136
Коэффиціентъ поглощенія тепла печью.		0,874	0,857	0,8655	0,854	0,874	0.864
Отношеніе количества тепла, переданнагопечью, къ заключающемуся въ топливѣ.	Передан. воздухъ въ кожухѣ . .	0,5293	0,4888	0,509	0,5115	0,5271	0,5193
	Передан. черезъ кожухъ . . .	0,1866	0,1732	0,1809	0,1741	0,1846	0,1793
	Сумма . .	0,7159	0,6620	0,6899	0,6856	0,7117	0,6986
Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи по передачѣ тепла		0,7159	0,6620	0,6899	0,6856	0,7117	0,6968

Цифры этой таблицы указываютъ, что при топкахъ каменнымъ углемъ и дровами среднія величины вредныхъ потерь тепла были уравнены въ такой степени, что отличаются лишь на 0,1%. При этомъ во время топокъ каменнымъ углемъ вредныя потери происходили въ одинаковой почти

степени какъ отъ несовершенства горѣнія топлива (7,6%), такъ и потери въ дымовую трубу (5,9%). Дабы достигнуть такой же величины суммы вредныхъ потерь тепла при топкѣ печи дровами, вслѣдствіе высокой степени совершенства горѣнія дровъ, обусловливавшаго величину потерь тепла отъ несовершенства горѣнія лишь въ 0,95%, это могло быть достигнуто на счетъ увеличенія вредной потери тепла въ дымовую трубу. Для этого, во время горѣнія топлива, требовалось излишне увеличивать открываніе дымовой трубы отодвиганіемъ трубнаго засова и открываніемъ поддувальныхъ дверцъ, дабы вызывать этимъ преувеличенный впускъ воздуха къ топливу. Увеличеніе, такимъ образомъ, вредныхъ потерь тепла въ дымовую трубу равносильно было напрасной тратѣ того тепла, которое почти въ совершенной степени было развито при горѣніи дровъ въ топливникѣ.

Такому управленію горѣніемъ топлива соотвѣтствовалъ впускъ воздуха отъ 3,39 до 3,80 разъ болѣе теоретически необходимаго; между тѣмъ та же степень совершенства горѣнія достигалась и при впускѣ воздуха, превосходившемъ теоретически необходимый около двухъ разъ. Эти два опыта были сдѣланы съ цѣлью прослѣдить, на сколько возможно вывести сравненіе о степени нагрѣванія печи дровами и каменнымъ углемъ, и о степени передачи его помѣщенію при такомъ управленіи горѣніемъ обоихъ топливъ, чтобы суммы вредныхъ потерь тепла были бы одинаковы.

Такъ какъ выполненіе этого условія достижимо въ печи испытывавшагося типа лишь при ненадлежащемъ использованіи тепла въ печи при излишнемъ увеличеніи потерь его въ дымовую трубу во время горѣнія дровъ, то и результаты по измѣренію количества тепла, выдѣленнаго печью, не могли служить для правильнаго сужденія о той степени согрѣванія ея, какая обусловливается природой того и другаго топлива, и условіемъ сожиганія ихъ въ одномъ и томъ же приборѣ, при надлежащемъ управленіи процессомъ горѣнія, соотвѣтствующимъ каждому изъ этихъ топливъ.

Среднія величины количествъ тепла, выдѣленнаго печью, опредѣлились послѣ согрѣванія ея во время I и II топокъ

каменнымъ углемъ въ 0,6899, а при согрѣваніи ея при I и II топкѣ дровами—въ 0,6986 отъ одинаковаго количества тепла, заключавшагося въ сожженыхъ количествахъ обоихъ видовъ топлива.

Результаты опытовъ по сравнительному опредѣленію количества тепла, выдѣляемаго печью послѣ согрѣванія ея эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля.

Измѣренія количества тепла, выдѣлявшагося печью, послѣ согрѣванія ея, во время четырехъ топокъ при сожиганіи 23,56 фунт. каменнаго угля и во время двухъ топокъ эквивалентнымъ имъ количествомъ дровъ 35,63 фунт., привели къ результатамъ, указаннымъ въ нижеслѣдующей таблицѣ 3, и выражаются коэффиціентомъ передачи тепла печью.

Въ этой таблицѣ показаны также данныя по распредѣленію тепла, выдѣлявшагося топливомъ во время горѣнія, и степень поглощенія его печью *(коэффиціентъ поглощенія тепла печью)*, выведенныя на основаніи результатовъ анализа дыма.

Таблица 3.

Распредѣленіе тепла, заключавшагося въ топливѣ при согрѣваніи печи и при выдѣленіи его въ помѣщеніе.	Каменный уголь.	Дрова.
	Среднее изъ опытныхъ топокъ.	
Количество тепла, заключающагося въ топливѣ.	143.150	143.150
Количество тепла, аккумулированнаго печью	123.177	133 647
Отношеніе вредныхъ потерь тепла къ теплу заключающемуся въ топливѣ. — отъ несовершенства горѣнія . . .	0,0928	0,0030
Отношеніе вредныхъ потерь тепла къ теплу заключающемуся въ топливѣ. — потери въ дымовую трубу. . . .	0,0460	0,0630
Отношеніе вредныхъ потерь тепла къ теплу заключающемуся въ топливѣ. — Сумма . . .	0,1388	0,0660
Коэффиціентъ поглощенія тепла печью .	0,8612	0,9340
Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи по передачѣ тепла	0,63735	0,7456

Данныя этой таблицы указываютъ, что при сожиганіи эквивалентныхъ количествъ дровъ и каменнаго угля надлежащимъ управленіемъ процессомъ горѣнія было достигнуто въ такой степени малое количество вредныхъ потерь тепла, на сколько это обусловливается свойствами того и другаго изъ испытывавшихся топливъ и возможностью утилизаціи тепла въ опытной печи, при данной ея конструкціи. Средняя величина коэффиціента вредныхъ потерь тепла черезъ дымовую трубу для топокъ каменнымъ углемъ опредѣлилась въ 4,6%, а для топокъ дровами 6,3% отъ тепла, заключавшагося въ топливѣ. Независимо отъ малыхъ величинъ этихъ потерь тепла, при сожиганіи обоихъ топливъ, они указываютъ, что управленіе горѣніемъ топлива велось такимъ образомъ, что изъ заключавшагося въ топливѣ тепла получилась бо̀льшая утилизація его въ печи при сожиганіи каменнаго угля, чѣмъ при горѣніи дровъ.

Тѣмъ не менѣе сумма вредныхъ потерь тепла при сожиганіи каменнаго угля получилась на 7,28% болѣе той же величины потерь, наблюдавшейся при горѣніи дровъ, что̀ зависѣло отъ превышенія потерь тепла отъ несовершенства горѣнія каменнаго угля на 8,98% надъ таковыми, наблюдавшимися при сожиганіи дровъ, которыя составляли всего 0,3%, т. е. горѣніе дровъ было почти совершенное.

Разница въ степени совершенства горѣнія того и другаго изъ испытавшихся топливъ, отъ которой зависѣла меньшая величина утилизаціи тепла при сожиганіи каменнаго угля чѣмъ при горѣніи дровъ, обусловливалась свойствами каждаго изъ испытывавшихся топливъ.

Подвержденіемъ этому могутъ служить цифры отдѣла I таблицы XII, указывающія, что количество золы и несгоравшаго угля составляло 7,54% отъ количества сожигавшагося каменнаго угля, тогда какъ для дровъ вѣсъ несгоравшихъ остатковъ составлялъ лишь 0,3% отъ вѣса топлива.

Это не зависѣло отъ способа сожиганія топлива, такъ какъ процессъ горѣнія велся одинаково совершенно, какъ при сожиганіи дровъ, такъ и каменнаго угля, подтвержденіемъ чему служатъ результаты анализа дыма, приведенные

въ томъ же отдѣлѣ таблицы XII и указывающіе, что при горѣніи дровъ совсѣмъ не получалось окиси углерода, а при горѣніи каменнаго угля она наблюдалась лишь въ минимальныхъ количествахъ отъ 0 до 1%.

Измѣреніе количества тепла, выдѣленнаго печью, указываетъ, что послѣ согрѣванія ея каменнымъ углемъ выдѣлялось въ помѣщеніе 63,735%, а послѣ согрѣванія ея дровами 74,56% отъ равныхъ количествъ единицъ тепла, заключавшихся въ томъ и другомъ изъ сожигавшихся топливъ, почему можно сдѣлать выводъ, что:

1) *Преимущество передачи тепла печью испытывавшагося типа при согрѣваніи ея дровами надъ таковою же передачей тепла при согрѣваніи ея каменнымъ углемъ выражается въ размѣрѣ 74,56 — 63,73 = 10,83%.*

2) *Коэффиціентъ передачи тепла печью помѣщенію составляетъ при согрѣваніи ея каменнымъ углемъ 0,6373 и дровами 0,7456.*

Наблюденія надъ степенью согрѣванія печи при топкѣ ея дровами и каменнымъ углемъ.

Сдѣланные изъ приведенныхъ опытовъ выводы по измѣренію количества тепла, выдѣлявшагося печью при согрѣваніи ея эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля, выражаютъ конечный результатъ совокупности всѣхъ явленій, сопровождающихъ согрѣваніе печи во время горѣнія топлива и по передачѣ тепла нагрѣтыми ея стѣнками помѣщенію, въ которомъ она была установлена.

Дабы прослѣдить, въ какой степени разница въ количествѣ выдѣляемаго печью тепла послѣ согрѣванія ея испытывавшимися топливами зависитъ отъ явленій, сопровождающихъ горѣніе его и обусловливающихъ ту или другую степень согрѣванія печи, въ дополненіе къ вышеописаннымъ опытамъ были произведены слѣдующія наблюденія:

Наблюденія эти сдѣланы послѣ окончанія производства опытовъ, составлявшихъ прямую цѣль занятій коммисіи. Для производства этихъ дополнительныхъ наблюденій былъ разобранъ кожухъ, окружавшій опытную печь, и были про-

изведены двѣ топки ея, съ цѣлью измѣренія температуръ продуктовъ горѣнія, двигавшихся внутри дымовыхъ каналовъ, дабы выяснить, какія температуры соотвѣтствуютъ сожиганію дровъ, и какія наблюдаются при горѣніи каменнаго угля. Одновременно было сдѣлано измѣреніе температуръ наружныхъ оболочекъ печи послѣ топки ея обоими испывывавшимися топливами.

Измѣренія температуръ продуктовъ горѣнія при движеніи ихъ по дымоходамъ дѣлались съ помощью термометровъ съ дѣленіями до 400°, вставленныхъ въ трехъ парахъ каналовъ III, IV и V, имѣвшихся внутри печи, и въ общемъ каналѣ VI, въ которомъ дымъ собирался передъ выходомъ въ патрубокъ, а также и въ патрубкѣ. Въ каналахъ I и II температуры не могли быть наблюдаемы, такъ какъ они были выше 400° Ц. Термометры были установлены посрединѣ длины каждаго канала, и шарики ихъ находились посрединѣ площади ихъ поперечнаго сѣченія. Расположеніе термометровъ показано на черт. XV. Измѣренія температуръ во время горѣнія того и другаго топлива, за весь періодъ согрѣванія печи, записывались черезъ каждыя 5 минутъ въ журналъ и графически изображены на черт. XVI. На этомъ чертежѣ для каждаго изъ парныхъ каналовъ III, IV и V, расположенныхъ на правой и лѣвой сторонѣ печи, показаны: 1) температуры продуктовъ горѣнія во время движенія ихъ по дымоходамъ за весь періодъ времени топки печи зеленою краской—дровами и черною краской—каменнымъ углемъ, 2) соотвѣтствующія имъ скорости движенія продуктовъ горѣнія по дымоходамъ, (сочетаніемъ зеленой и красной красокъ—для дровъ и черной съ красной—каменнаго угля), и 3) температуры наружной поверхности печи до момента достиженія ихъ maximum'а.

Вычисленія скоростей движенія продуктовъ горѣнія по дымоходамъ дѣлались по вышеприведенной формулѣ (*q*)

$$v = \frac{\sqrt{(1 + 0{,}00366\ T) \times a}}{3.600 \times m \times p} \quad . \quad . \quad (r).$$

Въ ней всѣ величины извѣстны за исключеніемъ температуръ продуктовъ горѣнія въ тѣхъ поперечныхъ сѣченіяхъ дымоходовъ, къ которымъ опредѣленія скоростей относятся.

Такъ какъ температуры эти T наблюдались при пропроизводствѣ опытовъ, то подставляя значенія ихъ формулу (r), опредѣлялись черезъ каждыя пять минутъ скорости движенія продуктовъ горѣнія по дымоходамъ при опытныхъ топкахъ печи обоими родами топлива за все время производства каждой изъ двухъ опытныхъ топокъ печи, и величины этихъ скоростей выражены графически на черт. XVI.

По даннымъ наблюденій опредѣлены были среднія величины температуръ и скоростей движенія продуктовъ горѣнія по дымоходамъ за время горѣнія топлива для каждой изъ двухъ опытныхъ топокъ печи дровами и каменнымъ углемъ, и величины ихъ показаны на томъ же черт. XVI. При сравненіи полученныхъ результатовъ наблюденій слѣдуетъ принять во вниманіе условія, при которыхъ происходило сожиганіе топлива за время производства каждой изъ двухъ опытныхъ топокъ печи дровами и каменнымъ углемъ. Эти условія горѣнія топлива, равно какъ и распредѣленіе тепла, выдѣленнаго при его горѣніи, показаны въ нижеслѣдующей таблицѣ К.

Таблица К.

Результаты опредѣленій на основаніи анализа дыма.		Каменнымъ углемъ.	Дровами.
№№	№№ топокъ и время производства ихъ. / Условія горѣнія топлива.	№ 19. 23-го марта.	№ 20. 26-го марта.
1	Теплопроизводительная способность топлива . . . . . ед. тепла	6.076	4.017
2	Сжигалось топлива . . . . . фунт.	23,56	35,63
3	Время горѣнія топлива . . . часовъ	2,25	1,83
4	Содержаніе въ дымѣ по объему:		
	% CO^2—(углекислоты)	8,4	8,2
	% O—(кислоты)	10,00	11,2
	% CO—(окиси кислорода) . .	0,2	0
5	Получилось послѣ горѣнія отъ 1 фунта топлива:		
	а) кокса. . . . . фунтовъ	0,0382 } 0,0594	0,0016 } 0,003
	б) золы . . . . . „	0,0212	0,0014
6	Средняя температура дыма въ трубѣ .	80°,32	95°,6
7	Теоретически необходимый объемъ воздуха для горѣнія (на фунтъ топлива) . . . . . куб. фут.	96,12	59,92
8	Относительный впускъ воздуха . . .	2,20	2,43
9	Полный объемъ продуктовъ горѣнія . . . . . куб. фут.	207,52	155,37
	Коэффиціенты:		
10	Совершенства горѣнія	0,943	0,997
11	Потери тепла отъ несовершенства горѣнія топлива	0,058	0,0028
12	Потери тепла чрезъ дымовую трубу .	0,055	0,0589
13	Суммы вредныхъ потерь тепла . . .	0,113	0,0617
14	Полезнаго дѣйствія поглощенія тепла печью (аккумулированнаго). . . .	0,887	0,9383
15	Общее количество тепла:		
	а) Заключавшееся въ саженномъ топливѣ	143.150	143.150
	б) Выдѣленное топливомъ при горѣніи.	134.923	142.720
	в) Аккумулированное печью . .	126.917	134.284

Условія горѣнія топлива при производствѣ этихъ двухъ топокъ были сходными съ таковыми, наблюдавшимися во время опытныхъ топокъ печи при производствѣ опытовъ по измѣренію количества выдѣленнаго печью тепла.

Управленіе горѣніемъ, въ обоихъ случаяхъ, производилось такъ, чтобы вредныя потери тепла черезъ дымовую трубу для обоихъ топокъ были по возможности одинаковы, и въ 19-й топкѣ каменнымъ углемъ онѣ составляли 5,5%, а въ 20-й—дровами 5,89% отъ тепла, заключавшагося въ топливѣ.

Сообразно съ этимъ сумма вредныхъ потерь тепла опредѣлилась для топки печи каменнымъ углемъ въ 11,3%, а для топки дровами въ 6,17%, отъ тепла, заключавшагося въ сожженомъ топливѣ, почему количество тепла, аккумулированнаго печью, въ первомъ случаѣ составило 126.917, а во второмъ—134.284 единицъ тепла.

Въ какой степени топливо, въ зависимости отъ управленія процессомъ горѣнія, сгорало совершенно, указываютъ результаты анализа дыма, изъ которыхъ видно, что при топкѣ каменнымъ углемъ окиси углерода получалось 0,2%, а при топкѣ дровами таковой совсѣмъ не получалось.

Сравненіе результатовъ наблюденій во время топокъ печи каменнымъ углемъ и дровами, которые изображены на черт. XVI, указываетъ, что температуры продуктовъ горѣнія, какъ наблюденныя въ разные моменты протеканія послѣднихъ по дымоходамъ, такъ и среднія величины ихъ, выведенныя за все время горѣнія топливъ, были при топкѣ дровами выше таковыхъ, наблюденныхъ при топкѣ печи каменнымъ углемъ. Превышеніе это было наибольшимъ для каналовъ, расположенныхъ ближе къ топкѣ, и составляло для канала III 24%. Затѣмъ превышеніе температуръ продуктовъ горѣнія при топкѣ печи дровами постепенно уменьшалось по мѣрѣ приближенія дымоходовъ къ дымовой трубѣ и составляло для V дымохода только 10% по сравненію съ средними температурами продуктовъ горѣнія, наблюдавшимися въ тѣхъ же каналахъ при топкѣ печи каменнымъ углемъ.

Въ зависимости отъ этого, а также и отъ остальныхъ условій, вліяющихъ на разницу въ объемѣ продуктовъ горѣнія, образующихся при сожиганіи дровъ и каменнаго угля на одной и той же площади рѣшетки и въ одномъ и томъ же приборѣ, скорости движенія продуктовъ горѣнія по всей длинѣ дымоходовъ при топкѣ печи дровами были болѣе таковыхъ чѣмъ при топкѣ ея каменнымъ углемъ.

Превышеніе этихъ скоростей при топкѣ дровами надъ таковыми, соотвѣтствующими топкѣ печи каменнымъ углемъ, хотя и уменьшалось по мѣрѣ приближенія каналовъ къ дымовой трубѣ, но не въ такой степени, какъ это наблюдалось при сравненіи температуръ газовъ, образующихся при горѣніи дровъ и каменнаго угля. Превышеніе скоростей при топкѣ печи дровами составляло надъ наблюденными въ каналѣ III при топкѣ каменнымъ углемъ 55%, а въ каналѣ V—44%, по сравненію со скоростями, соотвѣтствующими топкѣ печи каменнымъ углемъ.

Совокупность условій, вліяющихъ на степень согрѣванія печи: превышеніе температуръ и скоростей движенія продуктовъ горѣнія по дымоходамъ, наблюдавшихся при сожиганіи дровъ, по сравненію съ таковыми же наблюдавшимися для каменнаго угля, обусловливаетъ бо̀льшую степень нагрѣванія печи при топкѣ ея дровами чѣмъ при топкѣ ея каменнымъ углемъ, при согрѣваніи ее эквивалентными количествами обоихъ топливъ и при соблюденіи условій, отвѣчающихъ наивыгоднѣйшему управленію горѣніемъ каждаго изъ примѣнявшихся на опытахъ топливъ.

Въ какой степени разница въ согрѣваніи печи этими топливами обусловливала различіе въ количествахъ тепла, выдѣленныхъ печью для согрѣванія помѣщенія, уже указано въ приведенномъ выше изложеніи результатовъ произведенныхъ опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣленнаго печью послѣ согрѣванія ея эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля, изъ которыхъ выведено было заключеніе, что печь послѣ согрѣванія ея дровами выдѣляетъ на 10,83% болѣе тепла, чѣмъ послѣ согрѣванія ея каменнымъ углемъ.

Подтвержденіемъ этому выводу можетъ служить и сопоставленіе величинъ температуръ наружной оболочки печи, изображенныхъ на черт. XVI, изъ которыхъ видно, что максимальныя величины ихъ въ различныхъ мѣстахъ поверхности печи получались послѣ топки ея дровами бо̀льшими, чѣмъ послѣ согрѣванія ея каменнымъ углемъ.

Результаты произведенныхъ наблюденій во время двухъ послѣдующихъ топокъ печи—19-й и 20-й—каменнымъ углемъ и дровами, наглядно выражаютъ разницу въ большей степени согрѣванія печи при сожиганіи въ ней дровъ, чѣмъ при сожиганіи каменнаго угля. Они служатъ поясненіемъ къ сдѣланнымъ выше выводамъ изъ результатовъ опытовъ по непосредственному измѣренію количества тепла, выдѣляемаго печью, которые указали, на сколько это количество тепла послѣ согрѣванія печи дровами болѣе таковаго, наблюденнаго послѣ топки ея каменнымъ углемъ.

Опредѣленіе количества каменнаго угля Привислянскаго бассейна, подлежащаго къ отпуску взамѣнъ полукубической сажени дровъ польской мѣры.

Согласно указаніямъ программы производства опытовъ, количество каменнаго угля, которое надлежитъ отпускать взамѣнъ одной полукуб. саж. дровъ польской мѣры, положено опредѣлить какъ въ зависимости отъ отношенія величинъ теплопроизводительныхъ способностей обоихъ топливъ, такъ и въ зависимости отъ различія въ количествѣ тепла, выдѣлявшагося опытною печью послѣ согрѣванія ея тѣмъ и другимъ топливомъ, дабы количество каменнаго угля, подлежащее къ отпуску, могло замѣнить полукуб. сажень дровъ не только въ отношеніи разницы въ теплопроизводительной способности обоихъ топливъ, но и въ зависимости отъ разницы въ согрѣваніи помѣщенія при топкѣ печи дровами и каменнымъ углемъ.

Для достиженія этого къ количеству каменнаго угля, исчисленному по отношенію теплопроизводительныхъ способностей обоихъ топливъ въ 33,03 пуда, слѣдуетъ прибавить такое количество его, которое обусловливается раз-

ностью въ степени выдѣленія тепла послѣ согрѣванія печи дровами и каменнымъ углемъ.

Это количество угля опредѣлится изъ условія, дабы при согрѣваніи печи эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля количество тепла, выдѣляемаго ею для согрѣванія помѣщенія, было одинаково.

Такъ какъ теплопроизводительная способность дровъ во время опытной топки печи была 4.017, а каменнаго угля 6.076 ед. тепла, и соотвѣтственно этому эквивалентныя количества этихъ топливъ опредѣлились въ 23,56 фунт. каменнаго угля и 35,63 фунт. дровъ, то называя чрезъ P вѣсъ того количества каменнаго угля, которое слѣдуетъ сожигать, чтобы печь могла выдѣлить то же количество тепла какъ и при согрѣваніи ея 35,63 фунт. дровъ, вѣсъ этотъ опредѣлится изъ слѣдующаго уравненія:

$$P \times 6.076 \times 0,63735 = 35,63 \times 4.017 \times 0,7456,$$

гдѣ 0,63735 и 0,7456 выражаютъ отношеніе количества тепла, выдѣляемаго печью, къ теплу, заключающемуся въ топливѣ, при сожиганіи эквивалентныхъ количествъ дровъ и каменнаго угля. Опредѣляя P, получимъ

$$P = \frac{35,63 \times 4.017}{6.076} \times \frac{0,7456}{0,63735} = 27,561 \text{ фунт.};$$

изъ чего слѣдуетъ, что къ 23,55 фунт. каменнаго угля, которые эквивалентны въ отношеніи теплопроизводительной способности 35,63 фунт. дровъ, дабы согрѣваніе помѣщенія достигалось въ одинаковой степени при топкѣ ея обоими топливами, слѣдуетъ прибавить

$$\frac{27,561-23,56}{23,56} \times 100 = 16,98\%.$$

Въ такомъ же отношеніи слѣдуетъ увеличить и опредѣленное выше количество угля въ 33,03 пуд., почему полное количество каменнаго угля, подлежащее къ отпуску вмѣсто одной полукуб. саж. дровъ, составитъ

$$33,03 \times 1,1698 = 38,648 \text{ пуд.}$$

Этому соотвѣтствуетъ отпускъ въ 12,87 фунт. каменнаго угля вмѣсто одного полѣна польской полукуб. саж. дровъ.

Количество дровъ, требующихся для растопки 38,648 п. каменнаго угля.

Число произведенныхъ коммисіею топокъ каменнымъ углемъ не было достаточно для полнаго выясненія количества дровъ, потребнаго для растопки, вслѣдствіе чего коммисія обратилась къ администраціи Уяздовскаго военнаго госпиталя за выясненіемъ, въ какомъ размѣрѣ практика топки печей въ большомъ количествѣ вызываетъ отпускъ дровъ на растопку каменнаго угля.

Изъ данныхъ, сообщенныхъ администраціею госпиталя, усматривается, что существующій нынѣ отпускъ дровъ на растопку излишне великъ, и для растопки 27,5 фунт. каменнаго угля признается достаточнымъ 70 золотн. дровъ, что для проектированной коммисіею нормы отпуска каменнаго угля въ 38,648 пуд. составитъ

$$\frac{38,648 \times 40 \times 70}{27,5 \times 96 \times 20,122} = 2,49$$ полѣна польской полукуб. саж.

Примѣчаніе. Принимая во вниманіе существующія нынѣ контрактныя цѣны на поставку угля въ г. Варшавѣ въ 13,09 коп. за пудъ угля и 1 полукуб. саж. польской мѣры дровъ 5 рубл. 65 к., стоимость каменнаго угля, замѣняющаго 1 полукуб. саж. польской мѣры дровъ, въ размѣрѣ проектированномъ коммисіей въ 38,648 пуд. и дровъ на растопку 2,49 полѣна, составляетъ 5 рубл. 17 коп., т. е. отопленіе каменнымъ углемъ будетъ обходиться дешевле чѣмъ дровами на 48 коп. противъ цѣны 1 полукуб. саж. дровъ.

Цѣна каменнаго угля около 13 коп. составляется изъ стоимости угля въ копяхъ около 6 коп. и стоимости перевозки его по желѣзнымъ дорогамъ отъ Домброва до города Варшавы.

Потребность въ топливѣ для города Варшавы составляетъ около $^1/_{12}$ всего количества топлива, требующагося для войскъ, расположенныхъ въ округѣ.

Стоимость каменнаго угля зависитъ отъ разстоянія доставки его изъ копей, находящихся въ Домбровѣ и Сосновицахъ, до мѣста его употребленія въ такой степени, что

для войскъ, расположенныхъ вблизи г. Домброва, стоимость 1 пуда каменнаго угля можетъ составлять лишь 6 коп.

Безъ преувеличенія можно принять, что при введеніи отопленія каменнымъ углемъ вмѣсто дровъ, въ мѣстахъ расположенія войскъ вблизи желѣзныхъ дорогъ, средняя стоимость перевозки угля составитъ около $\frac{0+6}{2} = 3$ коп., и въ такомъ случаѣ средняя стоимость 1 его пуда, изъ числа расходуемыхъ въ Варшавскомъ округѣ, составитъ около 9—10 коп.

Средняя стоимость 38,648 пуд. каменнаго угля, предполагаемая къ отпуску взамѣнъ 1 полукуб. саж. дровъ, составитъ отъ 3 рубл. 48 коп. до 3 рубл. 65 коп.

Такъ какъ дровъ не приходится доставлять на большія разстоянія, которыя для угля обусловливаются мѣстомъ его добычи, то стоимость дровъ есть болѣе постоянная величина. Принимая ее въ 5 рубл. 65 коп., стоимость отопленія каменныхъ углемъ обойдется дешевле отопленія дровами отъ 36 до 38%.

ГЛАВА V.

Производство опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣляемаго комнатною печью, устроенною въ г. Петербургѣ, при согрѣваніи ея каменнымъ углемъ и дровами.

Описаніе образца печи, построенной для этихъ опытовъ. Порядокъ производства опытовъ. Количество топлива, сожигавшагося въ опытной печи. Способъ сожиганія топлива. Степень нагрѣванія печи въ началѣ и въ концѣ наблюденій. Измѣреніе количества тепла, передававшагося печью воздуху, двигавшемуся въ пространствѣ, огражденномъ кожухомъ, въ которомъ заключена была опытная печь. Результаты опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣленнаго печью, послѣ согрѣванія ея эквивалентными количествами дровъ, каменнаго угля и антрацита. Наблюденія надъ степенью согрѣванія печи системы генералъ-лейтенанта Войницкаго при топкѣ ея дровами и каменнымъ углемъ. Оцѣнка результатовъ опытовъ по опредѣленію различной степени согрѣванія печей и количества выдѣляемаго ими тепла послѣ топки дровами и каменнымъ углемъ.

Опредѣленіе количества тепла, выдѣляемаго печью системы генералъ-лейтенанта Войницкаго, испытывавшеюся въ г. Петербургѣ, послѣ согрѣванія ея эквивалентными количествами дровъ, каменнаго угля и антрацита.

Для опредѣленія количества тепла, выдѣляемаго печью послѣ согрѣванія ея минеральными топливами и дровами, была построена въ г. Петербургѣ въ казармахъ л.-гв. Коннаго полка печь системы генералъ-лейтенанта Войницкаго по типу № 2, изъ числа утвержденныхъ Инженернымъ Комитетомъ журналами отъ 14-го іюля 1888 г. за № 31 и 17-го ноября 1888 г. за № 52, размѣры которой были: высота 4 арш., считая же и толщину двухъ рядовъ кирпичей, выложенныхъ подъ нею плашмя, 4 арш. 4 вершка. Стороны печи имѣли 1 арш. и 1 арш. 4 в., черт. XVII.

Печь снаружи и внутреннія ея камеры выложены были некрашеннымъ кровельнымъ желѣзомъ. Внутреннее устройство печи исполнено согласно съ утвержденнымъ чертежемъ ея за исключеніемъ нѣкоторыхъ незначительныхъ измѣненій, вызывавшихся условіями производства опытовъ. Такъ, съ лицевой стороны печи расположенъ приступокъ *A*, сложен-

ный изъ кирпича въ желѣзномъ футлярѣ, передняя сторона котораго сдѣлана за-подъ-лицо съ наружною стороной стѣнки кожуха, въ которомъ печь была помѣщена. Въ приступкѣ *A* расположены каналы *B* и *C*: первый для сообщенія съ топкой, а второй—съ поддуваломъ. Входныя ихъ отверстія закрывались герметическими дверцами. Дымъ изъ опускныхъ каналовъ собранъ былъ въ каналъ *D* на высотѣ $20^1/_2$ вершк. отъ основанія печи и отведенъ по патрубку *E* въ дымовую трубу *F*. Дымовая труба закрывалась засовомъ *K* и вьюшкой *L*.

Воздухъ, согрѣваемый въ камерахъ, поступалъ въ душники *G* и выходилъ чрезъ душники *H*.

Кожухъ, въ которомъ заключена была печь, устроенъ былъ изъ 2-хъ дюйм. досокъ, соединенныхъ въ четверть и собранныхъ въ щиты, поверхъ которыхъ уложенъ былъ рядъ войлока, прикрытый дюймовыми досками, соединенными въ четверть и обложенными войлокомъ, а поверхъ него набито было неокрашенное кровельное желѣзо. Такимъ же желѣзомъ была обита и внутренняя поверхность досокъ кожуха, обращенная къ печи.

Для входа воздуха въ пространство, окруженное кожухомъ, внизу его устроенъ былъ душникъ *M* изъ кровельнаго желѣза, имѣвшій въ поперечномъ сѣченіи 6×6 дюйм. Входное его отверстіе отстояло на 13 вершк. или $22^1/_2$ дюйм. отъ наружной поверхности кожуха. Въ немъ помѣщался электрическій анемометръ Комба, который устанавливался въ разстояніи $10^5/_8$ дюйм. отъ входнаго отверстія душника и центръ его крылатаго колеса совпадалъ съ серединою поперечнаго сѣченія душника.

Противъ мѣста расположенія анемометра установленъ былъ термометръ съ дѣленіями на $^1/_2$ градуса, и середина его шарика находилась посрединѣ поперечнаго сѣченія душника.

Воздухъ, нагрѣвшійся въ кожухѣ, выходилъ изъ верхняго душника *N*, сдѣланнаго изъ желѣза въ $^1/_{16}$ дюйма толщиною, обернутаго, во избѣжаніе охлажденія проходившаго по немъ воздуха, четырьмя рядами войлока. Этотъ душникъ

имѣлъ въ поперечномъ сѣченіи 6 дюйм. высоты и 12 дюйм. ширины. Въ разстояніи $20^1/_2$ дюйм. отъ выходнаго его отверстія устанавливался анемометръ Казелли, съ приспособленіемъ для показанія помощью электрическаго тока числа замыканій крылатаго его колеса, отмѣчавшихся на пишущихъ и отсчитывающихъ приборахъ. У того мѣста въ душникѣ, гдѣ былъ расположенъ анемометръ, укрѣпленъ былъ и термометръ *O*. Второй термометръ *P* укрѣпленъ былъ близъ стѣнки кожуха. Термометры раздѣлены были на дѣленія въ $^1/_2$ градуса. Шарики термометровъ устанавливались посрединѣ поперечнаго сѣченія душника. Термометръ *P* указывалъ температуру, до которой нагрѣвался воздухъ внутри кожуха, а показанія термометра *O* служили для опредѣленія температуры воздуха, при которой производилось измѣреніе скорости движенія его въ душникѣ, и соотвѣтственно этому дѣлался пересчетъ этихъ скоростей на скорости, соотвѣтствующія температурѣ воздуха въ 0^0.

Для наблюденій за управленіемъ горѣнія топлива установлены были два спиртовыхъ манометра *N* и *N*, изъ которыхъ одинъ служилъ для измѣренія давленія продуктовъ горѣнія въ патрубкѣ *E*, а другой въ дымовой трубѣ. Пріемныя отверстія трубокъ этихъ манометровъ установлены были посрединѣ площади поперечнаго сѣченія патрубка и дымоой трубы.

На черт. XVII показанъ также планъ помѣщенія, въ которомъ производились опыты въ казармахъ л.-гв. Коннаго полка.

Порядокъ производства опытовъ. Порядокъ и подробности производства опытовъ при испытаніи печи, построенной въ г. Петербургѣ, были тѣ же, какъ и при испытаніи печи устроенной въ Варшавѣ, и такъ какъ они были описаны подробно въ предъидущей главѣ, то здѣсь приводится лишь общій перечень порядка ихъ производства, встрѣтившіяся собвенности, и выводы, вытекающіе изъ сопоставленія полученныхъ данныхъ по испытанію обѣихъ печей системы генералъ-лейтенанта Войницкаго, образца утвержденнаго въ

1888 г., и печи голландской, изразчатой, испытывавшейся въ Варшавѣ *).

Опыты по измѣренію количества тепла, выдѣлявшагося печью, построенною въ С.-Петербургѣ, послѣ согрѣванія ея эквивалентными количествами, въ отношеніи теплопроизводительныхъ способностей, каменнаго угля, антрацита и дровъ, были произведены въ періодъ времени съ 16-го ноября 1894 г. по 24-е января 1895 г. и продолжены, по окончаніи опытовъ, произведенныхъ въ г. Варшавѣ, въ теченіе времени съ 1-го по 26-е мая 1895 г.

Въ первый періодъ производства опытовъ были произведены пять вступительныхъ топокъ печи каменнымъ углемъ и четыре опытныя ея топки тѣмъ же топливомъ, затѣмъ четыре вступительныя топки дровами и четыре опытныя топки печи этимъ же топливомъ, а также три вступительныя и двѣ опытныя топки антрацитомъ.

Во время производства этихъ опытовъ наблюденія относились къ опредѣленію только того количества тепла, которое расходывалось печью на согрѣваніе воздуха, двигавшагося въ пространствѣ огражденномъ кожухомъ, въ которомъ установлена была печь; наблюденія же надъ измѣреніемъ количества тепла, передававшагося стѣнками кожуха, не были произведены.

Съ цѣлью опредѣленія и этого количества тепла были сдѣланы, во второй періодъ производства опытовъ весною 1895 г., двѣ опытныя топки (V и VI) каменнымъ углемъ.

Сверхъ того произведены были двѣ топки: одна $^{V}/_{26}$ — дровами и $^{VII}/_{25}$ — каменнымъ углемъ, съ цѣлью прослѣдить степень согрѣванія печи при топкѣ ея этими топливами. Во время производства этихъ двухъ топокъ печи дровами и каменнымъ углемъ сдѣланы были наблюденія надъ температурами продуктовъ горѣнія, двигавшимися по дымоходамъ печи, и были вычислены скорости ихъ движенія въ тѣхъ мѣстахъ дымоходовъ, гдѣ установлены были термометры.

*) Въ послѣдующемъ изложеніи для сокращенія печь системы генералъ-лейтенанта Войницкаго будетъ называться печью образца 1888 г.

Количество топлива, сжигавшагося въ опытной печи. При вступительныхъ топкахъ для согрѣванія печи и во время опытныхъ топокъ сожигалось такое вѣсовое количество различныхъ сортовъ топлива, какое соотвѣтствовало условію, чтобы въ каждой сожигавшейся порціи его заключалось 155.716 фунто-цельсіевъ единицъ тепла, соотвѣтствовавшихъ количеству ихъ, заключавшемуся въ 22 фунт. ньюкастльскаго каменнаго угля, которымъ установлено было производить топку печи.

Соотвѣтствующій этому заданію количества единицъ тепла вѣсъ топлива былъ разсчитанъ на основаніи опредѣленій теплопроизводительной его способности, дѣлавшихся помощью бомбы Бертелло, и на основаніи опредѣленій содержанія влаги въ образцахъ топлива. Эти опредѣленія производились для большинства образцовъ топлива въ лабораторіи Русскаго Техническаго Общества въ Петербургѣ, а для антрацита были сдѣланы въ лабораторіи Горнаго института профессоромъ Алексѣевымъ. Такимъ образомъ на основаніи результатовъ изслѣдованія ньюкастльскаго угля, изложенныхъ въ отзывѣ лабораторіи отъ 17-го декабря 1894 г., при теплопроизводительной способности ньюкастльскаго угля классъ II при содержаніи въ немъ влаги 7,85%, теплопроизводительная его способность составляла 7.078 ед. тепла, а въ 22-хъ его фунтахъ заключалось 155.716 ед. тепла.

Количество сосновыхъ дровъ, эквивалентное этому количеству угля, составляло 40 фунт. при теплопроизводительной ихъ способности въ 3.892 ед. т., соотвѣтствующихъ содержанію въ нихъ влаги въ 12,82%.

Количество антрацита, которое сожигалось при каждой опытной топкѣ печи, составляло 20,61 фунт. при теплопроизводительной его способности въ 7.552 ед. тепла, опредѣленной въ зависимости отъ содержанія въ немъ влаги въ 4,18%, какъ это изложено въ отзывѣ лабораторіи Горнаго института отъ 11-го января 1895 г., и при этихъ условіяхъ въ сгорѣвшемъ топливѣ заключалось 155.716 ед. тепла. Теплопроизводительная способность антрацита, опредѣленная при сожиганіи образца его въ калориметрѣ при

влажности 4,18%, оказалась въ 7.648 ед. тепла. При опредѣленіи количества антрацита, какое надлежало сожигать при опытныхъ топкахъ, въ опредѣленную такимъ путемъ теплопроизводительную способность введена была поправка, такъ же какъ это дѣлалось и во всѣхъ остальныхъ разсчетахъ, на потерю тепла, обусловленную обращеніемъ воды, заключавшейся въ топливѣ и образующейся отъ сгоранія водорода, входящаго въ его составъ, въ паръ при температурѣ въ 100°. При такихъ условіяхъ теплопроизводительная способность антрацита составляла

$$F^{(100)}_{\text{вл.}(4,18)} = 7.648 - \frac{1}{100}(9 \times 1,22 + 4,18)\,637 = 7.552 \text{ ед.}$$

тепла *).

При производствѣ V и VI топокъ печи каменнымъ углемъ сожигалось меньшее количество ньюкастльскаго угля, вслѣдствіи того, что пролежавъ дольше въ помѣщеніи, ко времени возобновленія опытовъ онъ содержалъ меньшее количество влаги, а именно 7,1% (какъ это опредѣлилось по изслѣдованію въ лабораторіи, изложенному въ отзывѣ ея отъ 2-го мая 1895 г. за № 27). При такомъ содержаніи 100 — 7,1 = 92,9% въ 1 фунтѣ каменнаго угля, теплопроизводительная его способность повысилась и по сравненію съ таковою, опредѣленной помощью калориметра въ 7.254 ед. тепла при влажности въ 9,67% и при содержаніи водорода въ сухомъ углѣ 5,15%, теплопроизводительная его способность составляла

$$F^{(100)}_{\text{вл.}(7,1)} = \frac{7.254(100-7,1)}{(100-9,67)} - \frac{637}{100}\left(9 \times \frac{5,15(100-7,1)}{100} + \right.$$

$$\left. + 7,10\right) = 7.140 \text{ ед. тепла.}$$

Сообразно съ этимъ количество угля, содержавшее 155.716 ед. тепла, опредѣлилось въ 21,81 фунта.

При производствѣ V топки каменнымъ углемъ, количество тепла, заключающагося въ сожигавшемся топливѣ, по-

*) Химическій составъ этого антрацита показанъ въ п. 36 таблицы V, въ которой въ графѣ 8 показано содержаніе водорода въ размѣрѣ 1,22%. Въ графѣ 14 показана эта величина нагрѣвательной способности 7.552 ед.

казано въ 152.296 ед.,—меньшее чѣмъ при остальныхъ топкахъ, вслѣдствіе того что въ отвѣшенномъ количествѣ угля случайно попалъ камень вѣсомъ около $^1/_2$ фунта, по внѣшнему виду не отличавшійся отъ угля.

Способъ сожиганія топлива. Способъ сожиганія каменнаго угля и дровъ былъ одинаковъ съ такимъ же, примѣнявшимся при испытаніи печи, построенной въ Варшавѣ и подробно описанный выше, въ главѣ IV.

Топливо закидывалось небольшими порціями, сожиганіе доводилось до конца сгоранія, послѣ чего зола и не сгорѣвшій коксъ выгребались и взвѣшивались, а герметическія топочныя и поддувальныя дверцы плотно закрывались, также какъ и засовъ въ дымовой трубѣ.

Надлежащее управленіе горѣніемъ топлива достигалось бо̀льшимъ или меньшимъ закрываніемъ поддувальныхъ дверецъ и трубнаго засова, устроеннаго въ дымовой трубѣ, съ тѣмъ чтобы предупредить излишній впускъ воздуха къ топливу, который ограничивался въ предѣлахъ для каменнаго угля отъ 1,82 до 2,22, а для дровъ отъ 1,83 до 3,07, болѣе теоретически необходимаго для горѣнія топлива, опредѣленнаго въ зависимости отъ его состава и показаннаго въ таблицѣ XVIII.

На растопку бралось 2,75 фунт. сушеныхъ дровъ. Дабы количество тепла, выдѣлявшееся растопкою, не вліяло различно на согрѣваніе печи при топкѣ ея каменнымъ углемъ и дровами, одно и то же количество растопки примѣнялось для разжиганія обоихъ сортовъ топливъ. При этомъ въ обоихъ случаяхъ количество тепла, выдѣлявшееся при горѣніи растопки, въ разсчеты не принималось.

Управленіе горѣніемъ какъ каменнаго угля, такъ и дровъ, велось такимъ образомъ, чтобы при каждой топкѣ печи достигнуть по возможности одинаковаго количества тепла, аккумулированнаго печью, и чтобы въ среднемъ уравнять, по возможности, количество этого тепла, какъ при топкѣ печи дровами, такъ и каменнымъ углемъ, дабы при такихъ условіяхъ можно было болѣе опредѣленно выяснить разницу въ

количествѣ тепла, выдѣляемаго печью послѣ согрѣванія ея обоими сортами топливъ.

Такое управленіе горѣніемъ топлива достигалось регулированіемъ размѣра вредныхъ потерь тепла, и главнымъ образомъ уходившаго въ дымовую трубу. Въ какой степени это было доступно—видно изъ отдѣла I таблицы XVIII, гдѣ сгруппированы всѣ цифровыя данныя по производству опытовъ, указывающія на распредѣленіе тепла, выдѣленнаго при горѣніи топлива и опредѣленное на основаніи результатовъ анализа дыма.

Данныя этой таблицы указываютъ, что вредныя потери тепла при 6 опытныхъ топкахъ печи каменнымъ углемъ въ среднемъ составляли 19,88%, а сообразно съ этимъ коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи по поглощенію тепла опредѣлился въ 80,12% отъ количества его, заключавшагося въ топливѣ. Средняя величина вредныхъ потерь тепла, опредѣленная изъ четырехъ топокъ печи дровами, составила 16,9% и коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи по поглощенію тепла составилъ 83,1%. Эти величины отличаются отъ результатовъ, достигнутыхъ при топкѣ печи каменнымъ углемъ на 0,87%.

Сожиганіе антрацита представляло особенности, обусловленныя свойствомъ его медленно и съ трудомъ загораться. Дабы преодолѣть это затрудненіе, потребовалось путемъ опыта выработать слѣдующіе пріемы. Пробными топками выяснилось, что все количество антрацита, предназначенное къ сожиганію за одинъ разъ, надлежитъ расколоть на небольшіе куски величиною отъ грецкаго орѣха до куринаго яйца и уложить всю порцію топлива па мелко расколотыя дрова, служащія для растопки, количество которыхъ для зажиганія 20,61 фунт. антрацита не должно быть менѣе 3 фунт. мелко-колотыхъ дровъ.

По мѣрѣ разгоранія антрацита нужно постепенно выдвигать трубный засовъ, дабы съ увеличеніемъ поверхности горящато антрацита увеличивался и притокъ воздуха къ топливу; затѣмъ по истеченіи около 25 минутъ отъ начала загоранія антрацита трубный засовъ слѣдуетъ опять нѣ-

сколько прикрыть, чтобы уменьшить притокъ воздуха и безполезную потерю тепла въ дымовую трубу. Пробными топками выяснилось, что нельзя ограничивать дальнѣйшій притокъ воздуха, задвигая трубный засовъ въ той мѣрѣ, какъ это дѣлалось при горѣніи каменнаго угля, съ тѣмъ чтобы по мѣрѣ сгоранія антрацита уменьшать соотвѣтственно и вредныя потери тепла въ дымовую трубу. При болѣе значительномъ уменьшеніи притока воздуха горѣніе антрацита совершенно и почти сразу прекращается, а потому догораніе его приходилось поддерживать при сравнительно большемъ притокѣ воздуха, чѣмъ для каменнаго угля. Примѣняя даже эти предосторожности, выяснилось, что невозможно достигнуть полнаго догоранія антрацита въ такой степени, какъ это наблюдалось при горѣніи каменнаго угля, и антрацитъ погасалъ, оставляя недогорѣвшими куски, составлявшіе въ среднемъ 8,56% отъ вѣса антрацита, положеннаго въ топку. При горѣніи каменнаго угля количество несгорѣвшаго кокса составляло отъ 1,99 до 3,35% отъ вѣса сожженаго топлива.

Куски несгорѣвшаго антрацита имѣли въ діаметрѣ до 1 дюйма, въ изломѣ показывали измѣненіе ихъ подъ вліяніемъ горѣнія съ поверхности на толщину около $^1/_8$ дюйма; внутренность же этихъ кусковъ, сколько можно было судить по наружному виду, состояла изъ антрацита, не подвергавшагося измѣненію подъ вліяніемъ процесса горѣнія.

Время горѣнія 20,61 фунт. антрацита продолжалось около 2 часовъ; разгорѣвшееся все количество антрацита имѣло цвѣтъ бѣлаго каленія; при этомъ замѣчено было, что за $^1/_2$ часа до окончанія его горѣнія нельзя было открывать топочныхъ дверецъ даже на короткое время, такъ какъ это вызывало полное прекращеніе горѣнія антрацита, вслѣдствіе охлажденія раскаленной его массы, обусловливаемаго притокомъ холоднаго (комнатнаго) воздуха, вызываемаго открываніемъ топочныхъ дверецъ.

При такихъ условіяхъ сожиганія антрацита количество воздуха, требовавшееся для поддержанія горѣнія, опредѣлилось въ среднемъ отъ 2,03 до 2,42 раза болѣе противъ

теоретически необходимаго для горѣнія антрацита даннаго химическаго состава.

Объемъ воздуха, теоретически необходимаго для горѣнія 1 фунта испытывавшихся топливъ при 0°, составлялъ для антрацита 120,3 куб. фут., тогда какъ для ньюкастльскаго каменнаго угля требовалось 109,7 куб. фут., а для сосновыхъ дровъ 58,59 куб. фут.

Объемы воздуха при 0°, которые потребовалось впускать для поддержанія надлежащаго горѣнія топлива, измѣнялись въ предѣлахъ: а) для антрацита отъ 246,7 до 270,2 куб. фут., для каменнаго угля отъ 197 до 298,26 куб. фут., а для дровъ отъ 117,77 до 190 куб. фут.

Чтобы достигнуть возможнаго однообразія въ количествѣ тепла, аккумулированнаго печью при каждой топкѣ ея разными видами топлива, во той мѣрѣ какъ это возможно было практически осуществить, служили слѣдующіе пріемы: а) дѣлались періодическіе анализы дыма во время горѣнія топлива при помощи прибора Орса, и б) наблюдались показанія спиртовыхъ манометровъ, указывавшіе на силу тяги въ дымовой трубѣ. Руководствуясь этими наблюденіями, можно было управлять размѣромъ воздуха, притекавшаго къ горящему топливу, и регулировать вредныя потери тепла, управляя трубнымъ засовомъ и поддувальными дверцами.

Окончательное сужденіе объ обстоятельствахъ, сопровождавшихъ горѣніе топлива, дѣлалось на основаніи результатовъ анализа средней порціи дыма, собиравшейся изъ патрубка въ аспираторъ за время горѣнія одной порціи топлива.

Результаты подсчетовъ, дѣлавшихся на основаніи анализовъ средней порціи дыма, сгруппированы въ отдѣлѣ I таблицы XVIII.

Степень нагрѣва печи въ началѣ и въ концѣ наблюденій. Производство опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣляемаго печами, построенными въ С.-Петербургѣ и въ Варшавѣ, послѣ согрѣванія ихъ эквивалентными количествами, въ отношеніи теплопроизводительныхъ способностей, различныхъ сортовъ топлива, имѣли цѣлью выяснить, въ какой

мѣрѣ отпускъ каменнаго угля взамѣнъ существующаго отпуска дровъ долженъ зависѣть отъ системы устройства печей. Въ виду этого, при опредѣленіи количества тепла, выдѣлявшаго печами, устроенными въ С.-Петербургѣ и въ Варшавѣ, установлено было, чтобы степень нагрѣванія обѣихъ печей въ началѣ и въ концѣ наблюденій была одинакова.

При этомъ каждая изъ печей согрѣвалась такимъ количествомъ топлива, чтобы заключавшееся въ немъ количество тепла соотвѣтствовало отношенію между величинами ихъ поверхностей охлажденія. Такимъ образомъ, при наружной поверхности галландской печи, построенной въ Варшавѣ, въ 5.504 кв. вершка въ ней сожигалось такое количество дровъ и каменнаго угля, чтобы въ нихъ заключалось 143.154 ед. тепла, тогда какъ въ печи, устроенной въ С.-Петербургѣ, при поверхности охлажденія ея въ 5.980 кв. вершк., въ ней сожигалось такое количество разнаго рода топливъ, чтобы въ каждой сгоравшей его порціи заключалось 155.716 ед. тепла. При соблюденіи этихъ двухъ условій относительно количества топлива и одинаковой степени нагрѣва печей въ началѣ и въ концѣ наблюденій, опыты по измѣренію количества тепла, выдѣляемаго обѣими печами, были поставлены въ такія условія, что можно было считать обѣ печи какъ бы установленными въ одномъ и томъ же помѣщеніи (размѣрами соотвѣтствующими имѣвшемуся въ Варшавѣ). Степень, до которой доводилось охлажденіе печей, опредѣлялась условіемъ, чтобы количество тепла, содержащагося въ печи, не было достаточно для поддержанія температуры воздуха внутри помѣщенія, въ которомъ она установлена, въ $+17^1/_2{}^0$ Ц., при средней наружной температурѣ — 1,03°, и при наступленіи такого момента надлежало произвести слѣдующую топку печи.

При установкѣ обѣихъ печей въ кожухѣ и при впускѣ воздуха въ нижній душникъ кожуха при постоянной температурѣ въ $+17^0$ Ц. требованіе одинаковаго согрѣванія обѣихъ печей въ началѣ и въ концѣ опыта по измѣренію количества выдѣляемаго ими тепла будутъ соблюдены, если

температура воздуха въ верхнемъ душникѣ въ началѣ и въ концѣ опыта будетъ одна и та же, и разность между показаніями температуръ воздуха въ обоихъ душникахъ, какъ передъ затопкой печей, такъ и въ концѣ наблюденій по передачѣ тепла, будетъ одинакова.

Въ какой степени эти условія были выполнены во время производства опытовъ въ Варшавѣ—видно изъ горизонтальныхъ графъ 7—8 II отдѣла таблицы XII. Данныя эти указываютъ, что разница между температурами воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникѣ передъ началомъ затопки печи и въ концѣ наблюденій во всѣхъ опытахъ оставалась постоянною въ 10,5° Ц.

Сопоставленіе этихъ же графъ отдѣла II таблицы XVIII, представляющей совокупность всѣхъ данныхъ по производству опытовъ въ С-Петербургѣ, указываетъ, что печь топилась во время производства шести опытныхъ топокъ каменнымъ углемъ при разностяхъ показаній температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ, измѣнившейся въ предѣлахъ отъ 7 до 10°, составлявшей въ среднемъ разницу въ 7,91°.

При топкѣ дровами измѣненія разности показаній температуръ воздуха въ душникахъ во время затопки печи колебались въ предѣлахъ отъ 8 до 9°, и въ среднемъ за четыре топки величина этой разности опредѣлилась въ 8,5°, а для двухъ топокъ антрацитомъ—въ 8°.

Это незначительное уклоненіе въ величинахъ разности температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ не вліяло на точность результатовъ наблюденій, такъ какъ разность этихъ температуръ зависѣла не столько отъ степени нагрѣва печи и воздуха въ опытной комнатѣ, сколько отъ случайныхъ колебаній въ температурѣ воздуха на полу помѣщенія, при открываніи наружныхъ дверей, которыя обусловливались приготовленіями для производства опытной топки. Случайное пониженіе температуры воздуха въ нижнемъ душникѣ вызывало и измѣненіе разности въ показаніяхъ температуръ воздуха въ обоихъ душникахъ.

Надлежащая разность показаній температуръ воздуха въ

душникахъ въ 10^0 устанавливалась въ теченіе времени около $^1/_4$ часа послѣ начала топки печи и зависѣла какъ отъ установленія постоянной температуры воздуха въ $+17^0$ въ нижнемъ душникѣ, такъ и отъ увеличенія температуры воздуха въ верхнемъ душникѣ, вмѣстѣ съ наступавшимъ согрѣваніемъ печи. Вслѣдствіе этого всѣ разсчеты по опредѣленію количества тепла, выдѣленнаго печью образца 1888 г., испытавшагося въ Петербургѣ, отнесены въ началѣ каждаго опыта къ тому времени, когда устанавливалась разность температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ въ 10^0.

Такъ какъ въ первый часъ выдѣлялось печью около 232 единицъ тепла, то съ уменьшеніемъ времени наблюденія на $^1/_4$ часа исчисленное количество тепла уменьшилось менѣе чѣмъ на $\frac{232}{4} = 67$ ед. тепла, что́ по сравненію съ общимъ количествомъ тепла въ 99.606 ед., выдѣлявшимся при охлажденіи печи за весь періодъ наблюденій въ 41,6 часа послѣ согрѣваній ея каменнымъ углемъ, составляло уменьшеніе результата по опредѣленію общаго количества тепла, выдѣленнаго печью, около $\frac{57}{99.606} \times 100 = 0{,}06\ ^0/_0$.

Въ гораздо меньшей еще степени на точность выводовъ вліяло то условіе, что разсчеты количества тепла, выдѣленнаго печью, сдѣланы въ началѣ и въ концѣ наблюденій при разности показаній температуръ воздуха въ душникахъ въ 10^0, тогда какъ въ Варшавѣ эта разность температуръ была установлена въ $10{,}5^0$.

Вслѣдствіе изложеннаго, сравненіе результатовъ опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго обѣими печами, устроенными какъ въ Варшавѣ такъ и въ Петербургѣ, вполнѣ возможно.

Всѣ записи наблюденій по измѣренію количествъ тепла, выдѣленнаго для согрѣванія воздуха, проходившаго въ пространствѣ, огражденномъ стѣнками кожуха, велись въ особыхъ журналахъ, а для наглядности выражались графически. Два изъ такихъ графическихъ журналовъ показаны на чертежахъ XIX и XX. На первомъ показаны наблюденія

при остываніи печи системы генерала Войницкаго, построенной для опытовъ въ Петербургѣ, при топкѣ ея дровами, а на второмъ—такія же наблюденія при остываніи ея послѣ топки каменнымъ углемъ.

Чтобы пополнить производившіеся опыты наблюденіями надъ количествомъ тепла, выдѣляющимся печью, въ зависимости отъ измѣненія степени согрѣванія ея въ началѣ и въ концѣ каждаго опыта, и выяснить, въ какой мѣрѣ отъ установленія степени нагрѣванія печи въ началѣ топки ея, или—что то же—въ концѣ ея охлажденія послѣ каждой топки, зависитъ величина коэффиціента полезнаго дѣйствія печи по выдѣленію тепла, были сдѣланы слѣдующія наблюденія.

При производствѣ послѣдняго опыта $^{IV}/_{8}$, 5-го января 1895 г., по измѣренію количества тепла, выдѣлявшагося печью послѣ согрѣванія ея дровами, журналъ графическихъ записей котораго показанъ на чертежѣ XIX, по окончаніи наблюденій по измѣренію количества тепла, выдѣлявшагося печью, въ установленныхъ предѣлахъ степени нагрѣва ея въ началѣ и въ концѣ опыта, при которой температура воздуха въ верхнемъ душникѣ понизилась до $+27^0$, при температурѣ воздуха въ нижнемъ душникѣ въ $+17^0$,—произведены были наблюденія надъ дальнѣйшимъ остываніемъ печи, вмѣстѣ съ измѣреніемъ количества выдѣляемаго ею тепла, при томъ условіи, что средняя температура воздуха въ помѣщеніи, а соотвѣтственно и температура воздуха въ нижнемъ душникѣ, не поддерживалась болѣе въ $+17^0$ и понижалась вмѣстѣ съ охлажденіемъ помѣщенія отъ наступившаго остыванія печи въ большей степени и отъ измѣненія температуры наружнаго воздуха.

При этомъ наблюдалось, въ какой степени охлажденіе печи зависитъ отъ постепеннаго охлажденія помѣщенія.

Наблюденія эти показали, что по истеченіи $6^1/_2$ часовъ отъ 45-го до $51^1/_2$ часа отъ начала опыта, послѣ остыванія печи, соотвѣтствующаго показанію температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ въ $+27^0$ и $+17^0$, когда средняя температура воздуха, двигавшагося въ кожухѣ, была

$\frac{27+17}{2}=22^0$, печь остыла въ такой степени, что температура воздуха въ верхнемъ душникѣ была $+24,5^0$, при температурѣ воздуха въ нижнемъ душникѣ въ $16,25^0$. Средняя величина изъ температуръ воздуха въ обоихъ душникахъ, указывающая на степень нагрѣва печи, составляла $\frac{24,5+16,25}{2}=$ $=20,37^0$. Такой степени нагрѣва печи, при условіи поддержанія постоянной температуры воздуха въ нижнемъ душникѣ въ $+17^0$, должна соотвѣтствовать температура x воздуха въ верхнемъ душникѣ, которая можетъ быть опредѣлена изъ слѣдующихъ уравненій:

$$\frac{x+17}{2}=20,37;\ x=40,74-17=23,74^0.$$

Соотвѣтствующая этой температурѣ воздуха въ $23,74^0$ разность между показаніями температуръ воздуха въ обоихъ душникахъ будетъ $23,74-17=6,74^0$.

При такой степени нагрѣва печи, которая наблюдалась по истеченіи $51^1/_2$ часа отъ начала топки ея, средняя температура комнатнаго воздуха, гдѣ печь была установлена (въ С.-Петербургѣ), удерживалась на высотѣ $+17^0$, а по истеченіи этого времени начала постепенно понижаться.

Этой степени нагрѣва печи, выражающейся среднею величиной между температурами воздуха въ обоихъ душникахъ въ $+20,37^0$, при которой печь едва могла поддерживать температуру воздуха внутри помѣщенія въ $+17^0$, соотвѣтствовала температура наружнаго воздуха $-5,6^0$.

Наблюденія за остываніемъ печи были продолжены еще $19^1/_2$ часовъ, такъ что весь періодъ времени опыта составлялъ 71 часъ. Результаты наблюденій видны въ графическихъ записяхъ журнала опыта IV, черт. XIX.

На прямой, находящейся внизу чертежа, обозначено время, въ теченіе котораго разность показаній между степенью нагрѣва печи и комнатною температурой удерживалась болѣе постоянно. Эта разность измѣнялась въ предѣлахъ до $2,5^0$ въ теченіе первыхъ $7^1/_2$ часовъ отъ начала топки печи. Она постепенно понижалась въ теченіе $51^1/_2$ часовъ отъ начала топки до времени, когда печь не могла

болѣе поддерживать температуру помѣщенія въ $+17^0$, на $1^1/_2{}^0$ въ промежутки времени, указанные на этой прямой и измѣнявшіеся въ предѣлахъ отъ $1^1/_2$ до 3 и до 4 часовъ.

По истеченіи $51^1/_2$ часа отъ начала затопки печи, когда температура воздуха въ нижнемъ душникѣ не подерживалась болѣе постоянною въ $+17^0$, и когда остываніе печи поставлено было въ зависимость отъ охлажденія помѣщенія, измѣнявшагося вмѣстѣ съ колебаніемъ температуры наружнаго воздуха, происходившаго въ теченіе этого времени въ предѣлахъ отъ 0^0 до -2^0, разность между степенью нагрѣва печи и среднею температурой комнаты, вмѣстѣ съ наступившимъ охлажденіемъ печи, удерживалась болѣе постоянною. Разность эта оставалась въ 3^0 въ теченіе 7 часовъ и около $2^3/_4{}^0$ въ теченіе 12 час. При этомъ степень нагрѣва печи за этотъ промежутокъ времени въ $19^1/_2$ час. измѣнилась отъ $+20{,}25^0$ до $+17{,}25^0$, а средняя комнатная температура понизилась отъ $+16{,}25^0$ до $+14{,}75^0$.

Наблюденія эти указали, въ какой послѣдовательности степень нагрѣва печи измѣняется вмѣстѣ съ пониженіемъ средней температуры комнаты, и что вмѣстѣ съ пониженіемъ степени охлажденія печи передъ началомъ и концомъ наблюденій можетъ увеличиваться до нѣкоторой степени количество тепла, выдѣляемаго печью. Въ зависимости отъ этого можетъ измѣниться и величина коэффиціента полезнаго дѣйствія печи по выдѣленію тепла.

Отъ условій, соблюдаемыхъ при размѣщеніи печей въ жилыхъ помѣщеніяхъ, отличающихся въ своихъ размѣрахъ и въ степени охлажденія ограничивающихъ ихъ поверхностей, обусловливаемой ихъ устройствомъ, зависитъ такая степень нагрѣва охлаждающихся поверхностей печей, при наступленіи которой надлежитъ возобновить топку печи, дабы она могла поддерживать среднюю температуру въ помѣщеніяхъ въ $+17^0$ Ц. при одной и той же наружной температурѣ. Такъ какъ отъ степени нагрѣва печи, при которой требуется возобновить ея топку, зависитъ и величина коэффиціента полезнаго ея дѣйствія по вѣдѣленіи тепла, то чтобы прослѣдить вліяніе степени нагрѣва печи на измѣ-

неніе численнаго значенія этого коэффиціента, были сдѣланы два опыта—V и VI—топки печи, устроенной въ С.-Петербургѣ. Журналъ графическихъ записей V опыта показанъ на черт. XX.

Измѣреніе количества тепла, выдѣленнаго печью, произведено было при той степени ея нагрѣва въ $+20,37^0$, въ началѣ и въ концѣ наблюденій по измѣренію количества выдѣляемаго тепла, при которой печь не можетъ болѣе поддерживать температуру опытной комнаты, размѣровъ и устройства имѣвшихся въ С.-Петербургѣ, въ $+17^0$ при температурѣ наружнаго воздуха въ $-5,6^0$. Такой степени нагрѣва печи соотвѣтствовала разность температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ кожуха въ $7,25^0$ при температурѣ воздуха въ нижнемъ душникѣ въ $+16,5^0$, какою она была въ концѣ V опыта, черт. XX. Для VI опыта разность температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ была въ $6,75^0$ при температурѣ воздуха въ нижнемъ душникѣ въ $+17^0$.

Точно также съ этою цѣлью былъ сдѣланъ разсчетъ опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго печью послѣ топки ея дровами во время производства опыта $^{IV}/_8$, 5-го января 1895 г., черт. XIX, когда степень охлажденія печи была доведена до $+20,37^0$.

Установленная на опытахъ степень нагрѣва печи въ $+20,37^0$ отвѣчала условію, что печь образца 1888 г. не можетъ поддерживать средней температуры помѣщенія опытной комнаты, имѣвшейся въ С.-Петербургѣ, въ $+17^0$ при наружной температурѣ въ $-5,6^0$ Ц. менѣе таковой, опредѣленной въ 22^0, соотвѣтствующей разности температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ въ $10,5^0$, отвѣчающей тому условію, когда та же печь не можетъ поддерживать температуры помѣщенія, имѣвшагося въ Варшавѣ, въ $+17^1/_2{}^0$, при наружной температурѣ въ $-1,03^0$, Ц., если бы она въ немъ была установлена, что̀ зависѣло отъ соотношенія между размѣрами нагрѣтыхъ поверхностей печи и опытной комнаты и способности поверхностей стѣнъ, ограждавшихъ опытную комнату, проводить тепло.

Измѣреніе количества тепла, передававшагося печью воздуху, двигавшемуся въ пространствѣ, огражденномъ кожухомъ, въ которомъ заключена была опытная печь. Способъ производства этого отдѣла опытовъ основанъ былъ на тѣхъ же пріемахъ, какіе примѣнялись во время производства опытовъ въ Варшавѣ и подробно описаны въ предъидущей главѣ. Вслѣдствіе этого здѣсь будутъ приведены только главнѣйшія данныя, установленныя для производства опытовъ по опредѣленію количества тепла, выдѣлявшагося печью послѣ согрѣванія ея различными топливами, и изложены полученные результаты.

Температура воздуха, притекавшаго въ нижній душникъ кожуха, поддерживалась во все время опытовъ въ $+17^0$ Ц., чтобы результаты опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣленнаго печью, поставить внѣ вліянія температуры наружнаго воздуха.

Въ какой степени это было достигнуто—указываетъ вторая горизонтальная графа II отдѣла таблицы XVIII, изъ которой видно, что въ теченіе всѣхъ опытовъ средняя величина температуры воздуха, притекавшаго въ нижній душникъ, отличалась отъ установленной величины ея въ $+17^0$ въ предѣлахъ отъ $0{,}02^0$ до $0{,}14^0$, и наибольшая разница въ $0{,}33^0$, которая соотвѣтствовала V опыту при топкѣ печи каменнымъ углемъ.

Сообразно съ этимъ, средняя температура опытной комнаты, опредѣленная по средней величинѣ изъ показаній двухъ термометровъ, установленныхъ въ такомъ же разстояніи отъ пола и потолка, въ какомъ установлены были термометры, помѣщавшіеся въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ кожуха, составляла за время производства всѣхъ опытовъ при топкѣ печи каменнымъ углемъ $+19{,}38^0$, дровами $+19{,}22^0$ и антрацитомъ $+19{,}51^0$, а это указываетъ, что опыты произведены при соблюденіи одинаковыхъ условій.

Количество тепла, расходовавшагося печью на согрѣваніе воздуха, двигавшагося внутри пространства, огражденнаго кожухомъ, опредѣлялось по такой же формулѣ (1) какъ и

во время производства опытовъ въ г. Варшавѣ, которая приведена была выше и имѣющей видъ:

$$U = \frac{a \times V_0 \times 0{,}4687 \times 30{,}767 \times y}{760} \times 0{,}237 \times A \times 60(T-t), \ldots (s)$$

гдѣ значенія буквъ тѣ же что и въ вышеприведенной формулѣ.

Послѣ подстановленія въ эту формулу численныхъ значеній постоянныхъ величинъ и по производствѣ дѣйствій надъ ними, опредѣляются постоянные численные коэффиціенты въ 0,001483 для верхняго и въ 0,0006 для нижняго душниковъ. При этомъ соотвѣтственно для каждаго изъ этихъ душниковъ формула эта принимаетъ видъ:

для верхняго душника $U_{\text{верх.}} = 0{,}001483 \times y \times V_0 \times$
$\times (T-t) \times A,$

для нижняго душника $U_{\text{нижн.}} = 0{,}0006 \times y \times V_0 \times$
$\times (T-t) \times A.$

Значенія перемѣнныхъ величинъ, входящихъ въ уравненіе (s), наблюдались во время производства опытовъ въ каждомъ душникѣ отдѣльно.

Наблюденія скоростей движенія и температуръ воздуха въ душникахъ производились въ теченіе первыхъ сутокъ черезъ каждые $^1/_2$ часа, въ теченіе послѣдующихъ 12 часовъ черезъ каждый часъ, а въ остальное время наблюденія черезъ каждые 2 часа.

Такъ какъ температуры воздуха въ верхнемъ душникѣ наблюдались по двумъ термометрамъ, изъ которыхъ одинъ былъ установленъ близъ стѣнки кожуха и указывалъ степень нагрѣва воздуха при выходѣ его изъ пространства, огражденнаго кожухомъ, а второй показывалъ температуру воздуха, при которой производились помощью анемометра измѣренія скоростей его движенія въ душникѣ, то соотвѣтственно этому на кривой, выражающей величины температуръ воздуха въ этомъ душникѣ, имѣются два ряда цифръ. Нижній рядъ ихъ указываетъ температуру воздуха въ душникѣ, соотвѣтствующую мѣсту расположенія анемометра, а верхній—температуру воздуха при выходѣ его изъ кожуха.

Скорости движенія воздуха въ душникахъ, какъ наблюденныя, такъ и перечисленныя по приведеніи температуры его къ 0^0, изображены въ журналахъ графическихъ записей пунктирными линіями.

Въ этихъ же журналахъ изображены также результаты опредѣленій среднихъ величинъ температуръ, скоростей и барометрическихъ давленій за время производства каждаго опыта. Изъ этихъ среднихъ величинъ въ разсчеты по опредѣленію количества тепла, выдѣленнаго печью, вводилась только средняя величина y барометрическаго давленія вслѣдствіе незначительности измѣненій его величины; остальныя же входящіе въ формулу (s) произведенія изъ величинъ наблюденныхъ скоростей движенія воздуха и разностей его температуръ въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ составлялись отдѣльно для каждаго изъ промежутковъ времени наблюденій, соотвѣтственно черезъ $^1/_2$, 1 и 2 часа, и затѣмъ суммировались для полученія общаго количества тепла, выдѣленнаго печью за время производства одного опыта.

Въ результатахъ исчисленій, показанныхъ въ таблицѣ XVIII, приведено количество тепла, выдѣленнаго печью за время производства каждаго опыта, какъ оно опредѣлилось на основаніи наблюденій, произведенныхъ какъ въ верхнемъ, такъ и въ нижнемъ душникахъ у кожуха. Такъ какъ площадь поперечнаго сѣченія верхняго душника была почти вдвое болѣе такой же площади сѣченія нижняго, то, не смотря на значительную чувствительность анемометровъ Казелли, устанавливавшихся въ верхнемъ душникѣ и который могъ показывать скорости движенія воздуха, доходившія до 0,82 фута въ секунду, она не была достаточна, чтобы можно было наблюдать тѣ небольшія величины скоростей движенія воздуха, которыя соотвѣтствовали температурѣ его въ верхнемъ душникѣ, отвѣчающей степени нагрѣванія печи, установленной для начала и для конца періода наблюденій каждаго опыта. Въ то же время, вслѣдствіе меньшей площади сѣченія нижняго душника, скорости движенія въ немъ воздуха, соотвѣтствующія охлажденію печи, установленному для начала и конца каждаго опыта, были

4,25 фута въ секунду и могли быть измѣряемы анемометромъ Комба, установленнымъ въ этомъ душникѣ, такъ какъ чувствительность его показаній составляла 0,92 фута въ секунду. Поэтому, хотя разсчеты количества тепла, выдѣлявшагося печью за время производства каждаго опыта, и дѣлались по даннымъ показаній наблюденій, произведенныхъ въ верхнемъ душникѣ, но они служили лишь для сравненія того количества тепла, которое опредѣлялось за тотъ же періодъ времени, обусловливавшійся чувствительностью анемометра Казелли, устанавливавшагося въ верхнемъ душникѣ, произведеннымъ по наблюденіямъ, соотвѣтствовавшимъ нижнему душнику. Сравненіе этихъ данныхъ имѣло цѣлью выяснить, въ какой степени условія производства каждаго опыта были однообразны съ предшествующими, и не произошло ли какихъ-либо случайностей, обусловливающихъ значительное отклоненіе результатовъ опредѣленій отъ таковыхъ, наблюденныхъ въ предъидущихъ опытахъ.

Сообразно съ этимъ во II отдѣлѣ таблицы XVIII, въ числѣ данныхъ, приведенныхъ въ трехъ вертикальныхъ графахъ, соотвѣтствующихъ одному опыту,—въ первыхъ двухъ помѣщены результаты наблюденій, произведенныхъ за одинъ и тотъ же промежутокъ времени въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ, а въ третьей графѣ показаны результаты наблюденій, сдѣланныхъ въ нижнемъ душникѣ за весь періодъ времени производства опыта, обусловливавшійся возможностью продолжить наблюденія въ нижнемъ душникѣ по измѣренію скоростей двигавшагося въ немъ воздуха въ теченіе всего періода опыта отъ начала топки печи до соотвѣтствующаго ея остыванія.

Разница въ количествахъ тепла, опредѣленныхъ за одинъ и тотъ же періодъ времени наблюденій въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ, показана въ горизонтальной графѣ 10 отдѣла II таблицы XVII, и выражена въ процентахъ. Сопоставленіе этихъ величинъ указываетъ, что во время производства всѣхъ опытовъ, за исключеніемъ IV дровами и I и II антрацитомъ, отступленія въ величинахъ этихъ опредѣленій измѣнялись отъ 0,72% до 8,54%. Отступленія эти не выходятъ

изъ предѣловъ достиженія возможной точности при производствѣ такого рода опредѣленій, и такъ какъ въ то же время остальныя данныя, какъ-то: среднія температуры и скорости движенія воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ, и продолжительность времени наблюденія, близки между собою во всѣхъ опытахъ, относящихся къ согрѣванію печи однимъ и тѣмъ же родомъ топлива, то это указываетъ на соблюденіе одинаковыхъ условій при опредѣленіи количества тепла, выдѣлявшагося печью во время производства всѣхъ опытовъ.

Разница въ опредѣленіяхъ количества тепла, выдѣленнаго печью по даннымъ наблюденій, сдѣланныхъ въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ, для опыта IV при топкѣ печи дровами и I и II послѣ топки ея антрацитомъ, произведенныхъ одинъ за другимъ, опредѣлилась въ 19,58%, 19,26% и 21,72%. Эти отклоненія въ результатахъ опытовъ объясняются тѣмъ, что вслѣдствіе случившагося поврежденія въ приспособленіи для автоматическаго замыканія электрическаго тока, устроеннаго для счета числа оборотовъ при вращеніи крылатаго колеса анемометра Казелли, устанавливавшагося въ верхнемъ душникѣ, потребовалось для этихъ трехъ опытовъ устанавливать въ этомъ душникѣ другой экземпляръ этого типа анемометра, не имѣвшаго такого приспособленія. Вліяніе нагрѣванія этого прибора при высокой температурѣ воздуха, наблюдавшейся въ верхнемъ душникѣ, отражалось на показаніяхъ его въ иной степени, чѣмъ на такой же приборъ, устанавливавшійся въ этомъ душникѣ для предъидущихъ опытовъ, а это выразилось на результатахъ опредѣленій количества тепла, выдѣленнаго печью за время наблюденій, произведенныхъ въ верхнемъ душникѣ.

Такъ какъ всѣ остальныя данныя и результаты произведенныхъ во время этихъ опытовъ наблюденій указываютъ на однообразіе условій, сопровождавшихъ опредѣленіе количества тепла, выдѣляемаго печью, и отличаются въ тѣхъ же незначительныхъ предѣлахъ какъ и во всѣхъ предъидущихъ опытахъ, то это указываетъ, что разница въ опредѣленіяхъ

количества выдѣленнаго печью тепла, по данныхъ наблюденій въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ, произведенныхъ за одинъ и тотъ же періодъ времени дѣйствія анемометра въ верхнемъ душникѣ, обусловливалась различнымъ вліяніемъ высокой степени нагрѣва воздуха въ верхнемъ душникѣ, доходившей до + 60°, на два образца анемометра Казелли: одного, устанавливавшагося въ немъ во время производства предъидущихъ опытовъ, и другаго, примѣнявшагося во время опыта IV, при топкѣ печи дровами и при опытахъ послѣ топки печи антрацитомъ.

Передъ началомъ опытовъ и послѣ производства двухъ или трехъ изъ нихъ были произведены повѣрки показаній анемометровъ въ физическомъ кабинетѣ Технологическаго института. Опредѣлявшіяся при этомъ поправки въ ихъ показаніяхъ вводились въ разсчеты по опредѣленію количества тепла, выдѣлявшагося печью, и наносились на діаграммы, составленныя для перехода отъ наблюденій надъ числомъ замыканій электрическаго тока, происходившихъ при вращеніи крылатаго колеса анемометра, къ соотвѣтствующимъ имъ скоростямъ движенія воздуха въ душникахъ. Діаграммы и повѣрка ихъ производились при комнатной температурѣ, а потому и показанія ихъ не могли соотвѣтствовать въ полной мѣрѣ тому состоянію анемометровъ, когда они нагрѣвались до 40° и 60° Ц., что́ наблюдалось при топкѣ печи каменнымъ углемъ и дровами. Въ виду этого окончательные выводы по опредѣленію количества тепла, выдѣленнаго печью были сдѣланы не на основаніи опредѣленій величинъ скоростей движенія воздуха, наблюдавшихся въ верхнемъ душникѣ, а на основаніи такихъ наблюденій, произведенныхъ въ нижнемъ душникѣ. Основаніемъ для этого служило не только соображеніе о неизмѣняемости показаній діаграммъ, составленныхъ для анемометра Комба, устанавливавшагося въ нижнемъ душникѣ, вслѣдствіе отсутствія разницы въ степени нагрѣванія его, такъ какъ онъ находился постоянно подъ вліяніемъ воздуха, имѣвшаго одну и ту же температуру въ + 17°, при которой составлены были для него діаграммы, служившія для опредѣленія скоростей движенія воздуха, но

и вслѣдствіе того, что размѣръ крылатаго колеса анемометра Комба близко подходилъ къ площади поперечнаго сѣченія душника, почему колесо захватывало всѣ струи воздуха, имѣвшія равныя скорости при движеніи его по площади поперечнаго сѣченія нижняго душника.

Независимо отъ этихъ соображеній, при измѣреніи скоростей движенія воздуха въ душникахъ приняты были мѣры къ тому, чтобы эти измѣренія относились къ среднимъ величинамъ скоростей движенія воздуха, которыя имѣлись въ каждомъ изъ душниковъ. Съ этою цѣлью сдѣланы были пробныя установки анемометровъ въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ, и примѣненіемъ такихъ же пріемовъ, какіе показаны въ предъидущей главѣ при описаніи производства опытовъ въ Варшавѣ, было опредѣлено начертаніе кривой, показывающей расположеніе точекъ, имѣющихъ одну и ту же среднюю скорость движенія воздуха въ верхнемъ душникѣ, опредѣлившуюся въ 128,6 фут. въ минуту. Кривая эта изображена на черт. XXI, и въ одной изъ точекъ ея *A* постоянно устанавливался анемометръ Казелли въ разстояніи $20^1|_2$ дюйм. отъ конца душника при общей длинѣ его въ 37 дюйм.

Мѣстоположеніе анемометра Комба, соотвѣтствующее среднимъ скоростямъ движенія воздуха въ нижнемъ душникѣ, опредѣлилось въ разстояніи $10^5|_8$ дюйм. отъ наружнаго его отверстія. Въ этомъ мѣстѣ устанавливался анемометръ при производствѣ каждаго опыта, и ось крылатаго колеса его совпадала съ срединой поперечнаго сѣченія душника.

Степень точности произведенныхъ измѣреній количества тепла, выдѣленнаго печью, зависѣла отъ точности, съ которою производились измѣренія скоростей движенія воздуха въ нижнемъ душникѣ, а равно и отъ совокупности остальныхъ условій, соблюдавшихся при производствѣ опытовъ. Точность опредѣленія скоростей движенія воздуха въ нижнемъ душникѣ обусловливалась точностью показаній діаграммъ, составленныхъ для перехода отъ наблюдавшагося числа замыканій электрическаго тока при вращеніи крыла-

таго колеса анемометра, къ соотвѣтствующимъ имъ величинамъ скоростей движенія воздуха. Опредѣленія скоростей по діаграммамъ могли дѣлаться съ точностью до 0,5 метра въ минуту или 0,27 фута въ секунду.

Если принять во вниманіе, что среднія скорости движенія воздуха въ нижнемъ душникѣ за время опытовъ (I и IV каменнымъ углемъ) составляли 63,422 метра въ минуту, то погрѣшность въ отсчетахъ могла доходить въ среднемъ до 0,8%. Наибольшія величины погрѣшностей могли относиться къ промежуткамъ времени наблюденій, соотвѣтствующимъ началу и концу опыта, когда скорости движенія воздуха уменьшались до 2,238 фут. въ секунду, причемъ наибольшая погрѣшность могла доходить до 1,2%.

Въ какой степени совокупность всѣхъ случайныхъ отклоненій въ условіяхъ установленныхъ для производства каждаго опыта могла отразиться на результатахъ опредѣленія количества тепла, выведенныхъ изъ наблюденій по измѣренію скоростей движенія воздуха въ нижнемъ душникѣ, можно судить по сличенію разностей въ опредѣленіяхъ этого количества тепла, произведенныхъ за одно и то же время въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ, когда измѣренія скоростей въ верхнемъ душникѣ дѣлались однимъ и тѣмъ же анемометромъ. Данныя таблицы XVIII указываютъ, что наибольшее отклоненіе за время производства опытовъ топки печи каменнымъ углемъ было для II и III опытовъ въ +2,27% и 8,54%. При выводѣ средней величины количества тепла изъ четырехъ опытовъ, отклоненіе результата отъ истиннаго могло достигать до $\frac{8,54-2,27}{4}=1,57\%$. Такимъ же образомъ точность опредѣленій количества тепла, выдѣленнаго печью послѣ топки ея дровами, доходила до $\frac{2-1,94}{4}=1,5\%$ и послѣ топки ея антрацитомъ до $\frac{21,72-19,26}{2}=1,23\%$.

Въ таблицѣ XVIII показаны какъ абсолютныя количества этого тепла, опредѣленныя для каждаго опыта, такъ и отношенія ихъ къ количеству тепла, заключавшемуся въ

топливѣ, выдѣленному при его горѣніи, и къ количеству тепла, аккумулированному печью.

Изъ сравненія этихъ данныхъ усматривается, что отношеніе количества тепла, выдѣленнаго печью, для согрѣванія воздуха, двигавшагося въ кожухѣ, къ общему его количеству, заключавшемуся въ топливѣ, при условіи такой же степени нагрѣва печи въ началѣ и въ концѣ каждаго опыта, какая была установлена и для печи, устроенной въ Варшавѣ, въ среднемъ составляетъ:

а) изъ шести опытовъ согрѣванія печи каменнымъ углемъ . . . . . 0,4276.

б) изъ четырехъ опытовъ согрѣванія печи дровами . . . . . 0,5840.

в) и для двухъ опытовъ согрѣванія печи антрацитомъ. . . . . 0,5278.

Тѣ же величины при испытаніи печи, устроенной въ Варшавѣ, въ среднемъ опредѣлились при топкахъ печи:

а) каменнымъ углемъ 0,46945

б) дровами 0, 5591

Въ таблицѣ XVIII показаны среднія величины скоростей движенія воздуха въ пространствѣ, огражденномъ кожухомъ. Среднія величины этихъ скоростей опредѣлились для шести опытовъ топки печи каменнымъ углемъ въ 0,05131 фута въ секунду; для четырехъ опытовъ топки печи дровами 0,05934, и для двухъ топокъ антрацитомъ въ 0,0443 фута въ секунду.

Столь малыя величины этихъ скоростей движенія воздуха внутри пространства, огражденнаго стѣнками кожуха и стѣнками печи, указываютъ, что при такомъ условіи производства опытовъ, когда печь помѣщена была внутри кожуха, это обстоятельство не вызывало такого измѣненія въ скоростяхъ его движенія вдоль стѣнокъ печи, чтобы этимъ могла обусловливаться разница въ условіяхъ передачи тепла нагрѣтыми поверхностями печи, существовавшими при производствѣ опытовъ и имѣющимися при согрѣваніи комнатнаго воздуха при расположеніи печей въ жилыхъ помѣщеніяхъ.

Опредѣленіе количества тепла, передававшагося стѣнками кожуха. При производствѣ опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣлявшагося печью, послѣ согрѣванія ея во время четырехъ опытныхъ топокъ каменнымъ углемъ, четырехъ топокъ дровами и двухъ топокъ антрацитомъ, опредѣлялось только то количество тепла, которое расходовалось печью на согрѣваніе воздуха, двигавшагося внутри пространства, огражденнаго кожухомъ.

Для полученія данныхъ возможно близкихъ къ полному количеству тепла, выдѣляющемуся при остываніи печи, независимо отъ расхода тепла на согрѣваніе воздуха, двигавшагося въ пространствѣ, огражденномъ кожухомъ, во время производства двухъ дополнительныхъ топокъ печи V и VI каменнымъ углемъ, сдѣланы были измѣренія и того количества тепла, которое передавалось стѣнками кожуха.

При производствѣ этого отдѣла опытовъ были примѣнены тѣ же пріемы, которые выработаны были при производствѣ этого отдѣла опытовъ въ Варшавѣ. Они состояли въ томъ, что за время производства каждаго опыта, по прошествіи каждаго часа, опредѣлялась средняя температура наружной оболочки кожуха каждой изъ пяти его сторонъ и комнатнаго воздуха, находившагося около нихъ въ разстояніи около 0,5 фута.

По разности этихъ температуръ и извѣстной величинѣ коэффиціента передачи тепла обыкновеннымъ листовымъ желѣзомъ, составлявшимъ наружную оболочку кожуха, было вычислено количество тепла, передававшагося въ теченіе каждаго часа каждой изъ пяти сторонъ кожуха за все время производства опытовъ. Суммируя эти величины за все время продолженія опыта, получалось полное количество тепла, переданнаго стѣнками и потолкомъ кожуха.

Для производства этихъ наблюденій термометры были установлены на наружной поверхности кожуха для измѣренія степени нагрѣва этой поверхности, и близъ ея, для измѣренія температуры воздуха, окружавшаго кожухъ. Число тѣхъ и другихъ термометровъ было слѣдующее:

Стороны кожуха.	У наружной поверхности кожуха.	Для измѣренія температуры воздуха, окружавшаго кожухъ.
I	20	4
II	20	5
III	15	5
IV	15	5
V потолокъ.	8	4
Всего	78 +	23=101 термометръ.

Расположеніе термометровъ, установленныхъ на наружной оболочкѣ кожуха, показано на чертежѣ XXII.

Термометры установлены были надъ ванночками, сдѣланными изъ кровельнаго желѣза, которыя были прикрѣплены къ наружной оболочкѣ кожуха; въ нихъ была налита ртуть, въ которую погружены были шарики термометровъ.

При опредѣленіи количества тепла, передававшагося стѣнками кожуха, не была принята въ разсчетъ передача тепла чрезъ ту часть пола, на которой установлена была печь, заключавшаяся внутри стѣнокъ кожуха, вслѣдствіе того, что количество этого тепла не могло вліять на точность выводовъ о количествѣ тепла, выдѣленнаго печью, такъ какъ дно кожуха было составлено изъ 2-хъ дюймовыхъ досокъ, уложенныхъ поверхъ пола, состоявшаго изъ кирпичнаго свода со смазкой, покрытой слоемъ асфальта, почему передача тепла была весьма мала. Независимо отъ этого возможность передачи тепла дѣлалась незначительною и вслѣдствіе того, что опыты по передачѣ тепла стѣнками кожуха производились въ маѣ мѣсяцѣ, когда температура внутри помѣщенія, находившагося подъ опытною комнатой, отличалась въ среднемъ за время производства обоихъ опытовъ отъ температуры внутри опытной комнаты лишь на 3° Ц.

Величина коэффиціента передачи тепла Q'' въ часъ съ квадратнаго фута поверхности кожуха и на 1 градусъ разности температуръ этой поверхности и комнатнаго воздуха опредѣлена была слѣдующимъ разсчетомъ:

а) для вертикальныхъ стѣнокъ кожуха

$$Q'' = 0{,}479 + 0{,}6284 = 1{,}1074 \text{ ед. т.},$$

б) для потолка

$$Q'' = 0{,}4469 + 0{,}6284 = 1{,}0753 \text{ ед. т.},$$

гдѣ число 0,479 выражаетъ величину коэффиціента передачи тепла прикосновеніемъ для вертикальной стѣнки въ 11 фут. высотою, соотвѣтственно высотѣ стѣнокъ кожуха; число 0,4469 выражаетъ величину этого коэффиціента для горизонтальной плоскости, а 0,6284—величину коэффиціента передачи тепла лучеспусканіемъ кровельнымъ желѣзомъ, составлявшимъ наружную обшивку стѣнокъ кожуха.

Наблюденія за показаніями термометровъ во время производства опытовъ заносились въ особые журналы. Опредѣляемыя на основаніи этихъ данныхъ среднія величины показаній температуръ наружной оболочки кожуха и комнатнаго воздуха переносились въ особыя тетради, въ которыхъ дѣлались разсчеты количества тепла, передававшагося стѣнками кожуха, за каждый часъ производства опытовъ для каждой его стѣнки, и величины эти затѣмъ суммировались.

Кромѣ того опредѣленіе того же количества тепла, выдѣленнаго стѣнками кожуха, было сдѣлано въ зависимости отъ произведенныхъ наблюденій по разности среднихъ температуръ наружной оболочки кожуха и комнатнаго воздуха за все время производства опыта, и въ зависимости отъ средней величины коэффиціента передачи тепла, выведеннаго для всѣхъ пяти его сторонъ. Разница опредѣленій по обоимъ способамъ разсчетовъ составила 1,4%.

Въ графическихъ записяхъ журналовъ наблюденій, произведенныхъ въ теченіе этихъ двухъ опытовъ, изображены чертежемъ количество тепла, расходовавшагося нагрѣтою печью въ теченіе каждаго часа за все время производства опытовъ, для нагрѣванія воздуха, двигавшагося въ пространствѣ, огражденномъ кожухомъ, а равно и передававшагося стѣнками кожуха, какъ это видно на черт. XX, гдѣ показаны записи по опыту $^{V}/_{28}$. Въ верхней части этого чертежа, обозначенной цифрой I, выражены графически результаты

разсчетовъ количества тепла, выдѣленнаго въ теченіе часа опытовъ испытывавшеюся печью, для согрѣванія воздуха, двигавшагося внутри кожуха (верхняя линія) и переданнаго стѣнками кожуха (нижняя линія).

Руководствуясь вышеизложенными соображеніями объ исчисленіи количества выдѣленнаго печью тепла, какое соотвѣтствуетъ степени ея нагрѣва, опредѣляемой въ одномъ случаѣ разностью показаній температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ въ 10°, а во второмъ случаѣ при разности показаній этихъ температуръ, измѣнявшейся въ предѣлахъ отъ 6° до 7°, были сдѣланы и исчисленія количества тепла, передававшагося стѣнками кожуха для той и другой степени нагрѣва печи. Результаты этихъ опредѣленій помѣщены въ таблицѣ XVIII. Въ отдѣлѣ III этой таблицы перечислены условія, при которыхъ произведены были оба опыта V и VI, послѣ топки печи каменнымъ углемъ. Данныя эти указываютъ, что количество тепла, переданнаго стѣнками кожуха, опредѣленное какъ среднее изъ этихъ двухъ опытовъ, при той степени согрѣванія печи, которая опредѣляется разностью показаній температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ кожуха въ началѣ и концѣ наблюденій отъ 10 до 10,5 градусовъ, составляло 0,2134 отъ количества тепла, заключавшагося въ сожженомъ во время каждаго опыта топливѣ. Количество тепла, выдѣленнаго печью для нагрѣванія воздуха, двигавшагося внутри кожуха, составляло въ среднемъ изъ этихъ двухъ опытовъ V и VI—0,4375 отъ количества тепла, заключавшагося въ сожженомъ топливѣ. Сумма этихъ двухъ количествъ тепла, показывающая общее количество тепла, выдѣленнаго печью, составляла 0,6509 отъ количества его, заключавшаго въ сожженомъ топливѣ. Опредѣляя тѣ же величины за время производства этихъ опытовъ въ зависимости отъ степени нагрѣва печи, обусловленной разностью показаній температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ, въ началѣ и въ концѣ наблюденій, при измѣненіи ея въ предѣлахъ отъ 6,25 до 7,25°, наблюденномъ во время производства опытовъ V и VI топки печи, получимъ, что отношеніе

количества тепла, переданнаго стѣнками кожуха къ заключавшемуся въ топливѣ, составляетъ въ среднемъ 0,2340, а отношеніе количества тепла, затраченнаго на согрѣваніе воздуха, двигавшагося внутри пространства, огражденнаго стѣнками кожуха, къ количеству его, заключавшемуся въ топливѣ, составляло 0,4535. Отношеніе общаго количества тепла, выдѣленнаго печью, къ тому же количеству тепла, заключавшемуся въ сожженомъ топливѣ, или коэффиціентъ передачи тепла печью, опредѣляется въ 0,6875.

Сравнивая полученные результаты при той и другой степени нагрѣва печи, видимъ, что величины обоихъ коэффиціентовъ полезнаго ея дѣйствія по передачѣ тепла отличаются между собою лишь на 3,66%. При незначительной разности въ величинахъ этихъ коэффиціентовъ, она зависѣла главнымъ образомъ отъ количества тепла, расходовавшагося на согрѣваніе воздуха, двигавшагося внутри пространства, огражденнаго кожухомъ, такъ какъ разница въ опредѣленіяхъ количества тепла, передававшагося его стѣнками, составляла только 0,26%.

Во время производства опытовъ зимою 1894—1895 гг., имѣвшихъ цѣлью выяснить, имѣется ли разница въ количествѣ тепла, выдѣлявшагося печью, построенною въ Петербургѣ, при согрѣваніи ея эквивалентными количествами минеральныхъ топливъ и дровъ, сужденіе объ этой разницѣ въ количествѣ выдѣляемаго печью тепла дѣлалось на основаніи опредѣленія лишь того количества его, которое расходовалось печью на согрѣваніе воздуха, двигавшагося внутри пространства и огражденнаго стѣнками кожуха. Сравненіе полученныхъ результатовъ этихъ опредѣленій, которые приведены были выше, указало на существованіе этой разницы въ количествѣ тепла, выдѣляемаго печью послѣ согрѣванія ея различными топливами.

Чтобы выяснить болѣе точное отношеніе между полными количествами тепла, выдѣляемыми печью образца 1888 г., при согрѣваніи ея различными топливами, къ результатамъ опытовъ по опредѣленію количества тепла, расходовавшагося печью на согрѣваніе воздуха, двигавшагося внутри простран-

ства, огражденнаго стѣнками кожуха, прибавлено было и то количество тепла, которое должно было передаваться стѣнками кожуха. Эти данныя были опредѣлены помощью разсчетовъ, основанныхъ на выводахъ о количествѣ тепла, передававшагося стѣнками кожуха, при измѣреніи его во время производства дополнительныхъ опытовъ V и VI, при согрѣваніи этой печи каменнымъ углемъ.

Опыты эти показали, что въ среднемъ изъ данныхъ по опредѣленію количества тепла, переданнаго стѣнками кожуха, за время согрѣванія и остыванія печи, соотвѣтственно разности показаній температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ кожуха, измѣнявшейся въ предѣлахъ передъ началомъ опытовъ отъ 10 и 10,25° и въ концѣ опытовъ отъ 10,25 до 10,5° за время производства V и VI опытовъ въ теченіе 45-ти часовъ, стѣнками кожуха передавалось 33.017 ед. тепла.

По среднимъ величинамъ, выведеннымъ изъ этихъ опытовъ: времени, въ теченіе котораго продолжались наблюденія, и разности температуръ воздуха внутри кожуха, опредѣленной какъ средняя ариѳметическая изъ среднихъ величинъ температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ, и средней комнатной температуры, найдена была средняя величина коэффиціента передачи тепла стѣнками кожуха, которая, будучи отнесена къ общей поверхности пяти его сторонъ, выразила количество тепла, предававшагося 1 кв. футомъ поверхности кожуха въ 1 часъ при разности среднихъ температуръ воздуха, заключавшагося внутри пространства огражденнаго кажухомъ и въ комнатѣ, въ 1°. Этотъ коэффиціентъ передачи тепла опредѣлился въ 76,975 ед. тепла.

На основаніи этихъ данныхъ было вычислено количество тепла, которое предавалось стѣнками кожуха, во всѣхъ остальныхъ предъидущихъ опытахъ.

Съ этою цѣлью, для каждаго опыта, за время нагрѣванія и остыванія печи, опредѣлявшееся разностью показаній температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ, передъ началомъ и въ концѣ опыта въ 10°, была опредѣлена разность между средними температурами воздуха внутри

кожуха и комнатною температурой. Произведеніе изъ этихъ чиселъ на время, въ теченіе котораго продолжался опытъ, и на коэффиціентъ передачи тепла стѣнками кожуха (76,975 ед. тепла), выразило общее количество тепла, переданнаго стѣнками кожуха за время каждаго опыта.

Вычисленныя такимъ образомъ величины количества тепла, переданнаго стѣнками кожуха за время производства каждаго опыта, помѣщены въ отдѣлѣ IV таблицы XVIII.

Въ послѣдней графѣ отдѣла VI этой таблицы показано отношеніе этого количества тепла къ теплу, заключающемуся въ сожженомъ во время производства каждаго опыта количествѣ топлива.

Эти величины количества и отношенія его къ теплу, заключающемуся въ топливѣ, показаны также въ соотвѣтствующихъ графахъ отдѣла II таблицы XVIII, вмѣстѣ съ опредѣленіемъ общаго количества тепла, выдѣлявшагося печью за время производства опыта.

Основаніемъ къ примѣненію такого пріема для опредѣленія количества тепла, переданнаго стѣнками кожуха, послужили наблюденія, произведенныя во время 8-ми опытовъ по опредѣленію количества тепла, передававшагося стѣнками кожуха, въ которомъ была заключена печь, испытывавшаяся въ Варшавѣ.

Опыты эти указали на близость между собою величинъ количествъ тепла, передававшагося стѣнками кожуха во время производства каждаго изъ этихъ опытовъ.

Такъ какъ коэффиціентъ передачи тепла стѣнками кожуха выведенъ былъ при испытаніи печи, устроенной въ С.-Петербургѣ, непосредственно изъ данныхъ по производству двухъ опытовъ по измѣренію этого количества тепла, то количество его, какое могло бы передаваться стѣнками кожуха за время остыванія печи во время производства каждаго изъ остальныхъ опытовъ, могло зависѣть только отъ разности температуръ воздуха внутри пространства, огражденнаго кожухомъ, и воздуха, заключавшагося въ опытной комнатѣ.

Такъ какъ эти температуры весьма тщательно наблюдались во время производства опытовъ, то опредѣленіе коли-

чества тепла, выдѣляемаго наружными стѣнками кожуха, должно было дать количество его въ такой же степени близкое къ дѣйствительному, какое зависѣло отъ точности примѣненныхъ для этого пріемовъ по отношенію къ наблюденію за измѣненіями температуръ наружной оболочки кожуха и комнатнаго воздуха, а также и воздуха, входившаго въ нижній и выходившаго изъ верхняго душниковъ, устроенныхъ у стѣнокъ кожуха.

Для достиженія возможно большей точности въ этихъ наблюденіяхъ, всѣ термометры предварительно были свѣрены съ нормальнымъ, и наблюденія ими производились по прошествіи каждаго часа нѣсколькими наблюдателями одновременно, чтобы сократить время этихъ наблюденій и имѣть всѣ показанія температуръ отнесенными къ данному его моменту.

Результаты опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣленнаго печью послѣ согрѣванія ея эквивалентными количествами дровъ, каменнаго угля и антрацита. Измѣренія количества тепла, выдѣлявшагося печью послѣ согрѣванія ея во время шести опытныхъ топокъ каменнымъ углемъ, четырехъ топокъ дровами и двухъ топокъ антрацитомъ, произведенныя при такой степени нагрѣва печи въ началѣ и въ концѣ наблюденій, какая соотвѣтствуетъ разности температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ кожуха въ 10^0, и соотвѣтствуетъ такой же степени нагрѣва печи, какая была установлена во время испытанія голландской печи, устроенной въ г. Варшавѣ и опредѣленной въ зависимости отъ того условія, что при такой степени нагрѣва печи, испытывавшейся въ Петербургѣ, печь эта при дальнѣйшемъ остываніи не можетъ болѣе поддерживать средней температуры опытной комнаты, имѣвшейся въ г. Варшавѣ, въ $+ 17^1/_2{}^0$, — сгруппированы для обѣихъ испытывавшихся печей въ нижеслѣдующей таблицѣ Л.

Таблица Л.

Распредѣленіе тепла, заключавшагося въ топливѣ при согрѣваніи печи и при выдѣленіи его въ помѣщеніе.	Печь системы ген.-лейт. Войницкаго № 2 (образца 1888 г.).					Голландская печь г. Варшавы.	
	Среднія данныя изъ опытныхъ топокъ.						
	Каменнымъ углемъ.			Антрацитомъ.	Дровами.	Каменный уголь.	Дрова.
	I, II, III и IV.	V и VI.	I, II, III, IV, V и IV.	I и II.	I, II. III и IV.		
Количество тепла, заключавшагося въ топливѣ . . .	155.716	154.006	—	155.716	155.716	143.150	143.150
Количество тепла, аккумулированнаго печью	127.547	122.209	—	117.343	129.093	123.177	133.647
Отношеніе вредныхъ потерь тепла къ количеству тепла, заключавшемуся въ топливѣ. — От несовершенства горѣнія	0,1005	0,088	—	0,1045	0,048	0,0928	0,0030
Отношеніе вредныхъ потерь тепла къ количеству тепла, заключавшемуся въ топливѣ. — Потеря тепла въ дымовую трубу	0,0790	0,1175	—	0,149	0,121	0,0460	0,0630
Сумма.	0,1795	0,2055	—	0,2535	0,169	0,1388	0,0660
Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія по поглощенію тепла печью.	0,8205	0,793	—	0,755	0,831	0,8612	0,9340
Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи по передачѣ (выдѣленію) тепла печью	0,63701	0,6509 0,6875 (*)	0,6416	0,7514	0,8115 0,8469 (*)	0,6373	0,7456

Примѣчаніе. Цифры, обозначенныя значкомъ (*), выражаютъ количество тепла, выдѣленнаго печью при той степени ея нагрѣва и въ началѣ и концѣ опытовъ, какая соотвѣтствуетъ разности температуръ воздуха въ верхнемъ и нижнемъ душникѣ отъ 6,25 до 7,25, т. е. когда печь не можетъ поддерживать температуры комнаты, въ которой она была установлена въ Петербургѣ, въ $+17^1/_2{}^0$. Эти цифры выражаютъ величину коэффиціента полезнаго дѣйствія печи по выдѣленію тепла для согрѣванія этого помѣщенія.

Данныя этой таблицы указываютъ, что:

а) *По отношенію* къ количеству тепла, выдѣлявшемуся печью при согрѣваніи ея эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля:

1) Управленіе горѣніемъ топлива въ печи, испытывавшейся въ Петербургѣ (образца 1888 г.), велось такимъ образомъ, чтобы вредныя потери тепла отъ несовершенства горѣнія были уменьшены въ такой степени, на сколько это обусловливалось свойствами каждаго изъ сожигавшихся топливъ.

2) Потеря тепла въ дымовую трубу при сожиганіи каменнаго угля уменьшена была до возможнаго минимума, зависѣвшаго какъ отъ условій, сопровождавшихъ горѣніе этого сорта топлива, такъ и отъ той степени утилизаціи тепла, развившагося при его горѣніи, какая обусловливалась конструкціею печи.

3) При сожиганіи дровъ управленіе горѣніемъ велось такимъ образомъ, чтобы, при наименьшихъ потеряхъ тепла отъ несовершенства горѣнія, обусловленныхъ свойствами этого топлива, въ среднемъ при всѣхъ топкахъ, по возможности уравнять сумму вредныхъ потерь тепла съ величиною ихъ, полученною при топкахъ печи каменнымъ углемъ, дабы этимъ достигнуть одинаковой величины коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія печи по поглощенію тепла при топкахъ ея обоими топливами, и тѣмъ нагляднѣе выяснить разницу въ степени передачи тепла печью послѣ топки ея дровами и каменнымъ углемъ, при одинаковыхъ величинахъ количества тепла, поглощаемаго печью при сожиганіи обоихъ сортовъ топлива.

4) Сообразно съ этими условіями, при горѣніи каменнаго угля притокъ воздуха къ топливу, въ среднемъ за все время топки печи, измѣнялся въ предѣлахъ отъ 1,73 до 2,63 противъ теоретически необходимаго. Средняя величина потери тепла въ дымовую трубу для опытовъ отъ I до IV составила 7,9%, а для V и VI—II 75% отъ количества тепла, заключавшагося въ сожженомъ топливѣ. При топкѣ печи дровами, при относительномъ впускѣ воздуха, измѣнявшемся въ предѣлахъ отъ 1,83 до 3,07 противъ теоретически необходимаго, средняя потеря тепла въ дымовую трубу составила 12,1% отъ количества его, заключавшагося въ сожженомъ топливѣ.

5) Независимо отъ малыхъ величинъ этихъ потерь тепла, наблюдавшихся при сожиганіи обоего вида топливъ, онѣ указываютъ, что управленіе горѣніемъ велось такимъ образомъ, что поглощалось печью сравнительно большее количество тепла, развиваемаго при горѣніи каменнаго угля, чѣмъ при горѣніи дровъ, такъ какъ потеря тепла въ дымовую трубу была менѣе при сожженіи каменнаго угля чѣмъ при горѣніи дровъ.

Сравнивая сумму вредныхъ потерь тепла, полученную въ среднемъ изъ четырехъ опытныхъ топокъ каменнымъ углемъ I—IV, съ такою же потерею тепла, достигнутою при четырехъ топкахъ I—IV дровами, видимъ, что онѣ почти равны между собою, отличаясь лишь на 1%, и сообразно съ этимъ получились почти одинаковыя величины коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія печи по поглощенію ею тепла, которыя составляли для каменнаго угля 82,05% и для дровъ 83,1% отъ количества тепла, заключающагося въ сожженомъ топливѣ. Сближеніе величинъ суммы вредныхъ потерь тепла при различныхъ величинахъ потерь его въ дымовую трубу произошло вслѣдствіе разницы въ величинахъ коэффиціентовъ совершенства горѣнія обоихъ топливъ, которыя въ среднемъ опредѣлились для четырехъ топокъ дровами въ 4,8%, а для четырехъ топокъ каменнымъ углемъ въ 10,05% и для опытовъ V и VI каменнымъ углемъ составили 8,8%.

Эта разница въ степени совершенства горѣнія обоихъ топливъ при надлежащей полнотѣ процесса горѣнія, усматриваемой изъ результатовъ анализа дыма, приведенныхъ въ первомъ отдѣлѣ таблицы XVIII, зависѣла отъ свойствъ каждаго изъ сожигавшихся топливъ. Разница эта обусловливалась, въ значительной мѣрѣ, количествами несгоравшаго топлива, остававшагося въ видѣ кокса. При горѣніи каменнаго угля его получалось отъ 1,78 до 3,35%, тогда какъ при сожиганіи дровъ количество несгоравшаго кокса составляло лишь 0,17% отъ вѣса сожженаго топлива.

Эта разница не зависѣла отъ способа сожиганія топлива, такъ какъ процессъ горѣнія велся одинаково тщательно и наблюдалось, чтобы какъ то, такъ и другое топливо прогорало по возможности безъ остатка.

6) Сравненіе результатовъ, полученныхъ по измѣренію количества тепла, выдѣленнаго печью образца 1888 г. послѣ топки ея каменнымъ углемъ и дровами, указываетъ, что въ перомъ случаѣ выдѣляется тепла менѣе чѣмъ во второмъ. Выражая количество тепла въ процентахъ отъ заключавшагося въ топливѣ, видимъ, что количество его, выдѣлявшееся печью послѣ топки ея каменнымъ углемъ, измѣнялось отъ 63,701% до 65,09% и не зависѣло отъ размѣра тепла, аккумулированнаго печью, при измѣненіи этого количества тепла въ предѣлахъ отъ 82,05%, опредѣлившихся для опытныхъ топокъ I—IV, до 79,3%, соотвѣтствующихъ V и VI опытнымъ топкамъ. Послѣ топки печи дровами количество выдѣлявшагося тепла составляло 81,15%, въ то время когда аккумулировано было печью 83,1%, т. е. выдѣлялось почти полное количество аккумулированнаго печью тепла.

Преимущество въ степени выдѣленія печью тепла послѣ согрѣванія ея дровами по сравненію съ количествомъ его, выдѣляемымъ послѣ топки ея каменнымъ углемъ, составляетъ 18,15 — 65,09 = 16,96%. Такъ какъ количество тепла, выдѣляемое печью, зависитъ отъ степени, до которой она нагрѣта передъ началомъ и концомъ наблюденій, устанавливаемой въ зависимости отъ того требованія, чтобы печь могла

поддерживать опредѣленную температуру того помѣщенія, въ которомъ она установлена, то, опредѣляя величину коэффиціента полезнаго дѣйствія печи въ зависимости отъ этого требованія по отношенію къ размѣру помѣщенія, въ которомъ она была установлена въ Петербургѣ, коэффиціентъ передачи тепла печью образца 1888 г. при топкѣ ея каменнымъ углемъ можетъ увеличиться до 0,6875, а при топкѣ дровами до 0,8469.

7) Сравнивая количество тепла, выдѣлявшагося печами: системы генералъ-лейтенанта Войницкаго (образца 1888 г.) и голландской, устройства практикуемаго въ Варшавѣ, видимъ, что преимущество конструкціи первой изъ этихъ печей особенно выражается при топкѣ ея дровами, такъ какъ при этомъ выдѣляется 81,15% отъ количества тепла, заключавшагося въ сожженомъ топливѣ, тогда какъ въ голландской печи выдѣлялось лишь 74,56% отъ количества тепла, которымъ печь была согрѣта.

Преимущество конструкціи печи системы генералъ-лейтенанта Войницкаго по сравненію съ печью голландской, испытывавшейся въ Варшавѣ, выражается въ меньшей степени при топкѣ обѣихъ печей каменнымъ углемъ, такъ какъ первая изъ этихъ печей выдѣляла 64,16%, а вторая 63,76% отъ количества тепла, заключавшагося въ сожженомъ топливѣ.

б) Сравнивая результаты опредѣленія количества тепла, выдѣленнаго печью образца 1888 г., испытывавшагося въ Петербургѣ послѣ согрѣванія эквивалентными количествами дровъ и антрацита, видимъ, что особенность сгоранія антрацита выразилась въ большемъ количествѣ вредныхъ потерь тепла, сопровождающихъ его горѣніе.

1) Сумма вредныхъ потерь составила въ среднемъ изъ двухъ топокъ 25,35% отъ количества тепла, заключавшагося въ сгорѣвшемъ топливѣ. Она обусловливалась нѣсколько большею потерей тепла чрезъ дымовую трубу, составлявшей 14,9%, соотвѣтственно сравнительно большему притоку воздуха, требовавшемуся для поддержанія горѣнія антрацита, впускъ котораго измѣнялся въ предѣлахъ отъ 2,16 до 2,45

болѣе противъ теоретически необходимаго для горѣнія антрацита. При горѣніи дровъ эта потеря тепла составляла 12,1%, а при горѣніи каменнаго угля отъ 7,9 до 11,75% отъ количества тепла, заключавшагося въ топливѣ.

Въ большей степени вредныя потери тепла при горѣніи антрацита зависѣли отъ бо́льшаго количества несгорѣвшаго антрацита, остававшагося на рѣшеткѣ, вслѣдствіе преждевременнаго его потуханія. Дожечь этотъ остатокъ, подобно тому какъ это дѣлалось при горѣніи каменнаго угля и дровъ, не представлялось возможнымъ. Количество несгорѣвшихъ частей антрацита въ среднемъ изъ двухъ опытныхъ топокъ составило 8,56% отъ вѣса его, закладывавшагося въ топку. Вслѣдствіе этихъ причинъ вредныя потери тепла отъ несовершенства горѣнія антрацита опредѣлились въ 10,45%, тогда какъ для дровъ онѣ были 4,8%, а для каменнаго угля отъ 8,8 до 10%.

Сообразно съ величинами вредныхъ потерь тепла, коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи по поглощенію тепла при топкѣ ея антрацитомъ опредѣлился въ 0,755, въ то время какъ для каменнаго угля онъ составлялъ 0,8205 и для дровъ 0,831.

2) Опыты показали, что независимо отъ сравнительно меньшаго количества тепла, аккумулированнаго печью, условія, въ которыхъ происходитъ горѣніе антрацита, въ такой степени вліяли на согрѣваніе печи, что количество тепла выдѣленнаго ею, при исчисленіи его въ тѣхъ же предѣлахъ начальной и конечной степени нагрѣва печи, какіе установлены были для опредѣленія количества тепла, выдѣлявшагося печью послѣ согрѣванія ея каменнымъ углемъ и дровами, т. е. когда разность показаній температуръ воздуха въ верхнемъ и въ нижнемъ душникахъ установленныхъ у кожуха въ началѣ и въ концѣ опыта составляла 10°, получилось бо́льшимъ чѣмъ при согрѣваніи печи каменнымъ углемъ, но меньшимъ чѣмъ при согрѣваніи ея дровами.

Такъ, коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи по передачѣ тепла послѣ согрѣванія ея антрацитомъ опредѣлился въ 0,7514, тогда какъ для каменнаго угля онъ составлялъ 0,6416 и для дровъ 0,8115.

в) Если сравнить коэффиціенты полезнаго дѣйствія печи образца 1888 г. по поглощенію ею тепла, какъ они опредѣлились на основаніи результатовъ анализа дыма, съ коэффиціентами полезнаго ея дѣйствія по выдѣленію ею тепла, получившимися какъ результатъ измѣренія количества его помощью вышеописанныхъ пріемовъ, то усматривается, что при согрѣваніи печи антрацитомъ и дровами выдѣлялось почти полное количество тепла, поглощеннаго печью, а именно при коэффиціентахъ поглощенія тепла для антрацита въ 0,755 и для дровъ 0,831 коэффиціенты выдѣленія тепла соотвѣтственно опредѣлились: для антрацита въ 0,7514 и для дровъ 0,8115.

Иное явленіе наблюдалось при согрѣваніи печи каменнымъ углемъ. Принимая результаты первыхъ четырехъ топокъ каменнымъ углемъ, когда условія производства опытовъ во всемъ соотвѣтствовали такимъ же, бывшимъ и при изслѣдованіи согрѣванія и выдѣленія тепла при топкѣ печи антрацитомъ и дровами, видимъ, что при коэффиціентѣ полезнаго дѣйствія печи по поглощенію тепла при топкѣ ея каменнымъ углемъ въ 0,8205 коэффиціентъ полезнаго ея дѣйствія по выдѣленію тепла составлялъ 0,63701 отъ количества тепла, заключавшагося въ сожженомъ каменномъ углѣ.

г) Сравнивая такія же величины коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія по поглощенію и по выдѣленію тепла голландскою печью устройства употребляющагося въ Варшавѣ, видимъ, что замѣчается бóльшая разница между количествомъ тепла, воспринятаго печью и выдѣленнаго ею при топкѣ ея дровами, чѣмъ при топкѣ каменнымъ углемъ, а именно: превышеніе количества поглощеннаго печью тепла надъ выдѣленнымъ составляетъ при согрѣваніи печи дровами 0,934—0,7456=0,1884, тогда какъ при топкѣ ея каменнымъ углемъ оно равно 0,8612—0,6375=0,1237.

Такъ какъ обѣ печи, какъ устроенная въ Петербургѣ, такъ и въ Варшавѣ, отапливались такими количествами топлива, которыя по числу заключавшихся въ нихъ единицъ тепла пропорціональны были поверхностямъ печей, выдѣ-

лявшимъ тепло, и количество тепла, выдѣленное печами, опредѣлено при однѣхъ и тѣхъ же разностяхъ показаній температуръ воздуха въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ, устроенныхъ у кожуховъ, въ которыхъ печи были помѣщены, то является возможность сравнить величины коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія по передачѣ тепла обоихъ типовъ печей. Величина этого коэффиціента хотя и опредѣлилась большею для печи устроенной въ Петербургѣ, чѣмъ для печи голландской, при топкѣ обѣихъ печей каменнымъ углемъ, но превышеніе это, составляющее 0,6416—0,63735=0,0146, не выходитъ изъ предѣловъ точности производства опытовъ. Значительно бо́льшая разница въ величинахъ этихъ коэффиціентовъ соотвѣтствуетъ опытамъ топки печи дровами. Въ то время когда печь, устроенная въ Петербургѣ, выдѣляла 81,15%, голландская печь могла выдѣлить лишь 74,56% отъ количества тепла, заключавшагося въ сожженомъ топливѣ.

Не выходя изъ предѣловъ точности, соотвѣтствующей пріемамъ, примѣнявшимся при производствѣ опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣлявшагося обѣими печами, можно принять, что при согрѣваніи печи образца 1888 г., устроенной въ Петербургѣ, антрацитомъ выдѣляется такое же количество тепла, какъ и при согрѣваніи голландской печи дровами, такъ какъ величины коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія по передачѣ тепла печами опредѣлились соотвѣтственно въ 0,7514 и въ 0,7456.

Наблюденія надъ степенью согрѣванія печи при топкѣ ея дровами и каменнымъ углемъ. Чтобы опредѣлить, на сколько наблюденная разница въ степени выдѣленія тепла печью, устроенною въ С.-Петербургѣ, послѣ согрѣванія ея дровами и каменнымъ углемъ, соотвѣтствуетъ различной степени согрѣванія печи при сожиганіи обоихъ топливъ, по окончаніи вышеописанныхъ опытовъ, подобно тому какъ это было сдѣлано и съ голландскою печью, построенною въ Варшавѣ, по снятіи кожуха въ которомъ опытная печь была помѣщена, сдѣланы были двѣ дополнительныя топки ея: одна—дровами, а другая—каменнымъ углемъ, и во время горѣнія этихъ топливъ произведены были наблюденія надъ температурою

продуктовъ горѣнія, двигавшихся во всѣхъ шести опускныхъ дымоходахъ печи, и опредѣлены были скорости ихъ движенія, а также сдѣланы измѣренія температуръ наружныхъ оболочекъ печи, пока онѣ не достигли максимума ихъ величинъ.

Во время этихъ наблюденій сожигалось такое вѣсовое количество дровъ и ньюкастльскаго каменнаго угля, какое соотвѣтствовало содержанію въ каждой порціи сгоравшаго топлива 155.716 единицъ тепла, т. е. такого количества единицъ тепла, какое заключалось въ топливѣ во время производства топокъ печи при опытахъ по измѣренію количества выдѣляемаго печью тепла послѣ согрѣванія ея различнаго рода топливами.

Для производства этого отдѣла опытовъ, на высотѣ 2 арш. отъ низа печи (черт. XVII, разрѣзы по № 1 и по № 3) въ каждомъ изъ трехъ опускныхъ каналовъ, имѣвшихся съ обѣихъ сторонъ ея, были задѣланы по одному термометру съ дѣленіями до 400° Ц. При установкѣ термометровъ наблюдалось, чтобы шарики ихъ находились посрединѣ поперечнаго сѣченія каждаго дымохода. Такимъ же образомъ былъ установленъ и 2-й рядъ термометровъ, на 14 вершк. ниже перваго ряда (положеніе термометровъ обозначено на чертежѣ буквою а).

Наблюденія состояли въ томъ, что черезъ каждыя 5 минутъ во все время горѣнія топлива записывались показанія каждаго термометра.

Соотвѣтственно наблюденнымъ температурамъ сдѣланы были вычисленія скорости движенія продуктовъ горѣнія въ каждомъ изъ шести дымоходовъ черезъ каждыя 5 минутъ за все время горѣнія топлива.

Скорости движенія продуктовъ горѣнія по дымоходамъ вычислялись по фортулѣ (r), такой же, какая примѣнялась для производства такихъ же наблюденій надъ печью, устроенной въ Варшавѣ и описанной выше.

Перемѣнная величина въ этой формулѣ—температура T продуктовъ горѣнія—опредѣлялась изъ непосредственныхъ наблюденій.

Величины температуръ продуктовъ горѣнія, наблюдавшіяся

въ шести опускныхъ каналахъ при топкѣ печи дровами и каменнымъ углемъ, опредѣлявшіяся по верхнему ряду установленныхъ въ нихъ термометровъ, выражены графически въ шести отдѣльныхъ фигурахъ, помѣщенныхъ на черт. XXIII (а). Наблюденія надъ показаніями температуръ продуктовъ горѣнія въ тѣхъ же дымоходахъ, сдѣланныя по нижнему ряду термометровъ, при топкѣ печи дровами и каменнымъ углемъ, выражены графически въ шести отдѣльныхъ фигурахъ, показанныхъ на черт. XXIII (б).

Въ каждой изъ этихъ шести фигуръ помѣщены наблюденія, произведенныя по показаніямъ каждаго изъ термометровъ, установленныхъ въ соотвѣтствующемъ каналѣ, и изображены среднія величины температуръ продуктовъ горѣнія, опредѣленныя по показаніямъ этихъ температуръ въ каждомъ каналѣ за время горѣнія дровъ и каменнаго угля.

Кромѣ того на чертежѣ XXIII (а) выражены графически измѣненія скоростей движенія продуктовъ горѣнія въ каждомъ изъ дымоходовъ, какъ онѣ опредѣлялись черезъ каждыя 5 минутъ за все время горѣнія топлива, и изображены также среднія величины этихъ скоростей, опредѣленныя за тотъ же промежутокъ времени.

Данныя тѣхъ же наблюденій, соотвѣтствующія мѣсту установки термометра въ патрубкѣ, соединявшимъ печь съ дымовою трубой, показаны въ седьмой фиг., изъ числа имѣющихся на черт. XXIII (б).

Условія, сопровождавшія горѣніе топлива во время производства этихъ двухъ топокъ, и распредѣленіе выдѣленнаго ими тепла, опредѣленныя на основаніи результатовъ анализа средней порціи дыма, собраннаго за время каждой топки, приведены въ слѣдующей таблицѣ М.

Таблица М.

Условія, сопровождавшія горѣнія топлива, и распредѣленіе тепла, опредѣленныя на основаніи результатовъ анализа дыма.	№№ топокъ.	
	vi/25 каменнымъ углемъ.	v/25 дровами.
Количество тепла, заключавшагося въ сожженомъ топливѣ	155.716	155.716
Вѣсъ сожигавшагося топлива. . . . въ фунт.	21,81	40,31
Вѣсъ оставшейся послѣ горѣнія золы съ коксомъ . . . . . »	1,07	0,06
На одинъ фунтъ топлива } золы . . . »	0,02066	0,0010
На одинъ фунтъ топлива } кокса . . . »	0,02842	0,0005
Время горѣнія топлива . . . . . часовъ	2	1,66
Содержаніе въ дымѣ по объему:		
Углекислоты (CO^2)	9,1	10,9
Кислорода (O)	6,3	6,8
Окиси углерода (CO)	1,3	0,8
Паровъ воды (H^2O)	4,62	1,04
Азота (N) и остальныхъ продуктовъ гор.	78,68	80,36
	100,00	100,00
Средняя температура дыма въ трубѣ, Ц°.	109°	207°
На 1 фунтъ топлива при 0° и 760 давленія ртутн. столба. } Объемъ впущен. воздуха . куб. фут.	186,74	95,35
На 1 фунтъ топлива при 0° и 760 давленія ртутн. столба. } Теоретически необходимый объемъ воздуха для горѣнія . . куб. фут.	110,48	53.11
На 1 фунтъ топлива при 0° и 760 давленія ртутн. столба. } Относительный впускъ воздуха . . .	1,69	1,87
На 1 фунтъ топлива при 0° и 760 давленія ртутн. столба. } Вѣсъ впущеннаго воздуха . . .	16,69	8,883
На 1 фунтъ топлива при 0° и 760 давленія ртутн. столба. } Полный объемъ продукт. горѣн., куб. ф.	194,06	105,61
Коэффиціенты:		
Совершенства горѣнія	0,930	0,956
Потери тепла отъ несовершенства горѣнія . . .	0,070	0,044
Потери тепла черезъ дымовую трубу	0,048	0,112
Общихъ вредныхъ потерь тепла	0,118	0,156
Полезнаго дѣйствія печи по поглощ. тепла . . .	0,882	0,844
Средняя температура горѣнія топлива Ц°. . .	1237°	1276°
Сгорало на 1 кв. футѣ рѣшетки въ 1 часъ, фунт.	11,58	33,45

Эти данныя указываютъ, что впускъ воздуха во время топки печи каменнымъ углемъ превосходилъ теоретически необходимый въ 1,69 раза. Это превышеніе было меньше чѣмъ во время опытныхъ топокъ печи, вслѣдствіе того что эти дополнительные опыты дѣлались въ маѣ мѣсяцѣ, когда

температура наружнаго воздуха была выше набюдавшейся зимою, во время производства опытныхъ топокъ, чѣмъ обусловливалась менѣе энергичная тяга и соотвѣтственно меньшій притокъ воздуха къ топливу. Сообразно съ меньшимъ притокомъ воздуха къ топливу вредныя потери тепла составляли: отъ несовершенства горѣнія 7% и въ дымовую трубу 4,8%, и сумма ихъ опредѣлилась въ 11,8% отъ количества тепла, заключавшагося въ топливѣ.

Сообразно съ этимъ коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи по поглощенію тепла опредѣлился въ 0,882, которому соотвѣтствуютъ 137.408 единицъ тепла, аккумулированныхъ печью.

Управленіе топкою при сожиганіи дровъ велось такимъ образомъ, чтобы сдѣлать сумму вредныхъ потерь тепла возможно одинаковою съ наблюдавшейся при топкѣ печи каменнымъ углемъ. Сообразно съ этимъ, впускъ воздуха превосходилъ теоретически необходимый для горѣнія дровъ въ 1,87 раза. Вредныя потери тепла составляли: отъ несовершенства горѣнія 4,4% и въ дымовую трубу 11,2%, а сумма ихъ составляла 15,6% отъ количества тепла, заключавшагося въ топливѣ. Вредныя потери тепла превосходили наблюденныя при топкѣ печи каменнымъ углемъ на 15,6—11,8=3,8%. Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи по поглощенію тепла опредѣлился въ 0,844, и печью было аккумулировано 131.434 единицы тепла.

Это количество тепла было менѣе поглощеннаго печью при топкѣ каменнымъ углемъ на 5.974 единицы. Въ зависимости отъ болѣе совершеннаго горѣнія дровъ, по сравненію съ каменнымъ углемъ, количество тепла, развитаго горѣніемъ дровъ, составляло 148.921 единицу, тогда какъ при сожиганіи каменнаго угля оно опредѣлилось въ 144.818 единицъ, т. е. при сожиганіи дровъ выдѣлилось на 4.103 единицы тепла болѣе чѣмъ при горѣніи каменнаго угля.

Среднія температуры горѣнія топлива, вычисленныя на основаніи результатовъ анализа дыма, опредѣлились при топкѣ дровами въ 1.267°, а при топки каменнымъ углемъ въ 1.237°.

Сравненіе среднихъ величинъ температуръ дыма въ каналахъ, опредѣленныхъ по показаніямъ верхняго и нижняго ряда термометровъ за время горѣнія дровъ и каменнаго угля, указываетъ, что превышеніе этихъ величинъ температуръ при топкѣ печи дровами надъ такими же опредѣленными при топкѣ печи каменнымъ углемъ для разныхъ каналовъ не одинаковы, какъ это видно изъ слѣдующей таблицы, гдѣ показаны среднія величины температуръ и превышенія ихъ, выведенныя изъ наблюденій въ однихъ и тѣхъ же каналахъ при горѣніи дровъ и каменнаго угля, которыя выражены въ процентахъ отъ величинъ температуръ, наблюденныхъ при горѣніи каменнаго угля.

Таблица Н.

ЗА ВРЕМЯ ТОПКИ ПЕЧИ.	Среднія величины температуръ продуктовъ горѣнія по показаніямъ:													
	верхняго ряда термометровъ.							нижняго ряда термометровъ.						
	Въ каналахъ.													
	I прав.	I лѣв.	II прав.	II лѣв.	III прав	III лѣв.	Патрубокъ.	I прав.	I лѣв.	II прав.	II лѣв.	III прав.	III лѣв.	Патрубокъ.
	Градусы.							Цельсія.						
Сосновыми дровами	377,2	356,5	259,6	251,2	275,1	283,5	207	195,7	185,2	254,2	207	173,2	—	—
Ньюкастльскимъ каменнымъ углемъ	231,2	255,6	193,8	181,4	177,4	177,5	109	117	136,9	148	134,1	109	159	—
	Проценты.													
Превышеніе среднихъ температуръ при горѣніи дровъ надъ температурами при горѣніи каменнаго угля въ процентахъ отъ величинъ температуръ, наблюденныхъ при горѣніи каменнаго угля	63	39	34	38	56	60	90	67	35	71	54	58	—	—

Среднія величины температуръ дыма, выведенныя для трехъ опускныхъ каналовъ, расположенныхъ по правую и по лѣвую сторону печи, по показаніямъ среднихъ температуръ дыма, наблюденныхъ по верхнему ряду термометровъ, за время горѣнія дровъ и каменнаго угля, указываютъ, что въ первомъ случаѣ для правой стороны печи она опредѣлилась въ 298,5°, а для лѣвой стороны печи въ 298,9°. Во второмъ случаѣ, при топкѣ каменнымъ углемъ, для правой половины печи она составляетъ 204,8, а для лѣвой 199,2. Данныя эти указываютъ на весьма равномѣрное нагрѣваніе обѣихъ сторонъ печи продуктами горѣнія, двигающимися по отпускнымъ дымоходамъ, причемъ болѣе равномѣрное согрѣваніе печи наблюдалось при топкѣ ея дрорами, чѣмъ при топкѣ каменнымъ углемъ.

Сообразно съ болѣе высокою температурой продуктовъ горѣнія, а также и въ зависимости отъ остальныхъ данныхъ, обусловливающихъ разницу въ ихъ объемахъ при горѣніи дровъ и каменнаго угля въ одномъ и томъ же приборѣ, скорости движенія ихъ по дымоходамъ за все время топки печи дровами и во всѣхъ трехъ каналахъ были больше скоростей, наблюдавшихся при горѣніи каменнаго угля.

Среднія величины этихъ скоростей во время горѣнія обоихъ топливъ получились:

Въ каналахъ:

	I пр.	I лѣв.	II пр.	II лѣв.	III пр.	III лѣв.	въ	
а) при топкѣ дровами . .	1,816	1,758	1,488	1,467	1,531	1,557	2,24	фут. въ 1 секунду.
б) при топкѣ каменнымъ углемъ	0,86	0,901	0,796	0,775	0,768	0,763	1,13	
Превышеніе среднихъ скоростей движенія газовъ въ каналахъ, при топкѣ дровами, надъ средними скоростями ихъ движенія при горѣніи каменнаго угля, выраженныя въ % отъ этихъ послѣднихъ скоростей	111%	95%	88%	92%	99%	104%	98%	

Горѣніе дровъ продолжалось 1,66, а каменнаго угля 2,58 часа.

Сопоставленіе величинъ температуръ и скоростей движенія продуктовъ горѣнія по опускнымъ каналамъ печи и въ патрубкѣ указываетъ, что превышеніе температуръ, наблюдавшихся при горѣніи дровъ, надъ температурами дыма, получавшимся при горѣніи каменнаго угля, составляло для разныхъ каналовъ отъ 34% до 90%, а скорости движенія дыма при горѣніи дровъ были почти вдвое больше.

Имѣя это въ виду, а равно и меньшую продолжительность горѣнія дровъ чѣмъ каменнаго угля, слѣдуетъ заключить, что распредѣленіе тепла, выдѣленнаго при горѣніи топлива, по составнымъ частямъ печи и нагрѣваніе стѣнокъ ея дымоходовъ происходитъ въ меньшій промежутокъ времени и достигаетъ большей степени нагрѣва при топкѣ печи дровами, чѣмъ при согрѣваніи ея каменнымъ углемъ.

Чтобы прослѣдить, на сколько эти явленія отразились на температурѣ наружныхъ поверхностей печи, къ этимъ поверхностямъ, въ мѣстахъ соотвѣтствующихъ установокъ верхняго ряда термометровъ, по которымъ дѣлались вышеприведенныя наблюденія температуръ продуктовъ горѣнія въ дымоходахъ, были прикрѣплены ванночки изъ кровельнаго желѣза, наполненныя ртутью, и въ нихъ погружены были шарики ртутныхъ термометровъ, показанія которыхъ записывались черезъ каждые $^1/_4$ часа въ продолженіе $7^1|_2$ часовъ отъ начала топки.

Результаты этихъ наблюденій изображены на чертежѣ XXIII (а).

Кривыя, выражающія измѣненія температуръ наружныхъ оболочекъ печи при согрѣваніи ея дровами, показаны сочетаніемъ зеленой и красной, а при согрѣваніи ея каменнымъ углемъ—сочетаніемъ красной и черной красокъ.

Сравненіе этихъ кривыхъ, составленныхъ для каждаго изъ 6-ти мѣстъ установки термометровъ, указываетъ, что температуры наружныхъ оболочекъ печи, сравниваемыя въ одинаковые промежутки времени отъ начала затопки печи, получились при согрѣваніи печи дровами отъ 20 до 30%

выше таковыхъ, наблюдавшихся при согрѣваніи ея каменнымъ углемъ.

Точно также, въ то время, когда наибольшія температуры наружныхъ оболочекъ печи, послѣ топки ея дровами, наблюдались по прошествіи $2^1/_2$ часовъ послѣ ея затопки и измѣнялись, для различныхъ мѣстъ ея наружной поверхности, въ предѣлахъ отъ 49,5° до 59°, наибольшее согрѣваніе тѣхъ же ея мѣстъ, послѣ топки печи каменнымъ углемъ, достигало только до 47° и 55° Ц. и лишь по прошествіи около 4-хъ часовъ отъ начала затопки печи.

Результаты наблюденій надъ явленіями, происходящими внутри печи, при топкѣ ея дровами и каменнымъ углемъ, а равно и надъ степенью согрѣванія наружныхъ ея поверхностей, служатъ существеннымъ дополненіемъ къ вышеописаннымъ опытамъ по измѣренію количества тепла, выдѣлявшагося печью послѣ согрѣванія ея эквивалентными количествами этихъ топливъ и могутъ пояснить ту разницу, какая получалась при измѣреніи количествъ тепла, выдѣленнаго печью послѣ согрѣванія ея каменнымъ углемъ и дровами.

Оцѣнка результатовъ опытовъ по опредѣленію различной степени согрѣванія печей и количества выдѣляемаго ими тепла, послѣ топки ихъ дровами и каменнымъ углемъ. Опыты, произведенные съ цѣлью измѣренія количества тепла, выдѣляющагося послѣ согрѣванія печей: голландской и образца 1888 г. дровами и каменнымъ углемъ, и кромѣ того послѣ согрѣванія послѣдняго образца печи и антрацитомъ, въ связи съ наблюденіями надъ температурами продуктовъ горѣнія въ дымоходахъ, скоростями ихъ движенія и степенью нагрѣва наружныхъ оболочекъ, показали, что:

1) *При производствѣ опытовъ при всѣхъ одинаковыхъ условіяхъ*, а именно: а) когда въ печахъ сожигались вѣсовыя количества различныхъ топливъ, содержащія одинаковое число единицъ тепла, б) когда исчисленіе количества тепла, выдѣляющагося печами, дѣлалось при одинаковой степени нагрѣва ихъ передъ началомъ и въ концѣ наблюденій при топкѣ различными топливами, *выяснилось, что печи выдѣляли*

большее количество тепла послѣ согрѣванія ихъ дровами, чѣмъ каменнымъ углемъ.

Выражая количество выдѣлявшагося тепла въ отношеніи къ заключавшемуся въ топливѣ, получимъ:

	Коэффиціенты полезнаго дѣйствія печей по передачѣ тепла:	
	Голландской.	Образца 1888 г.
При топкѣ дровами. .	0,7456	0,8115
При топкѣ каменнымъ углемъ	0,6375	0,6416
При топкѣ антрацитомъ.	—	0,7514

Данныя эти указываютъ, что а) *послѣ согрѣванія печей обоихъ типовъ каменнымъ углемъ онѣ выдѣлили почти одинаковое количество тепла*, и б) *послѣ согрѣванія ихъ дровами, количество тепла, выдѣленное печью образца 1888 г., превосходило на 6,59% количество его, выдѣленное голландскою печью.*

2) Средняя температура дыма въ дымоходахъ ближайшихъ къ наружнымъ поверхностямъ обѣихъ печей, за время горѣнія дровъ и каменнаго угля, опредѣлилась:

	Голландской.	Образца 1888 г
При топкѣ дровами . .	198°	298°
При топкѣ камен. углемъ	169°	202°

3) Сопоставленіе величинъ коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія обоихъ типовъ печей по поглощенію ими тепла, развившагося горѣніемъ топлива, опредѣленныхъ на основаніи результатовъ анализа дыма, съ величинами коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія по передачѣ тепла, видно изъ слѣдующей таблицы:

Таблица О.

Названіе коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія печи.	Печь образца 1888 г.				Печь голландская.	
	При топкѣ:					
	дровами.	каменнымъ углемъ.		антрацитомъ.	дровами.	каменнымъ углемъ.
По поглощенію тепла печью	0,8310	0,8205	0,7930	0,7550	0,9340	0,8612
По выдѣленію тепла печью	0,8115	0,6370	0,6509	0,7514	0,7456	0,6375
Разница . . .	0,0195	0,1835	0,1421	0,0036	0,1884	0,2237

Сравненіе величинъ коэффиціентовъ, помѣщенныхъ въ этой таблицѣ, приводитъ къ заключенію, что: а) Голландская печь въ большей степени, чѣмъ печь образца 1888 г., обладаетъ способностью поглощать теплоту, развиваемую горѣніемъ топлива. Это обусловливается большею длиной дымоходовъ печи и соотвѣтственно меньшею величиной температуры дыма при выходѣ его въ трубу, по сравненію съ такою же температурой, наблюдавшеюся при топкѣ печи образца 1888 г. Преимущество въ отношеніи поглощенія тепла выражается для печи голландской въ большей степени при топкѣ ея дровами чѣмъ каменнымъ углемъ. Въ первомъ случаѣ голландская печь поглощаетъ тепла на 10,3%, а во второмъ случаѣ на 4,1% болѣе чѣмъ печь образца 1888 г., считая отъ того количества тепла, которое заключалось въ сожигаемомъ топливѣ. б) Количество тепла, выдѣляемаго печами, не находится въ полномъ соотвѣтствіи съ количествомъ его, поглощеннымъ (аккумулированнымъ) печью.

Сравненіе коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія обоихъ типовъ печей, какъ по поглощенію, такъ и по выдѣленію тепла, указываетъ на преимущество конструкціи печи образца 1888 г. надъ печью голландскою. Такъ, хотя количество

тепла, поглощаемаго первою изъ этихъ печей при топкѣ каменнымъ углемъ, на 4,07% менѣе того же количества его, аккумулированнаго голландскою печью, но выдѣляется въ обѣихъ печахъ почти одно и то же количество тепла, составляющее 63,7% отъ количества его, заключающагося въ топливѣ.

Въ среднемъ выводѣ, сдѣланномъ изъ двухъ опытовъ (V и VI) топки печи образца 1888 г. каменнымъ углемъ, выдѣлялось нѣсколько большее количество тепла, составлявшее 65,09%, при меньшемъ количествѣ его аккумулированномъ печью, опредѣленнымъ въ 79,3%. Вслѣдствіе этого разница между количествами тепла аккумулированнаго и выдѣленнаго печами составляетъ для образца печи 1888 г. 18,35%, а для печи голландской 22,37%.

Еще въ большей степени выразилось преимущество конструкціи печи образца 1888 г. надъ голландскою по отношенію къ выдѣленію тепла послѣ согрѣванія печей дровами.

Такъ, печь образца 1888 г., аккумулируя 83,1% тепла изъ заключающагося въ топливѣ, т. е. на 10,3% менѣе количества его поглощаемаго голландскою печью, выдѣляетъ 81,15%, т. е. почти полное его количество, тогда какъ печь голландская, при большемъ количествѣ аккумулированнаго тепла, составляющемъ 93,4%, выдѣляетъ въ помѣщеніе лишь 74,56%, т. е. на 6,59% менѣе чѣмъ печь образца 1888 г. Вслѣдствіе этого разница между количествомъ аккумулированнаго и выдѣленнаго печью тепла для печи образца 1888 г. составляетъ 1,95%, тогда какъ для голландской разница эта опредѣляется въ 18,84%.

Въ такой же степени близки между собою количества тепла, аккумулированнаго печью образца 1888 г. и выдѣленнаго ею послѣ топки антрацитомъ. Количество тепла, аккумулированнаго печью послѣ топки ея антрацитомъ, менѣе количества его, остающагося въ печи послѣ топки ея дровами и каменнымъ углемъ. Такъ, при топкѣ антрацитомъ аккумулируется 75,5%, тогда какъ при топкѣ дровами количество остающагося въ печи тепла составляетъ 83,1%, а при топкѣ каменнымъ углемъ оно измѣняется въ предѣ-

лахъ отъ 79,3 до 82,05% отъ количества тепла, заключающагося въ сгорѣвшемъ топливѣ. Не смотря на меньшее количество аккумулированнаго печью тепла послѣ топки ея антрацитомъ, конструкція печи образца 1888 г. обусловливаетъ въ такой степени надлежащую передачу тепла, что выдѣляется 75,14% отъ количества его, заключающагося въ сожженомъ топливѣ, причемъ разница въ обоихъ количествахъ тепла составляетъ лишь 0,36%.

Количество тепла, выдѣленнаго печью послѣ топки ея антрацитомъ, на 11,8% болѣе чѣмъ послѣ топки каменнымъ углемъ, и на 6,01% менѣе чѣмъ послѣ топки ея дровами.

Наибольшая разница между количествами тепла, аккумулированнаго и выдѣленнаго печью въ помѣщеніе, получалась при топкѣ печей обоихъ типовъ каменнымъ углемъ. Меньшая разница между этими количествами тепла наблюдена была для печи голландской послѣ топки ея дровами, и разницы этой почти не замѣчалось при топкѣ печи образца 1888 г. какъ дровами, такъ и антрацитомъ. Объясненіемъ этихъ явленій могутъ служить слѣдующія соображенія.

Различная степень согрѣванія печей обоихъ типовъ при отопленіи ихъ дровами и каменнымъ углемъ выяснилась изъ результатовъ измѣренія температуръ продуктовъ горѣнія во время движенія ихъ по дымоходамъ внутри печи и изъ опредѣленія величинъ скоростей ихъ движенія. При согрѣваніи этихъ печей дровами, какъ температура продуктовъ горѣнія, такъ и скорости движенія ихъ по дымоходамъ, получились бо́льшія чѣмъ при согрѣваніи ихъ каменнымъ углемъ. Разница въ этихъ величинахъ выяснилась большею для печи образца 1888 г. чѣмъ для голландской.

Въ зависимости отъ различной степени согрѣванія печей обоихъ типовъ при топкѣ ихъ дровами и каменнымъ углемъ, въ первомъ случаѣ выдѣляется большее количество тепла, и разница эта больше для печи образца 1888 г. чѣмъ для голландской.

Такъ какъ количество единицъ тепла, заключавшихся въ томъ и другомъ топливѣ, при согрѣваніи одного и того же образца печи, было одинаково, то бо́льшая степень нагрѣва

стѣнокъ дымоходовъ и соотвѣтственно большее нагрѣваніе и наружныхъ поверхностей печей, при горѣніи въ нихъ дровъ, чѣмъ при сожиганіи каменнаго угля, указываетъ, что въ продуктахъ горѣнія, при выходѣ ихъ изъ топливника въ дымоходы, заключается при горѣніи дровъ большее количество тепла, чѣмъ при горѣніи каменнаго угля.

Разница эта зависитъ: 1) отъ неодинаковой величины потери тепла вслѣдствіе совершенства горѣнія обоихъ топливъ, и 2) отъ различной степени выдѣленія лучистой теплоты при горѣніи дровъ и каменнаго угля. Во время производства опытовъ управленіе горѣніемъ топлива въ печахъ обоихъ типовъ велось такимъ образомъ, чтобы достигнуть наиболѣе совершеннаго сгоранія топлива, какъ это можно видѣть изъ результатовъ анализа дыма, производившихся во время топки печей. Вслѣдствіе этого различная степень совершенства горѣнія, достигнутаго въ той и другой изъ нихъ, обусловливалась какъ свойствами самого топлива, такъ отчасти и конструкціею топливниковъ печей обоихъ типовъ.

Наименьшая потеря тепла отъ совершенства горѣнія получилась при сожиганіи дровъ и составляла для голландской печи 0,29%, а для печи образца 1888 г.—4,8% отъ количества тепла, заключавшагося въ топливѣ. При горѣніи каменныхъ углей такая потеря тепла опредѣлилась при сожиганіи польскихъ углей въ голландской печи въ 9,3%, а при горѣніи Ньюкастльскаго угля въ печи образца 1888 г. она измѣнялась отъ 8,8% до 10%. При горѣніи антрацита въ этой послѣдней печи потеря тепла отъ несовершенства горѣнія составляла 10,45% отъ количества его, заключавшагося въ топливѣ.

Независимо отъ различія въ величинахъ потерь тепла, обусловливаемыхъ различною степенью совершенства горѣнія дровъ и каменнаго угля, потери тепла, развиваемаго горѣніемъ топлива въ топливникѣ, не одинаковы при горѣніи того и другаго изъ этихъ топливъ вслѣдствіе не одинаковой способности ихъ выдѣлять теплоту лучеиспусканіемъ. На количество тепла, выдѣляемаго лучеиспусканіемъ, вліяетъ, кромѣ свойствъ самого топлива, также и конструкція топ-

ливника; но такъ какъ оба вида топлива сожигались въ одной и той же топкѣ каждаго образца печи, то вліяніе устройства топливника сказывалось въ одинаковой степени на потерю тепла при горѣніи обоихъ топливъ, и разница въ величинахъ этихъ потерь зависѣла отъ свойствъ самыхъ топливъ, которыя горятъ различнымъ образомъ, а именно: дрова развиваютъ длинное пламя, тогда какъ каменный уголь находится въ формѣ раскаленныхъ кусковъ. Опытами Пекле, произведенными лабораторнымъ путемъ, въ особо устроенномъ для этого приборѣ, было выяснено, что уголь въ раскаленномъ состояніи лучеиспускаетъ тепла болѣе чѣмъ горящее дерево, и что для древеснаго угля лучистая теплота составляетъ $^1/_2$ отъ общаго количества развиваемаго имъ тепла, тогда какъ при горѣніи дровъ лучеиспусканіемъ выдѣлается лишь $^1/_4$, а при горѣніи масла только 0,18 отъ всего количества тепла, развиваемаго горѣніемъ топлива.

По опытамъ Грасгофа, произведеннымъ во время топки паровыхъ котловъ, количество лучистой теплоты, воспринимаемой нагрѣтыми поверхностями топливника, при горѣніи каменнаго угля составляетъ отъ 0,2 до 0,3 всего количества тепла, развитаго горѣніемъ каменнаго угля. Обыкновенно принимаютъ, что количество тепла, выдѣляемаго лучеиспусканіемъ, составляетъ при горѣніи каменнаго угля 0,55, а при горѣніи дровъ 0,25 отъ количества его, заключающагося въ топливѣ. Величина потери лучеиспусканіемъ на нагрѣваніе стѣнокъ топливника зависитъ отъ его конструкціи и отъ условій, при которыхъ происходитъ горѣніе.

Выдѣленіе лучистой теплоты растетъ весьма быстро вмѣстѣ съ увеличеніемъ температуры горѣнія топлива. Измѣреніе этой температуры не производилось во время опытныхъ топокъ помощью пирометровъ, въ виду того, что при такомъ способѣ нельзя было установить точныхъ показаній ея величины, вслѣдствіе колебаній температуры горѣнія топлива, зависѣвшихъ отъ постоянно измѣнявшихся условій горѣнія. Измѣненіе этихъ условій зависѣло отъ бо̀льшаго или меньшаго притока къ топливу воздуха, измѣнявшагося въ разные моменты, какъ вслѣдствіе открыванія топочныхъ

дверецъ, такъ и отъ количества топлива, находившагося на рѣшеткѣ, которое измѣнялось отъ постепеннаго его сгоранія и отъ періодическаго подкладыванія новыхъ его порцій.

На точность показаній температуры, при измѣреніи ея пирометрами, вліяла бы и степень близости расположенія горящихъ кусковъ топлива отъ мѣста расположенія пирометра, которое постоянно измѣняется по мѣрѣ сгоранія топлива, и вслѣдствіе этого нельзя было бы установить такихъ условій измѣренія температуры горѣнія, при которыхъ показанія пирометровъ можно было бы считать надежными.

Вслѣдствіе этихъ соображеній, опредѣленіе температуры горѣнія топлива было сдѣлано путемъ вычисленій на основаніи результатовъ анализа дыма *). Такъ какъ въ эти вы-

*) **Опредѣленіе средней температуры горѣнія топлива на основаніи результатовъ анализа дыма.**

Опредѣленіе температуры горѣнія топлива на основаніи результатовъ анализа средней порціи дыма, собранной за время горѣнія топлива, дѣлалось на основаніи слѣдующихъ соображеній. Количество тепла, развившееся при горѣніи фунта топлива, расходовалось частью въ видѣ лучистаго тепла на нагрѣваніе стѣнокъ топливника, а остальная его часть служила для нагрѣванія продуктовъ горѣнія топлива до средней температуры T_1. Называя чрезъ $F_{вл.}$ теплопроизводительную способность топлива при данномъ содержаніи въ немъ влажности, чрезъ $\mu_{с.г.}$—коэффиціентъ совершенства горѣнія топлива, и чрезъ k—коэффиціентъ потери тепла лучеиспусканіемъ, количество тепла, развиваемаго при горѣніи 1 фунта топлива, служащаго для нагрѣванія продуктовъ горѣнія, составитъ $(1-k)\,\mu_{с.г.}\,F_{вл.}$ Къ этому количеству тепла слѣдуетъ прибавить: 1) то количество тепла, которое заключалось въ положенномъ въ топку топливѣ, въ зависимости отъ температуры, до которой оно было нагрѣто, и 2) то количество тепла, которое заключалось въ воздухѣ, притекавшемъ въ топку во время горѣнія. Называя чрезъ c_1— теплоемкость топлива, чрезъ Θ—температуру, до которой оно было нагрѣто, и чрезъ P_2, c_2 и t_2—вѣсъ, теплоемкость и температуру воздуха, поступившаго для поддержанія горѣнія 1 фунта топлива, общее количество тепла, развившееся при горѣніи 1 фунта топлива, составитъ

$$(1-k)\,\mu_{с.г.}\,F_{вл.}+1\times c_1\times\Theta+P_2c_2t_2.$$

Обозначая чрезъ a, b, c, d и e вѣса газовъ и паровъ воды, входящихъ въ составъ продуктовъ горѣнія 1 фунта топлива, опредѣляемыхъ изъ результатовъ анализа дыма и топлива; а именно: CO^2, O, CO, H^2O и N и остальныхъ продуктовъ горѣнія, а чрезъ f—вѣсъ золы, остающейся отъ горѣнія 1 фунта топлива, и имѣя въ виду, что теплоемкости этихъ составныхъ частей продуктовъ горѣнія выражаются числами: 0,2164,

численія введены данныя средняго его состава за время горѣнія топлива, то опредѣленныя такимъ путемъ величины выражаютъ среднія температуры за все время горѣнія. Эти величины не даютъ указаній относительно максимальныхъ

0,2175, 0,245, 0,475, 0,244 и золы 0,2, и принимая во вниманіе расходъ тепла, развитаго горѣніемъ топлива, на нагрѣваніе до 100° Ц. и на перегрѣваніе отъ 100° до температуры T_1 паровъ воды, обращающихся изъ заключавшейся въ топливѣ гигроскопической воды и отъ сгоранія водорода, условіе равенства количества тепла, развитаго горѣніемъ 1 фунта дровъ и заключающагося въ полученныхъ при этомъ продуктахъ горѣнія, можетъ быть выражено слѣдующимъ уравненіемъ:

$$(1-k)\mu_{\text{с.г.}} F_{\text{вл.}} + 1\times c_1\times\Theta + P_2c_2t_2 = T_1(a\times 0{,}2164 + b\times 0{,}2175 + c\times 0{,}245 + e\times 0{,}244 + f\times 0{,}2) + (9H+Aq)637 + 0{,}475(T_1 - 100)(9H+Aq) \quad \ldots\ldots (\rho)$$

Развертывая скобки, производя дѣйствія и обозначая чрезъ B сумму членовъ цомѣщенныхъ въ скобкахъ какъ множителя T_1, получимъ

$$P_2c_2t_2 + (1-k)\mu_{\text{с.г.}} F_{\text{вл.}} + c_1\Theta\times 1 = 589{,}8\,(9H+Aq) + [(0{,}475(9H+Aq)+B)]T_1.$$

Выражая членъ $(9H+Aq)$ въ зависимости отъ объема паровъ воды H^2O, занимаемаго въ объемѣ продуктовъ горѣнія, получаемаго на основаніи результатовъ анализа дыма, и обозначая чрезъ V полный объемъ продуктовъ, получаемыхъ отъ горѣнія 1 фунта топлива, получимъ

$$(9H+Aq) = V\frac{H^2O}{100} = d; \text{ тогда}$$

$$T_1 = \frac{P_2c_2t_2 + (1-k)\mu_{\text{с.г.}}F_{\text{вл.}} + c_1\times\Theta\times 1 - 589{,}8(9H+Aq)}{a\times 0{,}2164 + b\times 0{,}2175 + c\times 0{,}245 + d\times 0{,}475 + e\times 0{,}244 + f\times 0{,}2} \quad \ldots (q)$$

Въ этомъ уравненіи всѣ величины извѣстны, за исключеніемъ k— потери тепла на лучеиспусканіе, которая за невозможностью ея опредѣленія принята при исчисленіи температуръ горѣнія топлива для всѣхъ опытовъ въ 0,2 отъ общаго количества развиваемаго горѣнія 1 фунта топлива.

Значеніе членовъ, входящихъ слагаемыми въ знаменатель уравненія (q), выражается въ зависимости отъ результатовъ анализа дыма и опредѣляются численныя значенія ихъ для II опыта, произведеннаго 7-го марта 1895 г. при топкѣ опытной печи въ Варшавѣ дровами, при которой изъ анализа средней порціи было получено содержаніе въ немъ CO^2—5,8, O—13,9 и $CO-O$ (Приложеніе II).

Объемъ паровъ воды (H^2O) въ продуктахъ горѣнія, полученныхъ отъ горѣнія одного фунта дровъ, при содержаніи въ 1 фунтѣ дровъ H—0,0541 и Aq — гигроскопической воды 0,1118 фунта (см. результатъ анализа дровъ въ журналѣ опытной топки II печи 7-го марта въ г. Варшавѣ. Приложеніе II), составитъ $9H+Aq=0{,}598$ фунта. Такъ какъ одинъ фунтъ пара при 0° занимаетъ 17,93 куб. фут., то 0,598 фунта пара займетъ объемъ $0{,}598\times 17{,}93=10{,}722$ куб. фут. Относя этотъ объемъ къ 100 объемамъ продуктовъ горѣнія, какъ это дѣлается для всѣхъ осталь-

величинъ температуръ, которыя могли быть въ теченіе болѣе или менѣе продолжительнаго періода времени, когда обстоятельства, сопровождавшія горѣніе, способствовали развитію наиболѣе высокой температуры. Точно также вычис-

---

ныхъ составныхъ ихъ частей, и такъ какъ полный объемъ продуктовъ горѣнія составляетъ для этого опыта 213,22 куб. фут., то пары воды H^2O въ 100 частяхъ объема продуктовъ горѣнія занимаютъ объемъ $\frac{10{,}722 \times 100}{213{,}22} = 5{,}02$.

Вслѣдствіе этого содержаніе N и остальныхъ составныхъ частей продуктовъ горѣнія въ 100 частяхъ объема занимаемаго продуктами горѣнія отъ 1 фунта топлива составитъ

$$N = 100 - (CO^2 + O + CO + H^2O) = 100 - (5{,}8 + 13{,}9 + 5{,}02) = 75{,}28.$$

Руководствуясь этими данными, численныя значенія слагаемыхъ, входящихъ въ знаменатель формулы (q), получатся:

Полн. объемъ продук. горѣнія. — Изъ анализа дыма. — Вѣсъ 1 куб. фута. — Теплоемкость.

$$a \times 0{,}2164 = \underbrace{V \times \frac{CO^2}{100} \times 0{,}137}_{a} \times 0{,}2164 = \quad (0{,}0296)$$

$$= 213{,}22 \times 0{,}058 \times 0{,}0296 = 0{,}2473$$

$$b \times 0{,}2175 = \underbrace{V \times \frac{O}{100} \times 0{,}0991}_{b} \times 0{,}2175 = \quad (0{,}02155)$$

$$= 213{,}22 \times 0{,}139 \times 0{,}02155 = 0{,}6387$$

$$c \times 0{,}245 = \underbrace{V \times \frac{CO}{100} \times 0{,}0858}_{c} \times 0{,}245 = 0 \qquad = 0 \quad (0.02102)$$

$$d \times 0{,}475 = \underbrace{V \times \frac{H^2O}{100} \times 0{,}0555}_{d} \times 0{,}475 = \quad (0.02636)$$

$$= 213{,}22 \times 0{,}0502 \times 0{,}02636 = 0{,}2821$$

$$e \times 0.244 = V \times \frac{N}{100} \times 0{,}08713 \times 0{,}244 = \quad (0{,}02125)$$

$$= 213{,}22 \times 0{,}7528 \times 0{,}02125 = 3.411$$

$$f \times 0{,}2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; \underbrace{0.055}_{f} \times 0.2 = \; . \; . \; . \; . \; . \; = 0{,}1100$$

Всего . . = 4,6891

ленныя величины даютъ возможность судить и о среднихъ температурахъ горѣнія топливъ лишь въ той степени приближенія, какая зависитъ отъ разницы дѣйствительной величины выдѣлявшагося количества лучистой теплоты отъ численнаго значенія ея, принятаго одинаковымъ для всѣхъ разсчетовъ и равнымъ 0,2.

Опредѣленныя такимъ образомъ среднія величины температуръ горѣнія сожигавшихся на опытахъ топливъ сдѣланы съ цѣлью выяснить, въ какой степени совокупность условій, сопровождавшихъ горѣніе во время опытныхъ топокъ печей, вліявшихъ на большій или меньшій размѣръ притекавшаго къ топливу воздуха, отражалась на измѣненіе среднихъ величинъ температуръ горѣнія.

Данныя эти показываютъ, что при измѣненіи впуска воздуха въ предѣлахъ отъ 1,73 до 2,10 противъ теоретически необходимаго, среднія температуры горѣнія каменнаго угля измѣняются отъ 1.127° до 982°, и понижались до 817° при впускѣ воздуха, превосходившемъ теоретически необходимый въ 2,63 раза.

Для того же II опыта топки опытной печи въ г. Варшавѣ 7-го марта 1895 г. остальныя величины, входящія въ уравненіе (q), имѣли слѣдующія численныя значенія:

c_1—удѣльная теплота сосновыхъ дровъ 0,650,

Θ—температура топлива при закладываніи въ топку, опредѣлявшаяся по температурѣ помѣщенія, въ которомъ оно хранилось, была + 3° Ц.,

P_2—вѣсъ воздуха, поступившаго для горѣнія 1 фунта дровъ. составляетъ $203{,}56 \times 0{,}089414 = 18{,}2$ фунт.,

c_2—удѣльная теплота воздуха — 0,2377,

t_2 — температура воздуха, входившаго въ топку, + 19° Ц.

$\mu_{с.г.}$ —коэффиціентъ совершенства горѣнія дровъ для этого опыта (см. приложеніе II—журналъ топки) — 0,998,

$F_{вл.}$— теплопроизводительная способность сосновыхъ дровъ при содержаніи въ нихъ влаги 11,18%, не принимая потери тепла на согрѣваніе паровъ воды, образующихся при горѣніи, — 4,398 ед. т.

Подставляя эти численныя значенія въ уравненіе (q), средняя температура горѣнія дровъ за время этого опыта опредѣлится такъ:

$$T_1 = \frac{18{,}2 \times 0{,}2377 \times 19 + 0{,}8 \times 0{,}998 \times 4398 \times 0{,}65 \times 3 \times 1 - 589{,}8 + 0{,}5987}{4{,}6891} =$$

$$= \frac{3242{,}39}{4{,}6891} = 961^0 \text{ Ц.}$$

При горѣніи дровъ измѣненіе размѣра впуска воздуха въ предѣлахъ отъ 2,11 до 3,07 противъ теоретически необходимаго обусловливало измѣненіе температуръ горѣнія въ предѣлахъ отъ 981° до 724°. Эта температура повышалась до 1.066° вмѣстѣ съ уменьшеніемъ впуска воздуха до 1,83 противъ теоретически необходимаго.

Въ общемъ температуры горѣнія дровъ были меньше чѣмъ температуры горѣнія каменнаго угля. Среднія величины этихъ температуръ для четырехъ опытныхъ топокъ печи образца 1888 г. составляютъ для дровъ 935°, а для каменнаго угля 1.026°.

Среднія величины температуръ горѣнія каменнаго угля въ голландской печи опредѣлились въ 997,5°, а для дровъ въ 979,5°.

Соотвѣтственно этому должна быть и бо̀льшая потеря лучеиспусканіемъ тепла, развиваемаго при горѣніи каменнаго угля, чѣмъ при горѣніи дровъ, расходовавшагося на согрѣваніе стѣнокъ топливника, такъ какъ она зависитъ не только отъ разницы въ свойствахъ обоихъ топливъ, но и обусловливается болѣе высокою температурой, развиваемой при горѣніи каменнаго угля.

Сообразно съ различными величинами потерь тепла при горѣніи различныхъ топливъ, обусловливаемыми ихъ свойствами, въ продуктахъ горѣнія дровъ, при выходѣ изъ топливника въ дымоходы, заключается большее количество единицъ тепла, и они нагрѣты въ большей степени чѣмъ продукты горѣнія каменнаго угля, почему и стѣнки печи, окружающія дымоходы, нагрѣваются въ большей степени при топкѣ дровами чѣмъ при топкѣ каменнымъ углемъ.

Среднія величины температуръ горѣнія, вычисленныя для антрацита и помѣщенныя въ таблицѣ XVIII, вслѣдствіе особыхъ условій, сопровождающихъ горѣніе этого топлива, даютъ показанія въ меньшей степени близкія къ максимальнымъ значеніямъ этихъ температуръ чѣмъ для другихъ топливъ.

Непосредственныя наблюденія надъ горѣніемъ антрацита указали, что когда онъ въ достаточной степени разгорался,

куски его и стѣнки топливника находились въ состоянiи бѣлаго каленiя. При столь высокой степени нагрѣва какъ самого топлива, такъ и стѣнокъ топливника, какая не наблюдалась ни при горѣнiи каменнаго угля, ни при горѣнiи дровъ, если и происходитъ бо́льшая потеря лучистаго тепла на нагрѣванiе стѣнокъ топливника, то стѣнки эти, будучи сильно нагрѣты, выдѣляютъ въ свою очередь лучистое тепла въ столь большой степени, что оно способствуетъ повышенiю темпаратуры продуктовъ горѣнiя, вступающихъ въ дымовые каналы печи, и притомъ на столько, что стѣнки дымоходовъ могутъ быть нагрѣты болѣе чѣмъ при горѣнiи каменнаго угля, и соотвѣтственно этому печь можетъ выдѣлить большее количество тепла при топкѣ ея антрацитомъ чѣмъ при топкѣ каменнымъ углемъ.

Количество тепла, выдѣляемаго печью послѣ согрѣванiя ея эквивалентными количествами различныхъ топливъ, можетъ зависѣть: отъ степени нагрѣва частей ея, выдѣляющихъ тепло, отъ толщины стѣнокъ, отдѣляющихъ внутреннiя части печи, нагрѣтыя продуктами горѣнiя топлива, отъ наружныхъ охлаждающихся ея поверхностей, отъ разности температуръ нагрѣтыхъ ея частей и согрѣваемаго ими воздуха въ помѣщенiи гдѣ печь установлена, и отъ степени нагрѣва печи въ началѣ и въ концѣ наблюденiй, которая опредѣляетъ продолжительность опыта по измѣренiю количества тепла, выдѣляемаго печью.

При производствѣ опытовъ воздухъ поступалъ въ пространство, огражденное кожухомъ, въ которомъ находилась опытная печь, при постоянной температурѣ $+17^0$. Количество тепла, выдѣляемаго печью, опредѣлялось при одинаковой степени нагрѣва печи передъ началомъ и въ концѣ наблюденiй, соотвѣтствовавшей такому ея состоянiю, когда печь не могла болѣе поддерживать температуру внутри помѣщенiя въ $+ 17\,{}^1/_2{}^0$. Поэтому разница въ количествѣ выдѣленнаго ею тепла обусловливалась различною степенью нагрѣва охлаждающихся поверхностей печи, при топкѣ ея различными топливами, и разностью температуръ этихъ поверхностей и

согрѣваемаго воздуха внутри пространства, огражденнаго кожухомъ.

Въ свою очередь степень нагрѣва частей этого воздуха зависѣла отъ степени нагрѣва частей печи, выдѣляющихъ тепло. Если принять во вниманіе, что средняя температура воздуха, двигавшагося внутри пространства, огражденнаго кожухомъ, опредѣлилась за время опытовъ надъ печью образца 1888 г. при топкѣ ея дровами въ + 30,185°, при топкѣ каменнымъ углемъ въ + 29,920, а при топкѣ антрацитомъ въ + 29,697°, а для печи голландской при топкѣ дровами въ + 28,655° и каменнымъ углемъ въ + 28,539°, то въ виду близости этихъ величинъ при испытаніи каждаго изъ образцовъ печей, количество тепла, выдѣляемаго ими, главнымъ образомъ зависѣло отъ степени, до которой были нагрѣты наружныя ихъ поверхности послѣ топки различными сортами топливъ.

Вслѣдствіе различной степени нагрѣва поверхностей печи послѣ согрѣванія ея различнаго рода топливами, не одинаковы и условія выдѣленія тепла, аккумулированнаго печью. Меньшая степень нагрѣва продуктовъ горѣнія каменнаго угля, двигающихся по дымоходамъ, обусловливаетъ и меньшую степень нагрѣва прилегающихъ къ нимъ поверхностей печи. Такъ какъ такого рода поверхности составляютъ наибольшую часть поверхностей, соприкасающихся съ нагрѣваемымъ ею воздухомъ, то меньшей степени ихъ нагрѣва соотвѣтствуетъ и меньшее количество тепла, которое выдѣляется печью послѣ топки ея каменнымъ углемъ.

Степень нагрѣва наружныхъ поверхностей печи зависитъ отъ распредѣленія тепла по составнымъ ея частямъ, которое обусловливается явленіями, сопровождающими горѣніе того или другаго сорта топлива, и конструкціею печи.

Такъ, стѣнками топливника при топкѣ печей каменнымъ углемъ аккумулируется сравнительно большее количество тепла, чѣмъ при горѣніи дровъ, вслѣдствіе бо̀льшаго поглощенія ими лучистаго тепла. Въ зависимости отъ большей толщины стѣнокъ этихъ частей печи, температура соотвѣтственныхъ имъ наружныхъ поверхностей ея можетъ быть

не на столько высока, чтобы обусловить передачу этими частями печи такого количества тепла, которое могло бы возмѣстить меньшее количество его, выдѣляемое поверхностями печи, соприкасающимися съ дымоходами, нагрѣтыми не въ столь большой степени при топкѣ печи каменнымъ углемъ, какъ при топкѣ ея дровами.

Вслѣдствіе этого бо́льшая толщина стѣнокъ этихъ частей печи, по сравненію съ такими окружающими дымоходы, обусловливаетъ разницу между количествомъ тепла аккумулированнаго и выдѣляемаго печью. Въ зависимости отъ меньшей степени нагрѣва печей, при топкѣ каменнымъ углемъ, эта разница между количествомъ аккумулированнаго и выдѣляемаго тепла можетъ выразиться въ бо́льшихъ предѣлахъ при топкѣ печи каменнымъ углемъ чѣмъ при топкѣ ея дровами.

Явленіе это зависитъ отъ бо́льшаго промежутка времени, потребнаго для выдѣленія тепла тѣми частями печи, которыя имѣютъ бо́льшую толщину стѣнокъ, по сравненію съ таковыми, окружающими ея дымоходы.

Требующееся для этого время можетъ не совпадать съ тѣмъ промежуткомъ его, въ теченіе котораго, при постепенномъ охлажденіи печи, она достигаетъ общаго состоянія ея нагрѣва, установленнаго для начала и конца опыта по измѣренію количества тепла, выдѣляемаго печью. Это обусловливается тѣмъ, что степень нагрѣва печи зависитъ главнымъ образомъ отъ болѣе скораго остыванія стѣнокъ, окружающихъ дымоходы, имѣющихъ меньшую толщину и нагрѣтыхъ въ меньшей степени при топкѣ печи каменнымъ углемъ чѣмъ при согрѣваніи ея дровами.

Для выдѣленія полнаго количества тепла, аккумулированнаго печью, при данной степени нагрѣва наружныхъ ея поверхностей, потребовалось бы понизить температуру воздуха, окружающаго печь, дабы увеличить разность температуръ между нагрѣвающими поверхностями и согрѣваемымъ воздухомъ. Сообразно съ этимъ понизилась бы и степень нагрѣва печи, которая въ такомъ случаѣ была бы недостаточна

для поддержанія средней температуры воздуха въ помѣщеніи въ $+ 17^1/_2{}^0$.

Подтвержденіемъ этому можетъ служить, опытъ, произведенный послѣ топки печи образца 1888 г. $^{IV}/_8$ дровами, когда печь, вмѣстѣ съ пониженіемъ температуры опытной комнаты, продолжала еще выдѣлять тепло въ теченіе $19^1/_2$ часовъ по прошествіи $51^1/_2$ час., въ теченіе которыхъ она остыла до той степени, что не могла болѣе поддерживать температуру помѣщенія въ $+ 17^1/_2{}^0$.

Когда явленіями, сопровождающими горѣніе того или другаго сорта топлива, или конструкціею печи обусловливается болѣе равномѣрное нагрѣваніе всѣхъ ея поверхностей, отдающихъ тепло, то этому будетъ соотвѣтствовать и болѣе равномѣрное охлажденіе составныхъ частей печи при той степени ея нагрѣва, какая установлена для начала и конца опыта и при которой печь не можетъ поддерживать среднюю температуру помѣщенія въ $+ 17^1/_2{}^0$.

Въ такихъ случаяхъ количество тепла, выдѣляемое печью, должно ближе совпадать съ количествомъ его, аккумулированнымъ за время горѣнія въ печи топлива. Такъ, въ зависимости отъ бо̀льшаго нагрѣванія охлаждающихся поверхностей обѣихъ системъ печей, при топкѣ ихъ дровами и при согрѣваніи печи образца 1888 г. антрацитомъ, замѣчается и большее совпаденіе количествъ тепла выдѣленнаго и аккумулированнаго печами.

Болѣе раціональная конструкція печи образца 1888 г. чѣмъ печи голландской выразилась почти полнымъ совпаденіемъ количествъ тепла выдѣленнаго и аккумулированнаго печью при топкѣ ея дровами и антрацитомъ. Точно также для этой печи получилось большее совпаденіе этихъ количествъ тепла чѣмъ въ печи голландской, послѣ согрѣванія обѣихъ печей каменнымъ углемъ. При этомъ относительное количество тепла, выдѣлявшееся печью образца 1888 г. при топкѣ ея дровами, было на столько велико, что превзошло количество его, выдѣлявшееся голландскою печью, не смотря на то, что этою послѣднею печью аккумулировалось на $10,1^0/_0$ тепла болѣе чѣмъ въ печи образца 1888 г.

Сравнивая конструкцію обѣихъ печей, усматривается характерное отличіе, состоящее въ большемъ развитіи охлаждающихся поверхностей въ печи образца 1888 г. чѣмъ въ печи голландской, достигаемое устройствомъ воздушныхъ камеръ, а также и въ устройствѣ стѣнокъ топливника меньшей толщины, и притомъ расположенныхъ такимъ образомъ, что бо̀льшая часть ихъ поверхности прилегаетъ непосредственно къ воздушнымъ камерамъ, благодаря чему можетъ выдѣляться сравнительно большее количество тепла, аккумулированнаго стѣнками топливника.

Въ отличіе отъ этого въ голландской печи не только не имѣется воздушныхъ камеръ, но и выдѣленіе тепла какъ тѣми частями печи, которыя соотвѣтствуютъ расположенію дымовыхъ каналовъ, такъ и тѣми, которыя прилегаютъ къ топкѣ, затруднено расположеніемъ дымоходовъ, заключающихъ болѣе охлажденные продукты горѣнія, между болѣе нагрѣтыми каналами печи и между частями топки и охлаждающимися наружными поверхностями печи. При такой конструкціи голландской печи хотя и аккумулируется большее количество тепла, но условія выдѣленія его менѣе благопріятны чѣмъ въ печи образца 1888 г.

Вышеизложенное о разницѣ въ величинахъ количества тепла, аккумулированнаго печами и выдѣляемаго ими въ различной степени послѣ согрѣванія дровами, каменнымъ углемъ и антрацитомъ, обусловливаетъ необходимость, для опредѣленія нормы довольствія углемъ взамѣнъ дровъ, установить такое количество отпускаемаго угля, при которомъ въ помѣщеніи выдѣлялось бы то же количество тепла какъ и при топкѣ печей дровами. Для этого требуется основывать эти выводы на соотношеніяхъ между количествомъ тепла, выдѣляемаго печами, такъ какъ выводы, сдѣланные изъ сопоставленія количествъ тепла, остающагося въ печи послѣ согрѣванія ея различными топливами, выражаемое коэффиціентами полезнаго ихъ дѣйствія по поглощенію тепла, не могутъ привести къ правильнымъ результатамъ.

Опредѣленіе отпуска угля дѣлалось до настоящаго времени на основаніи предположеній, что количество тепла, вы-

дѣляемое печами, при согрѣваніи ихъ дровами и каменнымъ углемъ, пропорціонально отношенію нагрѣвательныхъ способностей этихъ топливъ, и предполагалась одинаковая степень передачи тепла печами послѣ согрѣванія ихъ дровами и каменнымъ углемъ. Такъ какъ это предположеніе не подтвердилось произведенными опытами, то въ этомъ можетъ заключаться одна изъ причинъ заявленій о недостаточности отпускаемаго нынѣ количества каменнаго угля взамѣнъ дровъ изъ большинства мѣстностей, гдѣ довольствіе этимъ топливомъ установлено.

Вышеприведенные результаты произведенныхъ опытовъ, указывающіе различную степень нагрѣва и передачи тепла послѣ согрѣванія дровами и каменнымъ углемъ двухъ характерныхъ типовъ комнатныхъ печей: одной — голландской, устроенной на основаніи принциповъ, примѣнявшихся до сего времени, въ зависимости отъ наибольшаго развитія длины дымовыхъ каналовъ, и другаго типа печи—образца 1888 г., въ основаніе устройства котораго положены новые взгляды на расположеніе дымоходовъ, выражающіеся въ помѣщеніи съ обѣихъ сторонъ печи ряда опускныхъ каналовъ, подводящихъ дымъ къ дымовой трубѣ,—могутъ относиться лишь къ комнатнымъ печамъ и кирпичнымъ калориферамъ.

Въ какой степени выводы эти могутъ быть распространены и на другіе случаи примѣненія каменноугольнаго отопленія различнаго устройства приборовъ: для приготовленія пищи, печенія хлѣба, при согрѣваніи помѣщеній помощью металлическихъ калориферовъ, при отопленіи металлическихъ котловъ для согрѣванія воды и для приготовленія пара,—нельзя вывести опредѣленнаго заключенія изъ произведенныхъ опытовъ надъ отопленіемъ комнатныхъ печей.

Вслѣдствіе особенностей конструкціи всѣхъ этихъ приборовъ, характерно отличающейся отъ устройства испытывавшихся типовъ комнатныхъ печей, при существованіи въ нихъ вмѣсто стѣнокъ изъ кирпича, передающихъ тепло нагрѣваемымъ серединамъ, металлическихъ стѣнокъ, при расположеніи топокъ внутри прогарныхъ трубъ корнваллійскихъ котловъ и проч., условія передачи тепла, развиваемаго горѣ-

ніемъ топлива, могутъ на столько измѣниться, что во многихъ изъ этихъ приборовъ соотношеніе между количествами тепла аккумулированнаго и передающагося нагрѣваемымъ серединамъ, а равно и разница между степенью согрѣванія приборовъ различными родами топлива, могутъ значительно отличаться отъ опредѣленныхъ для испытывавшихся комнатныхъ печей.

Во всѣхъ подобныхъ случаяхъ размѣръ отпуска каменнаго угля и антрацита можетъ быть установленъ, какъ это указано существующими законоположеніями, на основаніи результатовъ опытовъ, служащихъ для непосредственнаго опредѣленія количества этихъ топливъ, требующагося для каждаго даннаго случая.

ГЛАВА VI.

Опредѣленіе отношенія между количествами каменнаго угля и антрацита, требующимися отпускать взамѣнъ установленнаго отпуска дровъ для согрѣванія комнатныхъ печей. Количество мелочи, образующейся при обращеніи съ каменнымъ углемъ и антрацитомъ. Размѣръ отпуска англійскихъ каменныхъ углей. Размѣръ отпуска каменныхъ углей и антрацитовъ: Подмосковныхъ, Донецкихъ, Туркестанскихъ, Тквибульскихъ и Сахалинскихъ. Соображенія относительно введенія въ дѣйствіе опредѣленныхъ коммисіею нормъ отпуска каменныхъ углей и антрацитовъ. Сравненіе размѣровъ отпуска каменныхъ углей по дѣйствующей нынѣ временно установленной нормѣ съ вновь проектированными коммисіею размѣрами ихъ отпуска, взамѣнъ установленнаго отпуска дровъ. Соображенія о размѣрѣ отпуска дровъ для отопленія печей системы генералъ-лейтенанта Войницкаго, по сравненію съ отпускомъ ихъ, установленнымъ для печей голландскихъ.

Опредѣленіе соотношенія между количествами каменнаго угля и антрацита, требующимися отпускать взамѣнъ установленнаго отпуска дровъ для согрѣванія комнатныхъ печей. Количество P каменнаго угля, которое должно быть сожжено въ печи, испытывавшейся въ С.-Петербургѣ, дабы въ обогрѣваемое ею помѣщеніе было выдѣлено такое же количество тепла какъ при топкѣ ея дровами, опредѣлится въ зависимости отъ величины коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія печи образца 1888 г. по передачѣ тепла, опредѣленными при топкѣ ея каменнымъ углемъ въ

0,6416, а при топкѣ дровами — въ 0,8115, изъ уравненія, составленнаго такимъ образомъ, чтобы одна часть его показывала то количество тепла, которое передавалось печью при сожиганіи въ ней на опытахъ 40 фунт. дровъ, имѣвшихъ теплопроизводительную способность 3.892 ед. тепл., а вторая часть выражала бы условіе, что для полученія того же количества выдѣляемаго печью тепла слѣдуетъ сжигать искомое количество P угля, при теплопроизвольной способности его въ 7.078 ед. тепл., какая опредѣлилась для Ньюкастльскаго каменнаго угля при производствѣ опытовъ. Въ такомъ случаѣ уравненіе это будетъ имѣть видъ:

$$P \times 7.078 \times 0,6416 = \underbrace{3.892 \times 40}_{155.716} \times 0,8115,$$

откуда

$$P = \underbrace{\frac{155.716}{7.078}}_{22\ \text{ф.}} \times \frac{0,8115}{0,6416} = 22 \times 1,2648 = 27,82 \text{ фунт.}$$

Это показываетъ, что для выполненія заданнаго условія, вмѣсто 22 фунт. каменнаго угля, сожигавшихся при одной топкѣ печи во время опытовъ и соотвѣтствующихъ по количеству содержащагося въ нихъ тепла 40 фунт. дровъ, слѣдуетъ сжигать 27,82 фунт., т. е. на 26,48% болѣе.

Сопоставляя такой же разсчетъ на основаніи результатовъ опытовъ, произведенныхъ въ Варшавѣ при отопленіи голландской печи дровами и каменнымъ углемъ, величина прибавки къ вѣсу угля, опредѣленному по соотношенію теплопроизводительныхъ способностей каменнаго угля и дровъ, составляетъ 16,98%. При сожиганіи такого количества каменнаго угля голландская печь можетъ выдѣлять въ помѣщеніе то же количество тепла, какъ и послѣ топки ея дровами.

Разница въ величинахъ прибавки каменнаго угля къ количеству его, опредѣляемому для печей обоихъ типовъ, въ зависимости отъ условія согрѣванія ихъ эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля, обусловливается тѣмъ, что при топкѣ дровами печь образца 1888 г. выдѣляетъ значительно большее количество тепла чѣмъ голландская;

а такъ какъ оба типа печей выдѣляютъ, при топкѣ ихъ каменнымъ углемъ, почти одинаковое количество тепла, то чтобы достигнуть при топкѣ печи образца 1888 г. каменнымъ углемъ выдѣленія того же количества тепла какъ и при топкѣ ея дровами, требуется сожигать сравнительно большее количество его, чѣмъ въ печи голландской.

Для установленія размѣра этой прибавки, которую слѣдуетъ принять при опредѣленіи отпуска каменнаго угля для различныхъ мѣстностей Имперіи, служили слѣдующія соображенія.

Количество каменнаго угля, которое должно быть отпускаемо, опредѣляется условіямъ, чтобы при топкѣ печей каменнымъ углемъ въ отапливаемое ими помѣщеніе выдѣлялось то же количество тепла какъ и при топкѣ ихъ дровами. Такъ какъ количество этого тепла зависитъ отъ конструкціи печи и типъ печей образца 1888 г., выдѣляющихъ большее количество тепла при топкѣ ихъ дровами, введенъ лишь въ послѣднее время, а до сихъ поръ печи устраивались подобно типу голландской печи, испытывавшейся въ Варшавѣ, то существующій нынѣ размѣръ отпуска дровъ не могъ быть опредѣленъ въ зависимости отъ количества тепла, выдѣляемаго печами новаго устройства при отопленіи ихъ дровами, и соотвѣтствуетъ расходу дровъ, требующемуся для надлежащаго согрѣванія помѣщеній при отопленіи ихъ печами голландскими.

Руководствуясь этими соображеніями, отпускъ каменнаго угля и антрацита долженъ быть опредѣленъ въ такомъ размѣрѣ, чтобы въ помѣщеніе могло быть передано, при согрѣваніи печей этими топливами, такое же количество тепла, какое выдѣлялось голландскими печами при топкѣ ихъ дровами, опредѣляемое коэффиціентомъ полезнаго дѣйствія ихъ по передачѣ тепла въ 0,7456. Произведенные опыты указали, что количество тепла, выдѣляемаго печами голландскими и печами чертежа, утвержденнаго Инженернымъ Комитетомъ въ 1888 г., при соблюденіи одинаковыхъ условій, соотвѣтствующихъ установкѣ печей для согрѣванія одного и того же помѣщенія, выдѣляютъ послѣ топки ихъ каменнымъ углемъ

одинаковое относительное количество тепла отъ содержавшагося въ сожженомъ топливѣ и выражающееся коэффиціентомъ полезнаго ихъ дѣйствія по передачѣ тепла 0,637.

Въ виду этого, количество P Ньюкастльскаго каменнаго угля, которое нужно сожигать въ печи образца 1888 г., дабы въ помѣщеніе, въ которомъ она установлена, выдѣлилось то же количество тепла, какое соотвѣтствуетъ согрѣванію его при горѣніи дровъ въ голландской печи, если бы она была установлена въ томъ же помѣщеніи, опредѣлится изъ слѣдующаго уравненія:

$$P \times 7.087 \times 0,637 = \frac{143.125}{35,63 \times 4.017} \times 0,7456, \quad \ldots . (k)$$

гдѣ 7.087—теплопроизводительная способность Ньюкастльскаго угля, и 0,637—коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи по передачѣ тепла образца 1888 г. при согрѣваніи ея каменнымъ углемъ, а числа 35,63, 4.017 и 0,7456 выражаютъ соотвѣтственно вѣсъ дровъ, теплопроизводительную ихъ способность и коэффиціентъ полезнаго дѣйствія по передачѣ тепла при сожиганіи ихъ въ голландской печи. Изъ уравненія (k) величина P опредѣляется:

$$P = \frac{143.125}{7.078} \times \frac{0,7456}{0,637} = 23,419 \text{ фунт.}$$

Если сравнить это количество каменнаго угля съ тѣмъ, которое надлежало бы сожигать, чтобы въ немъ заключалось столько же тепла, сколько его имѣлось въ 35,63 фунт. сосновыхъ дровъ, которое опредѣляется изъ равенства

$$\frac{35,63 \times 4.017}{7.078} = 20,02 \text{ фунт.},$$

то размѣръ прибавки къ количеству каменнаго угля, опредѣляемому въ зависимости отъ отношенія теплопроизводительныхъ способностей дровъ и каменнаго угля, зависящій отъ различія въ степени выдѣленія тепла при согрѣваніи печей обоихъ типовъ дровами и каменнымъ углемъ, составитъ

$$\frac{23,49 - 20,02}{20,02} \times 100 = 16,98\%.$$

Количество этой прибавки при топкѣ печи образца 1888 г. Ньюкастльскимъ каменнымъ углемъ получилось такое же,

какое опредѣлилось для голландской печи при согрѣваніи ея каменнымъ углемъ изъ мѣсторожденій Привислянскаго бассейна.

Руководствуясь этимъ и принимая во вниманіе, что въ Имперіи печи имѣются по преимуществу устройства сходнаго съ печами голландскими и примѣняются какъ для топки ихъ дровами, такъ и каменнымъ углемъ, и что печи образца 1888 г. устроены еще въ весьма ограниченномъ числѣ, при установленіи нормы довольствія каменнымъ углемъ, взамѣнъ существующаго отпуска дровъ, коммисіею было принято для всѣхъ мѣстностей Имперіи къ количеству каменнаго угля, опредѣляемому по соотношенію теплопроизводительныхъ способностей дровъ и каменнаго угля прибавлять 16,98%, дабы этимъ обусловить возможность выдѣленія при топкѣ печей каменнымъ углемъ такого же количества тепла, какое получалось при согрѣваніи ихъ дровами.

Такъ какъ горѣніе антрацита сопровождается особыми условіями, и печи образца 1888 г. спеціально приспособлены для его горѣнія, то опредѣляя количество P' антрацита, которое требуется сожигать въ печи образца 1888 г., дабы выдѣлялось то же количество тепла, какое получается при топкѣ голландской печи при сожиганіи въ ней 35,63 фунт. дровъ, и имѣя въ виду, что теплопроизводительная способность антрацита, которымъ топилась печь во время производства опытовъ, составляла 7.552 ед. тепла, получимъ, что 35,63 фунт. сосновыхъ дровъ эквивалентное количество антрацита, опредѣляемое въ зависимости отъ соотношенія теплопроизводительной способности антрацита и дровъ, составляетъ

$$\frac{35{,}63 \times 4.017}{7.552} = 18{,}92 \text{ фунт.}$$

Условіе равенства количества выдѣляемаго обѣими печами тепла, при коэффиціентѣ полезнаго дѣйствія по передачѣ тепла печи образца 1888 г. послѣ топки ея антрацитомъ въ 0,75135, выразится уравненіемъ

$$35{,}63 \times 4.017 \times 0{,}7456 = P' \times 7.552 \times 0{,}75135,$$

откуда P'—количество антрацита, требующагося сожигать—составитъ:

$$P' = \frac{35{,}63 \times 4.017}{7.552} \times \frac{0{,}7456}{0{,}7513} = 18{,}77 \text{ фунт.},$$

т. е. менѣе опредѣленнаго изъ отношенія теплопроизводительныхъ способностей дровъ и антрацита на

$$\left(18{,}92 - \frac{18{,}92 - 18{,}77}{18{,}77} \right) \times 100 = 0{,}77\%.$$

Это указываетъ на то, что, не выходя изъ предѣловъ точности, соотвѣтствующей производившимся опытамъ, можно установить отпускъ антрацита, вмѣсто существующаго отпуска дровъ, въ томъ размѣрѣ, какой получается изъ соотношенія между теплопроизводительными способностями дровъ и антрацита.

Количество мелочи, образующейся при обращеніи съ каменнымъ углемъ и антрацитомъ. Изъ произведенныхъ опытовъ при обращеніи каменнаго угля Привислянскаго бассейна, доставляемаго въ крупныхъ кускахъ, въ куски такой величины, какая опредѣляется удобствомъ ихъ сожиганія, выяснилось, что получающаяся при этомъ неизбѣжная потеря въ вѣсѣ каменнаго угля при обращеніи его въ пыль, которая не можетъ сгорать въ топкахъ обыкновеннаго устройства, составляетъ отъ 0,75 до 1,42%.

Въ виду незначительности этой потери, она не была принята въ разсчетъ при опредѣленіи нормы отпуска каменныхъ углей Привислянскаго бассейна взамѣнъ дровъ, такъ какъ и при обращеніи съ дровами можетъ получаться потеря отъ существующаго отпуска въ такомъ же размѣрѣ.

При сожиганіи антрацита въ комнатныхъ печахъ выяснилась необходимость раскалывать его на куски величиною въ куриное яйцо, чтобы можно было разжечь его надлежащимъ образомъ. Выполненіе этого требованія обусловливаетъ образованіе такой мелочи, которая не можетъ сгорать въ топкахъ обыкновеннаго устройства, такъ какъ эта мелочь проваливается въ прозоры между колосниками; а это обусловливаетъ при топкѣ антрацитомъ полученіе потери его въ большемъ размѣрѣ, чѣмъ при топкѣ печей каменнымъ углемъ.

Размѣръ этой потери антрацита, которую слѣдуетъ ввести при опредѣленіи нормы его отпуска взамѣнъ дровъ, коммисія не имѣла возможности вывести изъ практики примѣненія антрацита къ топкѣ печей, въ виду того, что ни въ Петербургѣ, ни въ Варшавѣ отопленіе антрацитомъ не распространено, почему и обратились за полученіемъ этихъ свѣдѣній изъ Московскаго военнаго округа. Изъ полученныхъ такимъ путемъ данныхъ выяснилось, что количество образующейся мелочи составляетъ отъ 10% до 12%, почему при опредѣленіи нормы отпуска антрацита коммисія предположила ввести потерю его вѣса въ размѣрѣ 10%.

Размѣръ отпуска англійскихъ каменныхъ углей. Прибавляя къ вычисленнымъ количествамъ каменныхъ углей: Ньюкастльскаго, Шотландскаго и Кардифа, показаннымъ въ таблицѣ Д въ главѣ III и опредѣленнымъ изъ отношенія количества тепла, заключающагося въ трехполѣнной и однополѣнной саженяхъ дровъ и въ 1 пудѣ каменнаго угля 16,98%, обусловливающимъ выдѣленіе въ согрѣваемое помѣщеніе одинаковаго количества тепла при топкѣ печей какъ дровами такъ и каменнымъ углемъ, и вычитая 0,05 отъ количества тепла, заключающагося въ одной трехполѣнной и въ одной однополѣнной саженяхъ дровъ, какъ заключающагося въ растопкѣ, получимъ размѣръ отпуска англійскихъ каменныхъ углей, показанный въ слѣдующей таблицѣ П.

При опредѣленіи этихъ величинъ принято было, что количество тепла, заключающагося въ одной трехполѣнной и въ одной однополѣнной саженяхъ дровъ, за вычетомъ количества тепла, залючающагося въ растопкѣ, составляетъ для трехполѣнной сажени 528.944, а для однополѣнной 177.936 ед. тепла.

Таблица II.

Размѣръ отпуска англійскихъ каменныхъ углей.		
НАЗВАНІЕ УГЛЕЙ.	Взамѣнъ трехполѣнной саж.	Взамѣнъ однополѣнной саж.
	Пуд. угля.	Пуд. угля.
Ньюкастльскій	83,4	28
Шотландскій	89,3	30
Кардифъ	76,6	25,8

Точно также размѣръ отпуска польскихъ каменныхъ углей взамѣнъ одной полукубической сажени дровъ для Варшавскаго военнаго округа, за вычетомъ количества тепла, заключающагося въ растопкѣ и составляющаго количество имѣющагося въ полукубической сажени, и прибавляя 16,98%, составитъ

$$33{,}03 \times 0{,}97 \times 1{,}1698 = 37{,}6 \text{ пуд.}$$

Размѣръ отпуска каменныхъ углей и антрацита: Подмосковныхъ, Донецкихъ, Туркестанскихъ, Тквибульскихъ и Сахалинскихъ, взамѣнъ нормальной трехполѣнной сажени дровъ. Въ главѣ III былъ изложенъ способъ опредѣленія средней величины теплопроизводительной способности каждой группы каменныхъ углей и антрацитовъ, добываемыхъ въ различныхъ ихъ мѣсторожденіяхъ въ Россіи. Величины эти, какъ онѣ опредѣлялись на основаніи этихъ соображеній, показаны въ графѣ 6 таблицы VI. Раздѣляя количество тепла, заключающееся въ одной трехполѣнной сажени дровъ, за вычетомъ изъ него количества тепла, заключающагося въ растопкѣ, на среднія величины теплопроизводительныхъ способностей каменныхъ углей, и увеличивая его на 16,98%, составляющіе расходъ каменнаго угля, обусловливающій выдѣленіе тепла комнатными печами въ одинаковомъ количествѣ какъ при топкѣ ихъ дровами такъ и каменнымъ углемъ,—

получимъ размѣръ отпуска каменныхъ углей и антрацитовъ различныхъ мѣсторожденій, замѣняющихъ одну трехполѣнную сажень дровъ. Къ количеству антрацита, опредѣленному такимъ разсчетомъ, прибавлено 10% на потерю его въ видѣ мелочи, при раскалываніи передъ закладываніемъ на куски небольшей величины его въ топку. Полученные такимъ разсчетомъ количества каменныхъ углей и антрацита показаны въ графѣ 9 таблицы VI. Количества каменнаго угля и антрацита тѣхъ же мѣсторожденій, замѣняющія одну однополѣнную сажень дровъ, исчислены въ размѣрѣ $^1/_3$ отъ количества его, замѣняющаго одну трехполѣнную сажень дровъ, на основаніи ст. 1995 Св. В. Постановленій ч. IV кн. III изд. 1859 г., которою установлено, что для всѣхъ мѣстностей Имперіи, кромѣ Петербурга и его окрестностей, надлежитъ отпускать 3 саж. однополѣнныхъ дровъ вмѣсто одной трехполѣнной сажени. Числа эти показаны въ графѣ 10 таблицы VI.

Такъ какъ ст. 1962 той же III книги для Петербурга и его окрестностей установленъ отпускъ дровъ трехполѣнными и однополѣнными саженями, то сообразно этому отпускъ англійскихъ каменныхъ углей, поступающихъ на Петербургскій рынокъ, исчисленъ въ размѣрѣ, соотвѣтствующемъ однополѣнной и трехполѣнной саженямъ дровъ и показанъ въ графѣ 10 таблицы VI.

Какъ выше было сказано, основаніемъ при исчисленіи отпуска каменнаго угля количество тепла, заключающееся въ одной трехполѣнной сажени дровъ, принято было въ 556.785.

Принимая во вниманіе данныя, служившія для исчисленія количества дровъ, требующихся для растопки Варшавскихъ каменныхъ углей, отпускъ которой опредѣлился въ 0,03 полукубической саж. для всѣхъ каменныхъ углей, поименованныхъ въ таблицѣ VI, отпускъ дровъ на растопку исчисленъ въ размѣрѣ $^1/_{20}$ = 0,05 саж., такъ какъ болѣе твердыя породы углей могутъ потребовать и больше дровъ на растопку чѣмъ польскіе угли.

Отпускъ дровъ на растопку антрацита выведенъ на ос-

нованіи результатовъ вышеописанныхъ опытовъ по сожиганію антрацита въ печи, устроенной въ Петербургѣ, при которыхъ на растопку 20,61 фунт. антрацита требовалось 3 фунта дровъ. Этому соотвѣтствуетъ отпускъ 0,07 саж. дровъ трехполѣнной и однополѣнной мѣры на 77 и 25,7 пуд. антрацита, замѣняющихъ эти количества дровъ.

Результаты всѣхъ этихъ исчисленій по опредѣленію размѣра отпуска каменныхъ углей и антрацитовъ различныхъ мѣсторожденій сгруппированы въ видѣ окончательныхъ выводовъ въ таблицѣ XXIV.

Въ этой табицѣ показаны среднія величины нагрѣвательныхъ способностей каменныхъ углей показанныхъ въ ней мѣсторожденій и соотвѣтствующія имъ среднія величины содержанія влаги и золы, и количества каменныхъ углей и антрацитовъ, какія подлежатъ къ отпуску вмѣсто одной трехполѣнной и одной однополѣнной саженей дровъ.

Соображенія относительно введенія въ дѣйствіе вышеопредѣленныхъ нормъ отпуска каменныхъ углей и антрацитовъ англійскихъ и добываемыхъ въ различныхъ мѣстностяхъ Россіи. Выполнивъ возложенную задачу, коммисія высказалась, что она полагаетъ возможнымъ теперь же ввести въ дѣйствіе опредѣленныя ею нормы отпуска каменныхъ углей и антрацитовъ, показанныхъ въ таблицѣ XXIV, для слѣдующихъ ихъ мѣсторожденій: англійскихъ, Донецкаго бассейна, польскихъ и сахалинскихъ, и антрацита.

Изъ числа мѣстностей, въ которыхъ нынѣ введено отопленіе каменнымъ углемъ, поступали заявленія о недостаточности дѣйствующей нормы, установленной положеніями Военнаго Совѣта отъ 9-го декабря 1881 г. и 31-го мая 1884 г., изъ Варшавскаго, Московскаго и Кавказскаго военныхъ округовъ.

Что касается до введенія исчисленнаго размѣра отпуска каменнаго угля, показаннаго въ таблицѣ XXIV для углей Туркестанскихъ и Тквибульскаго, добываемаго на Кавказѣ, то коммисія полагала, что нѣтъ настоятельной необходимости теперь же вводить опредѣленный ею размѣръ отпуска углей этихъ мѣсторожденій на основаніи слѣдующихъ соображеній:

а) для Туркестанскихъ каменныхъ углей по опредѣленію коммисіи получилось, что взамѣнъ одной однополѣнной сажени смѣшанныхъ сосновыхъ и еловыхъ дровъ слѣдуетъ отпускать каменнаго угля изъ копей Ляльми-Гизанской 35 пуд., Нарынской 34,6 пуд. и Кокинесайской 37,3 пуд. Въ настоящее время установленъ отпускъ каменнаго угля для тѣхъ же копей, вмѣсто одной однополѣнной сажени дровъ, соотвѣтственно въ слѣдующемъ количествѣ: 17,1, 16 и 19 пуд.

Такая разница въ размѣрахъ отпуска произошла вслѣдствіе того, что коммисія, занятія которой описаны въ предъидущихъ главахъ, опредѣлила содержаніе въ одной трехполѣнной сажени дровъ смѣшанныхъ изъ сосны и ели 556.785 пудо-цельсіевыхъ един. тепла, а въ одной однополѣнной сажени такихъ же дровъ $\frac{556.785}{3} = 185.595$ ед. тепла.

При опредѣленіи дѣйствующей нынѣ нормы, мѣстными учрежденіями въ Туркестанѣ принималось, что въ однополѣнной сажени дровъ мѣстныхъ породъ дерева—тополевыхъ и урюковыхъ—содержится 87.890 ед. тепла.

Независимо отъ этого, разница въ величинахъ отпуска каменныхъ углей этихъ копей обусловливалась и различіемъ въ установленныхъ величинахъ нагрѣвательныхъ способностей дровъ и каменныхъ углей. Эти величины, при настоящихъ работахъ коммисіи, были опредѣлены примѣненіемъ новѣйшихъ, болѣе точныхъ способовъ опредѣленій нагрѣвательныхъ способностей, тогда какъ мѣстными учрежденіями въ Туркестанѣ онѣ были установлены по способу Бертье, дающему менѣе точные результаты.

Такимъ образомъ въ настоящее время коммисіею было опредѣлено, что теплопроизводительная способность дровъ составляетъ: сосновыхъ 3.128 и еловыхъ 3.089 ед. тепла, тогда какъ въ Туркестанѣ теплопроизводительная способность мѣстныхъ породъ дерева принята была въ 2.350 ед. тепла.

Ст. 1995 Св. В. П. ч. IV кн. III изд. 1859 г. установлено, что одна трехполѣнная сажень дровъ во всѣхъ

мѣстностяхъ Имперіи должна служить единицею мѣры для отпуска топлива, и что въ ней заключается три однополѣнныя сажени дровъ. На основаніи этого вышеуказанные выводы, сдѣланные коммисіей объ отпускѣ каменнаго угля въ зависимости отъ содержанія количества тепла, заключающагося въ этихъ единицахъ мѣры сосновыхъ и еловыхъ дровъ, должны служить для опредѣленія нормы ихъ отпуска каменныхъ углей и для Туркестанскихъ копей.

Принимая же во вниманіе, что со стороны мѣстнаго начальства не встрѣчается заявленій о недостаточности нынѣ установленной временной нормы отпуска Туркестанскаго каменнаго угля, коммисія полагала возможнымъ не вводить опредѣленные ею отпуски этихъ углей впредь до выясненія вопроса о свойствѣ каменныхъ углей мѣстныхъ копей, которыя могутъ измѣниться вмѣстѣ съ постепеннымъ развитіемъ каменноугольной промышленности въ этомъ краѣ, такъ какъ нынѣ разрабатываются только поверхностные слои залежей.

Способъ разработки каменнаго угля въ Туркестанскихъ копяхъ еще недостаточно установился, почему получается только около 30% годнаго угля изъ разрабатываемаго его количества въ копяхъ. При разработкѣ копей не введены еще приборы для надлежащей сортировки угля, имѣющіеся въ копяхъ, гдѣ оборудованіе сдѣлано надлежащимъ образомъ.

Доставка угля организована также весьма примитивно. Уголь доставляется вьюками на верблюдахъ, а при такихъ условіяхъ происходитъ большая потеря его въ видѣ мелочи. Во избѣжаніе этихъ неудобствъ, вліяющихъ на качество и обусловливающихъ значительную стоимость угля, достигающую 32 коп. за пудъ, Военное министерство въ 1892 г. отпустило 2.300 рубл. на производство опытовъ по изготовленію изъ этого угля брикетовъ. Если эти опыты приведутъ къ благопріятнымъ результатамъ, то это обстоятельство можетъ значительно повліять на развитіе каменноугольной промышленности, давая возможность утилизировать мелочь, считающуюся нынѣ отбросомъ, уменьшитъ потерю при образованіи ея во время доставки и повліяетъ на установленіе

нормы его отпуска, находящейся въ зависимости отъ состава и теплопроизводительной способности брикетовъ. Кромѣ того дѣйствующая нынѣ норма отпуска каменныхъ углей установлена какъ временная, въ зависимости отъ постепеннаго введенія печей, приспособленныхъ для топки каменнымъ углемъ.

По выясненіи всѣхъ этихъ обстоятельствъ, въ связи съ постепеннымъ устройствомъ печей образца 1888 г., приспособленныхъ къ сжиганію каменнаго угля, можетъ получиться больше данныхъ для установленія нормы отпуска каменнаго угля для этихъ коцей. Выработанныя нынѣ коммисіей данныя о размѣрѣ отпуска угля и способы разсчета для опредѣленія его количества могутъ послужить матеріаломъ для установленія тѣхъ отпусковъ его, какіе опредѣлятся послѣ выясненія выше перечисленныхъ обстоятельствъ, при дальнѣйшемъ развитіи мѣстной каменноугольной промышленности. Равнымъ образомъ эти данныя могутъ служить основаніемъ при оцѣнкѣ могущихъ поступить заявленій мѣстнаго начальства о недостаточности нынѣ установленной временной нормы отпуска каменнаго угля.

Для Тквибульскаго угля на Кавказѣ, на основаніи данныхъ, имѣвшихся въ распоряженіи коммисіи, отпускъ этого угля былъ опредѣленъ въ 103,0 пуда взамѣнъ одной трехполѣнной сажени дровъ и 34,3 пуда вмѣстѣ одной однополѣнной сажени дровъ.

Дѣйствующая нынѣ норма отпуска каменнаго угля на Кавказѣ въ 75 пуд. взамѣнъ трехполѣнной сажени дровъ установлена вслѣдствіе заявленія мѣстнаго начальства о недостаточности прежде установленной нормы этого отпуска въ 62 пуда.

Опредѣливъ норму отпуска Тквибульскаго каменнаго угля въ 103,0 пуда, коммисія предположила вопросъ объ опредѣленіи окончательнаго размѣра отпуска его оставить открытымъ, впредь до выясненія слѣдующихъ обстоятельствъ:

1) До представленія результатовъ наблюденій по установленію нормы отпуска этого угля, возложенныхъ на мѣстное начальство, и до передѣлки печей съ цѣлью приспособленія

ихъ для топки каменнымъ углемъ, что̀ должно было быть исполнено, согласно постановленія Военнаго Совѣта, изложеннаго въ журналѣ отъ 19-го октября 1891 г., и для чего въ распоряженіе начальника инженеровъ Кавказскаго военнаго округа отпущено было 10.000 рубл.

2) Изъ данныхъ, имѣвшихся въ распоряженіи коммисіи, усматривается, что по настоящее время *) распространеніе Тквибульскаго угля было весьма ограничено, благодаря тому, что онъ не выдерживаетъ перевозки и храненія. Вслѣдствіе этого общество по разработкѣ этихъ копей приступило къ фабрикаціи изъ этого угля брикетовъ и полагаетъ вести эту фабрикацію на весьма раціональныхъ началахъ, вырабатывая брикеты опредѣленнаго состава и теплопроизводительной способности, съ постояннымъ содержаніемъ золы, и примѣняя нефтяные остатки какъ цементъ, связывающій частицы угля. При введеніи такихъ брикетовъ, которые должны были поступить въ продажу въ 1895 г., условія пользованія каменнымъ углемъ для отопленія печей должны измѣниться въ пользу бо́льшаго распространенія этого рода топлива.

Въ настоящее время исчисленіе размѣра отпуска брикетовъ взамѣнъ дровъ не можетъ быть сдѣлано за неимѣніемъ практическихъ данныхъ о размѣрѣ содержанія въ нихъ влаги, зависящемъ отъ степени ихъ гигроскопичности, какая будетъ придана брикетамъ при ихъ фабрикаціи.

По имѣвшимся въ распоряженіи коммисіи даннымъ, изъ работъ профессора Горнаго института Алексѣева можно ожидать, что теплопроизводительная способность брикетовъ составитъ 6.837 единицъ тепла, тогда какъ для Тквибульскаго угля она опредѣляется значительно меньшею, а именно въ 6.275 единицъ тепла. Вслѣдствіе этого отпускъ брикетовъ опредѣлится въ меньшемъ размѣрѣ, чѣмъ это исчислено для Тквибульскаго каменнаго угля. Руководствуясь этими соображеніями, коммисія полагала, что было бы преждевременно ввести въ дѣйствіе норму отпуска каменнаго угля на Кавказѣ, опредѣленную ею для Тквибульскаго угля.

---

*) Изложеніе относится къ концу 1895 г.

Проектированіе параграфовъ общихъ условій на поставку каменнаго угля и антрацита. Опредѣленный размѣръ отпуска каменныхъ углей и антрацитовъ зависитъ отъ установленной величины ихъ теплопроизводительной способности. Данныя эти выработаны были на основаніи изученія свойствъ каменныхъ углей и зависимости, существующей между теплопроизводительною способностью каменныхъ углей и размѣромъ содержанія въ нихъ влаги и золы.

Исчисленныя нормы будутъ соотвѣтствовать потребности въ топливѣ въ такомъ случаѣ, если при отпускѣ его будетъ соблюдено условіе, что влажность каменнаго угля и содержаніе въ немъ золы будутъ измѣняться въ тѣхъ предѣлахъ, какіе были опредѣлены коммисіею при сдѣланномъ ею исчисленіи размѣровъ отпуска каменныхъ углей взамѣнъ установленнаго отпуска дровъ (таблицы VI и XXIV).

Дабы возможно было достигнуть этого на практикѣ, коммисіею были выработаны особые параграфы къ общимъ условіямъ для пріемки каменнаго угля англійскихъ копей и добываемаго въ бассейнахъ: Привислянскомъ, Подмосковномъ, Донецкомъ и на островѣ Сахалинѣ.

При соблюденіи этихъ правилъ будетъ гарантировано, что пріемщики будутъ получать отъ поставщиковъ уголь надлежащаго качества при способности его развивать то количество тепла, какое предусматривалось при установленіи исчисленныхъ въ табл. XXIV размѣровъ его отпуска.

Вновь проектированные особые параграфы къ условіямъ для поставки каменнаго угля находятся въ числѣ приложеній къ этой статьѣ.

Сравненіе размѣровъ отпуска каменныхъ углей и антрацитовъ по временно установленной нынѣ дѣйствующей нормѣ съ вновь проектированными коммисіею размѣрами ихъ отпуска, взамѣнъ установленнаго отпуска дровъ. 1) Дѣйствующая нынѣ норма довольствія каменнымъ углемъ и антрацитомъ, временно установленная положеніемъ Военнаго Совѣта отъ 9-го декабря 1881 г., предусматриваетъ однообразный отпускъ для всѣхъ мѣстностей Имперіи, кромѣ Москвы, въ размѣрѣ 62 пуд. каменнаго угля и 50 пуд. антрацита,

и дровъ на растопку этого каменнаго угля въ количествѣ 3 вершк. трехполѣнной сажени, т. е. 0,062 ея объема, взамѣнъ одной трехполѣнной сажени дровъ.

Для Московскаго военнаго округа постановленіемъ Военнаго Совѣта отъ 31-го мая 1884 г. установлено отпускать взамѣнъ трехполѣнной сажени дровъ: антрацита 45 пуд., каменнаго угля болѣе мягкихъ породъ 56 пуд. и Чулковскаго каменнаго угля 90 пуд.

На основаніи вышеизложенныхъ результатовъ изслѣдованій свойствъ и теплопроизводительныхъ способностей каменныхъ углей большинства копей главнѣйшихъ мѣсторожденій каменнаго угля и антрацита, добываемыхъ въ Россіи, выяснившихъ различіе въ ихъ свойствахъ и величинахъ ихъ теплопроизводительныхъ способностей, коммисія не нашла возможнымъ установить однообразную норму отпуска каменнаго угля для всѣхъ его мѣсторожденій. Чтобы облегчить, по возможности, поставку каменнаго угля и заключеніе контрактовъ на эти поставки, коммисія распредѣлила добываемый въ различныхъ копяхъ уголь по группамъ, въ зависимости отъ близости его, свойствъ и величинъ теплопроизводительныхъ его способностей. При установленіи средней величины теплопроизводительной способности каменныхъ углей каждой группы введено въ разсчетъ вліяніе размѣра годовой добычи каменнаго угля въ каждой изъ копей, вошедшей въ составъ данной группы. Соотвѣтственно этому опредѣленъ размѣръ отпуска каменнаго угля каждой группы, причемъ принята во вниманіе и разница въ степени выдѣленія печами количества тепла послѣ согрѣванія ихъ дровами, каменнымъ углемъ и антрацитомъ. Опредѣленіе средней величины нагрѣвательныхъ способностей каменныхъ углей и антрацитовъ, входящихъ въ составъ каждой группы, и разсчеты по опредѣленію отпуска минеральнаго топлива показаны въ таблицѣ VI, а окончательные выводы по размѣру этого отпуска приведены въ таблицѣ XXIV.

Сравненіе опредѣленныхъ такимъ образомъ размѣровъ отпуска каменнаго угля и антрацита съ дѣйствующею нынѣ временною нормой отпуска этихъ топливъ указываетъ, что

вновь опредѣленные размѣры отпуска минеральнаго топлива значительно превосходятъ нынѣ установленные, чѣмъ и подтверждается справедливость заявленій мѣстнаго начальства о недостаточности отпуска минеральнаго топлива, которыя были получены почти изъ всѣхъ мѣстностей, гдѣ для отопленія употребляется минеральное топливо.

При опредѣленіи нормъ отпусковъ каменнаго угля, показанныхъ въ табл. XXIV, количество тепла, заключающееся въ одной трехполѣнной сажени дровъ, опредѣлено на основаніи результатовъ ихъ взвѣшиванія и установленія теплотворныхъ способностей сосновыхъ и еловыхъ дровъ, входящихъ въ составъ трехполѣнной сажени, помощью калориметра. Теплотворныя способности каменныхъ углей различныхъ мѣсторожденій опредѣлены также при помощи калориметра. Кромѣ того введено вліяніе на размѣръ отпуска каменнаго угля и различіе въ количествѣ тепла, выдѣляемаго печами послѣ согрѣванія ихъ каменнымъ углемъ и дровами.

При установленіи дѣйствующей нынѣ нормы отпуска каменнаго угля принято было, что вѣсъ трехполѣнной сажени дровъ—150 пуд., теплопроизводительная способность дровъ—2.800 ед. тепла, вслѣдствіе чего количество тепла, заключающагося въ одной трехполѣнной сажени, было опредѣлено въ $150 \times 2.800 = 420.000$ пудо-цельсіевыхъ единицъ тепла, и не принималось во вниманіе различіе въ степени согрѣванія помѣщеній печами при топкѣ ихъ дровами и каменнымъ углемъ.

На основаніи вышеописанныхъ работъ, произведенныхъ коммисіею, выяснилось, что вѣсъ трехполѣнной сажени дровъ при влажности ихъ въ 27,5% составляетъ 179,49 пуд., и теплопроизводительная способность при этомъ содержаніи влаги составляетъ: для сосны 3127.9 и для ели 3089,7 единицъ тепла. Сообразно съ этимъ количество тепла, заключающееся въ трехполѣнной сажени дровъ, опредѣлилось въ 556.785 единицъ тепла.

Вліяніе различія въ степени выдѣленія тепла печами, послѣ согрѣванія ихъ дровами и каменнымъ углемъ, обусловливало увеличеніе отпуска каменнаго угля на 16,98%.

Независимо отъ этого разница въ размѣрѣ отпуска каменнаго угля, опредѣленнаго коммисіею и установленнаго по дѣйствующей нынѣ временной нормѣ, зависитъ также отъ различія въ величинахъ нагрѣвательныхъ способностей каменныхъ углей, опредѣленныхъ коммисіею для каждой ихъ группы, вмѣсто средней величины ея въ 6.280 единицъ тепла, какая была принята при установленіи нынѣ дѣйствующей временной нормы одинаковою для всѣхъ углей, добываемыхъ въ различныхъ ихъ мѣсторожденіяхъ.

Этими обстоятельствами обусловливается разница въ размѣрѣ отпусковъ каменныхъ углей и антрацитовъ, вновь исчисленныхъ коммисіею, и размѣровъ отпуска этого рода топливъ по нынѣ дѣйствующей временно установленной нормѣ ихъ отпуска.

Соображенія о размѣрѣ отпуска дровъ для отопленія печей системы генералъ-лейтенанта Войницкаго образца 1888 г. по сравненію съ расходомъ ихъ, установленнымъ для голландскихъ печей. Изъ вышеописанныхъ опытовъ по измѣренію количества тепла, выдѣляемаго печами: голландскою и системы генералъ-лейтенанта Войницкаго, выяснилось, что коэффиціентъ полезнаго дѣйствія по передачѣ тепла печью голландскою составляетъ 0,7456, тогда какъ для печи системы генералъ-лейтенанта Войницкаго онъ опредѣлился въ 0,8115 отъ количества тепла, заключавшагося въ сожигаемомъ топливѣ. Вслѣдствіе этого для полученія одинаковаго количества тепла, выдѣляемаго обоими типами печей, требуется сожигать въ печи образца 1888 г. меньшее количество дровъ чѣмъ въ печи голландской.

Называя его чрезъ *Д*, оно получится изъ слѣдующаго уравненія, выражающаго условіе, что количество тепла, выдѣляемаго голландскою печью при сожиганіи въ ней 35,63 фунт. дровъ, имѣющихъ теплопроизводительную способность 4.017 ед. тепла, должно быть одинаково съ количествомъ тепла, выдѣляемаго печью образца 1888 г.

$$Д \times 4.017 \times 0,8115 = \overbrace{35,63 \times 4.017}^{143.125} \times 0,7456,$$

откуда

$$Д = \frac{143.125}{\underbrace{4.017}_{35,63}} \times \frac{0,7456}{\underbrace{0,8115}_{0,918}} = 32,7 \text{ фунт.},$$

что, по сравненію съ количествомъ дровъ, сожигавшимся въ голландской печи 35,63 фунт., составляетъ уменьшеніе расхода дровъ въ печи генералъ-лейтенанта Войницкаго на $\frac{35,63 - 32,7}{35,63} \times 100 = 8,1\%$, при достиженіи одинаковой степени нагрѣванія помѣщенія какъ и печью голландскою.

Заключеніе.

Выполнивъ постановленіе Военнаго Совѣта отъ 9-го декабря 1893 г. относительно установленія нормы отпуска каменнаго угля и антрацита взамѣнъ трехполѣнной сажени дровъ для углей доставляемыхъ изъ Англіи и добываемыхъ въ бассейнахъ: Привислянскомъ, Подмосковномъ, Донецкомъ, на островѣ Сахалинѣ, въ Туркестанѣ и на Кавказѣ, коммисія вмѣстѣ съ тѣмъ пришла къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) Выработанныя нормы отпуска каменнаго угля взамѣнъ существующаго нынѣ отпуска дровъ коммисія считаетъ относящимися къ удовлетворенію потребности въ топливѣ для согрѣванія помѣщеній комнатными печами. Во всѣхъ же остальныхъ случаяхъ примѣненія каменноугольнаго отопленія, какъ-то: для варки пищи, хлѣбопеченія, для согрѣванія и возобновленія воздуха въ помѣщеніяхъ помощью металлическихъ калориферовъ и другихъ вентиляціонныхъ приборовъ, для металлическихъ паровыхъ котловъ и котловъ служащихъ для согрѣванія воды и проч., коммисія, имѣя въ виду, что расходъ каменнаго угля въ такого рода приборахъ зависитъ отъ ихъ назначенія и конструкціи, не сочла возможнымъ распространить на нихъ сдѣланные ею выводы по опредѣленію отпуска каменнаго угля и высказалась, что потребность для нихъ въ минеральномъ топливѣ должна быть выяснена въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ непосредственными опытами, какъ это и установлено закономъ.

2) Общее количество каменнаго угля, исчисляемое для отопленія того или другаго помѣщенія, руководствуясь проек-

тированными коммисіею размѣрами отпуска каменнаго угля и антрацита, взамѣнъ существующаго довольствія дровами, можетъ уменьшиться вмѣстѣ съ предполагаемымъ сокращеніемъ существующаго нынѣ отпуска дровъ, если таковое выяснится на основаніи результатовъ производящихся опытовъ съ цѣлью провѣрки выводовъ, сдѣланныхъ коммисіею, бывшею при Главномъ Инженерномъ управленіи, «для опредѣленія нормальныхъ отпусковъ топлива въ военно-сухопутномъ и морскомъ вѣдомствахъ», которая проектировала исчислить потребность въ отпускѣ дровъ въ зависимости отъ потери тепла охлаждающимися поверхностями помѣщеній.

3) Вышеприведеннымъ постановленіемъ Военнаго Совѣта предусматривается необходимость въ опредѣленіи нормы отпуска каменнаго угля для тѣхъ мѣстностей, откуда поступали или поступаютъ заявленія о недостаточности временно установленной нынѣ дѣйствующей нормы его отпуска. Вслѣдствіе этого коммисія признала возможнымъ, въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ по стоимости окажется выгоднымъ замѣнить дрова каменнымъ углемъ и антрацитомъ, теперь же производить отпускъ этихъ топливъ на основаніи вновь исчисленныхъ ею нормъ для каменныхъ углей, поставляемыхъ изъ Англіи и добываемыхъ въ копяхъ бассейновъ: Привислянскомъ, Подмосковномъ и Донецкомъ, а также и на островѣ Сахалинѣ.

Для руководства при пріемкѣ этихъ углей коммисія проектировала особые параграфы, обусловливающіе количество поставляемаго каменнаго угля и антрацита, которые признала необходимымъ ввести въ общія условія по поставкѣ топлива.

Что же касается до каменныхъ углей Туркестанскихъ и Тквибульскаго, добываемаго на Кавказѣ, то коммисія высказалась, что признаетъ возможнымъ въ этихъ мѣстностяхъ производить отпускъ каменнаго угля, руководствуясь дѣйствующими нынѣ временно установленными для этихъ мѣстностей нормами, впредь до выясненія вопроса о результатахъ опытовъ по приготовленію брикетовъ изъ этихъ углей,

а для Туркестанскихъ углей кромѣ того и впредь до выясненія вопроса о возможномъ измѣненіи качества углей и ихъ теплопроизводительной способности, вмѣстѣ съ углубленіемъ нынѣ разрабатываемыхъ поверхностныхъ слоевъ копей.

Въ зависимости отъ того, что произведенными опытами выяснилось, что печи голландскія и системы генералъ лейтенанта Войницкаго послѣ топки ихъ каменнымъ углемъ выдѣляютъ одинаковое количество тепла, коммисія положила, что слѣдуетъ исчислять потребность въ каменномъ углѣ въ одинаковомъ размѣрѣ для обѣихъ системъ печей, въ зависимости отъ отпуска дровъ, установленнаго дѣйствующими законоположеніями для печей голландскихъ.

Норма отпуска антрацита опредѣлена въ зависимости отъ соблюденія условія одинаковаго выдѣленія тепла печами системы генералъ-лейтенанта Войницкаго, послѣ согрѣванія ихъ антрацитомъ, и печами голландскими, послѣ топки ихъ дровами.

Вслѣдствіе этого коммисія положила, что исчисленіе количества антрацита, требующагося для отопленія даннаго помѣщенія, надлежитъ дѣлать въ зависимости отъ того количества дровъ, которое установлено отпускать существующими законоположеніями при отопленіи голландскими печами, независимо отъ того, какой системы печи установлены въ помѣщеніи.

4) Произведенные коммисіею опыты выяснили, что при топкѣ дровами печи системы генералъ-лейтенанта Войницкаго выдѣляютъ болѣе тепла чѣмъ голландскія. Вслѣдствіе этого коммисія признала возможнымъ при отопленіи помѣщеній дровами уменьшить для печей системы генералъ-лейтенанта Войницкаго отпускъ дровъ на *восемь процентовъ* сравнительно съ установленнымъ для голландскихъ печей

6) Въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ по стоимости окажется выгоднымъ примѣнять каменноугольное отопленіе вмѣсто дровъ, во избѣжаніе значительныхъ расходовъ на постройку печей системы генералъ-лейтенанта Войницкаго, приспособленныхъ къ каменноугольному отопленію и утвержденныхъ журналами Инженернаго Комитета 14-го іюля 1888 г. за № 31

и 17-го ноября 1888 г. за № 52, комиссія признала возможнымъ вводить для отопленія каменный уголь, приспособляя для сего голландскія печи, устраивая въ нихъ: а) колосниковыя рѣшетки, надлежащимъ образомъ разсчитанныя, б) герметическія топочныя и поддувальныя дверцы, и в) устанавливая въ дымовыхъ трубахъ трубные засовы.

7) Въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ для отопленія примѣняется антрацитъ, коммисія полагаетъ необходимымъ устраивать печи системы генералъ-лейтенанта Войницкаго. Равнымъ образомъ, въ виду преимуществъ, представляемыхъ конструкціею этой системы печей, коммисія полагаетъ необходимымъ устраивать ихъ какъ при постройкѣ новыхъ зданій, такъ и замѣнять ими голландскія печи, приходящія въ негодность, въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ примѣняется для отопленія не только каменный уголь и антрацитъ, но гдѣ отопленіе производится и дровами.

8) Въ виду существованія разнообразныхъ пріемовъ, примѣняемыхъ въ различныхъ мѣстностяхъ при сожиганіи въ комнатныхъ печахъ минеральнаго топлива, коммисія, желая достигнуть возможно большей утилизаціи тепла, развиваемаго горѣніемъ этого рода топливъ, признала полезнымъ распространить указаніе на необходимость закрывать трубный засовъ послѣ полнаго прогоранія каменнаго угля и антрацита.

При этомъ, во избѣжаніе возможности образованія угара при преждевременномъ закрываніи трубы, коммисія сочла полезнымъ установить правило, что въ трубныхъ засовахъ необходимо дѣлать круглое отверстіе въ 1 дюймъ діаметромъ, черезъ которое могли бы уходить въ трубу вредные для дыханія продукты горѣнія, образующіеся при сожиганіи минеральнаго топлива.

Приложеніе 1.

Проектъ дополнительныхъ параграфовъ къ общимъ условіямъ на поставку каменнаго угля.

I. Для углей Привислянскаго бассейна.

Каменный уголь долженъ быть доставляемъ въ крупныхъ кускахъ, въ числѣ которыхъ не должно быть такихъ, которые проходили бы въ круглое отверстіе діаметровъ 75 милиметр. (3 дюйма), хорошаго качества, сложенія плотнаго, не землистаго, не содержать постороннихъ негорючихъ примѣсей, свѣже добытый или находившійся на храненіи въ складахъ не болѣе 6-ти мѣсяцевъ со времени его добыванія; при горѣніи не спекаться, а равно не распадаться на мелкіе куски въ такой степени, чтобы этимъ устранялся притокъ воздуха въ прозоры рѣшетки.

Уголь допускается къ поставкѣ имѣющій теплопроизводительную способность не менѣе 6.290 единицъ тепла при опредѣленіи ея помощью калориметра, и не менѣе 5.782 единицъ тепла при исчисленіи ея по формулѣ Дюлонга, на основаніи результатовъ химическаго изслѣдованія состава каменнаго угля (при опредѣленіи этихъ величинъ теплопроизводительной способности не принимается во вниманіе потеря тепла па перегрѣваніе въ паръ при 100° Ц. воды гигроскопической и образующейся отъ сгоранія водорода).

Каменный уголь допускается къ пріемкѣ при содержаніи влаги не болѣе 12% и золы не болѣе 8%, исчисленныхъ отъ вѣса взятой пробы каменнаго угля.

Пріемка каменнаго угля производится по осмотру наружнаго его вида. Повѣрка качества каменнаго угля можетъ быть произведена во всякое время губернскимъ правленіемъ, заключившимъ контрактъ па его поставку.

При доставкѣ каменнаго угля Привислянскаго бассейна копей «Милевица», «Сатурнъ», «Парижъ», «Рудольфъ», «Рудольфъ Георгъ», «Янъ», «Ренаръ», «Казиміръ (Феликсъ)» и «Мортимеръ», доброкачественность каменнаго угля, независимо отъ его наружнаго осмотра, повѣряется на содержаніи въ немъ влаги и золы въ вышеуказанныхъ предѣлахъ, опредѣляемомъ при изслѣдованіи содержанія влаги и золы въ средней пробѣ каменнаго угля. Происхожденіе каменнаго угля дан-

ныхъ копей удостовѣряется поставщикомъ угля представленіемъ условія, заключеннаго имъ съ администраціею копи, изъ которой каменный уголь долженъ доставляться при накладныхъ отъ желѣзныхъ дорогъ, съ обозначеніемъ названія копи, изъ которой уголь доставленъ.

При доставкѣ каменнаго угля изъ какихъ либо другихъ, кромѣ вышеупомянутыхъ, мѣстъ его добыванія, опредѣленіе его доброкачественности производится не только на основаніи наружнаго осмотра, но и на основаніи результатовъ опредѣленія въ лабораторіи Императорскаго Варшавскаго университета нагрѣвательной его способности и содержанія въ немъ золы и влаги, причемъ онъ долженъ удовлетворять вышеуказаннымъ требованіямъ по отношенію къ величинѣ нагрѣвательной способности и по содержанію влаги и золы въ предѣлахъ установленныхъ для каменныхъ углей перечисленныхъ выше копей. Расходы по опредѣленію теплопроизводительной способности содержанія влаги и золы въ угляхъ относятся на средства казны.

II. Для англійскихъ каменныхъ углей.

Допускается къ поставкѣ для топки обыкновенныхъ нагрѣвательныхъ приборовъ каменный уголь Ньюкастльскій и Шотландскій, а въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ требуется достигнуть бездымнаго горѣнія, и Кардифъ. Каменный уголь долженъ быть доставляемъ преимущественно въ крупныхъ кускахъ, въ числѣ которыхъ не должно быть болѣе четвертой части такихъ, которые проходятъ черезъ грохотъ съ отверстіями въ одинъ квадратный дюймъ. Каменный уголь долженъ быть свѣже-добытый, или находившійся въ складѣ не болѣе шести мѣсяцевъ; онъ не долженъ содержать постороннихъ, негорючихъ примѣсей, земли или мусору. Доказательствомъ происхожденія каменнаго угля соотвѣтствующихъ мѣсторожденій могутъ служить коносаменты, сопровождающіе доставляемую партію каменнаго угля. Представленіе коносаментовъ можетъ быть потребовано по усмотрѣнію учрежденія, заключившаго контрактъ на поставку каменнаго угля.

Уголь допускается къ поставкѣ, если имѣетъ теплопроизводительную способность (при опредѣленіи которой не принимается во вниманіе потеря тепла на перегрѣваніе воды въ паръ при 100° Ц., гигроскопической и образующейся при сгораніи водорода): а) при опредѣленіи ея помощью калориметра не менѣе: для Кардифа 8.359, для Ньюкастльскаго 7.550 и для Шотландскаго 7.176 единицъ тепла, и б) при опредѣленіи ея по формулѣ Дюлонга на основаніи результатовъ изслѣдованія химическаго состава угля: для Кардифа 8.742, для Ньюкастльскаго 7.122 и для Шотландскаго 7.203 единицъ тепла.

Каменный уголь допускается къ пріемкѣ, если не содержитъ влаги и золы болѣе слѣдующихъ предѣловъ: въ Кардифѣ влаги 3,5% и золы 3%; въ Ньюкастльскомъ углѣ влаги 10% и золы 6%, и въ Шотландскомъ — влаги 10,5% и золы 6% отъ вѣса взятой его пробы.

Пріемка угля производится по осмотру его наружнаго вида. При возникающихъ сомнѣніяхъ относительно качества каменнаго угля, по

представленіи удостовѣреній о мѣстѣ его происхожденія, производится повѣрка относительно содержанія въ каменномъ углѣ влаги и золы въ вышеуказанныхъ предѣлахъ, опредѣленіе которыхъ производится на основаніи изслѣдованія содержанія влаги и золы въ средней пробѣ угля. Сверхъ того, по усмотрѣнію учрежденія, заключившаго контрактъ, можетъ быть произведена повѣрка теплопроизводительной способности поставляемаго каменнаго угля, какая соотвѣтствуетъ средней его пробѣ. Опредѣленіе нагрѣвательной способности дѣлается въ одной изъ лабораторій по выбору учрежденія, заключившаго контрактъ на поставку каменнаго угля.

Расходы по опредѣленію содержанія въ средней пробѣ каменнаго угля влаги, золы и теплопроизводительной способности производятся изъ средствъ казны.

III. Для каменныхъ углей и антрацитовъ Донецкихъ мѣсторожденій.

Каменный уголь и антрацитъ должны доставляться преимущественно въ крупныхъ кускахъ величиною меньше кулака взрослаго человѣка. Какъ каменный уголь, такъ и антрацитъ, должны быть свѣже-добытыми или не находившимися на складѣ долѣе 6-ти мѣсяцевъ, не имѣть постороннихъ негорючихъ примѣ ей, земли и мусору.

Доказательствомъ происхожденія каменныхъ углей и антрацитовъ изъ соотвѣтствующихъ мѣсторожденій могутъ служить накладныя желѣзныхъ дорогъ, выдаваемыя со станціи отправленія, или условія, заключенныя поставщикомъ съ администраціею копей, поставляющихъ уголь.

Представленіе этихъ документовъ можетъ быть потребовано учрежденіемъ, заключившимъ контрактъ съ поставщикомъ на доставку каменнаго угля и антрацита.

Уголь допускается къ поставкѣ, если имѣетъ теплопроизводительную способность (при опредѣленіи которой не принимается во вниманіе потеря тепла на перегрѣваніе воды въ паръ при 100° Ц., гигроскопической и образующейся отъ сгоранія водорода): а) при опредѣленіи ея помощью калориметра не менѣе: для Лисичанскихъ каменныхъ углей 6.673 единицъ тепла; для каменныхъ углей мѣсторожденій ближайшихъ къ станціямъ желѣзныхъ дорогъ Марьевка и Варварополье 7.117 единицъ тепла; ближайшихъ къ станціямъ желѣзныхъ дорогъ Никитовка и Константиновка—7.203 единицъ тепла; ближайшихъ къ станціямъ Рудничной, Юзовки и Хорцинской 7.717 единицъ тепла, и для антрацитовъ 7.340 единицъ тепла, и б) при опредѣленіи теплопроизводительной способности по формулѣ Дюлонга на основаніи данныхъ химическаго его анализа не менѣе: для каменныхъ углей мѣсторожденій Лисичанскихъ 7.013 ед. тепла; ближайшихъ къ станціямъ Марьевка и Варварополье 7.422 единицы тепла; ближайшихъ къ станціямъ Никитовка и Константиновка 7.154 единицы

тепла; ближайшихъ къ станціямъ Рудничной, Юзовки и Хорцинской 8.136 единицъ тепла, и для антрацитовъ 7.406 единицъ тепла.

Уголь не допускается къ пріемкѣ, если содержитъ влаги и золы болѣе слѣдующихъ предѣловъ: для углей мѣсторожденій Лисичанскихъ—влаги 14% и золы 5%; ближайшихъ къ станціямъ Марьевка и Варварополье—влаги 8% и золы 6%; ближайшихъ къ станціямъ Никитовка и Константиновка—влаги 3% и золы 7,5%; ближайшихъ къ станціямъ Рудничной, Юзовки и Хорцинской—влаги 7% и золы 3%; для антрацитовъ — влаги 4,5% и золы 2,5%, исчисленныхъ отъ вѣса взятой пробы.

Пріемка каменныхъ углей и антрацитовъ производится по осмотру наружнаго ихъ вида. При возникающихъ сомнѣніяхъ относительно ихъ качества дѣлается повѣрка содержанія въ нихъ влаги и золы въ вышеуказанныхъ предѣлахъ, которое производится на основаніи изслѣдованія влаги и золы въ средней пробѣ каменнаго угля и антрацита.

Сверхъ того, по усмотрѣнію учрежденія, заключившаго контрактъ на поставку каменнаго угля и антрацита, можетъ быть произведена повѣрка величины нагрѣвательной способности каменныхъ углей и антрацитовъ, какая соотвѣтствуетъ ихъ средней пробѣ. Опредѣленіе нагрѣвательной способности дѣлается въ одной изъ лабораторій, по выбору учрежденія, заключившаго контрактъ напоставку каменнаго угля и антрацита. Расходы по опредѣленію содержанія въ средней пробѣ влаги и золы, и теплопроизводительной способности, относятся на средства казны.

IV. Для каменныхъ углей Подмосковнаго бассейна.

Каменный уголь долженъ доставляться преимущественно въ крупныхъ кускахъ, въ числѣ которыхъ не должно быть кусковъ меньше кулака взрослаго человѣка.

Каменный уголь долженъ быть свѣже-добытымъ или лежавшимъ въ складѣ не болѣе 6-ти мѣсяцевъ; не имѣть постороннихъ негорючихъ примѣсей, земли и мусору.

Доказательствомъ происхожденія поставляемаго угля съ соотвѣтствующихъ мѣсторожденій могутъ служить накладныя желѣзныхъ дорогъ, выдаваемыя со станцій отправленій, или условія, заключенныя поставщикомъ угля съ администраціею копи, изъ которой уголь поставляется. Представленіе этихъ документовъ можетъ быть потребовано учрежденіемъ, заключившимъ контрактъ съ поставщикомъ на доставку каменнаго угля. Каменный уголь допускается къ пріемкѣ, если имѣетъ теплопроизводительную способность (при опредѣленіи которой не принимается во вниманіе потеря тепла на перегрѣваніе въ паръ при 100° Ц. воды гигроскопической и образующейся при сгораніи водорода): а) при опредѣленіи ея помощью калориметра не менѣе: для углей Тульской губерніи 4.636 единицъ тепла и Рязанской губерніи 4.345 единицъ тепла; б) при опредѣленіи ея по формулѣ Дюлонга, на основаніи данныхъ его химическаго состава, теплопроизводительная способ-

ность не должна быть менѣе: для углей Тульской губерніи 4.910 единицъ тепла, и для каменныхъ углей Рязанской губерніи 4.594 единицы тепла.

Каменный уголь не допускается къ пріемкѣ, если содержитъ влаги и золы болѣе слѣдующихъ предѣловъ: для каменныхъ углей Тульской губерніи—влаги 20% и золы 12%, и для каменныхъ углей Рязанской губерніи — влаги 19% и золы 16%, исчисляемыхъ отъ вѣса взятой пробы угля.

Пріемка каменныхъ углей производится по осмотру наружнаго ихъ вида. При возникновеніи сомнѣній относительно ихъ качества производится повѣрка на содержаніе влаги и золы въ вышеуказанныхъ предѣлахъ, заключающихся въ средней пробѣ углей. Сверхъ того, по усмотрѣнію учрежденія, заключившаго контрактъ на поставку каменнаго угля, можетъ быть произведена повѣрка теплопроизводительной способности поставляемаго каменнаго угля, какая заключается въ средней ихъ пробѣ. Опредѣленіе нагрѣвательной способности дѣлается въ одной изъ лабораторій по выбору учрежденія, заключившаго контрактъ на поставку каменнаго угля.

Расходы по опредѣленію содержанія въ средней пробѣ влажности, золы и теплопроизводительной способности относятся на средства казны.

V. Для каменныхъ углей острова Сахалина.

Каменный уголь долженъ доставляться преимущественно въ крупныхъ кускахъ, въ числѣ которыхъ не должно заключаться кусковъ величиною меньше кулака взрослаго человѣка. Каменный уголь долженъ быть свѣже-добытый или находившійся въ складѣ не долѣе 6-ти мѣсяцевъ; не имѣть постороннихъ негорючихъ примѣсей, земли и мусору.

Уголь допускается къ поставкѣ, если имѣетъ теплопроизводительную способность (при опредѣленіи которой не принимается во вниманіе потеря тепла на перегрѣваніе въ паръ при 100° Ц. воды гигроскопической и образующейся отъ сгоранія водорода): а) при опредѣленіи ея помощью калориметра—не менѣе 7.122 единицы тепла, и б) при опредѣленіи ея по формулѣ Дюлонга, на основаніи данныхъ его химическаго состава, не менѣе 6.651 единицы тепла.

Уголь не допускается къ пріемкѣ, если содержитъ влаги болѣе 8% и золы 16%, исчисляемыхъ отъ вѣса взятой пробы.

Пріемка каменнаго угля производится по осмотру наружнаго его вида.

При возникающихъ сомнѣніяхъ относительно качества каменнаго угля дѣлается повѣрка относительно содержанія въ немъ влаги и золы въ вышеуказанныхъ предѣлахъ, которая производится на основаніи изслѣдованія содержанія влаги и золы въ средней пробѣ каменнаго угля.

Сверхъ того по усмотрѣнію учрежденія, заключившаго контрактъ на поставку каменнаго угля, можетъ быть произведена повѣрка вели-

чины нагрѣвательной способности каменныхъ углей, какая соотвѣтствуетъ средней ихъ пробѣ. Опредѣленіе нагрѣвательной способности дѣлается въ одной изъ лабораторій по выбору учрежденія, заключившаго контрактъ на поставку каменнаго угля.

Расходы по опредѣленію въ средней пробѣ углей содержанія влажности, золы и теплопроизводительной способности относятся на средства казны.

Для Одесскаго военнаго округа.

Проектъ дополнительныхъ параграфовъ къ общимъ условіямъ на поставку каменнаго угля остается тотъ же какъ и для Московскаго военнаго округа въ случаяхъ доставки каменнаго угля изъ Донецкихъ мѣсторожденій, а при доставкѣ каменнаго угля изъ Англіи—такой же, какъ онъ составленъ для города Петербурга.

Общее примѣчаніе къ вышепроектированнымъ параграфамъ общихъ условій для всѣхъ мѣстностей, гдѣ производится поставка каменнаго угля и антрацита.

1) При изслѣдованіи каменнаго угля и антрацита, какъ на содержаніе въ нихъ влаги и золы, такъ и для опредѣленія теплопроизводительной способности, средняя проба составляется набираніемъ угля изъ различныхъ мѣстъ того объема, который предъявленъ къ осмотру, въ количествѣ отъ 20 до 30 пуд., которые послѣ измельченія ихъ на куски величиною въ кулакъ перемѣшиваются и разравниваются на землѣ слоемъ, имѣющимъ квадратное основаніе при высотѣ отъ 5 до 6 дюйм. По раздѣленіи этой призмы двумя діагоналями на четыре равныя части, двѣ противоположныя части отбрасываются, остальныя же подвергаются дальнѣйшему измельченію, перемѣшиванію и укладкѣ въ призму съ квадратнымъ основаніемъ, но меньшихъ размѣровъ. По вторичномъ раздѣленіи призмы діагоналями на четыре части, двѣ противоположныя вновь отбрасываются, а остальныя двѣ вновь измельчаются и перемѣшиваются. Эти дѣйствія повторяются до тѣхъ поръ, пока не останется проба угля вѣсомъ около 4 фунт., которая заключается въ банку съ герметически притертою пробкой, и по запечатаніи ея отправляется въ лабораторію для изслѣдованія.

2) Указанныя выше величины теплопроизводительной способности углей, при опредѣленіи ихъ по формулѣ Дюлонга, соотвѣтствуютъ слѣдующему виду этой формулы:

$$F = \frac{1}{100}\left\{ 8.140 \times C + 34.500\left(H - \frac{[O+N]-1}{8}\right) + 2.500 \times S \right\},$$

въ которой C, H, O, N и S, послѣдовательно, выражаютъ процентное содержаніе въ образцѣ угля углерода, водорода, кислорода, азота и сѣры, а 8.140, 34.500, 2.500 выражаютъ количество единицъ тепла, выдѣляющихся при сгораніи одной вѣсовой единицы углерода, водорода и сѣры.

Приложеніе II.

7-го марта 1895 года.
№ II/13.

Коммисія по опредѣленію нормы довольствія каменнымъ углемъ взамѣнъ дровъ.

ЖУРНАЛЪ

наблюденій при топкѣ опытнаго образца печи

системы голландской изразчатой въ г. Варшавѣ

35,63 фунт. сосновыхъ дровъ.

[Подсчеты результатовъ опытовъ на основаніи анализа дыма].

Опытъ № II/13.

Марта мѣсяца 7-го дня 1895 года.	Наименованіе.	Вѣсъ.
Сожжено топлива	дровъ . . .	35,64 фунт.
подтопки	щепокъ . .	2,75 „
Получилось послѣ топки:		
Всего золы съ коксомъ	0,06+0,21	0,27 „
На 1 фунтъ топлива:		
золы	0,0074	0,0016 „
кокса		0,0058 „

Затопили 9 часовъ 15 мин.

Топка прекращена 11 часовъ 15 мин.

Продолжительность топки 2 часа — мин.

Закрыта дымовая труба 11 час. 15 мин.

Закрыты герметическія дверцы 11 час. 15 мин.

Данныя къ анализу по среднему его составу.			Температуры.			Наблюденія за показаніями спиртовыхъ манометровъ.			
Часы.	Мин.		Наружная.	Внутри комнаты.	Топлива.	Часы.	Мин.	(1) верхн. Милим.	(2) нижн. Милим.
9	15	Затопили	+2½	+19	+3	9	15	42	24
						9	20	46	28
						9	25	64	36
9	23	Начало аспираціи.				9	30	64	36
						9	35	56	32
11	10	Конецъ аспираціи.				9	40	64	36
						9	45	64	36
						9	50	64	36
11	15	Конецъ топки.				9	55	66	38
						10	—	76	46
11	15	Закрыты топочныя и поддувальныя гермет. дверцы.				10	05	56	34
						10	10	70	40
						10	15	68	40
						10	20	72	46
						10	25	68	46
11	15	Закрыта дымовая труба.				10	30	70	42
						10	35	76	46
		Положены новыя порціи топлива:				10	40	80	48
						10	45	70	44
						10	50	70	44
						10	55	68	44
10	—	2-я порція				11	—	66	44
						11	05	70	34
10	25	3-я порція				11	10	52	4
						11	15	44	2
10	50	4-я порція							
						Среднее . .		64,2	36,2

Примѣчаніе къ производству топки печки и анализу дыма.

Давленіе атмосфернаго воздуха 746 милим. Длина спиртовыхъ столбиковъ въ манометрахъ.

а) въ верхнемъ = 144 милим.

б) въ нижнемъ = 136 милим.

p—вѣсъ сожженаго топлива=35,63.

v—полный объемъ продуктовъ горѣнія отъ 1 фунт. дровъ=213,32куб. фут.

N=64,2

$m=\frac{vp}{a.N}=\frac{7600,59}{64\times64}=$ =1,83.

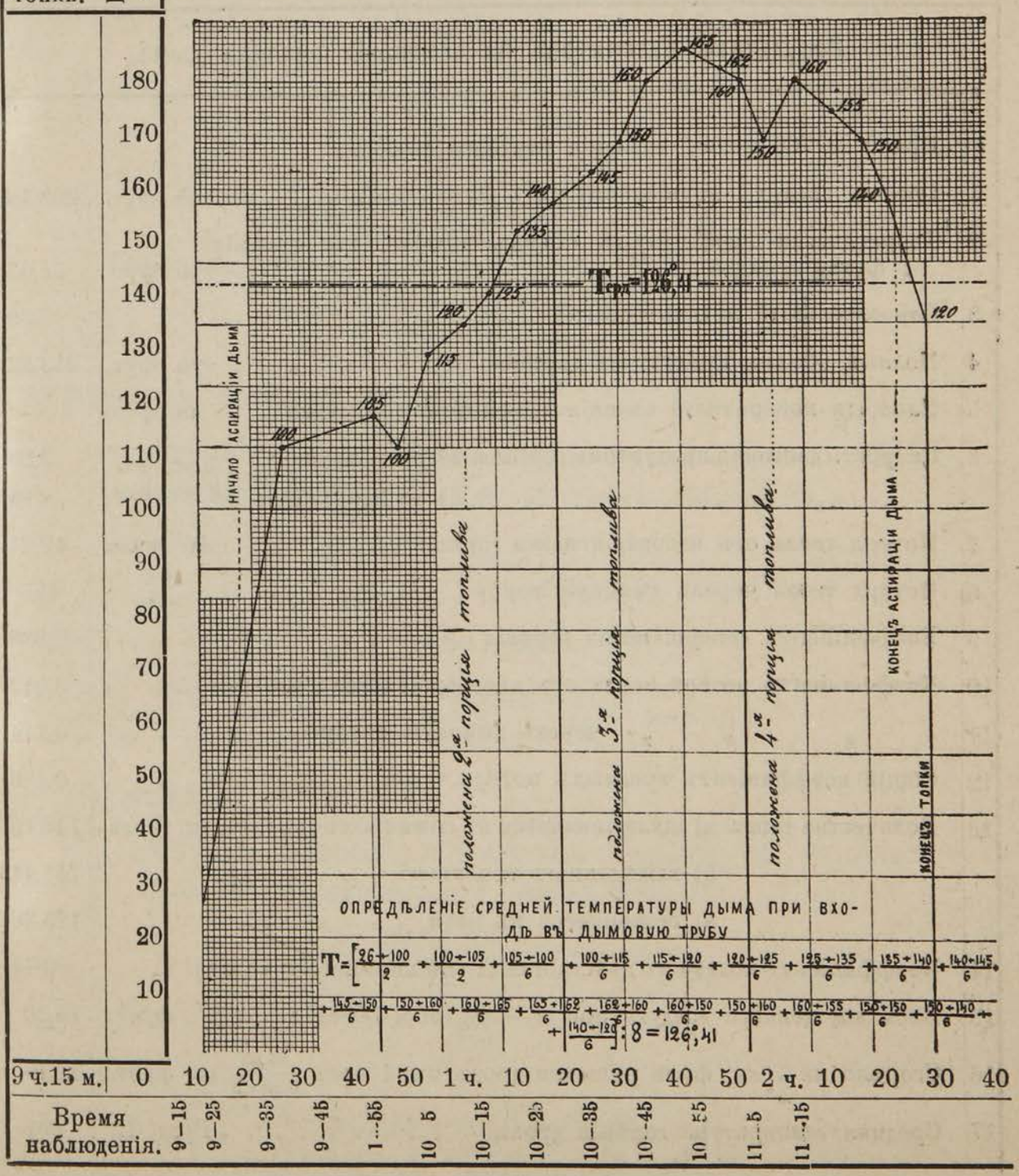
$a=\frac{203,156\times35,63}{2\times64,2}=$ =56,37.

Показанія давленій воздуха относятся: въ столбцѣ (1)—въ дымовой трубѣ, въ столбцѣ (2)—въ патрубкѣ, соединявшемъ опытную печь съ дымовою трубой.

Періодическія наблюденія состава дыма во время топки.

часы.	мин.	CO^2	t	O	t	t первоначальнаго объема газа.	CO^2	t	O	t	CO	t
9	23	4	17,°4	16	18°	17,2						
9	40	6	18,°3	14	18,°6	18,1						
10	06	9	18,°8	11	19°	18,7						
10	20	3	18,°8	16,2	19°	18,6						
10	27	6,8	19,°3	13,2	19,°5	19,1						
10	40	3,4	19°	14,6	19,°2	18,8						
10	49	3	19,°9	16,3	20°	19,6						
11	--	4	19°	14,4	19,°2	19						

Температура газовъ при входѣ въ дымовую трубу.



Запись по анализу дыма, собраннаго въ аспираторъ.

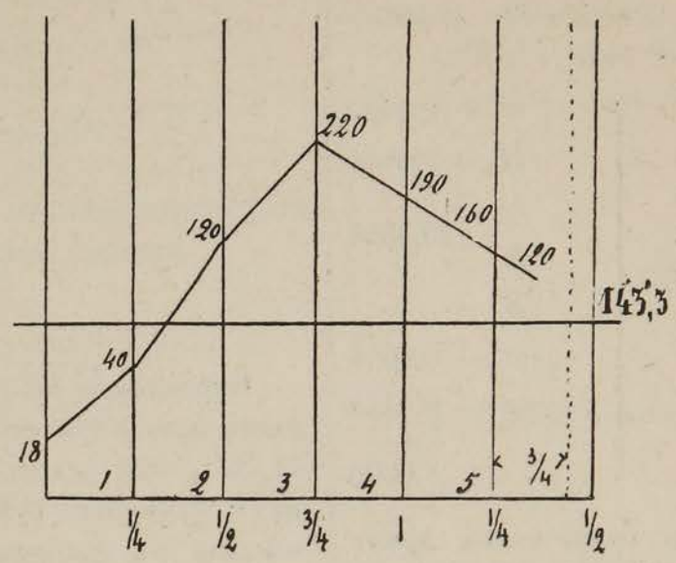
CO^2	t	O	t	CO	t	По сдѣланіи поправки съ отнесеніемъ подсчетовъ къ постоянной температурѣ и объему 100 процентное содержаніе		
						CO^2	O	CO
5,8	19,8	19,7	19,8	0	19,8	5,8	13,9	0

Результаты разсчетовъ на основаніи анализа дыма.

	При 0° и 760 милим. давленія ртутнаго столба.	
1	Объемъ воздуха, впущеннаго на 1 фунтъ топлива . . въ куб. фут.	203,156
2	Теоретически необходимый объемъ воздуха для горѣнія 1 фунта топлива . . . . . куб. фут.	59,92
3	Относительный впускъ воздуха	3,39
4	Полный объемъ продуктовъ горѣнія . . . . . куб. фут.	213,22
5	Площадь поперечнаго сѣченія дымоходовъ (патрубка) . . кв. фут.	—
6	Скорость движенія продуктовъ горѣнія: а) по патрубку . } фут. въ 1 секунду.	2,83
	б) по дымоходамъ } фут. въ 1 секунду.	2,95
7	Потеря тепла отъ несовершенства горѣнія . . . . . ед. тепла	47,21
8	Потеря тепла черезъ дымовую трубу . . . . . „	457
9	Коэффиціентъ совершенства горѣнія	0,988
10	Коэффиціентъ потери тепла отъ несовершенства горѣнія	0,012
11	„ „ „ черезъ дымовую трубу	0,114
12	Общій коэффиціентъ вредныхъ потерь тепла	0,126
13	Количества тепла: а) заключающееся въ сожженомъ топливѣ, ед. тепла	143.150
	б) выдѣленнаго топливомъ . . . . . „	141.443
	в) остающееся въ печи . . . . . „	125.260
14	Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи (по поглощенію тепла) „	0,874
15	Вѣсъ впущеннаго воздуха при 0°—203,156×0,089414 . . . . фунт.	18,20
16	Сгорѣло на 1 кв. футѣ рѣшетки дровъ въ 1 часъ $\frac{35,63}{0,88\times 2}$ = фунт.	21,46
17	Средняя температура горѣнія дровъ . . . . . Град. Ц.	691

Результаты подсчетовъ на основаніи данныхъ анализа дыма.

1) Опредѣленіе средней температуры газовъ въ трубѣ.



$$T_{ср.} = \frac{\frac{18+40}{2}\times 1 + \frac{40+180}{2}1 + \frac{180+220}{2}1 + \frac{220+190}{2}1 + \frac{190+160}{2}1 + \frac{160+120}{2}0{,}75}{5{,}75} =$$

$$= 143{,}3^0.$$

Поправка записей анализа дыма.

Первонач. объемъ 99,2 при $t = 17{,}2^0$ Ц.

CO^2 — 89,1 » $t = 17{,}8^0$ »

O — 81,0 » $t = 18^0$ »

а) Поправка показаній температуры.

y — какой объемъ будетъ занимать газъ при $t = 17{,}2^0$, если CO^2 при $t = 17{,}8^0$ занималъ объемъ 89,1.

$$y_{(Co^2)} = \frac{89{,}1\,(1 + \frac{1}{273}\,17{,}8)}{(1 + \frac{1}{273}\,17{,}8)} = \frac{89{,}1\,(273 + 17{,}2)}{(273 + 17{,}8)} = 88{,}9$$

точно также

$$y_{(0)} = \frac{81{,}1\,(1 + \frac{1}{273}\,17{,}2)}{(1 + \frac{1}{273}\,18)} = \frac{81\,(273 + 17{,}2)}{273 + 18} = 80{,}7\,.$$

б) Поправка на объемъ.

$V_{(Co^2)}$ 88,9 при первонач. объемѣ 99,2; сколько это составитъ, если бы первоначальный объемъ былъ 100.

$$V_{(Co^2)} = \frac{88{,}9 \times 100}{99{,}2} = 89{,}6, \text{ также}$$

$$V_{(0)} = \frac{80{,}7 \times 100}{99{,}2} = 81{,}3$$

$^0/_0$-ное содержаніе

$$CO^2 = 100 - 89{,}6 = 10{,}4\,^0/_0$$

$$O = 89{,}6 - 81{,}3 = 8{,}3\,^0/_0.$$

Способъ разсчетовъ по опредѣленію условія горѣнія дровъ.

Содержаніе въ сожженыхъ дровахъ гигроскопической воды 11,18%.

Составъ сосновыхъ дровъ.

C —	0,4429
H —	0,0541
O —	0,3856
N —	
S —	—
золы —	0,0056
воды —	0,1118
	1,0000

1) Нагрѣвательная способность дровъ при влажности 11,18% ед. тепла = $= F^{(100)}_{\text{влажн.}}$

2) Теоретически необходимый объемъ воздуха для горѣнія 1 фунта дровъ при 0° и 760 милим. давленія.

$$V_m = 129\,[C + 3\,(H - {}^0/8)] =$$

3) Объемъ воздуха, впущеннаго на 1 фунтъ при 0° и 760 милим. давленія.

$$V_\partial = \Big[\underbrace{\frac{C - C_1}{0{,}0372\,\{CO^2 + CO\}}}_{A}\Big(100 - \frac{CO}{2}\Big) + 80\,(H - {}^0/8)\Big] =$$

$$V_\partial = \Big[\frac{0{,}4429 - C_1}{0{,}0372\,\{CO^2 + CO\}}\Big(100 - \frac{CO}{2}\Big) + 0{,}576\Big]$$

C_1 — вѣсъ кокса, приходящійся на 1 фунтъ сожженаго топлива, выраженный въ фунтахъ.

CO^2 и CO — содержаніе въ % въ продуктахъ горѣнія (какъ даетъ анализъ).

4) Относительный впускъ воздуха

$$V = \frac{V_\partial}{59{,}92} =$$

Примѣненіе расчетовъ къ данному опыту.

Опредѣленіе нагрѣвательной способности дровъ при содержаніи влажности 11,18%, изъ условія, что нагрѣвательная способность сухихъ дровъ при сожиганіи въ калориметрѣ опредѣлилась въ 4.952 ед. тепла.

$$F^{(100)}_{\text{вл.}} = \underbrace{\frac{4952\,(100 - 11{,}18)}{100}}_{4398} - \underbrace{(9 \times 5{,}41 + 11{,}18)}_{381}\,\frac{637}{100} =$$

$$= 4017 \text{ ед. т.}$$

$$V_m = 129\Big[0{,}4429 + 3\Big(0{,}0541 - \frac{0{,}3756}{8}\Big)\Big] =$$

$$= 59{,}92 \text{ куб. фут.}$$

$$V_\partial = \frac{\overbrace{0{,}4429 - 0{,}0058}^{2{,}0258}}{0{,}0372\,\{5{,}8 + 0\}}\,(100 - 0) + 0{,}576 = 203{,}156 \text{ куб. фут.}$$

$$V = \frac{203{,}156}{59{,}92} = 3{,}39$$

5) Полный объемъ продуктовъ горѣнія при 0^0 и 760 милим. давленія.

$$V = 100\,\frac{C - C_1}{0{,}0372\,\{CO_2 + CO\}} + 20\,\{8\,H + {}^8/_9\,Aq\} = 100\,\frac{0{,}4429 - C_1}{0{,}0372\,(CO_2 + CO)} + 10{,}64 =$$

$V = 202{,}58 + 10{,}64 = 213{,}22$ куб. фут.

6) Потеря тепла отъ несовершенства горѣнія на 1 фунтъ топлива.

$$W_н = \frac{0{,}4429 - C_1}{0{,}0372\,\{CO_2 + CO\}}\,\{206{,}7 \times + CO\} + 8140\,C_1 =$$

$W_н = 8140 \times 0{,}0058 = 47{,}21$ ед. тепла.

7) Коэффиціентъ совершенства горѣнія

$$\mu_{с.\,2} = \frac{4017 - W_н}{4017}$$

$$\mu_{с.\,2} = \frac{4017 - 47{,}21}{47{,}21} = 0{,}988$$

8) Коэффиціентъ потери тепла отъ несовершенства горѣнія.

$$\gamma_{н.\,2} = \frac{W_н}{F^{100}_{вл.}} =$$

$$\gamma_{н.\,2} = \frac{47{,}21}{4017} = 0{,}012$$

9) Количество тепла, выдѣленнаго 35,63 фунт. дровъ.

$$A = \left(F^{100}_{вл.} - W_н\right) 35{,}63 =$$

$A = (4017 - 47{,}21)\ 35{,}63 = 141.443$ ед. т.

10) Потеря тепла черезъ дымовую трубу на 1 фунтъ топлива.

$$W_{тр.} = \frac{0{,}739 - C_1}{0{,}0372\,\{CO_2 + CO\}}\,\{0{,}03\,CO_2 + 0{,}0216\,O + 0{,}0212\,(CO + N)\}\,(T - t) + 0{,}48\,\{(T - 100) - \theta\}\,(9\,H + Aq) =$$

$W_{тр.} = 2{,}0258\,\{0{,}03 \times 5{,}8 + 0{,}0216 \times 13{,}9 + 0{,}0212 \times 75{,}28\,\{(126{,}41 - 19) + 0{,}48\,(126{,}41 - 100 - 3)\ 0{,}598 = 457$ ед. т.

T — средн. темпер. газовъ при входѣ въ дымовую трубу. $T = +126{,}41^0$ Ц.

t — » » опытной комнаты. $t = +\ 19^0$ »

θ — » » топлива. $\theta = +\ 3^0$ »

11) Коэффиціентъ потери тепла черезъ дымовую трубу.

$$\gamma_{тр.} = \frac{W_{тр.}}{F^{100}_{вл.}} =$$

$$\gamma_{тр.} = \frac{457}{4017} = 0{,}114$$

12) Тепло, аккумулированное печью:

а) отъ одного фунта топлива.

$$W_{акм.} = F^{(100)}_{вл.} - (W_н + W_{тр.}) =$$

$$W_{акм.} = 4017 - (47{,}21 + 457) = 3512{,}79$$

б) отъ всего количества сгорѣвшаго топлива — $в$

$$W_{акм.} = \left[F^{(100)}_{вл.} - (W_н + W_{тр.})\right] в =$$

$$W_{акм.} = [4017 - (504{,}21)]\ 35{,}63 = \\ = 125\ 260 \text{ ед. тепла.}$$

13) Общій коэффиціентъ вредныхъ потерь тепла отъ несовершенства горѣнія и въ дымовую трубу.

$$\gamma = \gamma_{н\ 2} + \gamma_{тр.} =$$

$$\gamma = 0{,}012 + 0{,}114 = 0{,}126$$

14) Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи.

$$\mu_{п.\,д.} = \frac{W_{акм.}}{F^{(100)}_{вл.}}$$

$$\mu_{п.\,д.} = \frac{3512{,}79}{4017} = 0{,}874$$

15) Скорость движенія продуктовъ горѣнія фунт. въ 1 секунду

а) по патрубку

$$V_н = \frac{V(1+0{,}00366\,T) \times a}{3600 \times 0{,}56} =$$

$$V_н = \frac{213{,}22(1+0{,}00366 \times 126{,}44)35{,}63}{3600 \times 0{,}56 \times 2} = \\ = 2{,}82 \text{ фута въ 1 секунду.}$$

a—вѣсъ дровъ сгорѣвш. въ 1 часъ въ фунтахъ—35,63

0,56—площадь патрубка въ кв. фут.

ОПЕЧАТКИ.

Стран.	*Строка. сверху.*	*Напечатано.*	*Слѣдуетъ читать.*
20	24	$\frac{0,2797+0,17896+0,13700}{3}+\frac{1}{40}$;	$\frac{0,02797+0,17896+0,13700}{3}\times\frac{1}{40}$
29	23	10,34%	19,34%
35	2	„Кишеневъ“	„Кошелевъ“
50	23	$-637\,(9H+Aq)$	$-637\,(9H'+Aq)$
Таблица Г графа 5		Разность влажностей показанныхъ въ графахъ 3 и 1%	Разность влажностей, показанныхъ въ графахъ 3 и 1.
Таблица I графа 2 п. 4 выводовъ		в) въ одной сажени влажныхъ дровъ содержится пуд единицъ тепла	в) одной сажени влажныхъ дровъ содержится пудо-цельсіевыхъ единицъ тепла
Таблица I графы 7 и 8 строка 3 выводовъ		$\frac{211,8}{25725}=0,823$	$\frac{211,8}{257,25}=0,823$
Таблица I вертикальныя графы отъ 46 до 50 въ п. 4 выводовъ.		Опредѣленія при содржаніи въ километрѣ	Опредѣленія при сожиганіи въ калориметрѣ
Тамъ же		перечисленныя за вычетомъ $9m\times637$	перечисленныя за вычетомъ $9H\times637$
Таблица I примѣчаніе 3 1) строка 4 этого примѣчанія		$(9m\times637)$	$(9H\times637)$
2) строка 5 этого примѣчанія		$(9m+Aq)$	$(9H+Aq)\ 637$
Таблица III вертикальная графа 15 Таблица III примѣчаніе 1)		$\overset{(o)}{F}$ сухой	$\overset{(19)}{F}$ сухой
		Верхнія цифры выражаютъ содерж. паровъ воды въ 190 вѣсовыхъ частяхъ влажнаго угля	Верхнія цифры выражаютъ содерж. паровъ воды въ 100 вѣсовыхъ частяхъ влажнаго угля

Стран.	*Строка сверху.*	*Напечатано.*	*Слѣдуетъ читать.*
69	34	теплопроводныя	теплотворныя
77	9	проектируемымъ	практикуемымъ
80	30	отъ этого количества	отъ этого, количество
85	31	V	v
87	12	количество притекавшаго	количество воздуха, притекавшаго
87	14	его совершенства, вредныя	степень совершенства горѣнія
89	13	Въ пунктъ	Въ пунктѣ
92	9	неимовѣрнаго	неравномѣрнаго
93	36	+ 17 Ц.	+ 17¹/ Ц.
100	14	Среднее значеніе	Среднія значенія

113 15

$$W = \frac{\dfrac{\lambda_2\ \lambda_3\ \lambda_4\ \lambda_5}{l_2\ l_3\ l_4\ l_5}}{\dfrac{\lambda_4}{l_4}\dfrac{\lambda_5}{l_5}\left(\dfrac{\lambda_2}{l}+\dfrac{\lambda_3}{l}\right)+\dfrac{\lambda_2\lambda_3\lambda_5}{l_2 l_3 l_5}+\dfrac{\lambda_2\lambda_3\lambda_4}{l_2 l_3 l_4}}(t'-''t)\ .\ .\ (k)$$

Слѣдуетъ читать

$$W = \frac{\dfrac{\lambda_2\ \lambda_3\ \lambda_4\ \lambda_5}{e_2\ e_3\ e_4\ e_5}}{\dfrac{\lambda_4}{e_4}\dfrac{\lambda_5}{e_5}\left(\dfrac{\lambda_2}{e_2}+\dfrac{\lambda_3}{e_3}\right)+\dfrac{\lambda_2\lambda_3\lambda_5}{e_2 e_3 e_5}+\dfrac{\lambda_2\lambda_3\lambda_4}{e_2 e_3 e_4}}(t'-t'')\ .\ .\ (k)$$

113 17 $\frac{\lambda_2}{l_2}=\frac{\lambda_4}{l_4}=\frac{0{,}043}{0{,}^{25}/_{12}}=2{,}064$ $\frac{\lambda}{e_2}=\frac{\lambda_4}{e_4}=\frac{0{,}043}{0{,}25/12}=2{,}064$

113 18 $\frac{\lambda_5}{l_5}=\frac{0{,}069}{^1/_{12}}=0{,}828$ $\frac{\lambda_5}{e_5}=\frac{0{,}069}{^1/_{12}}=0{,}828$

113 19 $\frac{\lambda_3}{l_3}=\frac{0{,}069}{^2/_{12}}=0{,}414$ $\frac{\lambda_3}{e_3}=\frac{0{,}069}{^2/_{12}}=0{,}414$

Приложеніе II п. 15 Скорость движенія продуктовъ горѣнія фунт. въ 1 секунду — Скорость движенія продуктовъ горѣнія фут. въ 1 секунду

Приложеніе II п. 5 $W_H = \frac{0{,}4429 - C_1}{0{,}0372\{CO_2 + CO\}}\{206{,}7 \times$
$+ CO\} + 8140 C_1 =$

Слѣдуетъ читать.

$$W_H = \frac{0{,}4429 - C_1}{0{,}0372\{CO_2 + CO\}}\{206{,}7 \times OC\} +$$
$$+ 8140\ C_1 =$$

128	13	Пти. Ниже	Пти, ниже
130	32	0,44,7	0,447

Стран.	*Строка сверху.*	*Напечатано.*	*Слѣдуетъ читать.*
138	6	Составленіе	Сопоставленіе
144	6	нижнихъ	наружныхъ
648	4	сколько	столько
150	23	Пекле данныхъ онъ	Пекле данныхъ, онъ
151	23	нѣкоторую долю и	нѣкоторую долю отъ и
151	28	состоявшаго	состоявшая
Таблица Ж.	19	Передан. воздухъ	Передан воздуху
Таблица К.	14	*O*--(кислоты)	*O*—(кислорода)
	15	*CO*—(окиси кислорода)	*CO*—(окиси углерода)
165	8	опытной топки	опытныхъ топокъ
Таблица XVIII	11	*CO* (углерода)	*CO* (окиси углерода)
175	13	19,88%	19,325%
	15	80,12%	80,675%
	21	0,87%	2,425%
177	15	во	въ
197	1	въ теченіи часа	въ теченіи каждаго часа
204	6	II 75%	11,75%
205	34	18,15—65,09=16,96%	81,15—65,09=16,06%
223	19	отъ совершенста	отъ несовершенства
226	15	въ скобкахъ какъ множи-жителя.	въ скобкахъ у множителя
	30—34	и опредѣляются численныя значенія ихъ для II опыта, произведеннаго 7-го марта 1895 г. при топкѣ опытной печи въ Варшавѣ дровами, при которой изъ анализа средней порціи было получено содержаніе въ немъ CO^2—5,8, *O*—13,9 и *CO*—*O* (приложеніе II)	и численныя значенія ихъ, опредѣленныя для II опыта, произведеннаго 7-го марта 1895 г. при топкѣ опытной печи въ Варшавѣ дровами, при которой изъ анализа средней порціи дыма было получено содержаніе въ немъ CO^2—5,8; 0—13,9 и *CO*—*O* (приложеніе II) показано ниже
238	7	размѣра этой прибавки	размѣра той прибавки
243	12	заключающагося въ растопкѣ и составляющаго количество	заключающагося въ растопкѣ и составляющаго 0,03 отъ всего его количества
244	32	полукубической саж. для всѣхъ	полукубической саж., для всѣхъ
261	17	величиною меньше	величиною не меньше

ТАБЛИЦА I

результатовъ изслѣдованія дровъ сосновыхъ, еловыхъ, березовыхъ, ольховыхъ и осиновыхъ, произведенныхъ въ Петербургѣ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗСЛѢДОВАНІЙ ОБРАЗЦОВЪ ДРОВЪ: СОСНОВЫХЪ, ЕЛОВЫХЪ, БЕРЕЗОВЫХЪ, ОЛЬХОВЫХЪ И ОСИНОВЫХЪ.

Время взятія образцовъ для изслѣдованія.	27-го октября 1894 года.						9-го ноября 1894 года.																		15-го Мая 1895 года.																		Средніе выводы изъ результатовъ изслѣдованія образцовъ взятыхъ 27-го октября, 9-го ноября и 15-го мая.				
№№ / Названіе породъ дерева и №№ образцовъ. / Родъ изслѣдованій.	Сосновыя изъ 3-хъ полѣнной сажени.					Еловыя изъ трехполѣнной сажени.	Березовыя изъ однополѣнной сажени.						Ольховыя изъ однополѣнной сажени.						Осиновыя изъ однополѣнной сажени.						Сосновыя изъ 3-хъ полѣнной сажени.	Еловыя изъ 3-хъ полѣнной сажени.			Березовыя изъ однополѣнной сажени.					Ольховыя изъ однополѣнной сажени.					Осиновыя изъ однополѣнной сажени.					Сосновыя.	Еловыя.	Березовыя.	Ольховыя.	Осиновыя.
	1	2	3	4	Средніе.		I	III	IV	V	VI	Средніе.	I	III	IV	V	VI	Средніе.	I	III	IV	V	VI	Средніе.		1	2	Средніе	1	2	3	4	Средніе.	1	2	3	4	Средніе	1	2	3	4	Средніе.					

ТАБЛИЦА II

результатовъ взвѣшиванія полукубическихъ сажень сосновыхъ дровъ, установленныхъ для отпуска въ губерніяхъ Царства Польскаго, и изслѣдованій образцовъ этихъ дровъ.

Результаты взвѣшиванія полукубическихъ сажень дровъ и изслѣдованія образцовъ сосновыхъ дровъ, входящихъ въ ихъ составъ.

№	Время взвѣшиванія и взятія образцовъ дровъ. / №№ взвѣшивавшихся саженей и образцовъ.	Въ сентябрѣ 1894 года. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднія величины.	20-го февраля 1895 г. Полѣнья нормальнаго размѣра.	Полѣнья обыкновен. размѣра.	Среднія величины.	Среднія за весь отопочный періодъ.
1	Вѣсъ дровъ въ полукубической сажени пуд.	58,625	59,800	58,875	59,375	59,225	60,625	60,487	60,25	64,621	61,775	**60,366**	—	—	—	**61,229**
2	Влажность образцовъ по вѣсу въ %, опредѣленная:															
	а) по опилкамъ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20,98	22,36	**21,67**	**20,035**
	б) въ кускахъ (параллелопипедовъ) образцовъ	—	18,87	—	13,39	—	31,44 17,19[1])	—	15,28	14,76	17,92	**18,40**	—	20,01	—	
3	Удѣльный вѣсъ образцовъ дровъ:															
	а) влажнаго дерева	—	0,526	—	0,515	—	0,583 0,636	—	0,474	0,506	0,431	**0,5244**	—	—	—	—
	б) сухаго дерева	—	0,427	—	0,446	—	0,412 0,525	—	0,395	0,424	0,354	**0,4261**	—	—	—	—
4	Вѣсъ 1 куб. фута сосны:															
	а) влажнаго въ фунтахъ	—	36,37	—	35,61	—	40,55 43,97	—	32,77	34,98	29,83	**36,297**	—	—	—	—
	б) сухаго въ фунтахъ	—	29,53	—	30,84	—	28,49 36,30	—	27,31	29,32	24,45	**29,467**	—	—	—	—
5	Вѣсъ влаги въ 1 куб. футѣ сосны въ фунтахъ	—	7,84	—	4,77	—	12,06 7,67	—	5,46	5,66	5,38	**6,830**	—	—	—	—
6	Вѣсъ 1% влаги въ 1 куб. футѣ въ фунтахъ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**6,88 / 18,4 = =0,371**	—	—	—	**0,371**
7	Объемъ полукубической сажени, русск. куб. фут.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**91,117**	—	—	—	**91,117**
8	Объемъ древесной массы дровъ въ полукубической сажени, русск. куб. фут.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**56,954**	—	—	—	**56,954**
9	Отношеніе этихъ объемовъ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**0,625**	—	—	—	**0,625**
10	Теплотворная способность сосны:															
	сухой	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**4947,4**	—	—	—	**4947,4** при влажности **20,035%**
	влажной	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	при влажн. **12,69**	—	—	—	
11	Количество тепла пуд.-цельс.-един. въ полукубической сажени	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**4324,1**	—	—	--	**3553,44** при влажности **20,035**
																217.573,57

[1]) Изъ шестой полукубической сажени были взяты два образчика. Нижнія цифры этого столбца показываютъ величины опредѣленій для этого вторичнаго образчика.

ТАБЛИЦА III

результатовъ химическаго изслѣдованія каменныхъ углей Привислянскаго бассейна и опредѣленія ихъ теплопроизводительной способности, найденной при сожиганіи ихъ въ калориметрѣ (бомба Бертелло) и вычисленной по формулѣ Дюлонга.

№№ по порядку.	НАЗВАНІЕ КОПЕИ.	Удѣльный вѣсъ.	СОДЕРЖАНІЯ ВЪ 100 ЧАСТЯХЪ УГЛЯ: C	H	S	N	O	Зола.	Осенняя влажность.	Выходъ кокса.	Гигроскопич. углей.	Нагрѣв. способн., опредѣл. бомбой Бертелло. F (19) сухой	F (100) сухой. — 637×9×H.	F (19) влажн.	F (100) влажн. —637 (9 H+Aq)	Нагрѣв. сп., вычислен. по составу углей по ф. Дюлонга. F' (0) сухой.	F (100) сухой. — 637×9×H.	F (19) влажн.	F (100) влажн. —637 (9 H+Aq)	Превышеніе въ % пол. нагрѣв. способн. надъ исчислен.	Содержаніе влажности зимою.	СРЕДНІЯ ДАННЫЯ. Среднее содержаніе влажности.	Нагрѣв. способн. по сред. влажности. F (100) влажн. —637 (9 H+Aq).	Содержаніе золы по средн. влажн.	Нагрѣв. сп. по сред. влажн. по Дюлонгу. F (100) влажн. — 637 (9 H+Aq).	Составъ органической массы. C	H	O+N	$\frac{O+N}{H}$	Кокса.	ПРИМѢЧАНІЯ.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
1	*„Милевица“*	1,2805	70,58	4,43	0,87	1,17	11,46	2,30	9,19	58,09	10,22[1]	—	—	6988,5	6675,99	—	—	6779,1	6466,5	+ 3%	8,79	9,00	6.691	2, 3	6.484	79,74	5,00	15,26	3,0	63,0	[1]) Верхнія цифры выражаютъ содерж. паровъ воды въ 190 вѣсовыхъ частяхъ влажнаго угля.
	Контр. проба . . .	—	—	—	—	—	—	—	9,24	—	—[2]	—	—	—	—	—	—	6775,4	6544,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Сухой уголь . . .	—	77,72	4,88	0,96	1,29	12,62	2,53	—0—	—	11,21	7.695	7.415	—	—	7465,2	7185,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	*„Сатурнъ“*	1,3098	67,88	4,00	1,14	1,07	12,29	4,39	9,23	58,59	10,21[1]	—	—	6833,4	6545,28	—	—	6405,4	6117,04	+6,6%	7,64	8,35	6.608	4,43	6.260	78,58	4,63	16,79	3,6	62,7	[2]) Нижнія цифры выражаютъ содержаніе паровъ воды въ 100 вѣсов. частяхъ сухаго угля.
	Контр. проба . . .	—	—	—	—	—	—	—	8,90	—	—[2]	—	—	—	—	—	—	6428,7	6141,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Сухой уголь . . .	—	74,78	4,41	1,25	1,18	13,54	4,84	—0—	—	11,00	7.528	7.328	—	—	7056,7	6803,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	*„Рудольфъ“*	1,3103	65,93	3,84	1,35	1,12	9,70	3,85	14,21	55,56	12,44[1]	—	—	6509,3	6198,66	—	—	6308,8	5997,9	+3,2%	10,48	11,45	6.418	3,97	6.187	80,46	4,68	14,86	3,1	63,1	
	Контр. проба . . .	—	—	—	—	—	—	—	10,61	—	—[2]	—	—	—	—	—	—	6573,5	6505,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Сухой уголь . . .	—	76,85	4,48	1,56	1,31	11,31	4,49	—0—	—	13,94	7.585	7.384	—	—	7353,7	7096,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[3]) Не принято во вниманіе при выводѣ средней влажности въ виду исключительныхъ условій, въ которыхъ получено.
4	*„Казиміръ“*	1,3087	60,42	4,02	1,69	0,99	13,11	5,77	14,00	56,46	10,19[1]	—	—	6368	6048,35	—	—	5782,6	5463,2	+8,7%	8,11	10,85	6.294	5,99	5.684	75,3	5,01	19,69	3,9	63,1	
	Контр. проба . . .	—	—	—	—	—	—	—	13,18	—	—[2]	—	—	—	—	—	—	5837,8	5421,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Сухой уголь . . .	—	70,26	4,67	1,97	1,15	15,24	6,72	—0—	—	11,09	7.404	7.192	—	—	6724	6456,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	*„Парижъ“*	1,3224	67,07	3,96	2,03	1,28	10,07	3,69	11,90	56,20	—	—	—	6560,7	6257,87	—	—	6528,3	6203,8	+0,6%	—	11,83	6.263	3,69	6.138	79,46	4,69	15,85	3,3	62,2	
	Контр. проба . . .	—	—	—	—	—	—	—	11,77	—	—	—	—	—	—	—	—	6538	6236,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Сухой уголь . .	—	76,13	4,49	2,30	1,45	11,44	4,19	—0—	—	—	7.446	7.243	—	—	7410,18	7152,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6	*„Янъ“*	1,2838	64,88	4,46	1,75	1,39	10,27	4,36	12,89	52,62	11,06[1]	—	—	6464,4	6126,6	—	—	6422,1	6085,9	+0,6%	9,76	11,35	6.161	4,46	6.184	78,4	5,38	16,22	3,0	58,3	
	Контр. проба . . .	—	—	—	—	—	—	—	12,99	—	—[2]	—	—	—	—	—	—	6420,6	6084,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Сухой уголь . . .	—	74,48	5,12	2,02	1,55	11,79	5,04	—0—	—	12,25	7.421	7.218	—	—	7372,7	7080,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
7	*“Мортимеръ“*	1,3189	64,00	4,14	1,50	0,95	11,49	5,01	12,91	56,01	15,26[1]	—	—	6328,1	6009	—	—	6178,7	5859,3	+2,4%	11,74	11,84	6.090	5,06	5.941	77,97	5,04	16,99	3,3	62,1	
	1 я контр. проба	—	—	—	—	—	—	—	11,04	—	—	—	—	—	—	—	—	6311,4	5998,8	—	13,26[3])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	2-я контр. проба	—	—	—	—	—	—	—	11,88	—	—[2]	—	—	—	—	—	—	6251,8	5236	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Сухой уголь . . .	—	73,49	4,75	1,72	1,09	13,20	5,75	—0—	—	17,59	7.266	7.051	—	—	7094,6	6822,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	*„Ренаръ“*	1,3569	61,90	3,77	1,36	0,98	11,90	8,00	12,09	57,52	13,66[1]	—	—	6369,8	6076,02	—	—	5858,7	5546,03	+8,7%	11,84	12,03	6.081	8,00	5.572	77,46	4,71	17,73	3,7	62,2	
	Контр. проба . . .	—	—	—	—	—	—	—	12,37	—	—[2]	—	—	—	—	—	—	5840,1	5546,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Сухой уголь . .	—	70,42	4,28	1,55	1,11	13,54	9,10	—0—	—	15,49	7.245	7.051	—	—	6664,5	6419,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9	*„Руд. Георгъ“*	1,3292	67,01	3,72	1,51	1,13	10,34	4,58	11,71	57,56	13,06[1])	—	—	6290	6002,14	—	—	6152,9	58,652	+2,2%	—	11,71	6.002	3,69	6.035	80,05	4,44	15,51	3,4	63,2	
	Сухой уголь . .	—	75,89	4,21	1,71	1,28	11,72	5,19	—0—	—	14,47[2])	7.124	6.933	—	—	6968,9	6727,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

ТАБЛИЦА IV.

Результаты химическаго изслѣдованія англійскихъ каменныхъ углей и опредѣленіе ихъ теплопроизводительныхъ способностей, найденныхъ при сожиганіи образцовъ углей въ калориметрѣ (бомба Бертелло) и вычисленныхъ по формулѣ Дюлонга.

№№ по порядку.	НАЗВАНІЕ КОПЕЙ.	СОДЕРЖАНІЕ ВЪ 100 ЧАСТЯХЪ УГЛЯ: Удѣльный вѣсъ.	C	H	S	N	O	Зола.	Влажность.	Выходъ кокса.	Гигроскопичность.	Нагрѣват. способн., опред. бомбой Бертелло. $F^{(19)}$ сухой.	$F^{(100)}$ сухой. $-637\times9\times H$.	$F^{(19)}$ влажный.	$F^{(100)}$ влажный $-637(9\times H+Aq)$.	Нагрѣв. спос., вычислен. по составу угля по ф. Дюлонга. $F^{(0)}$ сухой.	$F^{(100)}$ сухой $-637\times9\times H$.	$F^{(9)}$ влажный.	$F^{(100)}$ влажный $-637(9\times H+Aq)$.	Превышеніе въ % калорим. нагрѣв. способн. надъ исчислен.	Среднее содержаніе влажности.	Нагрѣват. калорим. способн. по средней влажности. $F^{100}_{вл.}-637(9H+Aq)$.	Содержаніе золы по сред. влажности.	Нагрѣв. спос. по сред. влажн. по Дюлонгу. $F^{100}_{вл.}-637(9H+Aq)$.	Составъ органической массы. C	H	O+N	$\frac{O+N}{H}$	Кокса.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	*„Кардифъ“*	1,3121	88,23	4,66	1,27	1,26	1,00	2,90	0,68	89,91	3,19	—	—	8359,6	8.088	—	—	8.776	8.505	(−4,9%)	0,87	8.071	2,89	8.487	91,50	4,83	3,67	0,75	88,14
	Контрол. проба . .	—	—	—	—	—	—	—	1,06	—	—	—	—	—	—	—	—	8.742	8.469	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Сухой уголь . . .	—	88,83	4,69	1,28	1,27	1,01	2,92	—0—	—	—	8.416	8.147	—	—	8.836	8.567	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	*Ньюкастль кл. I* . . .	1,2881	80,82	5,44	2,09	1,56	6,12	2,54	1,42	65,63	2,2	—	—	8.453	8.132	—	—	8.242	7.922	2,5%	1,61	8.115	2,53	7.905	84,15	5,66	10,19	1,18	65,69
	Контрол. проба . .	—	—	—	—	—	—	—	1,81	—	—	—	—	—	—	—	—	8.210	7.887	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Сухой уголь . . .	—	81,98	5,52	2,12	1,58	6,22	2,58	—0—	—	—	8.574	8.258	—	—	8.361	8.045	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	*Ньюкастль кл. II* . .	1,2565	72,42	4,65	1,57	1,33	8,21	2,15	9,67	64,44	10,95	—	—	7.254	6.926	—	—	7.184	6.855	0,9%	10,06	6.893	2,14	6.826	83,26	5,27	11,47	2,17	70,63
	Контрол. проба . .	—	—	—	—	—	—	—	10,45	—	—	—	—	—	—	—	—	7.122	6.710	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Сухой уголь . . .	—	80,17	5,15	1,74	1,47	9,09	2,38	—0—	—	—	8.030	7.735	—	—	7.953	7.658	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	*Ньюкастль кл. III*	1,2386	70,89	5,07	1,41	1,40	8,15	5,07	8,01	58,51	9,19	—	—	7550,9	7.209	—	—	7.202	6.860	4,8%	8,15	7.249	5,06	6.849	81,55	5,83	12,62	2,11	61,48
	Контрол. проба .	—	—	—	—	—	—	—	8,28	—	—	—	—	—	—	—	—	7.181	6.838	—	—	Средн. для Ньюкаст.	—	—	—	—	—	—	—
	Сухой уголь . . .	—	77,06	5,51	1,53	1,52	8,87	5,51	—0—	—	—	8.208	7.892	—	—	7.829	7.513	—	—	—	—	7.419	—	—	—	—	—	—	—
5	*Шотландскій кл. I* . .	1,2608	72,16	4,90	0,87	1,73	8,33	2,59	9,42	57,49	8,92	—	—	7229,7	6.889	—	—	7.226	6.886	0,05%	9,19	6.907	2,59	6.905	82,00	5,55	12,45	2,24	62,39
	Контрол. проба . .	—	—	—	—	—	—	—	8,96	—	—	—	—	—	—	—	—	7.263	6.924	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Сухой уголь . . .	—	79,66	5,41	0,96	1,93	9,20	2,86	—0—	—	—	7.981	7.671	—	—	7.978	7.668	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	*Шотландскій кл. II*	1,2730	71,94	4,80	1,43	1,42	7,91	3,42	9,08	60,53	9,20	—	—	7176,8	6.843	—	—	7.205	6.872	(−0,3)	8,58	6.940	3,43	6.914	82,21	5,48	12,31	2,24	65,26
	Контрол. проба . .	—	—	—	—	—	—	—	8,09	—	—	—	—	—	—	-	—	7.284	6.954	—	—	Среднее для Шотланд.	—	—	—	—	—	—	—
	Сухой уголь . . .	—	79,12	5,28	1,57	1,56	8,71	3,76	—0—	—	—	7.893	7.590	—	—	7.925	6.622	—	—	—	—	6.923	—	—	—	—	—	—	—
7	*Антрацитъ Грушев.* .	—	89,91	1,22	1,02	0,80	0,83	2,04	4,18	95,00	—	—	—	7.648	7.552	—	—	7.406	7.309	3,2%	4,18	7.552	2,04	7.309	—	—	—	—	—
	Сухой антрацитъ .	—	93,83	1,27	1,07	0,83	0,87	2,13	—0—	—	—	7.981	7.908	—	—	7.729	7.656	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ТАБЛИЦА V.

Результаты изслѣдованія состава каменныхъ углей англійскихъ и добываемыхъ въ бассейнахъ: Привислянскомъ, Подмосковномъ, Донецкомъ, на островѣ Сахалинѣ, въ Туркестанѣ и на Кавказѣ, и опредѣленіе теплопроизводительныхъ способностей, найденныхъ при сожиганіи ихъ въ калориметрѣ и вычисленныхъ по формулѣ Дюлонга.

№ по порядку.	НАЗВАНІЕ КОПЕЙ.	Содержаніе въ 100 частяхъ угля: Удѣльный вѣсъ.	C	H	S	N	O	Зола.	Влажность.	Выходъ кокса.	Гигроскопич. углей.	Нагрѣват. способн., опредѣленныя калориметромъ. $F^{(19)}$ сухой.	$F^{(100)}$ сухой. $-637 \times 9 \times H$.	$F^{(19)}$ влажность.	$F^{(100)}$ влажн. $-637\,(9\,H \times Aq)$.	Нагрѣв. способн., вычисл. по составу углей по ф. Дюлонга. $F^{(0)}$ сухой.	$F^{(100)}$ сухой. $-637 \times 9 + H$.	$F^{(19)}$ влажн. влажность.	$F^{(100)}$ влажн. влажность $-637(9\,H + Aq)$	Превышеніе въ % колорим. нагрѣв. способн. надъ исчислен.	Среднія данныя. Средняя содержимость влажности.	Нагрѣв. способн. по сред. влажности $F^{(100)}$ влажн $-637\,(9 \times H + Aq)$ влаж.	Содержаніе золы по средн. влажн.	Нагрѣв. способ. по средн. влажности по Дюлонгу. $F^{(100)}_{вл.} - 637\,(9\,H + A_q)$.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	I. Англійскіе угли.																							
1	Кардифъ	1,3121	88,23	4,66	1,27	1,26	1,00	2,90	0,68	89,91	3,19	8 416	8.147	8359,6	8.088	8.836	8.567	8.776	8.505	— 4,9	0,87	8 071	2,89	8.487
2	Шотландскій кл. I.	1,2608	72,16	4,90	0,87	1,73	8,33	2,59	9,42	57,49	8,92	7.981	7.671	7229,7	6.889	7.978	7.668	7.226	6.886	+ 0,05	9,19	6.907	2,59	6.903
3	Шотландскій кл. II	1,2730	71,94	4,80	1,43	1,42	7,91	3,42	9,08	60,53	9,20	7.893	7.590	7176,8	6.843	7.925	7.622	7.205	6.872	— 0,3	8,58	6.940	3,43	6.914
4	Ньюкастль кл. I	1,2881	80,82	5,44	2,09	1,56	6,12	2,54	1,42	65,63	2,2	8.574	8.258	8.433	8.132	8.361	8.045	8.242	7.922	+ 2 5	1,61	8.115	2,53	7.905
5	Ньюкастль кл. II	1,2565	72,42	4,65	1,57	1,33	8,21	2,15	9,67	64,44	10,95	8.030	7.735	7.254	6.926	7.953	7.658	7.184	6.855	+ 0,9	10,06	6.893	2,14	6.826
6	Ньюкастль кл. III	1,2386	70,89	5,07	1,41	1,40	8,15	5,07	8,01	58,51	9,19	8.208	7.892	7550,9	7.209	7.829	7.513	7.202	6.860	+ 4,8	8,15	7.249	5,06	6.849
	II. Привислянскій бассейнъ.																							
7	Копи Милевица.	1,2805	70,58	4,43	0,87	1,17	11,46	2,30	9,19	58,09	10,22	7.695	7.415	6888,5	6.676	7465,2	7185,4	6779,1	6466,5	+ 3	9,09	6.691	2,3	6.484
8	„ Сатурнъ	1,3098	67,88	4,00	1,14	1,07	12,29	4,39	9,23	58,59	10,21	7.528	7.328	6833,4	6545,3	7056,7	6803,8	6428,7	6141,6	+ 6,6	8,35	6.608	4,43	6.260
9	„ Рудольфъ.	1,3103	65,93	3,84	1,35	1,12	9,70	3,85	14,21	55,56	12,44	7.585	7.384	6509,3	6198,66	7353,7	7096,9	6308,8	5997,9	+ 3,2	11,45	6.418	3,97	6.187
10	„ Казиміръ	1,3087	60,42	4,02	1,69	0,99	13,11	5,77	14,00	56,46	10,19	7.404	7.192	6.368	6048,35	6.724	6456,3	5782,6	5463,2	+ 8,7	10,85	6.294	5,99	5.684
11	„ Парижъ	1,3224	67,07	3,96	2,03	1,28	10,07	3,69	11,90	56,20	—	7.446	7.243	6560,7	6257,87	7410,18	7152,8	6528,3	6203,8	+ 0,6	11,83	6.263	3,69	6.138
12	„ Янъ	1,2838	64,88	4,46	1,75	1,39	10,27	4,36	12,89	52,62	11,06	7.421	7.218	6464,4	6126,6	7372,7	7080,7	6422,1	6085,9	+ 0,6	11,35	6.161	4,46	6.184
13	„ Мортимеръ	1,3189	64,00	4,14	1,50	0,95	11,49	5,01	12,91	56,01	15,26	7.266	7.051	6328,1	6.009	7094,6	6822,3	6178,7	5859,3	+ 2,4	11,84	6.090	5,06	5.941
14	„ Ренаръ	1,3569	61,90	3,77	1,36	0,98	11,90	8,00	12,09	57,52	13,66	7.245	7.051	6369,8	6.076	6664,5	6419,2	5859,7	5546	+ 8,7	12,03	6.081	8,00	5 572
15	„ Рудольфъ Георгъ.	1,3292	67,01	3,72	1,51	1,13	10,34	4,58	11,71	57,56	13,06	7.124	6.933	6.290	6.002	6968,9	6727,6	6152,9	5865,2	+ 2,2	11,71	6.002	3,69	6.035
	III. Подмосковный бассейнъ.																							
	Рязанской губерніи.																							
16	Чулковскій, съ глубины 45 фут. . .	—	60,51	6,62	—	12,40		12,60	7,87	37,7	12,35	7.085	6.673	6.528	6.098	7.412	6.999	6.829	6.399	— 4,6	7,87	6.098	12,60	6.399
17	„ съ глубины 50 фут. . .	—	48,98	3,60	—	15,81		16,34	15,27	40,3	18,97	5.128	4.883	4 345	4.042	5.421	5.177	4.594	4.291	— 5,7	15,27	4.042	16,34	4.291
18	Муравьинскій	—	64,57	6,80	—	12,76		7,57	8,30	31,9	13,12	7.709	7.284	7.070	6.627	7.695	7.270	7.057	6.615	+ 0,1	8,30	6.627	7,57	6.615

№ по порядку.	НАЗВАНІЕ КОПЕЙ.	Содержаніе въ 100 частяхъ угля: Удѣльный вѣсъ.	C	H	S	N	O	Зола.	Влажность.	Выходъ кокса.	Гигроскопич. углей.	Нагрѣват. способн., опредѣленныя калориметромъ. $F^{(19)}$ сухой.	$F^{(100)}$ сухой. $-637\times9\times H$.	$F^{(19)}$ влажность.	$F^{(100)}$ влажный. $-637\,(9\,H+Aq)$.	Нагрѣв. спос., вычислен. по составу угля по ф. Дюлонга. $F^{(0)}$ сухой.	$F^{(100)}$ сухой $-637\times9\times H$.	$F^{(19)}$ влажный влажность.	$F^{(100)}$ влажный влажность. $-637\,(9H+Aq)$.	Превышеніе въ % калорим. нагрѣв. способн. надъ исчислен.	Среднія данныя. Средняя содержимость влажности.	Нагрѣв. способн. по сред. влажности $F^{(100)}$ влажн. $-637\,(9\times H+Aq)$ влаж.	Содержаніе золы по сред. влажности.	Нагрѣв. способ. по средн. влажн. по Дюлонгу. $F^{(100)}_{вл.}-637\,(9\,H+Aq)$.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Тульской губерніи.																							
19	Товарковскій	—	49,38	3,70	—	14,94		12,02	19,96	38,3	20,94	5.792	5.527	4.636	4.297	6 131	5.888	4.910	4 571	— 5,4	19,96	4.297	12,02	4.571
20	Левинскій	—	57,45	4,93	—	13,70		7,60	16,32	39,9	18,56	7.002	6.665	5.860	5.474	6 973	6.650	5.835	5.449	+ 0,4	16,32	5.474	7,60	5.449
	IV. Донецкій бассейнъ.																							
	Лисичанскіе угли:																							
21	Пласта „Дагмара“	—	68,28	4,82	—	21,50		4,40	9,03	56,15	13,62	7.006	6.730	6 673	6 374	7.346	7.070	7.013	6.674	— 4,9	9,03	6.374	4,40	6.674
22	„ Матросская гл. 10°	—	71,92	5,11	—	19,96		2,20	7,32	53,85	13,57	7.458	7.165	6.912	6.573	7.637	7.344	7.079	6.740	— 2,4	7,32	6.573	2,20	6.740
	Со станціи „Марьевка“ и „Варваро-полье“:																							
23	Шахты „Золотое“	—	75,16	5,15	—	13,03		5,80	1,86	69,45	4,36	7.270	6.969	7.135	6.828	7.563	7.262	7.422	7.115	— 3,8	1,86	6.828	5,80	7.115
24	Петро-Марьевскаго Общества . .	—	84,28	4,75	—	8,40		1,08	1,49	71,65	2,64	7.943	7.669	7.825	7.543	8.276	7.995	8.152	7.871	— 4,1	1,49	7.543	1,08	7.871
25	Голубовско - Брестко - Богодуховскій рудникъ	—	75,81	4,74	—	10,25		4,40	4,80	61,90	8,69	7.475	7.190	7.117	6.815	7.795	7.511	7.425	7.123	— 4,1	4,80	6.815	4,40	7.123
	Со станціи „Никитовка“ и „Константиновка“.																							
26	Нелѣповскій рудникъ.	—	82,86	4,99	—	8,46		2,88	0,81	67,65	2,61	7.902	7.614	7.838	7.547	8 210	8.003	8.144	7.853	— 3,8	0,81	7.547	2,88	7.853
27	Щербиновка пл. Цимковскій	—	82,63	5,12	—	9,03		1,48	1,74	68,05	2,82	7.985	7.687	7.847	7.542	8 296	7.997	8.151	7.846	— 3,8	1,74	7.542	1,48	7.846
28	Общества Южно-Русск. камен.-угольн. промышленности, рудникъ № 5 . .	—	76,03	4,11	—	11,42		7,28	1,16	63,95	2,87	7.388	7.160	7.203	6.960	7.238	7.000	7.154	6.911	+ 0,6	1,16	6.960	7,28	6.911
	Со станцій „Рудничной“, „Юзовки“ и „Харцынской“.																							
29	Шахты Карпова	—	81,94	5,35	—	10,05		0,63	2,03	67,03	3,18	7.877	7.564	7.717	7.398	8.304	7.990	8.136	7.817	— 5,2	2,03	7.398	0,63	7.817
30	Рутченковскій Французск. Общества .	—	85,70	4,68	—	6,29		0,55	3,33	78,75	6,84	8.168	7.922	7.896	7.554	8.647	8.402	8.360	8.018	— 5,6	3,33	7.554	0,55	8.018
31	Рудникъ Рыковскаго	—	86,67	4,75	—	6,13		1,6	0,85	81,70	1,73	8.097	7.821	8.028	7.751	8.552	8.276	8 479	8.209	— 5,4	0,85	7.751	1,60	8.209
32	Голубовскій рудникъ Брестко-Богодуховскаго Товарищества.	—	85,4	5,07	—	6,27		1,80	1,46	73,25	2,36	8.231	8.038	8.101	7.801	8.604	8.309	8.479	8.179	— 5,7	1,46	7 801	1,80	8.179

№ по порядку.	НАЗВАНІЕ КОПЕЙ.	Содержаніе въ 100 частяхъ угля: Удѣльный вѣсъ.	C	H	S	N	O	Зола.	Влажность.	Выходъ кокса.	Гитроскопич. углей.	Нагрѣват. способн., опредѣленныя калориметромъ. $F^{(19)}$ сухой.	$F^{(100)}$ сухой. $-637\times9\times H$.	$F^{(19)}$ влажность.	$F^{(100)}$ влажн. $-637\,(9\,H+Aq)$.	Нагрѣв. способ., вычисл. по составу углей по ф. Дюлонга $F^{(0)}$ сухой.	$F^{(100)}$ сухой. $-637\times9\times H$.	$F^{(19)}$ влажн. влажность.	$F^{(100)}$ влажн. влажность. $-637\,(9\,H+Aq)$.	Превышеніе въ % калорим. нагрѣв. способн. надъ исчислен.	Среднія данныя: Средняя содержимость влажности.	Нагрѣв. способн по сред. влажности $F^{(100)}$ влажн. $-637\,(9\times H+Aq)$ влаж.	Содержаніе золы по средн. влажн.	Нагрѣв. способ по средн. влажности по Дюлонгу. $F^{(100)}_{вл.}-637\,(9H+Aq)$.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Антрациты:																							
33	Грушевскій Кошкина	—	89,91	1,22	1,02	0,80	0,83	2,04	4,18	95,00	6,03	7.981	7.908	7.648	7.552	7.729	7.656	7.406	7.309	— 3,2%	4,18	7 552	2,04	7.309
	1 пластъ	—	88,61	1,51	0,86	3,70		1,82	3,50	—	—	7.590	7.500	7.324	7.216	7.920	7.830	7.539	7.431	— 2,8	3,50	7 216	1,82	7.431
	2 пластъ	—	90,64	1,51	1,78	1,92		0,91	3,24	—	—	7.568	7.486	7.323	7.216	8.165	8.076	7.954	7.797	— 7,9	3,24	7.216	0,91	7.797
	3 пластъ	—	88,76	1,39	1,55	3,24		1,42	3,64	—	—	7.585	7.503	7.309	7.207	7.934	7.852	7.646	7.544	— 4,4	3,64	7.207	1,42	7.544
34	Юсупова	—	87,77	1,28	6,38			2,00	2,57	95,57	—	7.475	7.400	7.284	7.194	7.511	7.437	7.354	7.265	— 1,0	2,57	7.194	2,00	7.265
35	Кушнарева	—	87,87	1,56	4,13			3,59	2,85	97,84	—	7.867	7.778	7.643	7.536	7.781	7.711	7.556	7.455	+ 1,1	2,85	7.536	3,59	7.455
36	Со станціи Грушевской	—	59,91	1,22	1,02	0,80	0,83	2,04	4,18	95,00	—	7.981	7.908	7.646	7.552	7.729	7.656	7.406	7.309	+ 3,2	4,18	7.552	2,04	7.309
	V. Сахалинскіе угли.																							
37	Мгачъ № 1	—	71,51	5,57	0,78	15,25		2,05	4,84	52,87	—	7.653	7.318	7.283	6 926	7.489	7.154	7.157	6.807	+ 1,7	4,84	6.926	2,05	6.807
38	Мгачъ № 2	—	65,78	5,43	0,97	14,20		7,77	5,85	58,45	—	6.908	6.578	6.504	6.156	7.083	6.753	6.651	6.303	— 2,3	5,85	6.156	7,77	6 303
39	Кардифъ	—	88,98	4,54	0,84	1,50		1,13	3,01	85,78	—	8.838	8.570	8.583	8.304	9.129	8.858	8.762	8.483	— 2,1	3,01	8.304	1,13	8.483
40	Наясси	—	69,22	5,06	0,68	8,45		15,42	1,17	70,73	—	7.206	6.922	7.122	6.825	7.160	6.867	7.076	6.779	+ 0,7	1,17	6.825	15,42	6.779
41	Сучанъ	—	86,75	4,44	0,93	1,59		5,56	0,73	92,15	—	8.142	7.886	8.075	7.814	8.684	8.429	8.450	8.189	— 4,5	0,73	7.814	5,56	8.189
	VI. Кавказскіе угли.																							
42	Тквибульскій уголь	—	65,45	4,26	1,11	0,87	11,79	7,60	8,92	57,15	—	6.889	6.621	6.275	6.004	6.942	6.666	6 290	6.019	— 0,3	8,92	6.004	7,60	6.019
	VII. Туркестанскіе угли.																							
43	Нарынская копь	—	70,16	3,17	—	11,57		7.00	8,10	70,63	8,68	6.742	6.545	6.197	5.963	6.904	6.707	6.349	6.116	— 2,4	8,10	5.963	7,00	6.116
44	Наукатская копь	—	61,03	4,02	—	15,50		4,20	15,25	47,38	5,34	6.489	6.217	5.500	5.173	6.758	6.487	5.730	5.403	— 4,1	15,25	5.172	4,20	5.403
45	Кокине-Сайская копь	—	63,45	5,85	—	18,52		2,18	13,82	49,14	18,50	6.791	6.505	5.853	5.518	7.457	7.171	6.427	6.092	—	13,82	5.518	2,18	6.092
46	Ляльми-Гизанскій	—	67,85	4,27	—	11,40		2,68	13,80	59,9	6,91	7.206	6.923	6.210	5.878	7.586	7 303	6.546	6.214	— 5,2	13,8	5.878	2,68	6.214

ТАБЛИЦА VI.

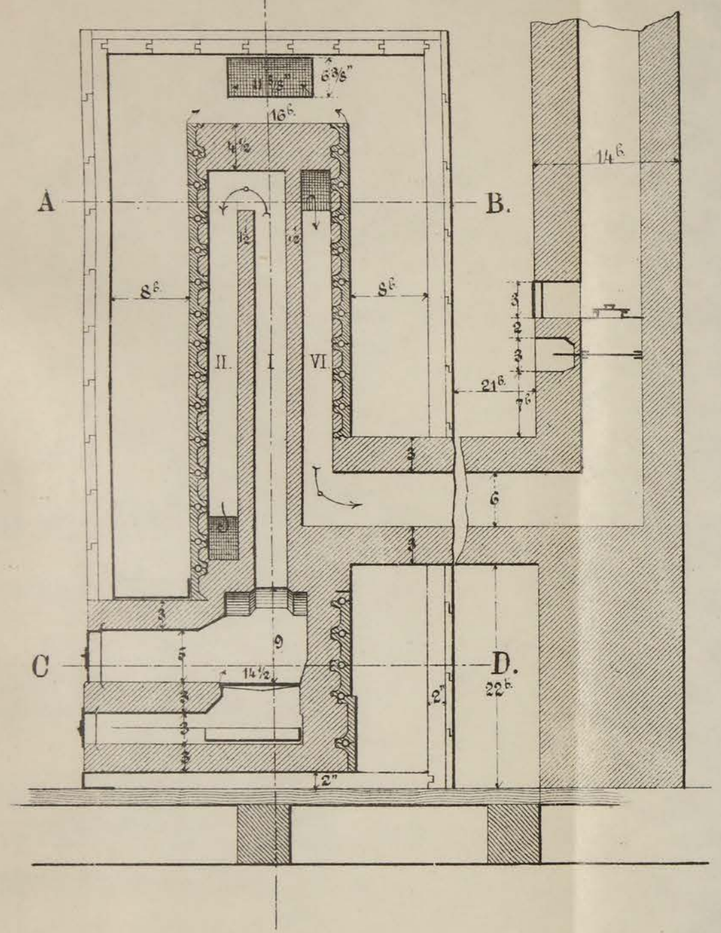
Распредѣленіе каменныхъ углей и антрацитовъ, доставляемыхъ изъ Англіи и добываемыхъ въ Россіи по группамъ; среднія величины нагрѣвательныхъ способностей, соотвѣтствующія каждой группѣ, и разсчетъ размѣра отпуска каменныхъ углей и антрацитовъ взамѣнъ трехполѣнной и однополѣнной саженей дровъ.

№№ по порядку.	НАЗВАНІЕ МѢСТОРОЖДЕНІЙ И КОПЕЙ КАМЕННАГО УГЛЯ И АНТРАЦИТА.	Нагрѣвательныя способн. каменныхъ углей и антрацитовъ, добываемыхъ въ каждой копи. Опредѣленныя: Калориметромъ.	По формулѣ Дюлонга.	Количество добываемаго въ годъ каменнаго угля и антрацита въ пудахъ.	Среднія величины нагрѣвательн. способностей. Опредѣлен.: Калориметромъ.	По формулѣ Дюлонга.	Вычисленіе отпуска каменнаго угля и антрацита взамѣнъ трехполѣнной (нормальной) сажени дровъ для углей каждой группы, въ пудахъ.	Размѣръ отпуска каменнаго угля въ пудахъ взамѣнъ: Трехполѣнной сажени дровъ.	Однополѣнной сажени дровъ.	Примѣчаніе.
								Изъ сосны и ели.	Изъ березы, ольхи и осины.	
	I. Англійскіе каменные угли.									
1	Кардифъ	8.071	8.487	—	8.071	8.487	$\frac{528\,944\times1{,}1698}{8.071}=76{,}6$ пуд. [1] $\frac{177.936\times1{,}1698}{8.071}=25{,}8$ пуд. [2]	76,6	25,8	[1]) Въ одной трехполѣнной нормальной сажени дровъ заключается 556 785 ед. тепла; вычитая 0,05, соотвѣтствующихъ количеству тепла, заключающемуся въ растопкѣ, въ трехполѣнной сажени будетъ заключаться 528.947 ед. тепла.
2	Шотландскій I классъ	6.907	6.905	—	6.923	6.909	$\frac{528.944\times1{,}1698}{6.923}=89{,}3$ пуд. $\frac{177.936\times1{,}1698}{6.923}=30{,}3$ пуд.	89,3	30,0	
3	Шотландскій II классъ	6.940	6.914	—						
4	Ньюкастльскій I классъ	8.115	7.905	—	7.419	7.019	$\frac{528.944\times1{,}1698}{7.419}=83{,}4$ пуд. $\frac{177.936\times1{,}1698}{7.419}=28{,}00$ пуд.	83,4	28,0	
5	Ньюкастльскій II классъ	6.893	6.826	—						
6	Ньюкастльскій III классъ	7.249	6.849	—						
	II. Каменные угли Привислянскаго бассейна.									[2]) Въ одной однополѣнной сажени смѣшанныхъ дровъ безъ березы, ольхи и осины, установленной для Петербурга и окрестностей, заключается 187.302 ед. тепла, вычитая 0,05, заключающихся въ растопкѣ, будетъ 177.936 ед. тепла.
7	Копь Милевица	6.691	6.484	4.248.870	6.250	5.854	$\frac{200.268\times1{,}1698}{6.250}=37{,}6$ пуд. [3]	—	Вмѣсто одной полукубич. сажени. 37,6	
8	„ Сатурнъ	6.608	6.260	15.311.944 и Руд. Георгъ						
9	„ Рудольфъ	6.418	6.187	43.189.882						
10	„ Казиміръ	6.294	5.684	24.361.303						
11	„ Парижъ	6.263	6.138	31.000.120						
12	„ Янъ	6.161	6.184	4 060.599						
13	„ Мортимеръ	6.090	5.911	16.755.020						
14	„ Ренаръ	6.081	5.572	29.488.015						
15	„ Рудольфъ (Георгъ)	6.002	6.035	—						
	III. Каменные угли Подмосковнаго бассейна.									[3]) Количество тепла, заключающееся въ полукубической сажени дровъ, 206.462 ед. тепла; за вычетомъ 0,03 ед. тепла, заключающагося въ растопкѣ, остается 200.268 ед. тепла.
	Рязанской губерніи.									
16	Копи Чулковск. (съ глуб. 45 ти фут.) Товарищества Чулковскихъ	6.098	6.399	4.322.000	5.589	5.398	$\frac{528.944\times1{,}1698}{5.589}=110{,}5$ пуд.	110,5	Изъ сосны и ели. 36,9	
17	„ Чулковск. (съ глуб. 50-ти фут.)	4.042	—	—						
18	„ Муравьинской (владѣлецъ Штахтмейеръ) .	6.627	6.615	100.000						
	Тульской губерніи.									
19	Копь Товарковская (владѣл. графъ Бобринскій)	4.296	4.571	846.000	5.119	5.184	$\frac{528.944\times1{,}1698}{5.119}=120{,}8$ пуд.	120,8	40,2	
20	„ Левинская Товарищества Средне-Россійской каменно-угольной промышленности .	5.473	5.449	1.962.000						

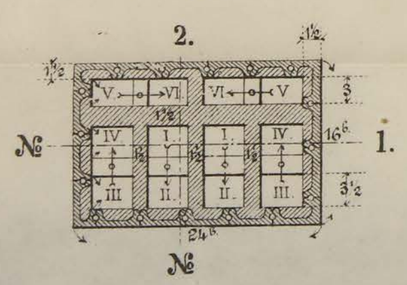
№№ по порядку.	НАЗВАНІЕ МѢСТОРОЖДЕНІЙ И КОПЕЙ КАМЕННАГО УГЛЯ И АНТРАЦИТА.	Нагрѣвательныя способн. каменныхъ углей и антрацитовъ, добываемыхъ въ каждой копи. Опредѣленныя: Калориметромъ.	По формулѣ Дюлонга.	Количество добываемаго въ годъ каменнаго угля и антрацита въ пудахъ.	Среднія величины нагрѣвательн. способностей. Опредѣлен.: Калориметромъ.	По формулѣ Дюлонга.	Вычисленіе отпуска каменнаго угля и антрацита взамѣнъ трехполѣнной (нормальной) сажени дровъ для углей каждой группы, въ пудахъ.	Размѣръ отпуска каменнаго угля въ пудахъ взамѣнъ: Трехполѣнной сажени дровъ.	Однополѣнной сажени дровъ.	Примѣчаніе.
	IV. Каменные угли и антрациты Донецкаго бассейна.									
21	Лисичанскіе — Копь „Дагмара“	6.374	6.674	405.000	6.473	6.707	$\frac{528.944 \times 1,1698}{6.473} = 95,5$ пуд.	95,5	31,8	
22	Лисичанскіе — „ „Матросская“	6.573	6.740							
23	Со станцій Марьевка и Варваро-полье. — Шахта „Золотое“ Товарищества Корней и Шипиновъ	6.828	7.115	1.479.000	7.007	7.319	$\frac{528.944 \times 1,1698}{7.007} = 88,3$ пуд.	88,3	29,4	
24	Со станцій Марьевка и Варваро-полье. — Петро-Марьевскаго Об-ва каменно-угол. промышленности	7.542	7.871	4.100.000						
25	Со станцій Марьевка и Варваро-полье. — Голубовско-Брестко-Богодуховск. Товарищества	7.815	7.123	10.100.000						
26	Со станцій Никитовка и Константиновка. — Нелѣповскій рудникъ	7.547	7.853	190.000	7.127	7.169	$\frac{528.944 \times 1,1698}{7.127} = 86,8$ пуд.	86,8	28,9	
27	Со станцій Никитовка и Константиновка. — Щербиновка пластъ Цимковскій	7.542	7.846	3.366.000						
28	Со станцій Никитовка и Константиновка. — Общества Южно-Русской каменно-угол. промышлен. пластъ № 5	6.961	6.912	9.346.000						
29	Со станцій Рудничной, Юзовки и Харцынской. — Шахты Карпова	7.398	7.817	4.132.000	7.502	8.044	$\frac{528.944 \times 1,1698}{7.502} = 82,5$ пуд.	82,5	27,5	
30	Со станцій Рудничной, Юзовки и Харцынской. — Рутченковской Французск. Об-ва	7.554	8.018	22.008.000						
31	Со станцій Рудничной, Юзовки и Харцынской. — Рудникъ Рыковскаго	7 751	8.209	7.969.000						
32	Со станцій Рудничной, Юзовки и Харцынской. — Голубовскій рудникъ Брестко-Богодуховскаго Товарищества	7.801	8.179	1.490.000						
	Донецкіе антрациты:									
33	Грушевской антрацитъ Кошкина	7.292	7.520	5.540.000	7.394	7.387	$\frac{517.809 \times 1,10}{7.394} = 77$ пуд. [4])	77	25,7	[4]) Количество тепла, заключающееся въ трехполѣнной сажени дровъ, за вычетомъ 7% тепла, заключающагося въ растопкѣ,—517.809 ед. тепла; 1,10 выражаетъ прибавку 10% на утрату.
34	кн. Юсупова	7.194	7.265	—						
35	Кушнарева	7.536	7.455	—						
36	со станціи Грушевской	7.551	7.309	—						
	V. Сахалинскіе каменные угли.									
37	Мгачъ № 1	6.933	6.807	1.078.325	7.206	7.312	$\frac{528.944 \times 1,1698}{7.206} = 85,8$ пуд.	85,8	28,6	
38	Мгачъ № 2	6.156	6.303							
39	Кардифъ	8.304	8.483							
40	Наясси	6.825	6.779							
41	Сучанъ	7.814	8.189							
	VI. Кавказскіе каменные угли.									
42	Тквибульскій	6.004	6.019	427.000	6.004	6.019	$\frac{528.944 \times 1,1698}{6.004} = 103,0$ пуд.	103,0	34,3	
	VII. Туркестанскіе каменные угли:									
43	Копь Нарынская	5.963	6.116	—	5.963	6.116	(528.944×1,1698):5.963=103,8 пуд.	103,8	34,6	
44	„ Наукатская	5.172	5.403	—	5.172	5.403	(528.944×1,1698):5.172=119,6 »	119,6	39,8	
45	„ Кокине-Сайская	5.518	6.092	350.000	5.518	6.092	(528.944×1,1698):5.518=112,1 »	112,1	37,3	
46	„ Ляльми-Гизанская	5.882	6.214	39.336	5.882	6.214	(528.944×1,1698):5.882=105,1 »	105,1	35,0	

Чертежъ изразчатой голландской печи, построенной въ г. Варшавѣ, надъ которой произведены опыты по опредѣленію количества тепла, выдѣляемаго послѣ согрѣванія ея эквивалентными количествами дровъ и каменнаго угля.

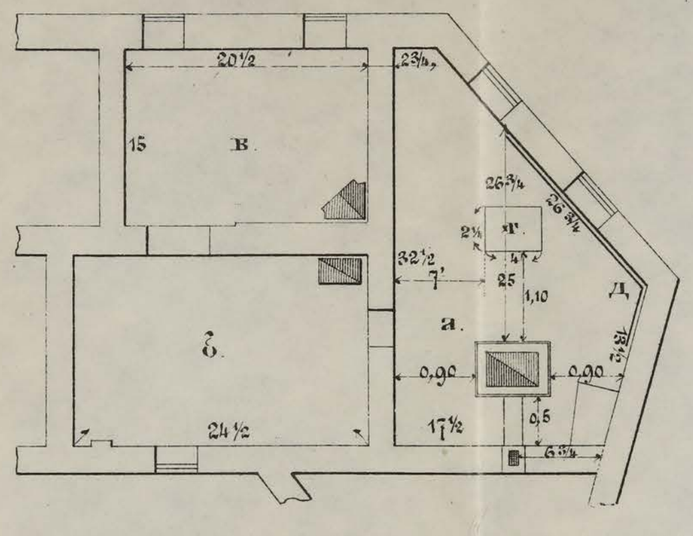
По № 2.



По А В.



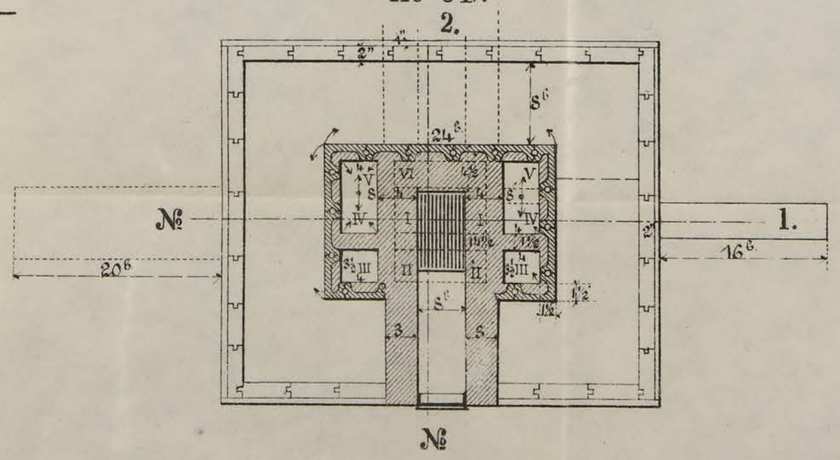
Планъ помѣщенія, отведеннаго для производства опытовъ.



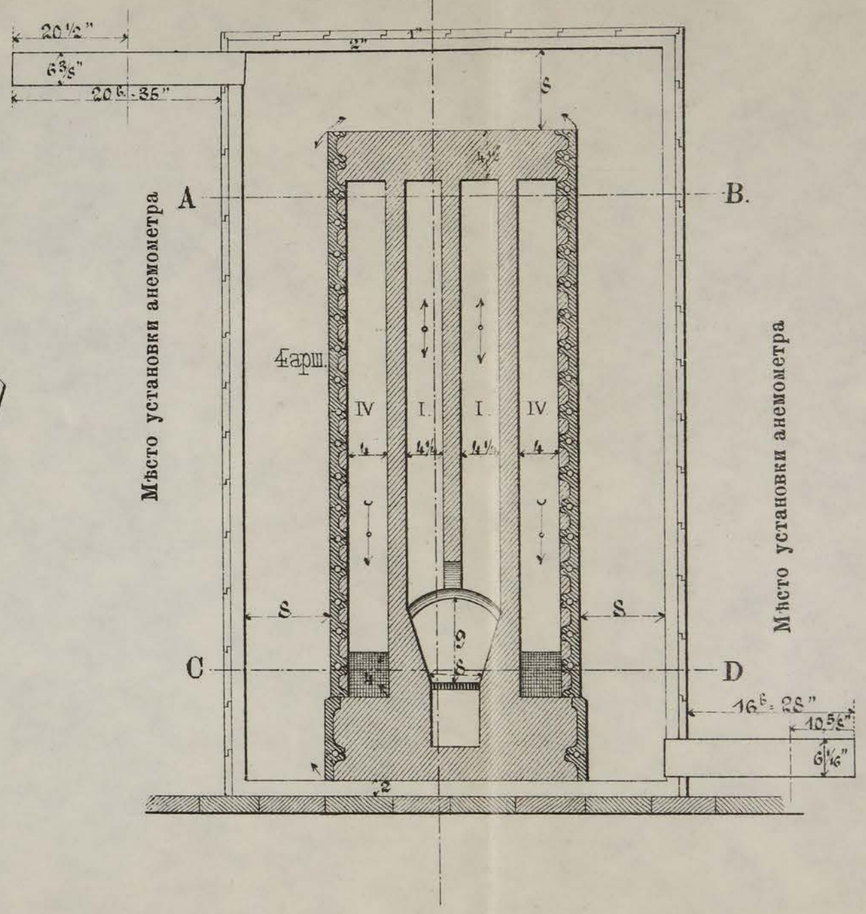
Изъясненіе:

а – Опытная комната.
б – Дежурная.
в – Лабораторія.
г – Отверстіе въ полу для входа теплаго воздуха въ опытную комнату.
д – Дымовая труба для согрѣванія наружной стѣны.

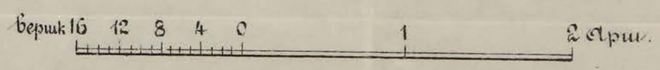
По CD.



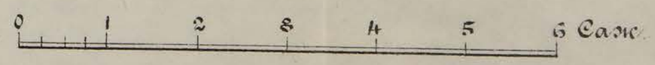
По № 1.



Масштабъ къ разрѣзамъ.

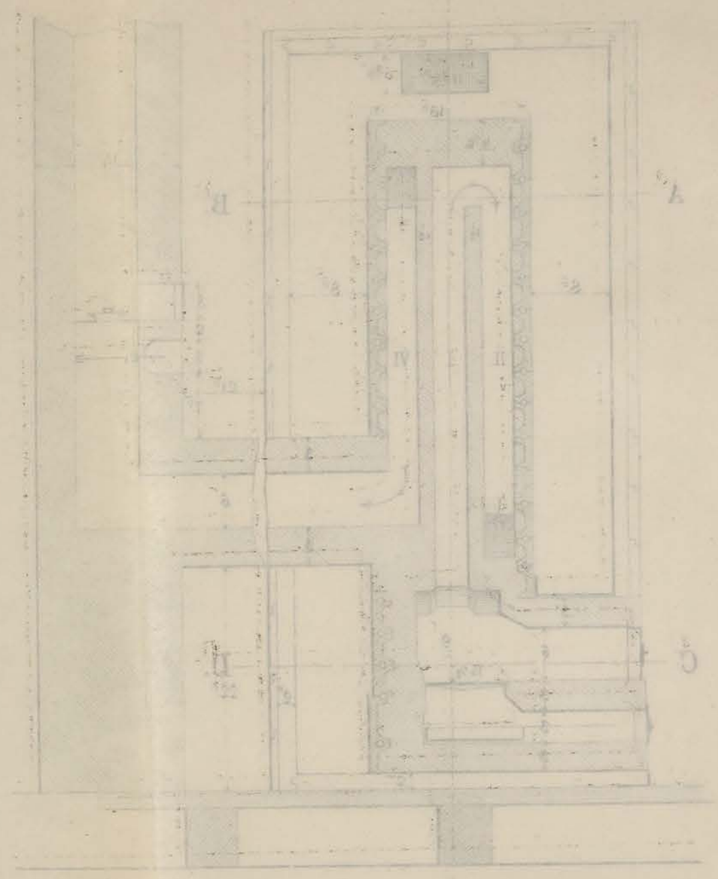


Масштабъ къ помѣщенію.



Нагрѣват. поверхность печи наружн. 5504 кв.вершк. 105 кв ф.
Площадь рѣшетки ..... 0,88 кв. ф.

АВТОЛИТ. Ф. КРЕМЕРА, СПБ.



Журналъ № IV/17

графическихъ записей по наблюденію передачи тепла опытной печью въ городѣ Варшавѣ.

Печь истоплена 17 Марта 1895 г.

Наблюденія { Начались 5 ч. 15 м. дня 17 Марта
Кончились 7 ч. 45 м. вечера 20 Марта
Продолжались 57½ ч.

Камин уплотн. 22,35 фунт.

Графическое изображение количества тепла, переданнаго нагрѣтымъ воздухомъ и черезъ стѣнки конуса.

Масштабъ количества тепла.

Средное количество тепла переданного конусом въ 1 час.
Количество тепла переданное конусомъ.
нагрѣтымъ воздухомъ

Наблюденія надъ верхнимъ дымникомъ

Масштабъ барометрическаго давленія.

Средняя температура = 39,16°
Барометрическое давленіе.
Температура воздуха въ верхнемъ дымникѣ.
Средняя скорость приведенная къ 0 = 2,28 м.
Наблюденія скорости движенія воздуха въ дымникѣ.
Тоже скорости переведенныя на 0 градусовъ

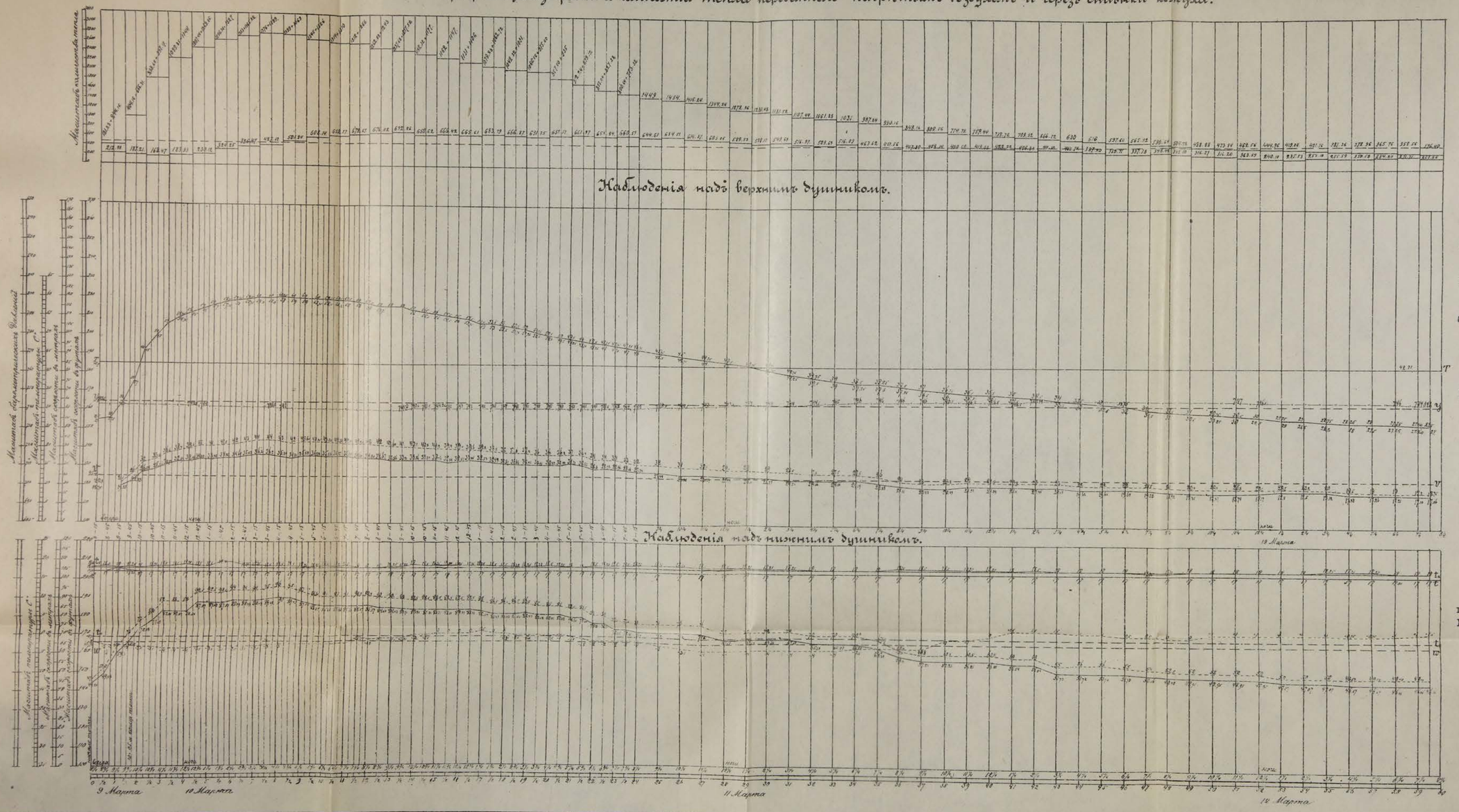
Наблюденія надъ нижнимъ дымникомъ

Масштабъ температуръ °C.

Средняя комнатная температура = 18,22°
температура = 17°
наружная температура = +6,91°
скорость приведенная къ 0 = 69,57 м.
Наблюденія скорости движенія воздуха въ нижнемъ дымникѣ
Тоже скорости переведенныя на 0 градусовъ

17 Марта — 18 Марта — 19 Марта — 20 Марта

Графическое изображеніе количества тепла переданнаго нагрѣтымъ воздухомъ и черезъ стѣнки кожуха.



—— Теплота, переданная нагрѣтымъ воздухомъ
—— — — — — — — — — кожухомъ
— — — Среднее количество тепла въ часъ, переданнаго кожухомъ

Верхній душникъ T Средняя температура 72,7°
v Средн. скорость привед. къ нулю 25,42
Нижній t Средняя температура 17,01°
W Средн. скор. приведен. къ нулю 65,27
Общія условія Y Среднее барометр. давленіе 744,048
t_k Средняя комната. темпер. 18,06°
$t_н$ — — наружная — — 9,71°

Запись: Барометрич. давленіе — — —
Скорость верхн. душника — — —
Температура — — —
Скорость нижняго душн. — — —
Температ. нижн. душника — — —
— — — наружная — — —
— комнатная — — —

Журналъ № III

графическихъ записей по наблюденію передачи тепла опытной печью въ городѣ Варшавѣ.

Печь истоплена 9го марта 1895 года.

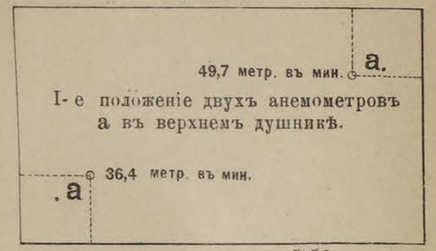
Наблюденія: Начались 8 час. 15 мин. 9го марта вечера. Кончились 8 час. 15 мин. 12го марта утра. Продолжались 59½ час.

Сожжено дровъ 35,63 фунт.

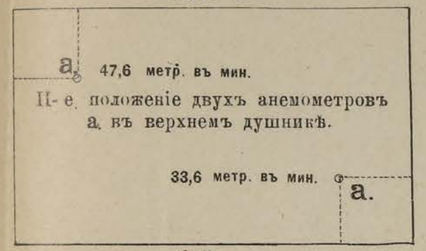
АВТОЛИТ. Ф. КРЕМЕРА, СПБ.

Данныя для опредѣленія средней скорости движенія воздуха въ верхнемъ душникѣ и мѣста расположенія струй воздуха, имѣющаго эту среднюю скорость.

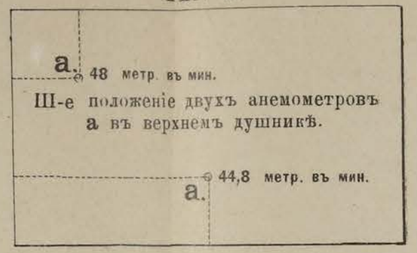
Фиг. 1.



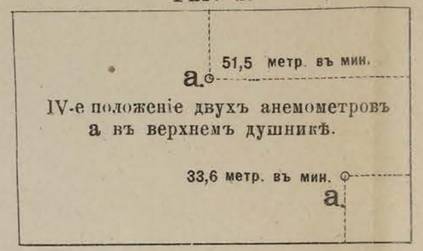
Фиг. 2.



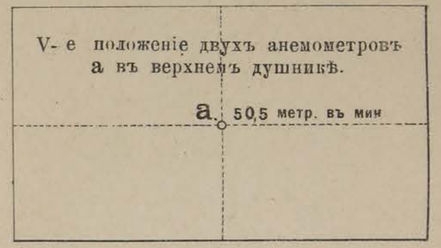
Фиг. 3.



Фиг. 4.

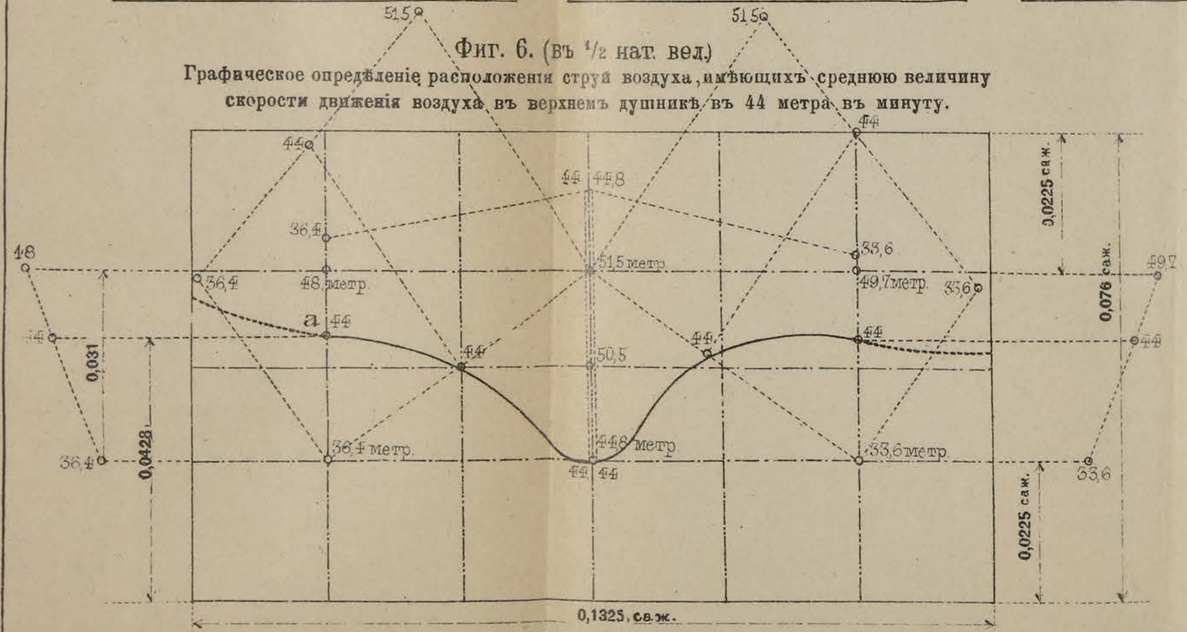


Фиг. 5.



Фиг. 6. (въ 1/2 нат. вел.)

Графическое опредѣленіе расположенія струй воздуха, имѣющихъ среднюю величину скорости движенія воздуха въ верхнемъ душникѣ въ 44 метра въ минуту.



Данныя для опредѣл. мѣста полож. анемом. по длинѣ душника.

Время.	Температура.	Скорость въ метр.	Разст. анем. отъ кон. душ.	Примѣчаніе.
7ч. 42м	52 1/2	36,5	20	По полученнымъ даннымъ наблюденія разстоянія отъ подставки анемометра до наружнаго края душника опредѣлялось въ 20 дюйм.
7ч. 46м	52 1/2	37	22 1/2	
7ч. 53м	52 1/2	36	17 1/2	

Данныя по измѣненію скоростей воздуха въ поперечномъ сѣченіи душника.

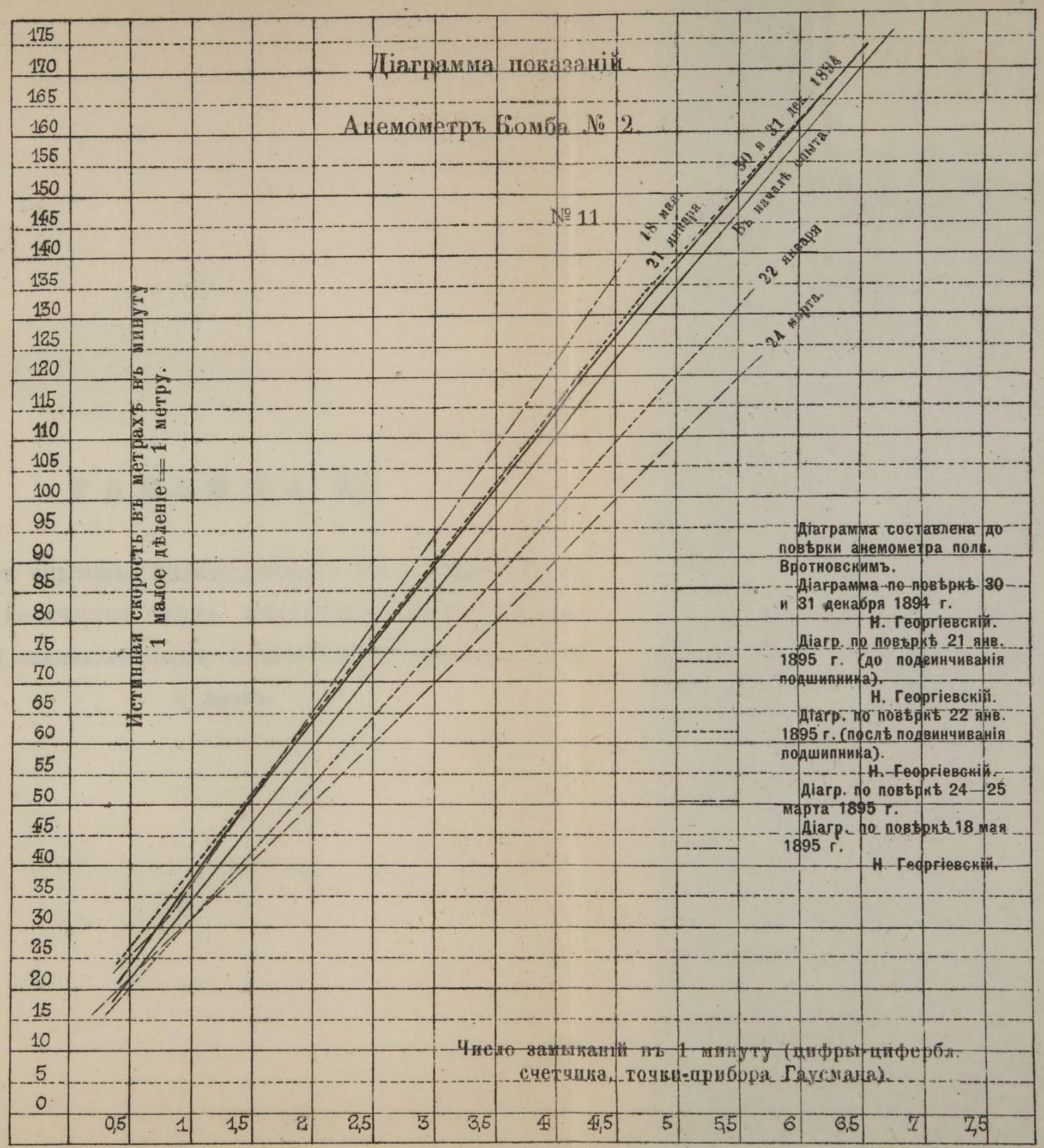
9ч. 57м.	52 3/4	49,7	Фиг. I.	Послѣдн. наблюденіе сдѣлано по установкѣ анемометра съ лѣв. стор. душника на выс. 0,043 саж, т. е. на мѣстѣ средн. скорости движенія воздуха, опредѣленномъ графически наблюденная притакой установкѣ анемометра скор. оказалась согласно съ исчисленной.
9ч. 01м.	52 3/4	36,4		
9ч. 04м.	53 3/4	47,6	Фиг. II.	
9ч. 12м.	53	33,6		
9ч. 22м.	53	48	Фиг. III	
9ч. 32м.	53	44,8	Фиг. IV.	
9ч. 38м.	53	51,5		
9ч. 46м.	53	33,6		
9ч. 52м.	52 3/4	50,5	Ф. V.	Всѣ наблюд. произвед. при температ. въ верхн. душникѣ $52^3/_4{}^0$-53^0; послѣднее же при температурѣ $51^1/_2{}^0$.
11ч. 30м	52 1/2	44		

$$V_{ср.} \frac{48+51,5+49,7+36,4+44,8+33,6}{6} = 44 \text{ метра въ мин.}$$

Опредѣленіе средняго положенія анемометра въ нижнемъ душникѣ.

Время наблюденія.	Температура нижн. душн.	Температура верхн. душн.	Разст. анемом. отъ конц. душ.	Скорость въ метр.	Примѣчаніе.
8ч. 22м	17°	$52^1/_2{}^0$	$10^5/_8$''	95	Изъ всѣхъ этихъ опытовъ для сравнен. и вывода средн. мѣста анемометра взяты опыты подъ лит. a, b и c, какъ произвед. при постоянной темпер. душниковъ и давшіе среднее мѣсто анемометра совершенно соотвѣтствующее средней струѣ, ибо
8ч. 35м	18°	$52^3/_4{}^0$	$4^5/_8$''	100	a
8ч. 50м	18°	$52^3/_4{}^0$	$16^5/_8$''	86	b
9 ч.	18°	53°	$10^5/_8$''	95	
9ч. 10м	18°	$52^3/_4{}^0$	$10^5/_8$''	93	c
9ч. 30м	18°	53°	10''	$87^1/_2$	
9ч. 35м	$18^1/_2{}^0$	$52^3/_4{}^0$	4''	100	$\frac{4^5/_8+10^5/_8+16^5/_8}{3}=10^5/_8$
9ч. 45м	$18^1/_2{}^0$	$52^3/_4{}^0$	16''	89	и
9ч. 55м	$18^1/_2{}^0$	$52^3/_4{}^0$	10''	$97^1/_2$	$\frac{100+93+86}{3}=93$

АВТОЛИТ. Ф. КРЕМЕРА, СПБ.



Автолит Ф. Кремера, Мѣщанская 21, Спб.

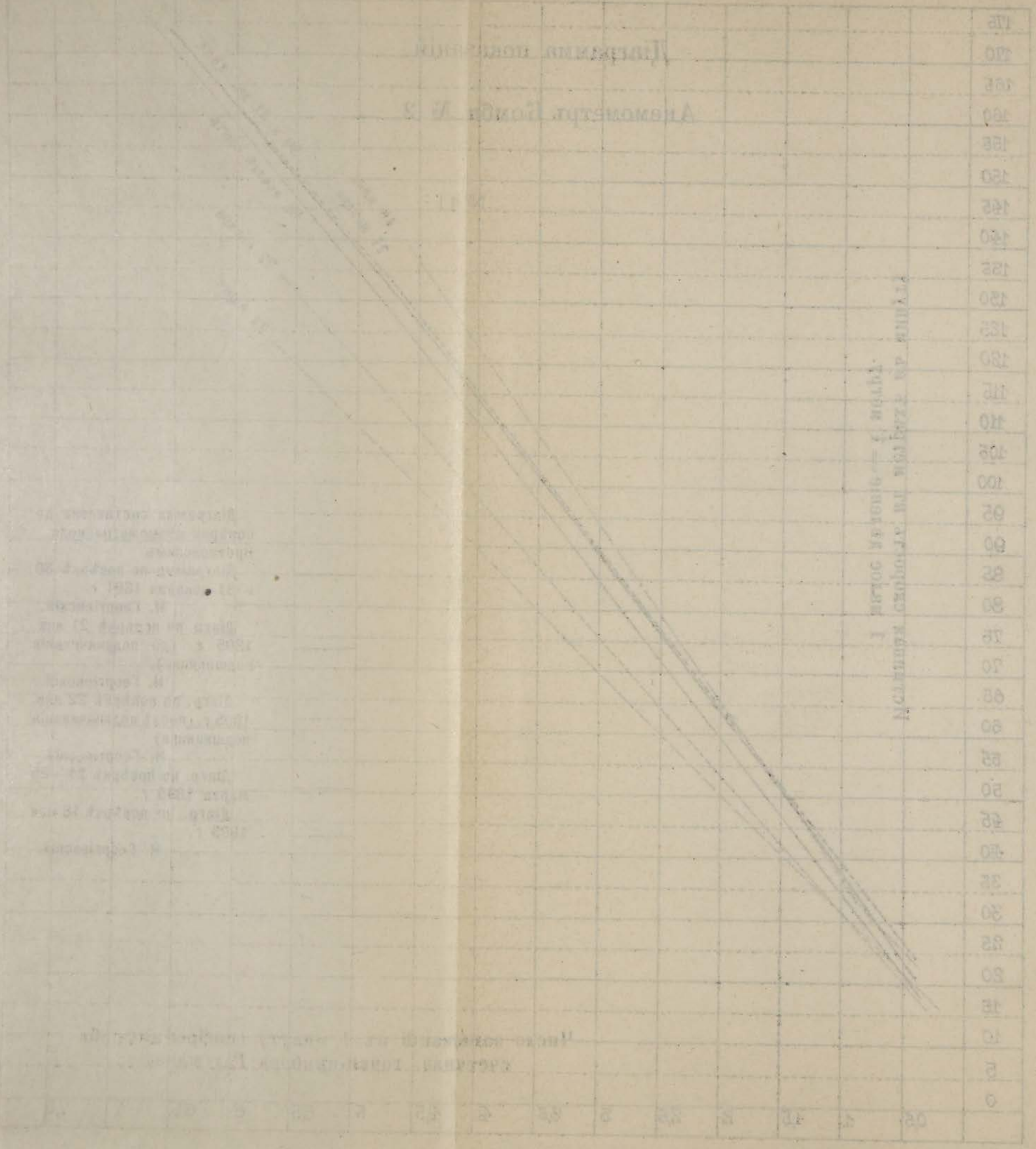


ТАБЛИЦА XII

результатовъ опытовъ, произведенныхъ въ г. Варшавѣ по сравненію количества тепла, выдѣляемаго печью при согрѣваніи ея эквивалентнымъ количествомъ каменнаго угля и дровъ.

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВЪ ОПЫТОВЪ ПО СРАВНЕНІЮ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛА, ВЫДѢЛЯЕМАГО ПЕЧЬЮ ПРИ СОГРѢВАНІИ ЕЯ ЭКВИВАЛЕНТНЫМЪ КОЛИЧЕСТВОМЪ КАМЕННАГО УГЛЯ И ДРОВЪ.

Опытныя топки.

№№	Родъ опредѣленій.	Каменнымъ углемъ. I	II	III	IV	Средн. I, II, III, IV	Дровами. I	II	Средн. I—II.	III	IV	Средн. III—IV.
1	Теплопроизв. способность топлива	6.076	6,076	6.076	6.076	—	4 017	4.017	—	4.017	4.017	—
2	Сжигалось топлива фунтовъ	23,56	23.56	23,56	23,56	23,56	35.63	35,63	35,63	35,63	35,63	35,63
3	Время горѣнія топлива часовъ	2,10	2,25	2,15	2,15	2,16	1,45	2,00	1,72	1,83	1,75	1,79
4	Содержаніе въ дымѣ по объему:											
	въ % CO^2 (углекислоты)	7,40	7,00	9,40	8,50	—	5,20	5,80	—	8,70	9,40	—
	въ % O (кислорода)	11,10	11,50	7,6	8,4	—	14,50	13,90	—	10,70	10,00	—
	въ % CO (окиси углерода)	0	0	1	1	—	0	0	—	0	0	—
	H^2O — паровъ воды	3,74	3,65	5,10	4,76	—	4,59	5,02	—	7,03	7,83	—
	N—азота и остальныхъ продуктовъ гор.	77,76	77,85	76,9	77,34	—	75,80	75,28	—	73,57	72,83	—
	Получилось отъ 1 фунта топлива:											
5	а) кокса . . . фунт.	0,0518	0,0623	0,0326	0,0462	0,0482	0,0033	0,0058	0,0045	0,0014	0,0016	0,0015
6	б) золы . . . "	0,0241	0,0292	0,0297	0,0292	0,0280	0,0011	0,0016	0,0013	0,0014	0,0018	0,0016
		0,0759	0,0915	0,0623	0,0754	0,0762	0,0044	0,0074	0,0059	0,0028	0,0034	0,0031
7	Средняя температура въ трубѣ Ц.	94,82	94,3	72,38	87,73	87,30	135,50	126,41	130,95	111,50	114,60	113,05
8	На 1 фунтъ топлива. Объемъ впущен воздуха . куб. фут.	223,24	231.24	163,43	175,36	198,32	227,82	203,16	215,49	136,97	126,77	131,87
9	Теоретически необходимый объемъ воздуха для горѣнія воздуха куб. фут.	96,12	96,12	96,12	96,12	96,12	59,92	59,92	59,92	59,92	59,92	59,92
10	Относительный впускъ воздуха	2,32	2,41	1,70	1,82	2,06	3,80	3,39	3,59	2,286	2,11	2,198
11	Вѣсъ впущеннаго воздуха . фунт.	19,96	20.57	14,61	15,68	17,70	20.37	18,20	19,28	12,25	11,34	11,79
12	Полный объемъ продукт. горѣн. куб. ф.	229,63	238,63	170,43	182,62	205,33	237,87	213,22	225,54	147,00	136,84	141,92
	Коэффициенты:											
13	Совершенства горѣнія	0,930	0,916	0,901	0,8806	0,907	0,993	0,988	0,990	0,997	0,996	0,9965
14	Потери тепла отъ несовершенства горѣнія топлива	0,069	0,083	0,098	0,121	0,093	0,007	0,012	0,0095	0,0028	0,003	0,0029
15	Потери тепла черезъ дымовую трубу	0,057	0,0603	0,028	0,0392	0,046	0,139	0,114	0,1265	0,064	0,062	0,063
16	Общихъ вредныхъ потерь тепла	0,126	0,143	0,126	0,160	0,139	0,146	0,126	0,136	0,0668	0,065	0,066
17	Полезнаго дѣйствія печи (по поглощ тепла)	**0,874**	**0,857**	**0,874**	**0,840**	**0,861**	0,854	**0,874**	**0,864**	**0,933**	**0,935**	**0,934**
18	Средняя температура горѣнія топлива	892°	913°	1139°	1047°	997,5	614,9	691,0	658,40	937,017	1022,00	979,5
19	Общее количество един. тепла:											
	а) заключающееся въ сожженомъ топливѣ	143 150	143.150	143.150	143.150	143.150	143.150	143.150	143.150	143.150	143.150	143.150
	б) выдѣленное при горѣніи топлива	133 216	131 250	129 009	125 819	129 823	142 169	141.440	141 804	142.719	142.638	142.678
	в) аккумулированное печью	125.016	122 559	124 934	120.199	123.177	122 216	125.260	123.738	133.482	133.813	133.647
20	Скорость движенія продуктовъ горѣнія:					1,75*)						
	а) по патрубку фут. въ секунду	1,66	1,53	1,12	1,25	1,39	3,59	2,83	3,21	1,99	1,36	1,675
21	Сгорѣло на 1 кв. футѣ рѣшетки въ 1 часъ	12,36	11,11	11,89	11,89	11,81	23,126	21,460	22,293	22,13	23,14	22,63

*) Если бы площадь патрубка равнялась петербургской = ,47 кв. ф.

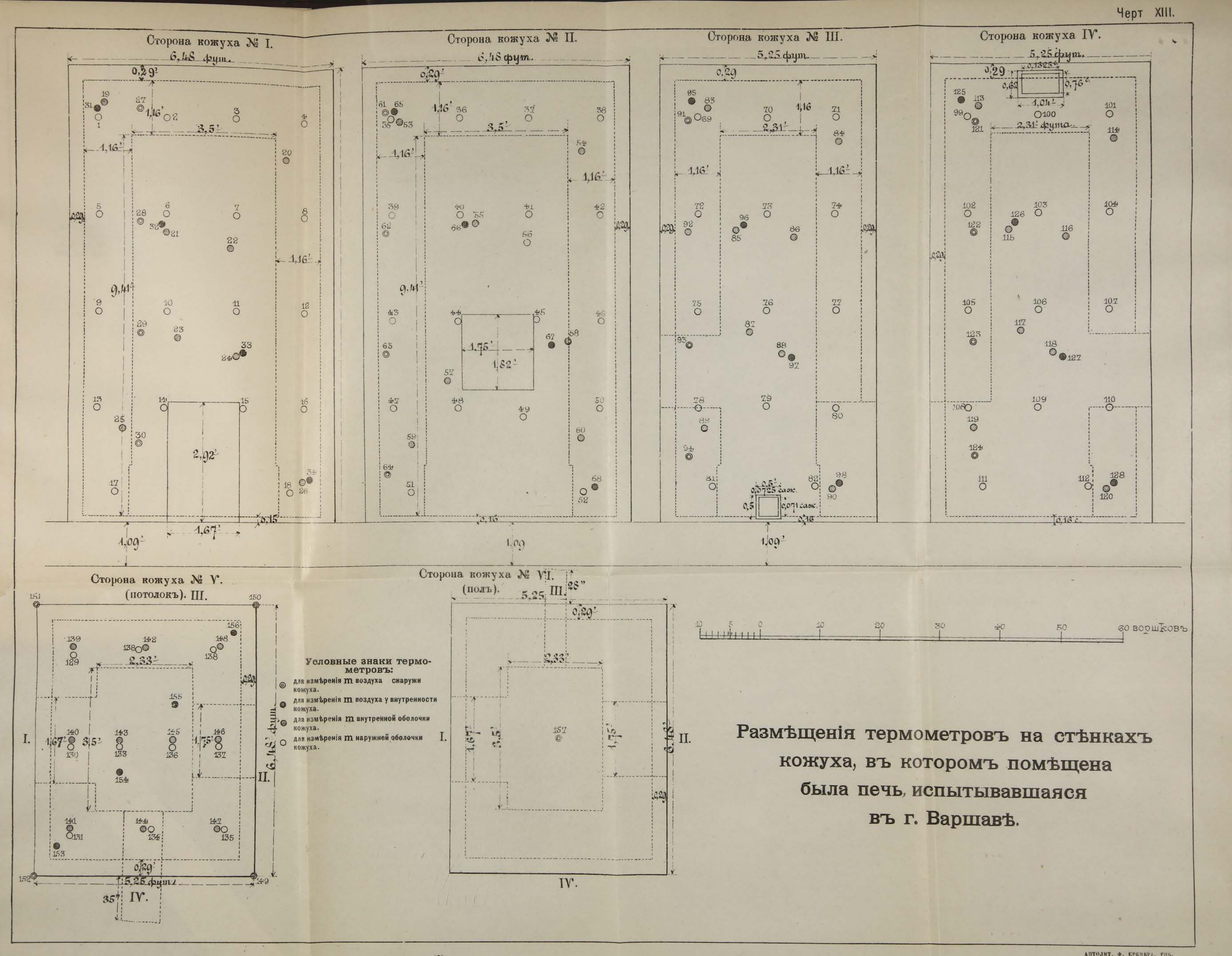
Порядокъ и время произвед. топокъ. — Каменнымъ углемъ. (За время наблюденія. Въ верхнемъ душникѣ: Душники Верхній, Нижній; Въ нижнемъ душникѣ.)

№№	Родъ наблюденій и произвед. расчетовъ.	I. 16-го февраля 1895 г. Верхній	Нижній	Въ нижнемъ душникѣ	II. 19-го февраля 1895 г. Верхній	Нижній	Въ нижнемъ душникѣ	III. 23-го февраля 1895 г. Верхній	Нижній	Въ нижнемъ душникѣ	IV. 17-го марта 1895 года. Верхній	Нижній	Въ нижнемъ душникѣ	Среднее I—II—III—IV. Верхній	Нижній	Въ нижнемъ душникѣ
1	Продолжительность наблюденія часовъ	75,5	57,5	—	56	56	—	54,5	54,5	—	57 5	57,5	—	56,375	56,375	—
2	Средняя температура нагрѣтаго воздуха Ц°	41°,66	17°,02	—	40°,49	17°,01	—	38°,96	17°,01	—	39°,16	17°	—	40,06	17,01	—
3	Средняя скорость движенія воздуха по приведеніи къ 0 град., метр. въ минуту	29	68,32	—	27,98	69,85	—	26,43	62,26	—	26,28	64,76	—	27,42	66,29	—
4	Среднее барометрическое давленіе милим.	742,65	742,65	—	736,39	736,39	—	751,12	751,12	—	743,69	743,69	—	743,46	743,46	—
5	Средняя температура за время наблюденія:															
	а) опытной комнаты	18,47	18,47	—	18,00	18,00	—	18,51	18,51	—	18,22	18,22	—	18,30	18,30	—
	б) наружная	— 0,63	— 0,63	—	— 0,86	— 0,86	—	— 2,96	— 2,96	—	+ 6,91	+ 6,91	—	— 0,615	— 0,615	—
6	Скорости движенія воздуха въ душникахъ:															
	а) въ началѣ наблюденія фут. въ 1 секунду	1 19	2,16	—	1,08	2,42	—	0,89	2,60	—	0,87	2,52	—	1,0075	2,425	—
	б) въ концѣ наблюденія	1,08	2,42	—	1,10	2,37	—	1,04	2,47		0,95	2,42	—	0,0425	2,42	—
7	Вычисленія сдѣланы при разности температуры воздуха въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ:															
	а) въ началѣ наблюденія	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—
	б) въ концѣ наблюденія	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—
8	Топка печи произведена при разности температуръ въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—
9	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху	90.348	75.766	—	79.310	69.977	—	69.337	58.378	—	73.024	64.692	—	78.004,75	67.303,25	—
10	Разница въ опредѣленіяхъ количества переданнаго тепла по верхнему и нижнему душникамъ %	16,14		—	11,77		—	15,81		—	11,41		—	13,785		—
11	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху изъ опредѣленій по нижнему душнику	75.766		—	69.977		—	58.378		—	64.692		—	67.203,25		—
12	Количество тепла, прошедшаго черезъ стѣнки кожуха	26.702 / 102.468		—	24.451 / 94.428		—	21.664 / 80.042		—	23.000 / 87.692		—	24.041,00 / 91.244,25		—
13	Количество тепла:															
	а) заключающагося въ сожжен. топливѣ	143.150		—	143.150		—	143.150		—	143 150		—	143.150		—
	б) выдѣленнаго при горѣніи топливомъ	133.216		—	131.250		—	129.009		—	125.818		—	129.823,25		—
	в) аккумулированнаго печью	125.016		—	122.559		—	124.934		—	120.199		—	123 177		—
14	Отношеніе количества тепла переданнаго печью:															
	а) къ теплу заключающемуся въ топливѣ	0,5293+0,1866=0,7159		—	0,4888+0,1732=0,6620		—	0 4078+0,1513=0,5591		—	0,4519+0,1607=0,6126		—	0,46945+0,1679=0,63735		—
	б) къ выдѣленному при горѣніи	0,5874+0,2000=0,7874		—	0,5332+0,1889=0,7221		—	0,4525+0,1679=0,6204		—	0,5134+0,1828=0,6962		—	0,521165+0,1849=0,7065		—
	в) къ аккумулированному печью	0,6060+0,2136=0,8196		—	0,5709+0,2023=0,7732		—	0,4673+0,1734=0,6407		—	0,5365+0,1914=0,7279		—	0,545175+0,1951=0,7402		—
15	Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія передачи тепла печью	0,7159		—	0,6620		—	0,5591		—	0,6126		—	0,63735		—
16	Средняя скорость движенія воздуха вдоль вертикальныхъ стѣнокъ печи	0,0526		—	0,0506		—	0,0475		—	0,0473		—	0,0495		—

Дровами.

№№	Родъ наблюденій и произвед. расчетовъ.	I. 4-го марта 1895 г. Верхній	Нижній	Въ нижнемъ душникѣ	II. 7-го марта 1895 г. Верхній	Нижній	Въ нижнемъ душникѣ	Среднее изъ I—II. Верхній	Нижній		III. 9-го марта 1895 г. Верхній душн.	Нижній душн.		IV. 12-го марта 1895 г. Верхній душн.	Нижній душн.		Среднее изъ III—IV. Верхній душн.	Нижній душн.	
1	Продолжительность наблюденія часовъ	57,00	57,00	—	59,00	59,00	—	58,00	58,00	—	59,5	59,5	—	59,25	59,25	—	59,375	59,375	—
2	Средняя температура нагрѣтаго воздуха Ц°	42,04	17,01	—	42,88	17,00	—	42,46	17,005	—	42,71	17,01	—	41,90	17,00	—	42,305	17,005	—
3	Средняя скорость движенія воздуха по приведеніи къ 0 град., метр. въ минуту	25,56	64,16	—	25.37	64.67	—	25,47	64,415	—	25,42	64,45	—	26.05	70,80	—	25,735	67,63	—
4	Среднее барометрическое давленіе милим.	752,01	752,01	—	737,148	737,148	—	744,584	744,584	—	744,048	744,048	—	737,73	737,73	—	740,889	740,889	—
5	Средняя температура за время наблюденія:																		
	а) опытной комнаты	18,52	18,52	—	18,25	18,25	—	18,39	18,39	—	18,06	18,06	—	18,71	18,71	—	18,385	18,385	—
	б) наружная	+ 1,29	+ 1,29	—	+ 0,06	+ 0,06	—	+ 0,68	+ 0,68	—	— 0,71	— 0,71	—	+ 4,56	+ 4,56	—	+ 1,925	+ 1,925	—
6	Скорости движенія воздуха въ душникахъ:																		
	а) въ началѣ наблюденія фут. въ 1 секунду	1,03	2,16	—	1,03	2,17	—	1,03	2,165	—	1,03	2,42	—	0,99	2,53	—	1,01	2,475	—
	б) въ концѣ наблюденія	1,03	2,39	—	1,04	2,42	—	1,035	2,415	—	0,93	2,54	—	1,02	2,57	—	0,975	2,555	—
7	Вычисленія сдѣланы при разности температуры воздуха въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ:																		
	а) въ началѣ наблюденія	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—
	б) въ концѣ наблюденія	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—
8	Топка печи произведена при разности температуръ въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—	10,5	10,5	—
9	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху	80.908	73.228	—	84.101	75.460	—	82.505	74.344	-	86.391	78.591	—	84.506	81.490	—	85.448,5	80.040,5	—
10	Разница въ опредѣленіяхъ количества переданнаго тепла по верхнему и нижнему душникамъ %	9,49		—	10,27		—	9,88		—	9.03		—	3,56		—	6,295		—
11	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху изъ опредѣленій по нижнему душнику	73.228		—	75.460		—	74.344		—	78.591		—	81.490		—	80.040,5		—
12	Количество тепла, прошедшаго черезъ стѣнки кожуха	24.934 / 98.162		—	26.425 / 101.885		—	25.679,5 / 100.023		—	27.155 / 105.746		—	26.269 / 107.759		—	26.712,0 / 106.752,5		—
13	Количество тепла:																		
	а) заключающагося въ сожжен. топливѣ	143.150		—	143.150		—	143.150		—	143.150		—	143.150		—	143.150		—
	б) выдѣленнаго при горѣніи топливомъ	142.169		—	141.443		—	141.806		—	142.719		—	142.638		—	142.678,5		—
	в) аккумулированнаго печью	122.216		—	125.260		—	123.738		—	133.482		—	133 813		—	133.647,5		—
14	Отношеніе количества тепла переданнаго печью:																		
	а) къ теплу заключающемуся въ топливѣ	0,5115+0,1741=0,6856		—	0,5271+0,1846=0,7117		—	0,5193+0,1793=0,6986		—	0,5490+0,1896=0,7386		—	0,5692+0,1835=0,7527		—	0,5591+0,1865=0,7456		—
	б) къ выдѣленному при горѣніи	0,515+0,1754=0,6904		—	0,533+0,1868=0,7198		—	0,524+0,1811=0,7051		—	0,556+0,1902=0,7462		—	0,571+0,784 =0,755		—	0,5635+0,1871=0,7506		—
	в) къ аккумулированному печью	0,591+0,204 = 0,795		—	0,602+0,2110=0,8130		—	0,596+0,2125=0,8085		—	0,588+0,2034=0,7914		—	0,609+0,196 =0,805		—	0,592 +0,1997=0,7917		—
15	Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія передачи тепла печью	0,6856		—	0,7147		—	0,6986		—	0,7386		—	0,7527		—	0,7456		—
16	Средняя скорость движенія воздуха вдоль вертикальныхъ стѣнокъ печи	0,0464		—	0,0462		—	0,0463		—	0,0463		—	0,0473		—	0,0463		—

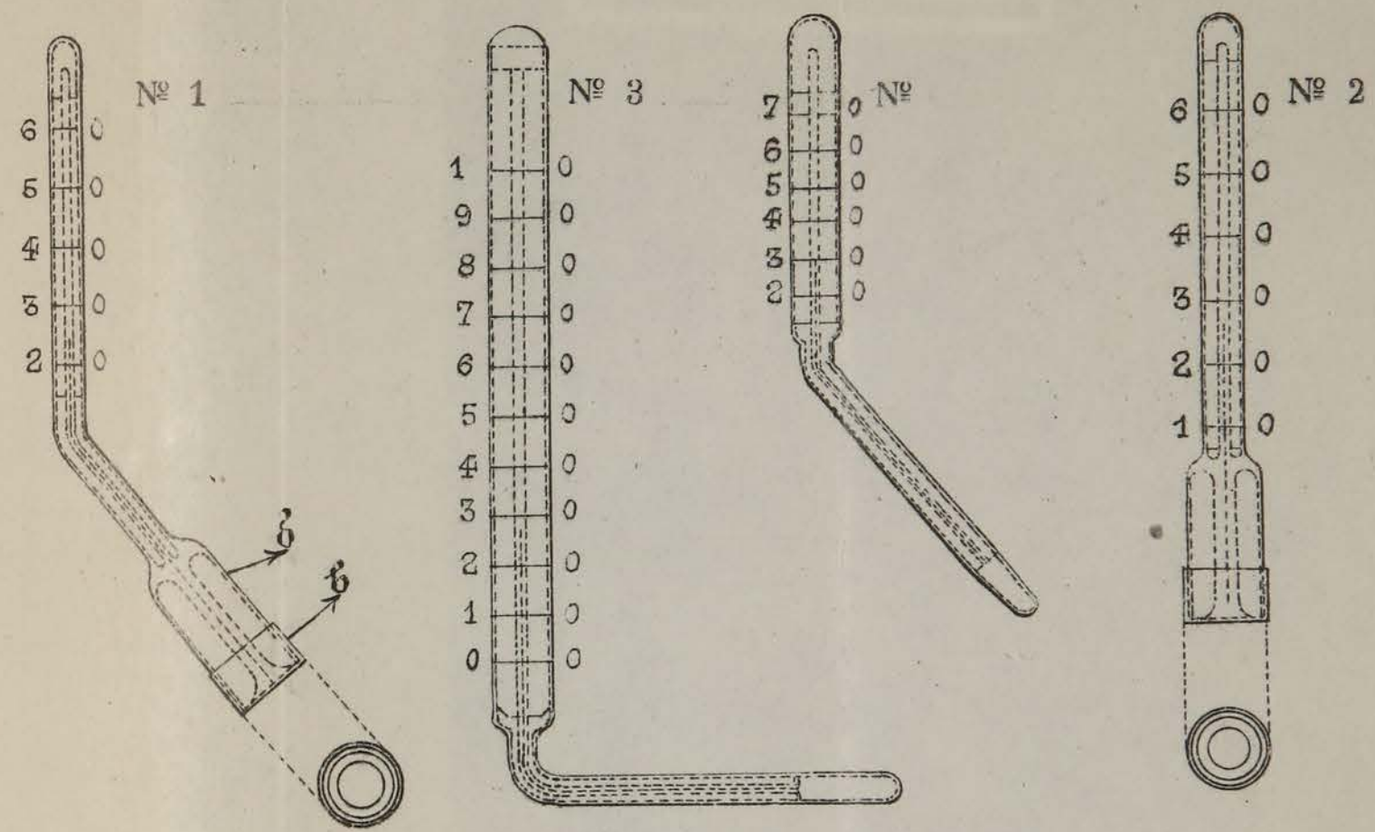
№	Опредѣленіе количества тепла переданнаго кожухомъ.	Для дровъ. 4-го марта I.	7-го марта II.	9-го марта III.	12-го марта IV.	Средн. III и IV.	Для каменнаго угля. 16-го февраля I.	19-го февраля II.	23-го февраля III.	17-го марта IV.	Средн. I, II, III и IV.
1	Площадь пяти сторонъ наружной поверхности кожуха (B) безъ потолка	283,33	283,33	283,33	283,33	283,33	283,33	283,33	283,33	283,33	283,33
2	Время наблюденія по передачѣ тепла кожухомъ (A)	57	59	59,5	60	59,75	57,5	56	54,5	58	—
3	Средній коэффиціентъ передачи тепла кожухомъ (наружною его поверхностью) для пяти его сторонъ въ 1 часъ 1 кв. фута на 1 градусъ (A)	0,5304	0,5304	0,5304	0,5304	0,5304	0,5304	0,5304	0,5304	0,5304	0,5304
4	Средняя температура наружной оболочки кожуха t''	22,41	22,15	22,05	22,18	22,15	22,54	22,12	21,81	22,16	22,159
5	Средняя температура комнатнаго воздуха близъ наружной поверхности кожуха (t)	19,50	19,23	19,05	19,24	19,145	19,49	19,29	19,22	19,51	19,377
6	Разность температуръ наружной оболочки кожуха и комнатнаго воздуха ($t''—t$)	2,91	2,92	3	2,94	2,97	3,05	2,83	2,59	2,65	2,78
7	Количество тепла, переданнаго кожухомъ	24.934 / 24.926	26.425 / 26.329	27.155 / 27.050	26.269 / 26.509	26 712	26 702 / 26.651	24 451 / 24.052	21.664 / 21.390	23.000 / 23.133	24.041
8	Отношеніе количества тепла, переданнаго кожухомъ:										
	1) къ теплу, заключающемуся въ топливѣ	**0,1741**	**0,1846**	**0,1897**	0,1835	0,1866	**0,1866**	**0,1732**	**0,1513**	0,1607	0,1679
	2) къ выдѣленному при горѣніи	0,1754	0,1868	0,1902	0,1840	0,1871	0,2000	0,1880	0,1679	0,1828	0,1849
	3) къ аккумулированному печью	0,204	0,2110	0,2034	0,1960	0,1997	0,2136	0,2023	0,1734	0,1914	0,1951
9	Средняя температура воздуха внутри кожуха близъ внутренней его поверхности	37,41	37,66	37,74	37,47	37,605	—	35,47	35,43	35,82	35,57
10	Средняя температура воздуха внутри кожуха по показаніямъ температуръ въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ	29,525	29,94	29,86	29,45	28,655	29,34	28,75	27,985	28,08	28,539



Размѣщенія термометровъ на стѣнкахъ кожуха, въ которомъ помѣщена была печь, испытывавшаяся въ г. Варшавѣ.

АВТОЛИТ. Ф. КРЕМЕРА, СПБ.

Термометры, устанавливавшіеся у кожуха, въ которомъ заключена была опытная печь, для опредѣленія количества тепла, передаваемаго его стѣнкамъ. Въ 1/4 долю.



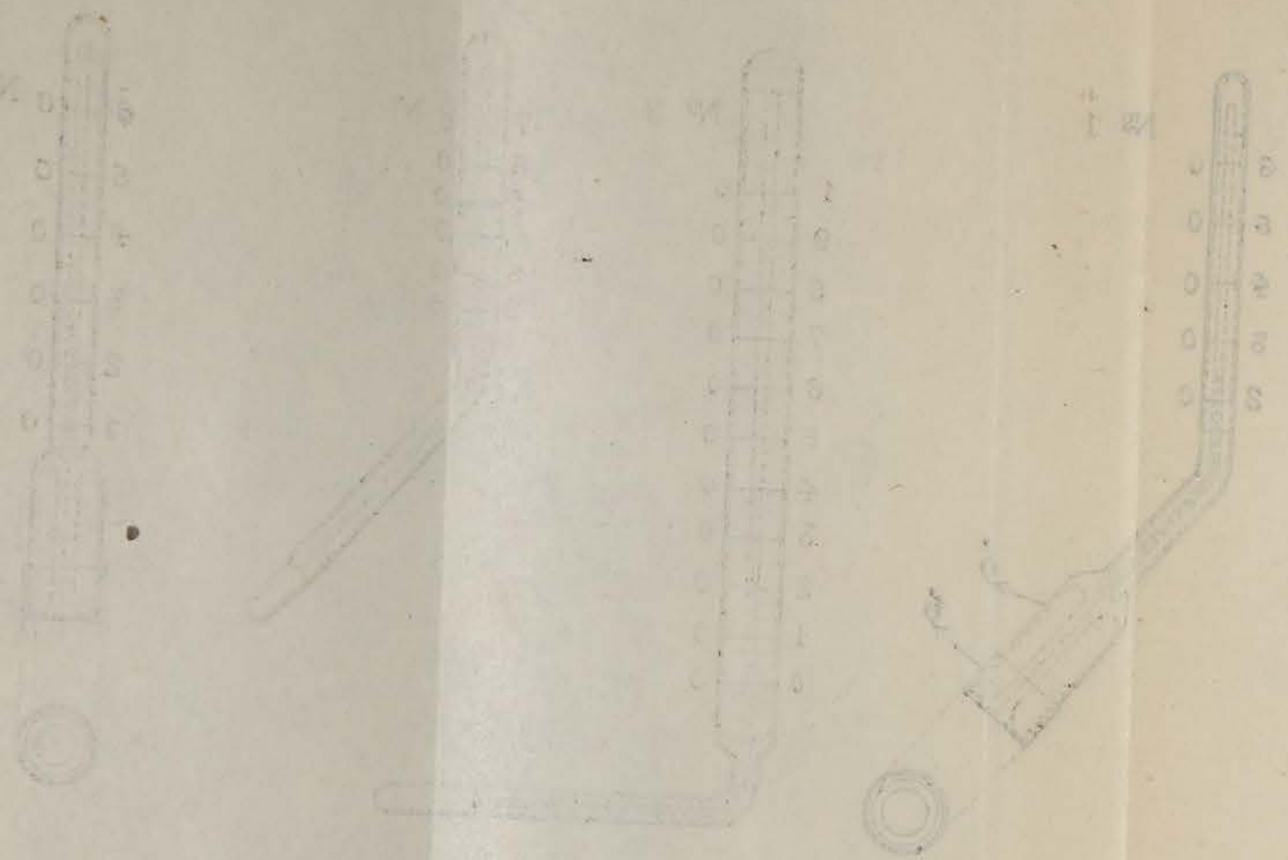
Изъясненіе:

№ 1—для измѣренія температуры внутр. цинковой оболочки на потолкѣ кожуха

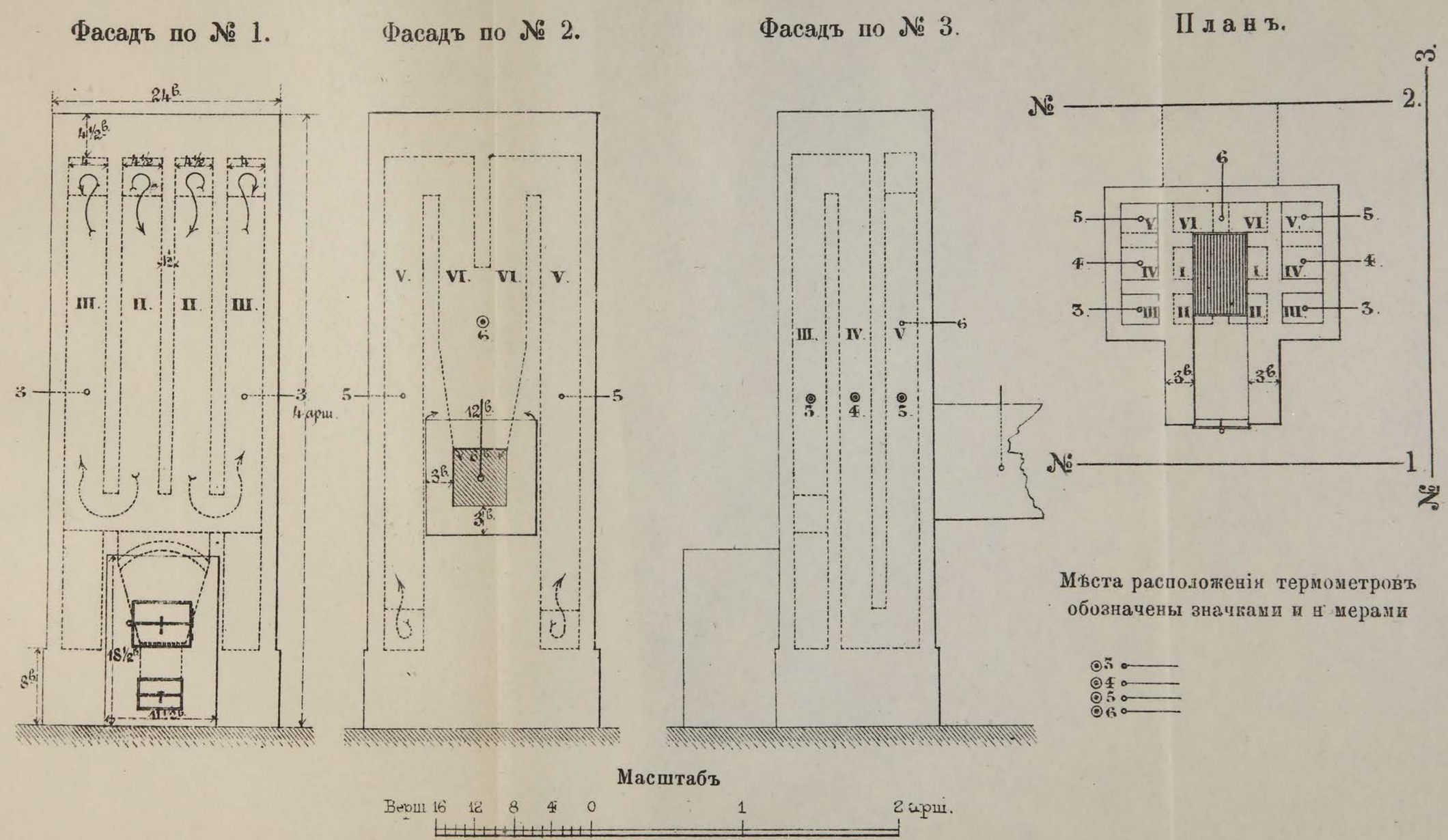
№ 2—то же для вертик. стороны кожуха.

№№ 3 и 4—угловой и колѣнчатый для измѣренія температуры воздуха внутри кожуха.

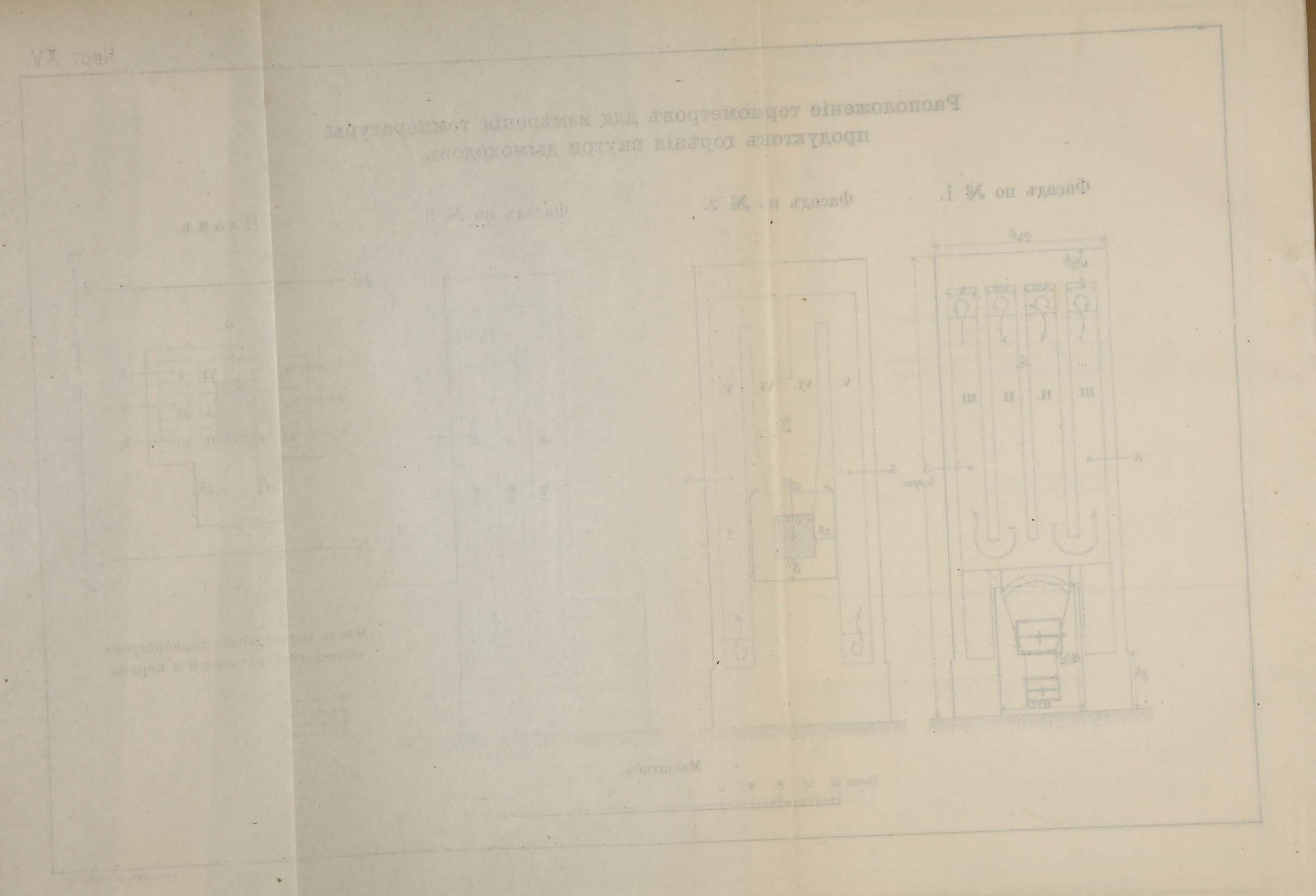
Автолит Ф. Кремера, Мѣщанская 21, Спб.

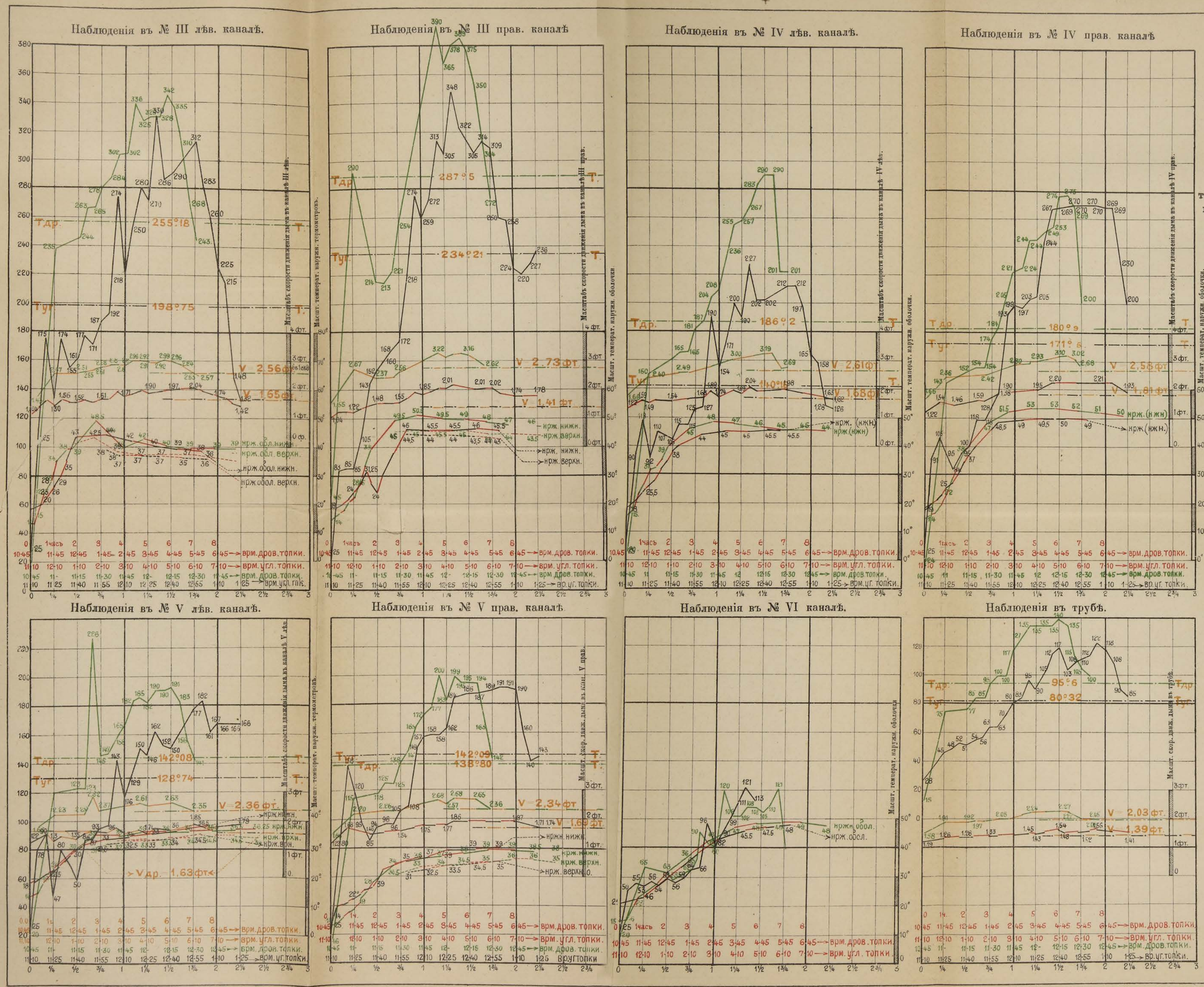


Расположеніе термометровъ для измѣренія температуры продуктовъ горѣнія внутри дымоходовъ.



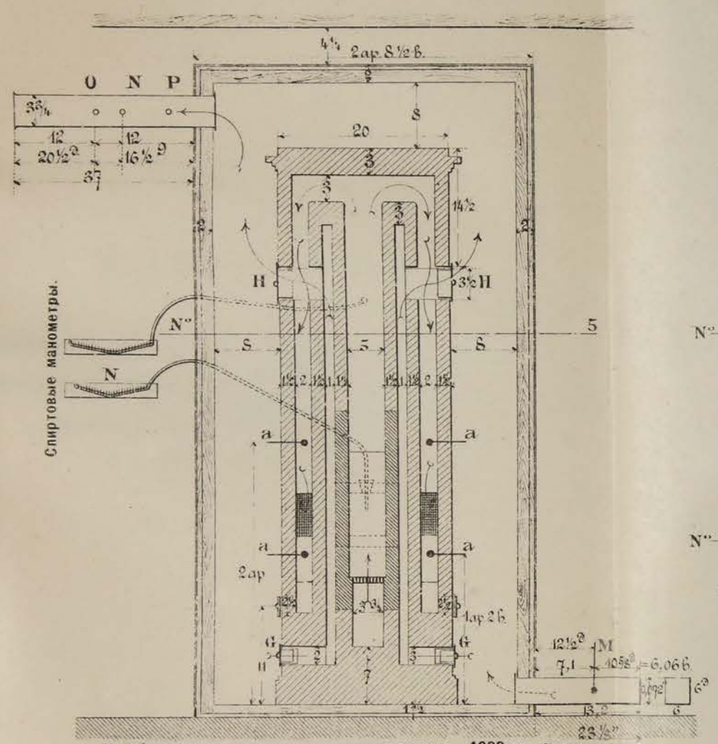
АВТО-ЛИТ. Ф. КРЕМЕРА.




Наблюденія въ № III лѣв. каналѣ.
Наблюденія въ № III прав. каналѣ
Наблюденія въ № IV лѣв. каналѣ.
Наблюденія въ № IV прав. каналѣ
Наблюденія въ № V лѣв. каналѣ.
Наблюденія въ № V прав. каналѣ
Наблюденія въ № VI каналѣ.
Наблюденія въ трубѣ.
Тдр.
Туг.
255°18
198°75
287°5
234°21
186°2
140°1
180°9
171°8
142°09
128°74
143°80
95°6
80°32
V 2.56 ft.
V 1.65 ft.
V 2.73 ft.
V 1.41 ft.
V 2.61 ft.
V 1.68 ft.
V 2.56 ft.
V 1.81 ft.
V 2.36 ft.
V 1.69 ft.
V 2.34 ft.
V 2.03 ft.
V 1.39 ft.
Vдр. 1.63 ft.
нрж. обол. нижн.
нрж. обол. верхн.
нрж. нижн.
нрж. верхн.
нрж. (нжн)
нрж. обол.
врм. дров. топки.
врм. угл. топки.
вр. уг. топки.
Масштабъ скорости движенія дыма въ каналѣ III лѣв.
Масштабъ скорости движенія дыма въ каналѣ III прав.
Масштабъ скорости движенія дыма въ каналѣ IV лѣв.
Масштабъ скорости движенія дыма въ каналѣ IV прав.
Масшт. скор. движ. дыма въ каналѣ V лѣв.
Масшт. скор. движ. дыма въ каналѣ V прав.
Масшт. скор. движ. дыма въ труб.
Масшт. температ. наружн. оболочки.
Масшт. температ. наружн. оболочки.
Масшт. температ. наружн. оболочки

Чертежъ опытной печи системы г.-лейт. Войницкаго и расположенiе ея въ кожухѣ для измѣренiя количества выдѣляемаго ею тепла.

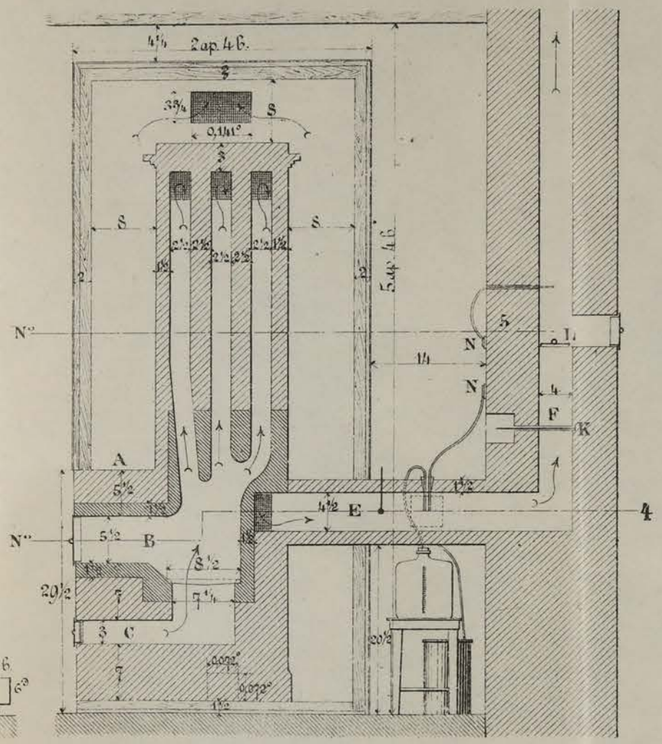
Разрѣзъ по № 1.



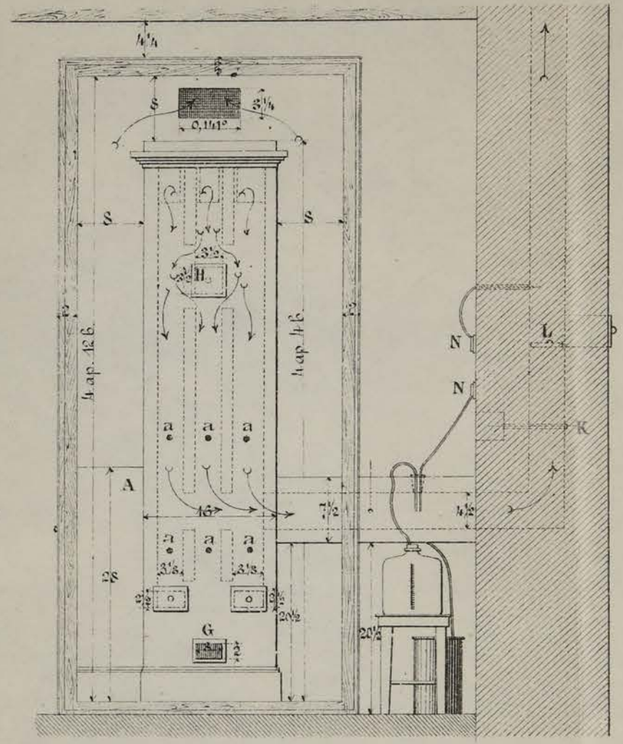
Нагрѣвательная поверхность печи наружная—4300 кв. вершк.
— — — камеры —1680 » »
Всего . . . . 5980 кв. вершк. 127 кв. фут.

Площадь топочной рѣшетки . . . 0,73 кв. фут.

Разрѣзъ по № 2.

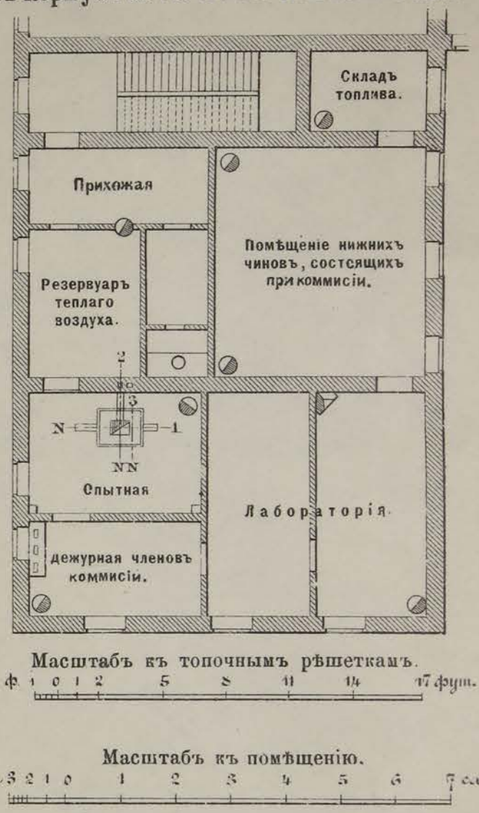


Разрѣзъ по № 3.

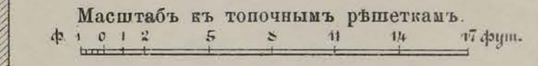


а—термометры для измѣренiя продуктовъ горѣнiя внутри дымоходовъ.

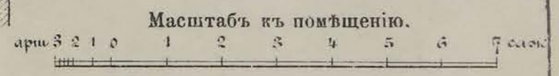
Помѣщенiе для производства опытовъ въ корпусѣ № 18. л.-гв. Коннаго полка.



Масштабъ къ топочнымъ рѣшеткамъ.

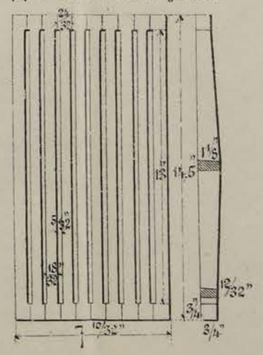


Масштабъ къ помѣщенiю.

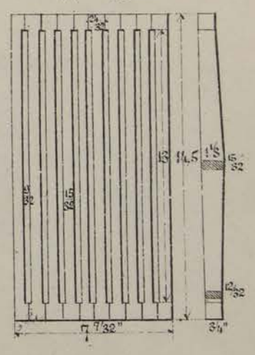


Топочныя рѣшетки.

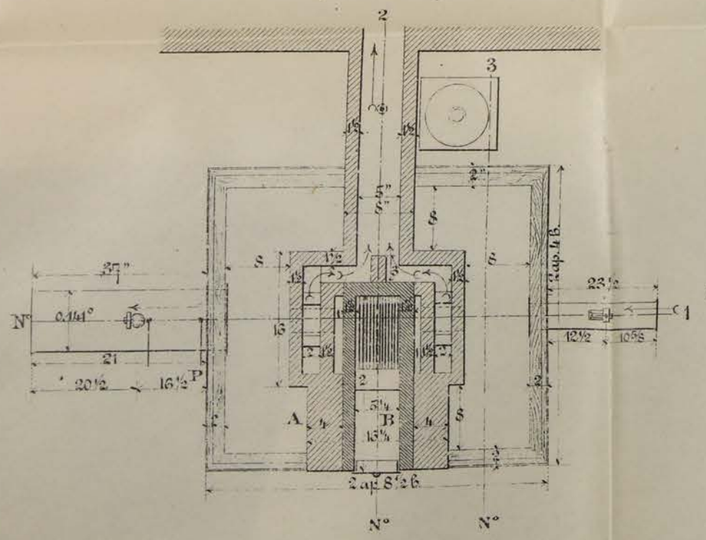
Для каменнаго угля.



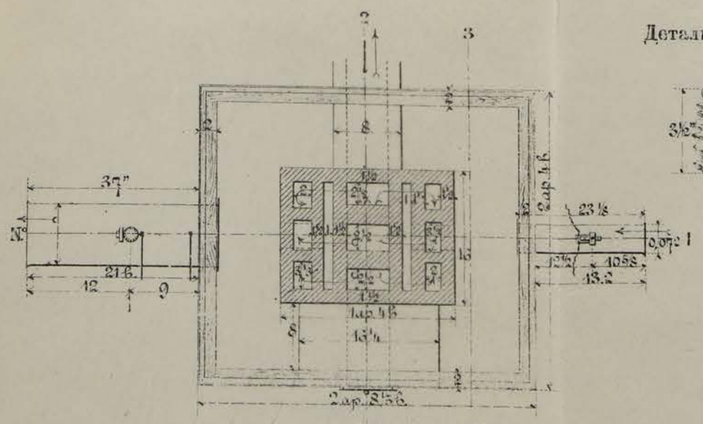
Для дровъ.



Разрѣзъ по № 4.

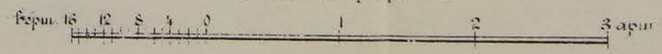


Разрѣзъ по № 5.



Деталь устройства стѣнокъ кожуха.

Масштабъ къ разрѣзамъ.



АВТОЛИТ. Ф. КРЕМЕРА, СПБ.

ТАБЛИЦА XVIII

результатовъ опытовъ по сравненію количества тепла, выдѣляемаго печью при согрѣваніи ея эквивалентнымъ количествомъ каменнаго угля и дровъ.

Въ г. С.-Петербургѣ.

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВЪ ОПЫТОВЪ ПО СРАВНЕНІЮ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛА, ВЫДѢЛЯЕМАГО ПЕЧЬЮ ПРИ СОГРѢВАНІИ ЕЯ ЭКВИВАЛЕНТНЫМИ КОЛИЧЕСТВАМИ ЗАМЕННАГО УГЛЯ, ДРОВЪ И АНТРАЦИТА.

№№	Результаты опредѣленій на основаніи I, II, III, IV, V и VI анализовъ дыма.																
	Отдѣлъ I.	КАМЕННЫМЪ УГЛЕМЪ.								ДРОВАМИ.					Антрацитомъ.		
		I	II	III	IV	Средн. I—IV	V	VI	Средн. V—VI	I	II	III	IV	Средн.	I	II	Средн.
1	Теплопроизв. способность топлива	7.078	7.078	7 078	7.078	7.078	7.140	7.140	7.140	3.892	3.892	3.892	3.892	3.892	7.552	7.552	7.552
2	Сжигалось топлива, фунтовъ	22	22	22	22	22	21,81	21,81	21,81	40	40	40	40	40	20,61	20,61	20,61
3	Время горѣнія топлива, часовъ	1,83	1,58	1,58	1,66	1,66	1,66	2,33	2,00	1,50	1,58	1,58	1,75	1,6025	2,00	1,91	1,955
4	Содержаніе въ дымѣ по объему:																
	въ % CO^2 (углекислоты)	7,87	8,30	7,30	8,50	7,99	6,00	8,50	7,25	8,50	8,50	6,06	9,80	8,215	8,60	7,50	8,05
	O (кислорода)	8,60	8,70	11,10	8,30	9,175	10,00	7,50	8,75	9,50	9,00	10,41	8,20	9,2775	11,60	11,76	11,68
	CO (углерода)	1,10	0,40	1,10	1,50	1,025	0,80	1,20	1,00	0,90	0,40	0,404	1,0	0,676	0,30	0,05	0,175
	H^2O (паровъ воды)	4,02	3,49	3,77	4,55	3,96	3,00	4,16	3,58	8,11	7,76	5,72	9,28	7,7175	1,10	0,92	1,01
	N (азота и остальныхъ продуктовъ гор.)	78,41	79,11	76,73	77,15	77,85	80,20	78,64	79,42	72,99	74,34	77,406	71,72	74,114	78,40	79,77	79,035
		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Получилось отъ 1 фунта топлива:																
5	а) кокса . . . . . фунт.	0,025	0,049	0,024	0,036	0,0335	0,01283	0,02292	0,01787	0,00118	0,00118	0,00137	0,00300	0,00168	0,0912	0,0801	0,0856
6	б) золы . . . . . „	0,0209	0,003	0,023	0,023	0,01998	0,0275	0,01192	0,01971	0,00294	0,00281	0,00356	0,00475	0,00350	9,0053	0,0058	0,00555
7	Средняя температура въ трубѣ, Ц°	136°,04	142°,5	153°,0	149°,0	145°,13	194°,2	151°,6	172°,9	177°	183°	193°,83	168°,77	180,65	200°,5	199°,8	200°,15
8	При 0° и 760 милим. давленія ртутн. столба на 1 фунтъ топлива. Объемъ впущен. воздуха . куб. фут.	216	215,8	230	193,5	213,82	291,17	201,78	246,47	124	130,3	180,4	107	135,425	244,50	291,16	267,83
9	Теоретически необходимый объемъ воздуха для горѣнія . . куб. фут.	109,7	109,7	109,7	109,7	109,7	110,48	110,48	110,48	58,59	58,59	58,59	58,59	58,59	120,3	120,3	120,3
10	Относительный впускъ воздуха	1,97	1,96	2,10	1,73	1,94	2,63	1,82	2,22	2,11	2,22	3,07	1,83	2,3075	2,03	2,42	2,225
11	Вѣсъ впущеннаго воздуха фунт.	19,31	19,29	20,58	16,94	19,03	26,03	18,04	22,03	11,087	11,65	16,13	9,56	12,107	21,86	26,01	23,93
12	Полный объемъ продукт. горѣн., куб. ф.	223	222	237	197	219,75	298,26	208,91	253,58	134,77	140,77	190,97	117,77	146,07	246,70	293,70	270,20
	Коэффиціенты:																
13	Совершенства горѣнія	0,903	0,919	0,900	0,876	0,8995	0,918	0,904	0,911	0,937	0,969	0,958	0,937	0,95025	0,882	0,909	0,8955
14	Потери тепла отъ несовершенства горѣнія топлива	0,097	0,081	0,100	0,124	0,1005	0,082	0,095	0,088	0,063	0,031	0,042	0,063	0,0480	1,118	0,091	0,1045
15	Потери тепла черезъ дымовую трубу	0,076	0,079	0,092	0,071	0,079	0,154	0,081	0,1175	0,105	0,117	0,174	0,088	0,121	0,132	0,151	0,149
16	Общихъ вредныхъ потерь тепла	0,173	0,160	0,192	0,195	0,179	0,236	0,176	0,206	0,168	0,148	0,216	0,151	0,169	0,250	0,241	0,2535
17	Полезнаго дѣйствія печи (по поглощ. тепла)	**0,827**	**0,840**	**0,818**	**0,805**	**0,8205**	**0,762**	**0,824**	**0,793**	**0,832**	**0,852**	**0,784**	**0,849**	**0,829**	**0,750**	**0,759**	**0,755**
18	Средняя температура горѣнія топлива	1000°	998°	982°	1127°	1026,75	817°	1120°	968°,5	981°	972°	724°	1066°	935°,75	995	897°	946°
19	Общее количество един. тепла:																
	а) заключающееся въ сожженомъ топливѣ	**155.716**	**155.716**	**155.716**	**155.716**	**155.716**	**152.296**	**155.716**	**154.006**	**155.716**	**155.716**	**155.716**	**155.716**	**155.716**	**155.716**	**155.716**	**155.716**
	б) выдѣленное при горѣніи топлива	140.624	143.066	140.008	136.422	140.030	139.863	140.835	140.349	145.872	151.000	149.240	145.756	147.217	137.241	141.590	139.415
	в) аккумулированное печью	128.678	130.602	125 620	125.260	127.547	116.307	128.112	122.209	129.338	132.800	122.074	132.160	129.093	116 632	118.054	117.343
20	Скорость движенія продуктовъ горѣнія:																
	а) по патрубку . . . . фут. въ секунду.	2,37	2,60	2,88	2,25	2,525	3,26	1,50	2,38	3,50	3,50	4,88	2,58	3,61	2,69	3,22	2,855
	б) у конца дымоходовъ . фут. въ секунду.	1,79	1,93	2,11	1,67	1,87	3,38	1,56	2,47	2,455	2,46	3,68	1,80	2,59	1,88	2,26	2,07
21	Сгорѣло на 1 кв. футѣ рѣшетки, въ 1 часъ, фунт.	16,46	19,38	19,38	17,15	18,09	18,02	12,82	15,42	36,52	34,69	34,65	31,31	34,45	14,18	14,78	14,48

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВЪ ОПЫТОВЪ ПО СРАВНЕНІЮ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛА, ВЫДѢЛЯЕМАГО ПЕЧЬЮ ПРИ СОГРѢВАНІИ ЕЯ ЭКВИВАЛЕНТНЫМИ КОЛИЧЕСТВАМИ КАМЕННАГО УГЛЯ, ДРОВЪ И АНТРАЦИТА.

Результаты измѣреній количества тепла, передававшагося воздуху, двигавшемуся внутри кожуха.

Отдѣлъ II.

Каменнымъ углемъ.

№№	Отдѣлъ II.	I. 3-го декабря 1894 г. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.	II. 5-го декабря 1894 г. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.	III. 7-го декабря 1894 г. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.
1	Продолжительность наблюденія . . . . . часовъ.	35	35	40,75	35	35	37,5	37	37	41
2	Средняя температура нагрѣтаго воздуха, Ц°	42,806 (за 40 3/4—41,37)	16,98	16,96	44,966 (за 37 1/2—14,218)	16,992	17,00	43,838 (за 41—42,419)	16,96	16,86
3	Средняя скорость движенія воздуха по приведеніи къ 0 град., метр. въ минуту	24,43	65,68	63,10	24,66	65,699	64,45	23,52	66,626	63,25
4	Среднее барометрическое давленіе, милим.	755,22	755,22	754,35	753,92	753,92	753,79	762,89	762 89	762,77
5	Средняя температура за время наблюденія:									
	а) опытной комнаты, Ц°	19,42	19,42	19,42	18,94	18,94	18,94	18,62	18,62	18,62
	б) наружная, Ц°	— 7,172	— 7,172	—7,172	— 10,84	— 10,84	—10,84	— 12,63	— 12,63	—12,63
6	Скорость движенія воздуха въ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія, фут. въ 1 секунду	1,804	4,291	2,460	1,749	4,250	2,227	1,913	4,537	2,542
	б) въ концѣ наблюденія, »	0,924	2,651	2,562	0,902	2,132	2,132	0,820	2,432	2,460
7	Вычисленія сдѣланы при разности температуръ воздуха въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія	37,5	37,5	10	37	37	10	37,5	37,5	10
	б) въ концѣ наблюденія	11,75	11,75	10	11,5	11,5	10	11,5	11,5	10
8	Топка печи произведена при разности температуръ въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ	7,5	7,5	7,5	7,75	7,75	7,75	10	10	10
9	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху	56059,8	57986,5	61.888	61.565	62.966	64,957	60.139	65.279,96	68479,77
10	Разница въ опредѣленіяхъ количества переданнаго тепла по верхнему и нижнему душникамъ %	— 3,43%			+ 2,27%			— 8,54%		
11	Количество единицъ тепла, переданнаго черезъ стѣнки кожуха	—	92.455	30.567	—	98 629	33.672	—	103.250	34.770
12	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху, изъ опредѣленій по нижнему душнику	—		61.888	—		64.957	—		68.479
13	Количество тепла:									
	а) заключающагося въ сожжен. топливѣ	155.713	—	—	155.716	—	—	155.716	—	—
	б) выдѣленнаго при горѣніи топливомъ	140.624	—	—	143.066	—	—	140.008	—	—
	в) аккумулированнаго печью	128.618	—	—	130.602	—	—	125.620	—	—
14	Отношеніе количества тепла, переданнаго печью:									
	а) къ теплу заключающемуся въ топливѣ	0,1963+0,39744=0,59374			0,2163+0,4170=0,6333			0,2233+0,4397=0,6630		
	б) къ выдѣленному при горѣніи	0,2173+0,4401 =0,6574			0,2354+0,4540=0,6894			0,2483+0,4891=0,7374		
	в) къ аккумулированному печью	0,2376+0,4812 =0,7288			0,2578+0,4973=0,7551			0,2767+0,5451=0,8218		
15	Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія передачи тепла печью	—	0,59374	—	—	0,6333	—	—	0,6630	—
16	Средняя скорость движенія воздуха вдоль вертикальныхъ стѣнокъ печи... футъ въ 1 секунду.	0,05562	—	—	0,05667	—	—	0,05402	—	—
	Колич. тепла, выдѣл. съ 1 кв. ф. вар. пов. печи съ камерами	—	—	18	—	—	21	—	—	20

№№	Отдѣлъ II.	IV. 9-го декабря 1894 г. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.	Среднее I—IV. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.	V. 5-го мая 1895 г. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.
1	Продолжительность наблюденія . . . . . часовъ.	35,5	35,5	40,5	35,625	35,625	39,94	39	39	43,5
2	Средняя температура нагрѣтаго воздуха, Ц°	45,09 (за 40,5ч.—43,34)	17	17	44,175	16,983	16,955	44,28 (за 43 1/2—43,05)	17,33	17,09
3	Средняя скорость движенія воздуха по приведеніи къ 0 град., метр. въ минуту	24,352	65,505	62,887	24,2	65,88	63,422	22,99	72,39	68,84
4	Среднее барометрическое давленіе, милим.	760,49	760,49	760,55	758,13	758,13	757,865	763,57	763,57	763,50
5	Средняя температура за время наблюденія:									
	а) опытной комнаты, Ц°	19,11	19,11	19,11	19,023	19,023	19,023	19,88	19,88	19.88
	б) наружная, Ц°	— 7,308	— 7,308	—7,308	— 9,49	— 9,49	— 9,49	+ 17,47	+ 17,47	+17,47
6	Скорость движенія воздуха въ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія, фут. въ 1 секунду	1,858	4,345	2,179	1,832	4,356	2,352	1,367	3,832	2,555
	б) въ концѣ наблюденія, »	0,896	2,186	1.800	0,885	2,350	2,238	0,645	2,316	2,320
7	Вычисленія сдѣланы при разности температуръ воздуха въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія	37,5	37,5	10	37,375	37,375	10	37,5	37,5	10
	б) въ концѣ наблюденія	11,5	11,5	10	11,562	11,562	10	11,5	11,5	10,50
8	Топка печи произведена при разности температуръ въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ	8	8	8	8,31	8,31	8,31	7,25	7,25	7,25
9	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху	61.974	64507,6	67.991	59.934,3	62.685,035	65828,94	60.146	62.373	65.869
10	Разница въ опредѣленіяхъ количества переданнаго тепла по верхнему и нижнему душникамъ %	-- 4,08%			—			— 3,57%		
11	Количество единицъ тепла, переданнаго черезъ стѣнки кожуха	—	102.471	34.480	—	99201,94	33.373	—	95.626	29.757
12	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху, изъ опредѣленій по нижнему душнику	—		67.991	—		65828,94	—		65.869
13	Количество тепла:									
	а) заключающагося въ сожжен. топливѣ	155.716	—	—	155.716	—	—	152.296	—	—
	б) выдѣленнаго при горѣніи топливомъ	136 422	—	—	140.030	—	—	139.863	—	—
	в) аккумулированнаго печью	125.290	—	—	127.532	—	—	116.307	—	—
14	Отношеніе количества тепла, переданнаго печью:									
	а) къ теплу заключающемуся въ топливѣ	0,2214+0,4366=0,6580			0,21432+0,42269=0,63701			0,1940+0,4324=0,6264		
	б) къ выдѣленному при горѣніи	0,2527+0,4983=0,7510			0,2384 +0,4704 =0,7088			0,2128+0,4709=0,6837		
	в) къ аккумулированному печью	0,2752+0,5426=0,8178			0,2618 +0,5165 =0,7783			0,2558+0,5545=0,8101		
15	Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія передачи тепла печью	—	0,6580	—	—	0,63701	—	—	0,6264	—
16	Средняя скорость движенія воздуха вдоль вертикальныхъ стѣнокъ печи... футъ въ 1 секунду.	0,05603	—	—	0,055585	—	—	0,04329	—	—
	Колич. тепла, выдѣл. съ 1 кв. ф. вар. пов. печи съ камерами	—	—	20	—	—	20	—	—	17

№№	Отдѣлъ II.	VI. 8-го мая 1895 г. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.	Среднее V—VI. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.	Среднее I, II, III, IV, V и VI. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.
1	Продолжительность наблюденія . . . . . часовъ.	42	42	46,5	40,5	40,5	45	37,08	37,08	41,625
2	Средняя температура нагрѣтаго воздуха, Ц°	44,44 (за 46 1/2—43,1)	16,88	16,90	44,36	17,105	16,99	44,237	17,024	16,968
3	Средняя скорость движенія воздуха по приведеніи къ 0 град., метр. въ минуту	21,90	58,08	55,71	22,44	65,24	62,27	23,642	65,663	63,040
4	Среднее барометрическое давленіе, милим.	760,94	760,94	761,14	762,25	762,25	762,27	759,56	759,56	759,35
5	Средняя температура за время наблюденія:									
	а) опытной комнаты, Ц°	20,30	20,30	20,30	20,09	20,09	20,09	19,38	19,38	19,38
	б) наружная, Ц°	+ 17,32	+ 17,32	+17,32	+ 17,39	+ 17,39	+17,39	—	—	—
6	Скорость движенія воздуха въ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія, фут. въ 1 секунду	1,053	4,044	1,978	1,210	3,938	2,266	1,624	4,216	2,324
	б) въ концѣ наблюденія, »	0,744	2.513	2,371	0,694	2,414	2,345	0,822	2,372	2,274
7	Вычисленія сдѣланы при разности температуръ воздуха въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія	37,5	37,5	10,25	37,5	37,5	10,12	37,42	37,42	10,04
	б) въ концѣ наблюденія	11,5	11,5	10,25	11,5	11,5	10,37	11,54	11,54	10,12
8	Топка печи произведена при разности температуръ въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ	7	7	7	7,12	7,12	7,12	7,91	7,91	7,91
9	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху	65.819	66.484	68.924	63.982	64.428	67.396	60.950	65.266	66.352
10	Разница въ опредѣленіяхъ количества переданнаго тепла по верхнему и нижнему душникамъ %	— 1,01%			—			— 3,66		
11	Количество единицъ тепла, переданнаго черезъ стѣнки кожуха	—	105.201	26.277	—	100.413	33.017	—	99.606	33.254
12	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху, изъ опредѣленій по нижнему душнику	--		68.924	—		67.396	—		66.352
13	Количество тепла:									
	а) заключающагося въ сожжен. топливѣ	155.716	—	—	154.506	—	—	155.146	-	—
	б) выдѣленнаго при горѣніи топливомъ	140.835	—	—	140.349	—	—	140.136	-	—
	в) аккумулированнаго печью	128.508	—	—	122.407	—	—	125.824	-	—
14	Отношеніе количества тепла, переданнаго печью:									
	а) къ теплу заключающемуся въ топливѣ	0,2329+0,4426=0,6755			0,2134+0,4375=0,6509			0,2140+0,427=0,6416		
	б) къ выдѣленному при горѣніи	0,2576+0,4894=0,7470			0,2352+0,4801=0,7153			0,2373+0,473=0,7105		
	в) къ аккумулированному печью	0,2823+0,5363=0,8186			0,2691+0,5454=0,8145			5,2642+0,52[illegible]=0,790		
15	Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія передачи тепла печью	—	0,6755	—	—	0,6509	—	—	0,416	—
16	Средняя скорость движенія воздуха вдоль вертикальныхъ стѣнокъ печи... футъ въ 1 секунду.	0,04126	—	—	0,044227	—	—	0,05131	-	—
	Колич. тепла, выдѣл. съ 1 кв. ф. вар. пов. печи съ камерами	—	—	18	—	—	16	—	-	19

№№	Отдѣлъ II.	V. 5-го мая 1895 г. Для опредѣленія коэффиц. полезнаго дѣйствія печи по нижнему душнику за 52 ч.			VI. 8-го мая 1895 г. Для опредѣленія коэффиц. полезнаго дѣйствія печи по нижнему душнику за 60,25 ч.			Среднее V—VI. За время наблюденій. По нижнему душнику.		
1	Продолжительность наблюденія . . . . . часовъ.	—	—	52	—	—	60,25	—	—	56,12
2	Средняя температура нагрѣтаго воздуха, Ц°	—	—	17,06	—	—	17,07	—	—	17,06
3	Средняя скорость движенія воздуха по приведеніи къ 0 град., метр. въ минуту	—	—	65,21	—	--	62.76	—	—	63,98
4	Среднее барометрическое давленіе, милим.	—	—	763,3	—	—	761,96	—	—	762,63
5	Средняя температура за время наблюденія:									
	а) опытной комнаты, Ц°	—	—	19,68	—	—	20,60	—	—	20,14
	б) наружная, Ц°	—	—	+16,38	—	—	+18,03	—	—	17,20
6	Скорость движенія воздуха въ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія, фут. въ 1 секунду	—	—	2,556	—	—	1,849	—	—	2,202
	б) въ концѣ наблюденія, »	—	—	1,904	—	—	1,492	—	—	1,698
7	Вычисленія сдѣланы при разности температуръ воздуха въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія	—	—	7,25	—	—	7,00	—	—	7,125
	б) въ концѣ наблюденія	—	—	7,25	—	—	6,75	—	—	7,00
8	Топка печи произведена при разности температуръ въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ	—	—	7,25	—	—	7	—	—	7,12
9	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху	—	—	68.074	—	—	71.673	—	—	19.873
10	Разница въ опредѣленіяхъ количества переданнаго тепла по верхнему и нижнему душникамъ %									
11	Количество единицъ тепла, переданнаго черезъ стѣнки кожуха	—	100.830	32.756	—	111.079	39.406	—	105.954	36.081
12	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху, изъ опредѣленій по нижнему душнику	—		68.074	—		71.673	—		69.873
13	Количество тепла:									
	а) заключающагося въ сожжен. топливѣ	—	—	152.296	—	—	155.716	—	—	154.006
	б) выдѣленнаго при горѣніи топливомъ	—	—	139.863	—	--	140.835	—	—	140.349
	в) аккумулированнаго печью	-.-	—	116.307	—	—	128.508	—	—	122.407
14	Отношеніе количества тепла, переданнаго печью:									
	а) къ теплу заключающемуся въ топливѣ	0,2151+0,4469=0,6620			0,2530+0,4602=0,7132			0,2340+0,4535=0,6875		
	б) къ выдѣленному при горѣніи	0,2342+0,4867=0,7209			0,2796+0,5089=0,7885			0,2569+0,4978=0,7547		
	в) къ аккумулированному печью	0,2816+0,5927=0,8743			0,3067+0,5577=0,8644			0,2941+0,5752=0,8693		
15	Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія передачи тепла печью	—	0,6620	—	—	0,7132	—	—	0,6875	—
16	Средняя скорость движенія воздуха вдоль вертикальныхъ стѣнокъ печи... футъ въ 1 секунду.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Колич. тепла, выдѣл. съ 1 кв. ф. вар. пов. печи съ камерами	—	—	15	—	—	14	—	—	15

Дровами.

№№	Отдѣлъ II.	I. 19-го декабря 1894 г. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.	II. 21-го докабря 1894 г. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.	III. 3-го января 1895 г. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.
1	Продолжительность наблюденія . . . . . часовъ.	39,25	39,25	44,25	41	41	44,62	41,25	41,25	45,5
2	Средняя температура нагрѣтаго воздуха, Ц°	46,22 (за 47,25—44,53)	17	17	44,24 (за 44,62—45,11)	17	17	45,37 (за 45,5—43,98)	17	17
3	Средняя скорость движенія воздуха по приведеніи къ 0 град., метр. въ минуту	28,85	17,38	68.88	27,83	70,5	68,89	27,58	69,83	67,83
4	Среднее барометрическое давленіе, милим.	752,16	752,16	752,70	763,04	763,04	762,93	755,12	755,12	754,90
5	Средняя температура за время наблюденія:									
	а) опытной комнаты, Ц°	19,07	19,07	19,07	19,18	19,18	19,18	19,28	19,28	19,28
	б) наружная, Ц°	— 0,347	— 0,347	—0,347	— 4,68	— 4,68	-- 4,68	— 3,63	— 3,63	— 3,63
6	Скорость движенія воздуха въ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія, фут. въ 1 секунду	1,536	4,280	1,910	1,241	4,246	2,017	1,915	4,324	2,264
	б) въ концѣ наблюденія, »	0,861	2,347	2,187	0,798	2,335	2,291	0,765	2,290	2,187
7	Вычисленія сдѣланы при разности температуръ воздуха въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія	37,5	37,5	10	37,5	37,5	10	37,5	37,5	10
	б) въ концѣ наблюденія	11,5	11,5	10	11,5	11,5	10	11,5	11,5	10
8	Топка печи произведена при разности температуръ въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ	9	9	9	9	9	9	8	8	8
9	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху	83.015	81.397	84 988	86.677	86.047	88.886	83.353	81.684	84.525
10	Разница въ опредѣленіяхъ количества переданнаго тепла по верхнему и нижнему душникамъ %	+ 1,94%			+ 0,72%			— 2%		
11	Количество единицъ тепла, переданнаго черезъ стѣнки кожуха	—	124.822	39.834	—	129.663	40.777	--	122.924	38.399
12	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху, изъ опредѣленій по нижнему душнику	—		84.988	—		88.886	—		84.525
13	Количество тепла:									
	а) заключающагося въ сожжен. топливѣ	—	—	155.716	—	—	155.716	—	—	155.716
	б) выдѣленнаго при горѣніи топливомъ	—	—	145.872	—	—	151 000	—	—	149 240
	в) аккумулированнаго печью	—	—	129.338	—	—	132.800	—	—	122.074
14	Отношеніе количества тепла, переданнаго печью:									
	а) къ теплу заключающемуся въ топливѣ	0,2558+0,5458=0,8016			0,2618+0,5709=0,8327			0,2466+0,5428=0,7894		
	б) къ выдѣленному при горѣніи	0,2731+0,5826=0,8557			0,2701+0,5886=0,8587			0,2573+0,5664=0,8237		
	в) къ аккумулированному печью	0.3078+0,6572=0,9650			0,3070+0,6693=0,9763			0,3145+0,6924=1,0069		
15	Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія передачи тепла печью	—	0,8016	—	—	0,8327	—	—	0,7894	—
16	Средняя скорость движенія воздуха вдоль вертикальныхъ стѣнокъ печи... футъ въ 1 секунду.	0,06104	--	—	0,06154	—	—	0,06185	—	—
	Колич. тепла, выдѣл. съ 1 кв. ф. вар. пов. печи съ камерами	—	—	22	—	—	22	—	--	21

№№	Отдѣлъ II.	IV. 5-го января 1895 г. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.	Среднее I—IV. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.	IV. 5-го января 1895 г. Для опредѣленія коэффиц. полезнаго дѣйствія печи по нижнему душнику за 5,51 ч.		
1	Продолжительность наблюденія . . . . . часовъ.	40,5	40,5	44,75	40,5	40,5	44,78	—	—	51,5
2	Средняя температура нагрѣтаго воздуха, Ц°	45,95 (за 44,75—44,66)	17	17	45,445	17	17	42 004	—	16,916
3	Средняя скорость движенія воздуха по приведеніи къ 0 град., метр. въ минуту	24,16	73,73	71,45	27,110	71,362	69,266	—	—	67,797
4	Среднее барометрическое давленіе, милим.	754,04	754,04	754,18	756,09	756,09	756,15	—	—	754,77
5	Средняя температура за время наблюденія:									
	а) опытной комнаты, Ц°	19,34	19,34	19,34	19,22	19,22	19,22	—	—	19,13
	б) наружная, Ц°	— 4,02	— 4,02	— 4,02	— 3,169	— 3,169	—3,169	—	—	— 4,16
6	Скорость движенія воздуха въ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія, фут. въ 1 секунду	1,508	3,607	2,430	1,550	4,114	2,155	--	—	2,405
	б) въ концѣ наблюденія, »	0,983	2,896	2,787	0,852	2,467	2,363	—	—	2,405
7	Вычисленія сдѣланы при разности температуръ воздуха въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія	37,5	37,5	10	37,5	37,5	10	—	—	8
	б) въ концѣ наблюденія	11,5	11,5	10	11,5	11,5	10	—	—	8
8	Топка печи произведена при разности температуръ въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ	8	8	8	8,5	8,5	8,5	—	—	8
9	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху	69.130	85.846	88.486	80.543	82.843	86.721	—	—	90.942
10	Разница въ опредѣленіяхъ количества переданнаго тепла по верхнему и нижнему душникамъ %	— 19,58%			—					
11	Количество единицъ тепла, переданнаго черезъ стѣнки кожуха	—	128.064	39.578	—	126 368	39.647	—	131.891	40.949
12	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху, изъ опредѣленій по нижнему душнику	—		88.486	—		86.721	—		90.942
13	Количество тепла:									
	а) заключающагося въ сожжен. топливѣ	—	—	155.716	—	—	155.716	—	—	155.716
	б) выдѣленнаго при горѣніи топливомъ	—	—	145.756	—	—	147.967	—	—	145.756
	в) аккумулированнаго печью	—	—	132.160	—	—	129.093	—	—	132.160
14	Отношеніе количества тепла, переданнаго печью:									
	а) къ теплу заключающемуся въ топливѣ	0,2542+0,5682=0,8224			0,2546+0,5569=0,8115			0,2629+0,5840=0,8469		
	б) къ выдѣленному при горѣніи	0,2715+0,6071=0,8786			0,2680+0,5862=0,8542			0,2809+0,6239=0,9048		
	в) къ аккумулированному печью	0,2994+0,6696=0,9690			0,3072+0,6721=0,9793			0,3098+0,6881=0,9979		
15	Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія передачи тепла печью	—	0,8224	·	—	0,8115	—	—	0,8469	--
16	Средняя скорость движенія воздуха вдоль вертикальныхъ стѣнокъ печи... футъ въ 1 секунду.	0,052 93	—	—	0,05934	—	—	—	—	—
	Колич. тепла, выдѣл. съ 1 кв. ф. вар. пов. печи съ камерами	—	—	26	—	—	22	—	--	20

Антрацитомъ.

№№	Отдѣлъ II.	I. 16-го января 1895 г. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.	II. 18-го января 1895 г. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.	Среднее I—II. За время наблюденій. Въ верхнемъ душникѣ. Душники. Верхній.	Нижній.	Въ нижнемъ душникѣ.
1	Продолжительность наблюденія . . . . . часовъ.	38	38	43,375	38	38	45,5	38	38	44,437
2	Средняя температура нагрѣтаго воздуха, Ц°	44,54 (за 13,375—52,80)	16,86	16,75	44,57 (за 45,52—42,20)	17,02	17,04	44,555	16,94	16,885
3	Средняя скорость движенія воздуха по приведеніи къ 0 град., метр. въ минуту	22,95	71,59	68,90	23,78	73,98	69,12	23,36	72,78	69,91
4	Среднее барометрическое давленіе, милим.	775,83	775,83	776,23	784,45	784,45	784	780,14	780,14	780,11
5	Средняя температура за время наблюденія:									
	а) опытной комнаты, Ц°	18,99	18,99	18,99	20,02	20,02	20,02	19,51	19,51	19,51
	б) наружная, Ц°	— 14,92	— 14,92	—14,92	— 16,85	— 16,85	16,85	— 15,88	— 15,88	—15,88
6	Скорость движенія воздуха въ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія, фут. въ 1 секунду	24,86	83,46	42,00	28,15	82,22	44,21	26,5	82,84	43,10
	б) въ концѣ наблюденія, »	14,5	44,67	40,98	15,78	49,03	33,88	15,14	46,85	37,13
7	Вычисленія сдѣланы при разности температуръ воздуха въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ:									
	а) въ началѣ наблюденія	38	38	10	37	37	10	37,5	37,5	10
	б) въ концѣ наблюденія	11,75	11,75	10	11,75	11,75	10	11,75	11,75	10
8	Топка печи произведена при разности температуръ въ верхнемъ и нижнемъ душникахъ	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху	61.710	76.438	80.073	62.489	79.830	84.334	62.099	78.134	82.203
10	Разница въ опредѣленіяхъ количества переданнаго тепла по верхнему и нижнему душникамъ %	— 19,26%			— 21,72%			—		
11	Количество единицъ тепла, переданнаго черезъ стѣнки кожуха	—	116.066	35.993	—	117.957	33.623	—	117.011	34.808
12	Количество единицъ тепла, переданнаго печью воздуху, изъ опредѣленій по нижнему душнику	—		80.073	—		84.334	—		82.903
13	Количество тепла:									
	а) заключающагося въ сожжен. топливѣ	155.716	—	—	155.716	—	—	155.716	—	—
	б) выдѣленнаго при горѣніи топливомъ	137.241	—	—	141.590	—	—	139.415	—	—
	в) аккумулированнаго печью	116.632	—	—	118.054	—	—	117.343	—	—
14	Отношеніе количества тепла, переданнаго печью:									
	а) къ теплу заключающемуся въ топливѣ	0,2311+0,5142=0,7453			0,2159+0,5415=0,7574			0,2236+0,5278=0,75135		
	б) къ выдѣленному при горѣніи	0,2622+0,5835=0,8457			0,2381+0,5955=0,8336			0,2501+0,5895=0,8346		
	в) къ аккумулированному печью	0,3086+0,6865=0,9951			0,2848+0,7143=0,9991			0,2967+0,7005=5,9971		
15	Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія передачи тепла печью	—	0,7453	—	—	0,7574	—	—	0,75135	—
16	Средняя скорость движенія воздуха вдоль вертикальныхъ стѣнокъ печи... футъ въ 1 секунду.	0,04325	—	—	0,04482	--	—	—	—	—
	Колич. тепла, выдѣл. съ 1 кв. ф. вар. пов. печи съ камерами	—	—	21	—	—	21	0,04403	—	21

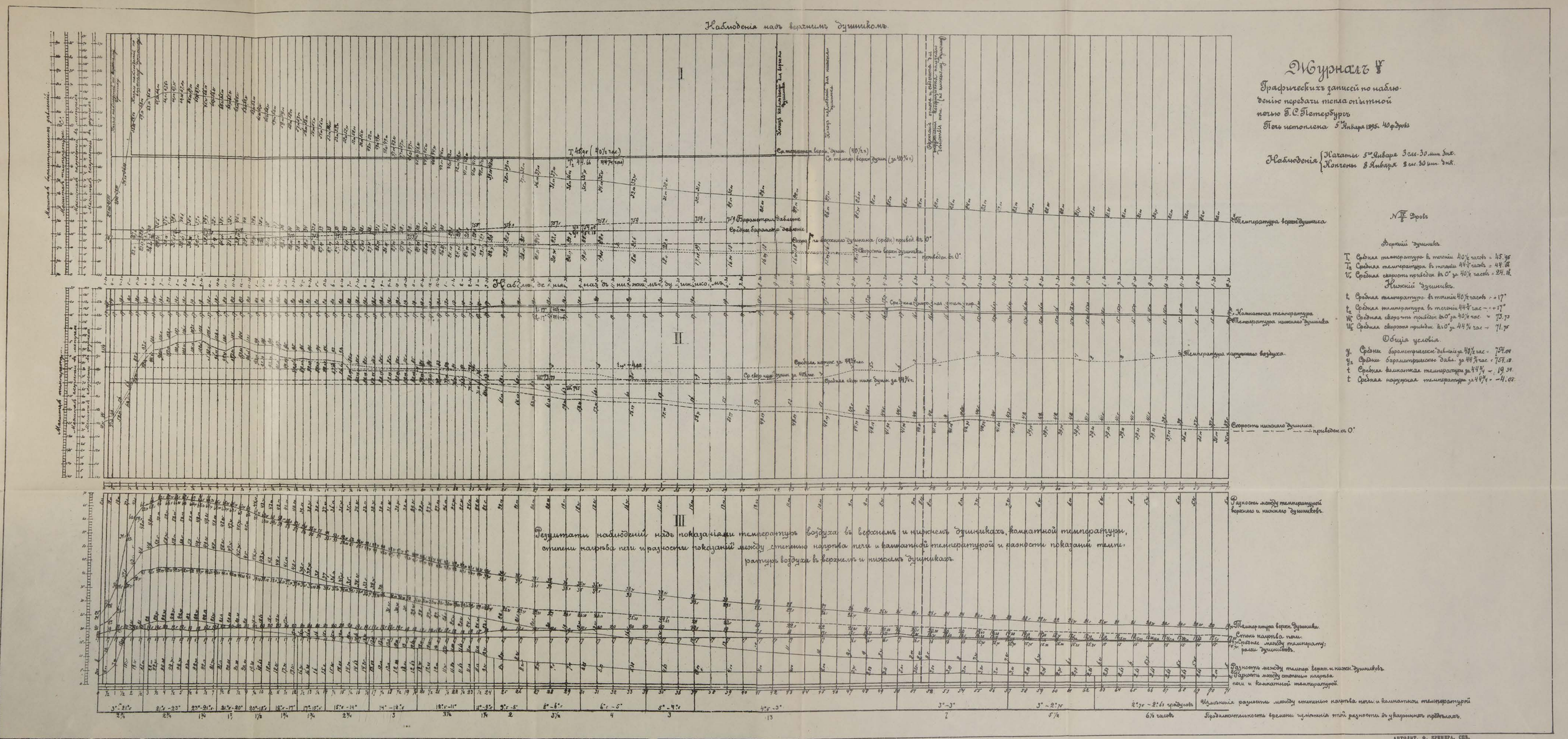
Таблица результатовъ опытовъ по сравненію количества тепла, выдѣляемаго печью при согрѣваніи ея эквивалентными количествами каменнаго угля, дровъ и антрацита.

№№	Результаты опредѣленій количества тепла, передававшагося стѣнками кожуха.	КАМЕННЫМЪ УГЛЕМЪ.					
		V. 5-го мая 1895 г.		VI. 8-го мая 1895 г.		Среднее V и VI.	
		За время наблюд.		За время наблюд.		За время наблюд.	
	Отдѣлъ III.	Въ верхнемъ душникѣ.	Въ нижнемъ душникѣ.	Въ верхнемъ душникѣ.	Въ нижнемъ душникѣ	Въ верхнемъ душникѣ.	Въ нижнемъ душникѣ.
1	Площадь пяти сторонъ наружной поверхности кожуха (B) безъ потолка комнаты . . . . кв. фут.	286,67	286,67	286.67	286,67	286,67	286,67
2	Продолжительность наблюденій по передачѣ тепла кожухомъ (A), часовъ	43.5	52	46,5	60,25	45,00	56,125
3	Средній коэффиціентъ передачи тепла кожухомъ (наружною его поверхностью) для пяти его сторонъ въ 1 часъ на 1 градусъ разности температуръ (Q) . . , ед. тепла	—	1,1037	—	1,1037	—	1 1037
4	Средняя температура наружной оболочки кожуха за время наблюденій (t'') . . . . . Ц.°	22,04	22,66	23 30	23,32	22,67	22,99
5	Средняя температура комнатнаго воздуха близъ наружной поверхности кожуха (t) . . . . . Ц.°	19,88	20,64	20,90	21,28	20,39	20,96
6	Разность среднихъ температуръ наружной оболочки кожуха и комнатнаго воздуха ($t''—t$)	—	2,02	—	2,04	—	2,03
7	Количество тепла, переданнаго кожухомъ, опредѣленное:						
	а) по вышеприведеннымъ даннымъ . . . . . ед. тепла	—	33.235	—	388.89	—	36.062
	б) по разсчету тепла за каждый часъ наблюденій . . . . . ед тепла	29 757	32.756	36 277	39.406	33.017	36.081
8	Отношеніе количества тепла, переданнаго кожухомъ, къ теплу:						
	1) заключающемуся въ топливѣ . .	**0,1953**	**0,2150**	**0,2329**	**0 2530**	**0,2141**	**0,2340**
	2) къ выдѣленному при горѣніи . .	0,2127	0,2342	0,2576	0,2796	0,2351	0,2569
	3) къ аккумулированному печью .	0,2559	0,2816	0,2823	0,3067	0.2691	0,2941

Опредѣленіе количества тепла, выдѣлявшагося чрезъ кожухъ.

НАЗВАНІЕ ТОПОКЪ.	Число часовъ наблюденія.	Среднія температуры.				Разность 4 - 5.	Коэффиц. передан. тепла.	Количество передан. тепла.	Отношеніе переданнаго кожухомъ тепла къ заключающемуся въ топливѣ.
		Въ верхнемъ душникѣ.	Въ нижнемъ душникѣ.	Въ кожухѣ.	Въ комнатѣ.				
Каменный уголь:	1	2	3	4	5	6			
I топка 3-го декабря .	40,75	41,37	16,96	29,165	19,42	9,745	76,975	30,567	0,1963
II „ 5-го декабря .	37,50	44,21	17,00	30,605	18,94	11,665	76,975	33,672	0,2162
III „ 7-го декабря .	41,00	42,419	16,86	29,64	18,62	11,02	76,975	34,771	0,2233
IV „ 9-го декабря .	40,5	43,34	17,00	30,17	19,11	11,06	76,975	34,480	0,2214
Среднее . .	39,94	42,835	16,95	29,895	19,02	10,873	76,975	33,373	0,2143
V топка 5-го мая 1895 г.	43,5	43,05	17,09	30,07	19,88	10,19	67,13	29,757	0,1953
VI „ 8-го мая „	46,5	42,88	16,89	29,885	20,90	8,985	86,82	36,277	0,2329
Среднее V и VI	45	42,965	16,99	29,977	20,39	9,5875	76,975	33,017	0,2141
Среднее I—VI	41,625	42,878	16,968	29,922	19,48	10,444	76,975	33,254	0,2142
Дрова:									
I топка 19-го декабря .	44,25	44,53	17,00	30,765	19,07	11,695	76,975	39,834	0,2558
II „ 21-го декабря .	44,62	45,11	17,00	31,055	19,18	11,875	76,975	40,777	0,2618
III „ 3-го января. .	45,50	43,98	17,00	30,49	19,28	11,21	76,975	38,399	0,2466
IV „ 5-го января .	44,75	44,66	17,00	30,83	19,34	11,49	76,975	39,578	0,2542
Среднее I—IV.	44,78	44,57	17,00	30,785	19,22	11,567	76,975	39,647	0,25173
IV для коэф. пол. д. .	51,50	42,004	16,916	29,46	19,13	10,33	76,975	40,949	0,2629
Антрацитъ:									
I топка 16-го января .	43,375	42,80	16,76	29,775	18,99	10,78	76,975	35,993	0,2311
II „ 18-го января .	45,5	42,20	17,04	29,62	20,02	9,60	76,975	33,623	0,2159
Среднее I и II	44,437	42,50	16,895	29,697	19,505	10,19	76,975	34,808	0,2235

Отдѣлъ IV.



Журналъ №

Графическихъ записей по наблюденіямъ передачи тепла опытной печи въ С. Петербургѣ

Печь истоплена 5 Января 1895. 40 дровъ

Наблюденія { Начаты 5 Января 3 час. 30 мин. дня. Кончены 8 Января 2 час. 30 мин. дня.

№ IV дровъ

Верхній дымникъ.

T_1 Средняя температура въ теченіи 40½ часовъ = 45.95

T_2 Средняя температура въ теченіи 44½ часовъ = 44.88

V_1 Средняя скорость приведен. къ 0° за 40½ часовъ = 24.16

Нижній дымникъ.

t_1 Средняя температура въ теченіи 40½ часовъ = +17°

t_2 Средняя температура въ теченіи 44½ час. = +17°

W_1 Средняя скорость приведен. къ 0° за 40½ час. = 73.73

W_2 Средняя скорость приведен. къ 0° за 44½ час. = 71.75

Общія условія.

y_1 Средняя барометрическая высота за 40½ часовъ = 759.04

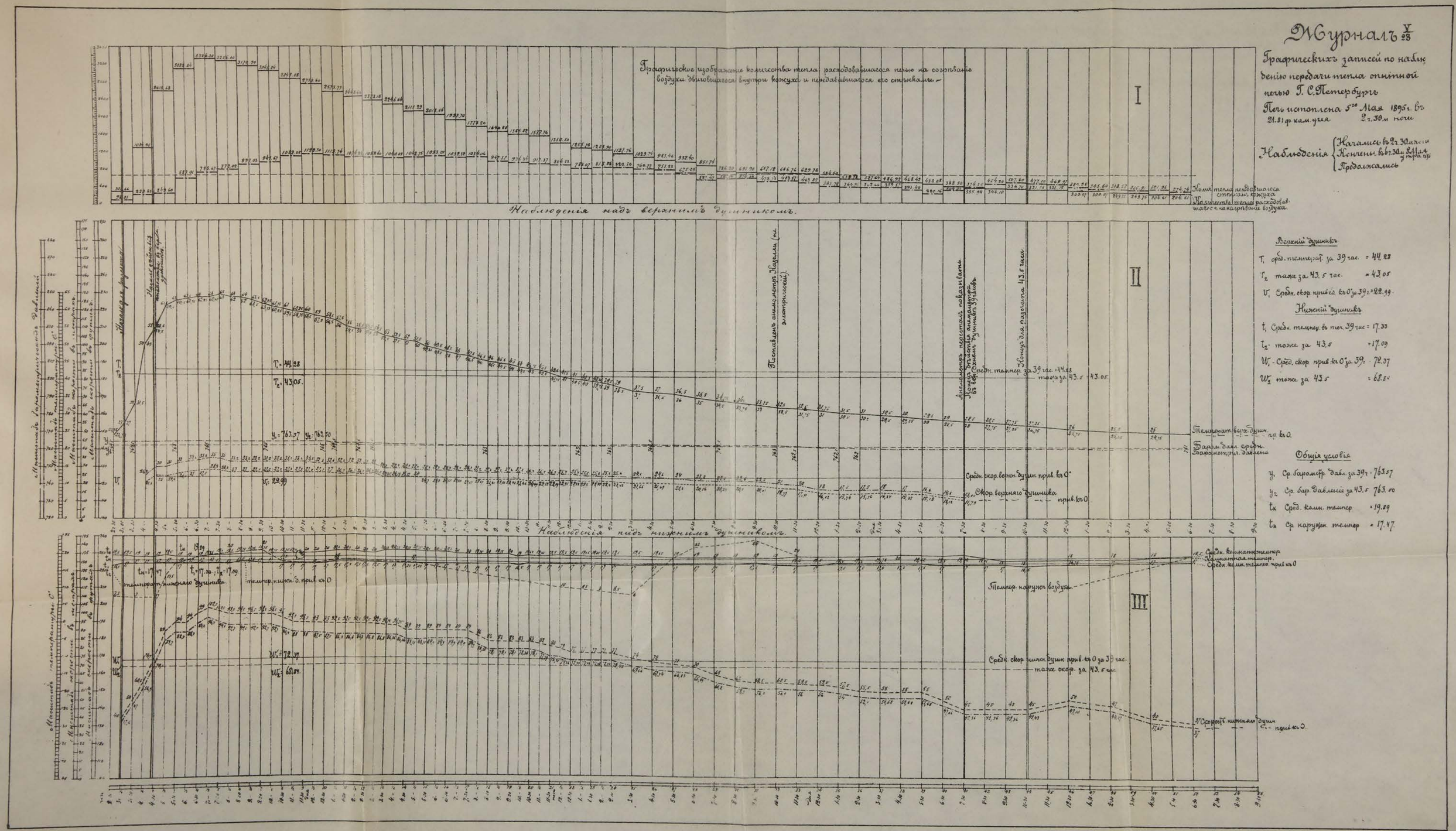
y_2 Средняя барометрическая высота за 44½ часовъ = 759.18

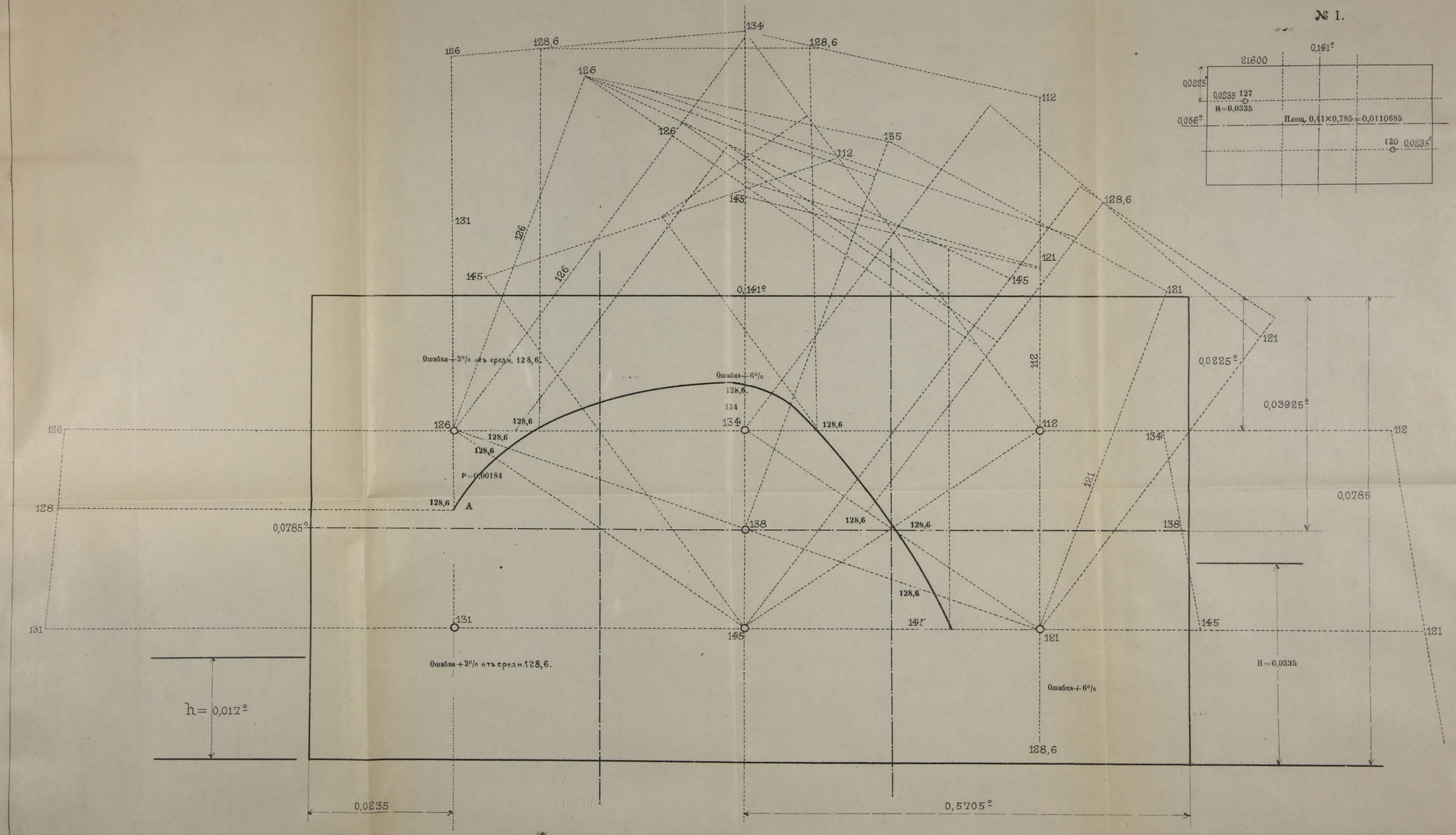
t Средняя комнатная температура за 44½ = 19.39

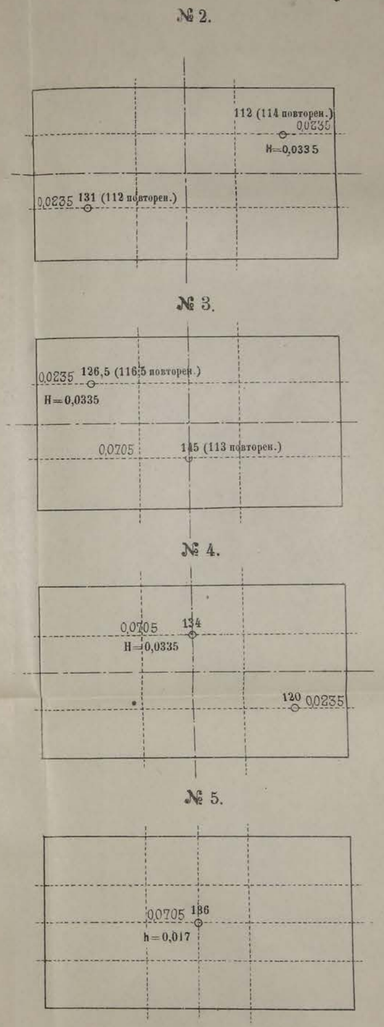
t Средняя наружная температура за 44½ = −4.08

АВТОЛИТ. Ф. КРЕННЕРА, СПБ.

Черт. X.X.


Журналъ X/28
Графическихъ записей по наблюденію передачи тепла опытной печью Г. С. Петербургъ
Печь истоплена 5-го Мая 1895 г. въ 2 ч. 30 м ночи
21.81 ф кам. угля
Наблюденія
Начались въ 2 ч. 30 м ночи
Кончены въ 6 ч. 30 м
Продолжались
Графическое изображеніе количества тепла расходовавшагося печью на согрѣваніе воздуха движившагося внутри кожуха и передававшагося его стѣнками
I
Наблюденія надъ верхнимъ дымникомъ.
II
Верхній дымникъ
Общія условія
Наблюденія надъ нижнимъ дымникомъ.
III

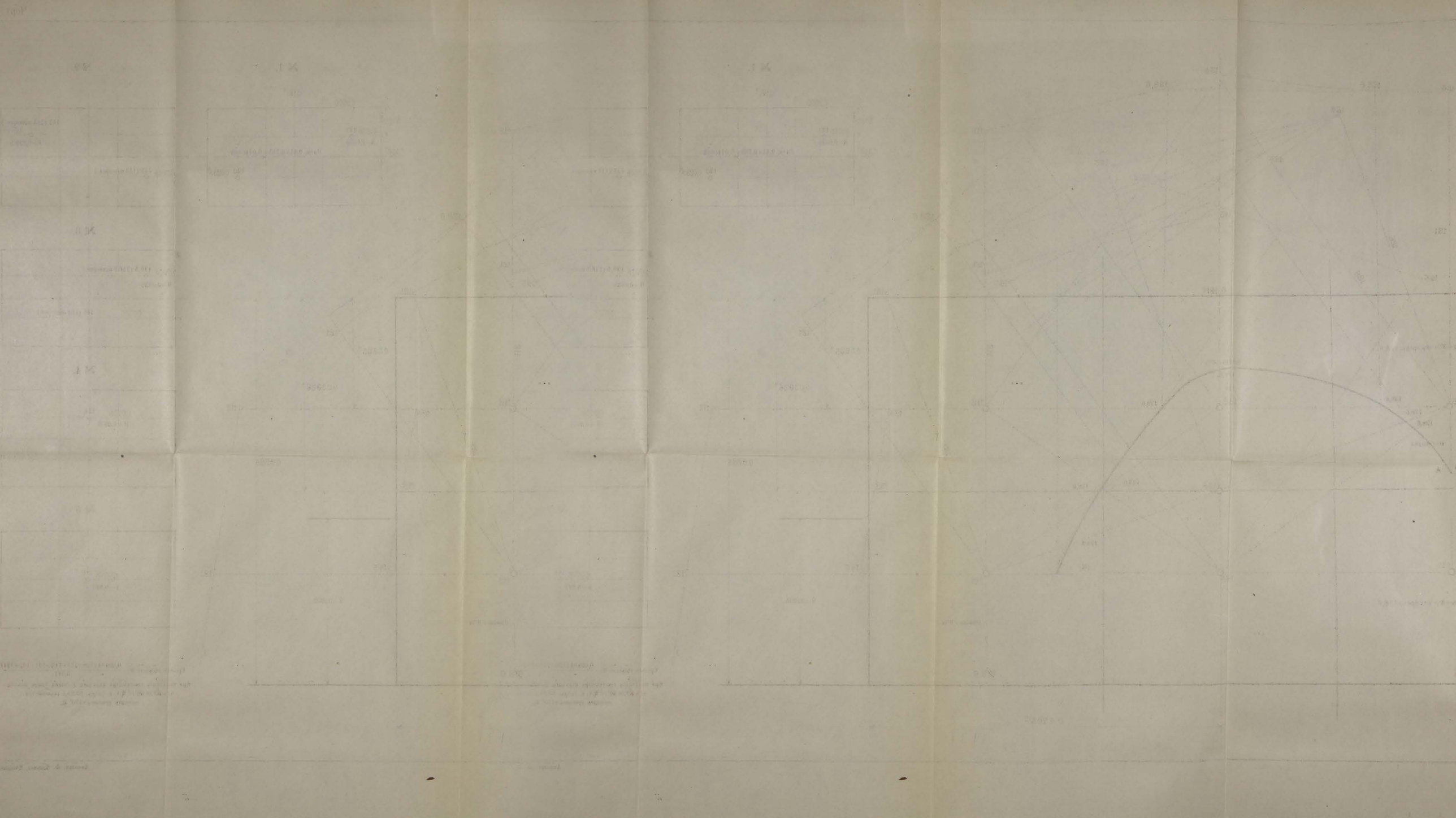


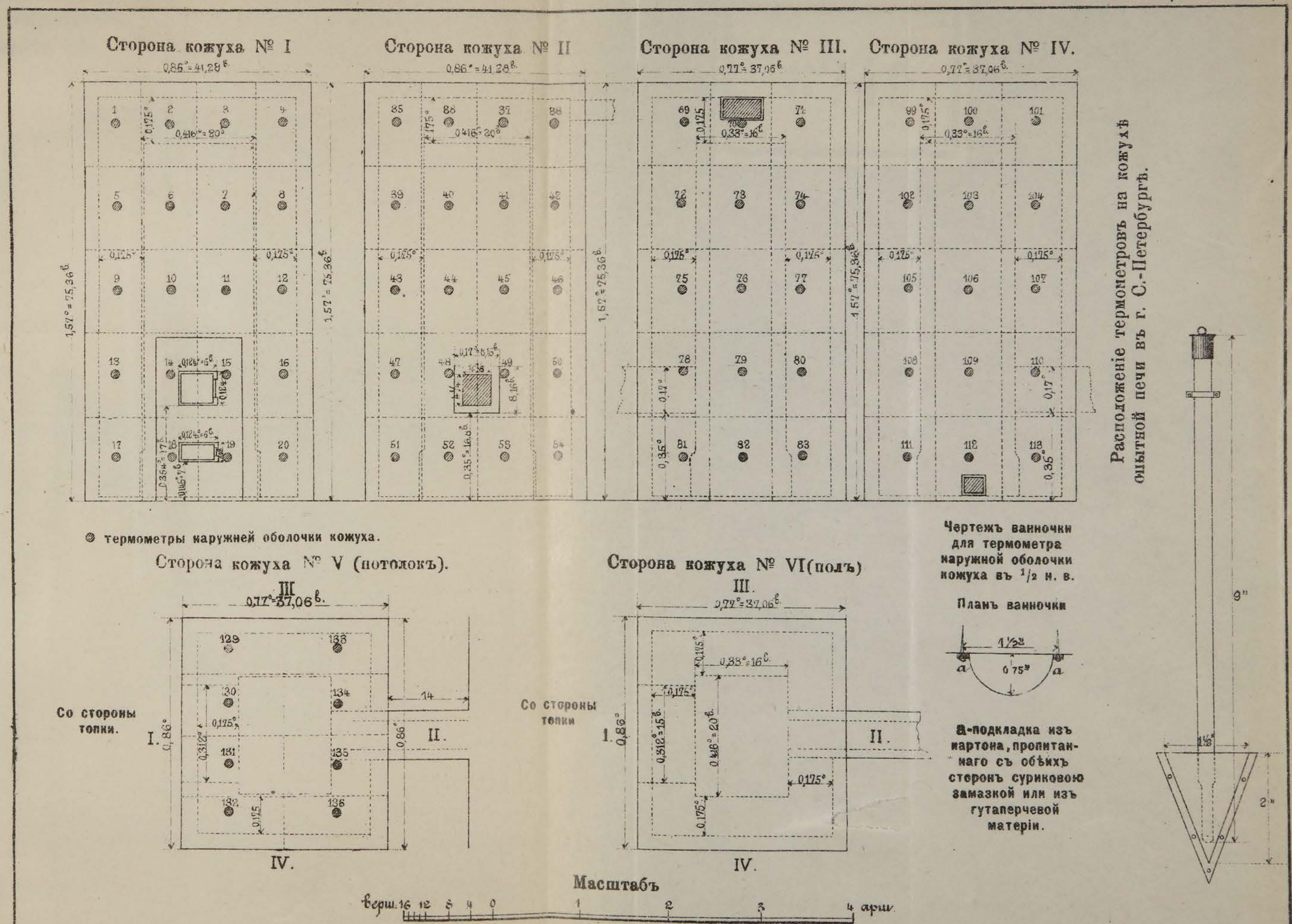


Средняя скорость $S = \frac{0,00184\,(126+134+112+131+145+121)}{0,011} = 128,6$

при показаніи термометра верхняго душника близъ кожуха отъ 62 до 56½° Ц. т. е. средн. 59,25, а термометра нижняго душника +170° Ц.

Автолит. Ф. Кремера, Мѣщанская 21, Спб.





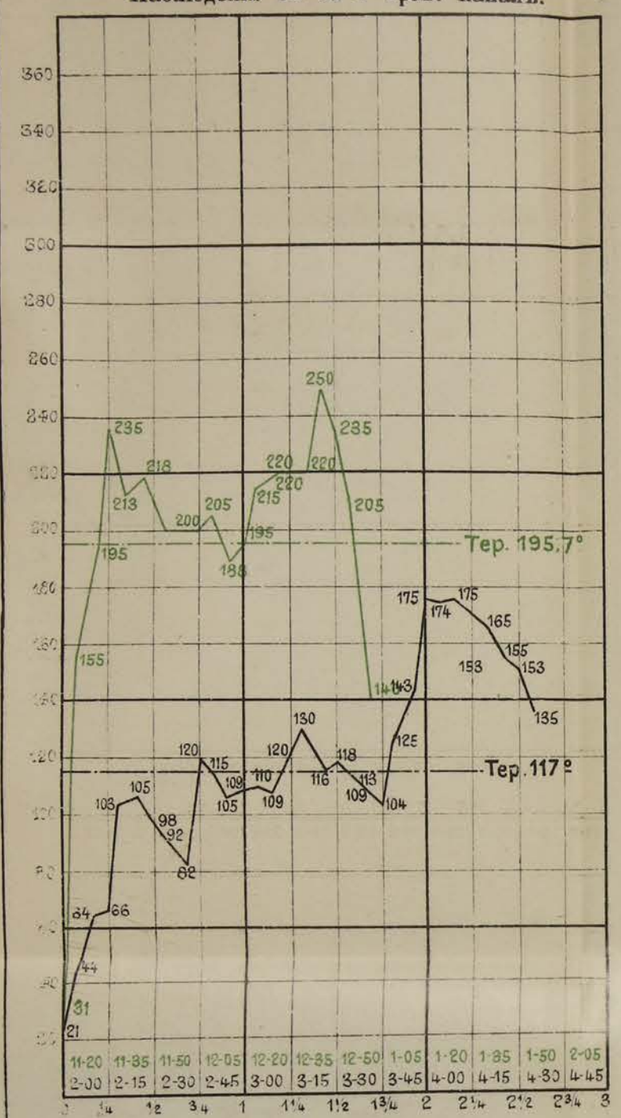
Расположеніе термометровъ на кожухѣ опытной печи въ г. С.-Петербургѣ.

АВТОЛИТ. Ф. КРЕМЕРА, СПБ.

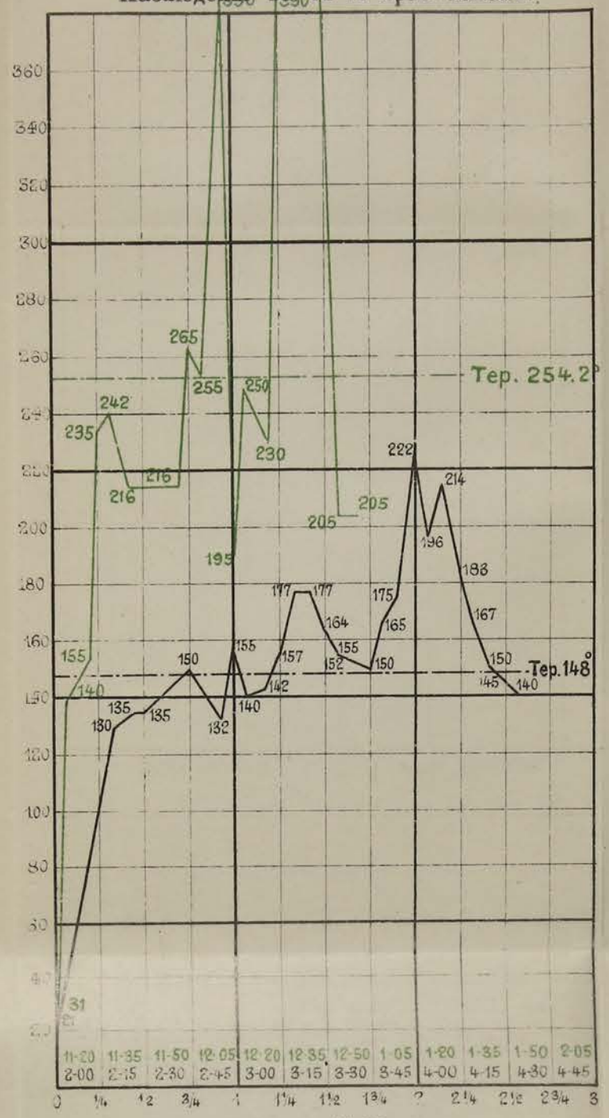
Чертежъ

графическихъ записей наблюденій по измѣренію температуры продуктовъ горѣнія при движеніи ихъ по дымоходамъ опытной пѣчи, устроенной въ г. Петербургѣ, при VII топкѣ ея каменнымъ углемъ и V топкѣ дровами (опредѣленіе по нижнему ряду термометровъ).

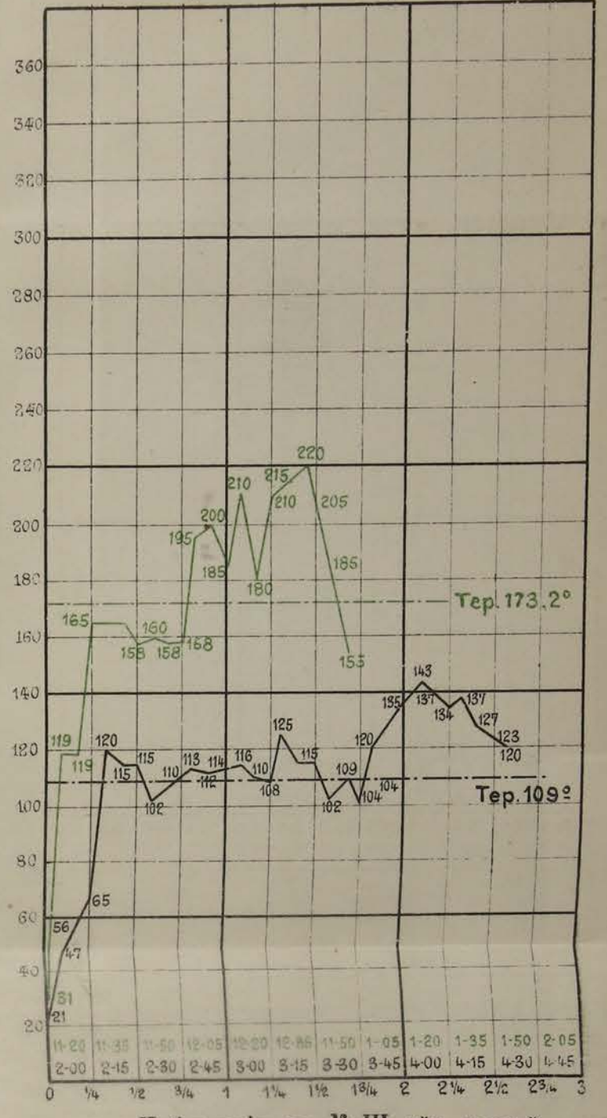
Наблюденія въ № I прав. каналѣ.



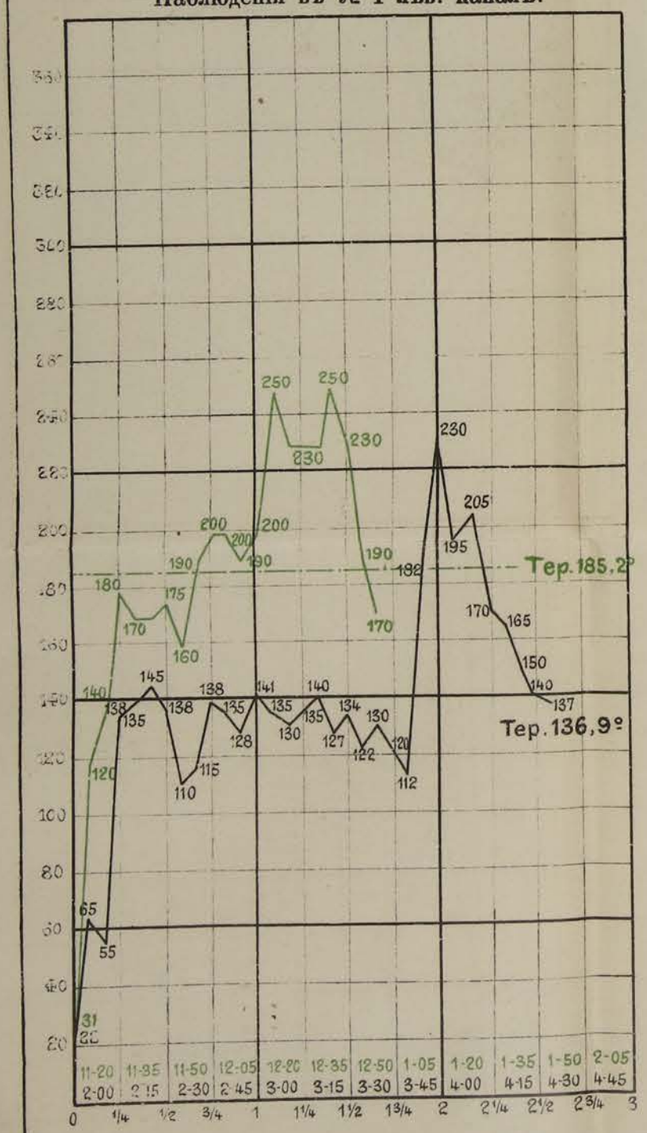
Наблюденія въ № II прав. каналѣ.



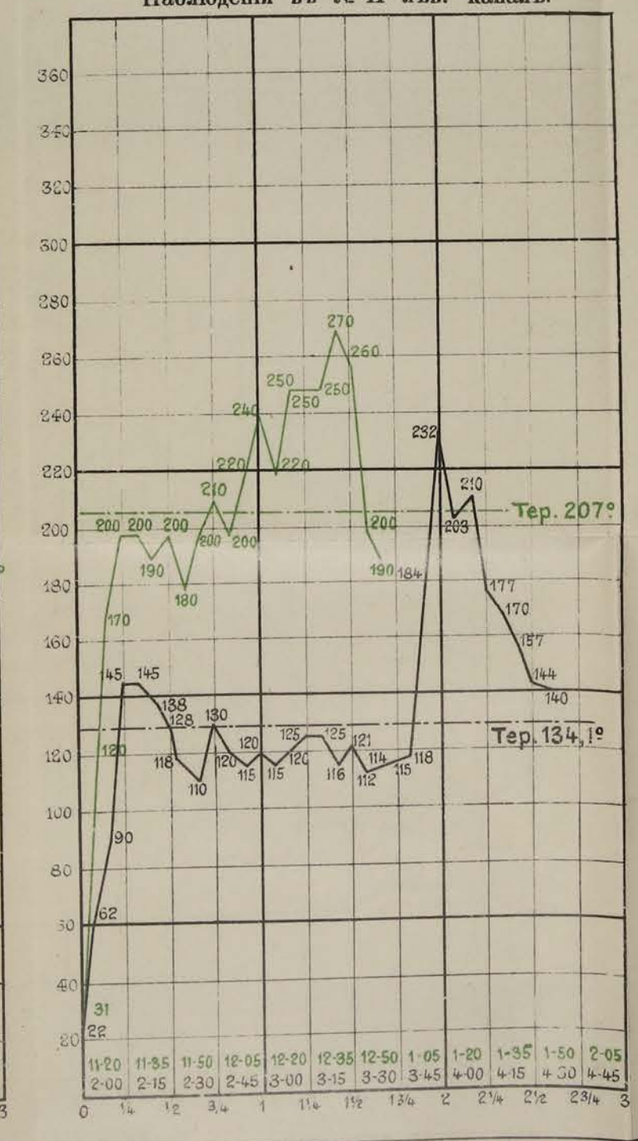
Наблюденія въ № III прав каналѣ.



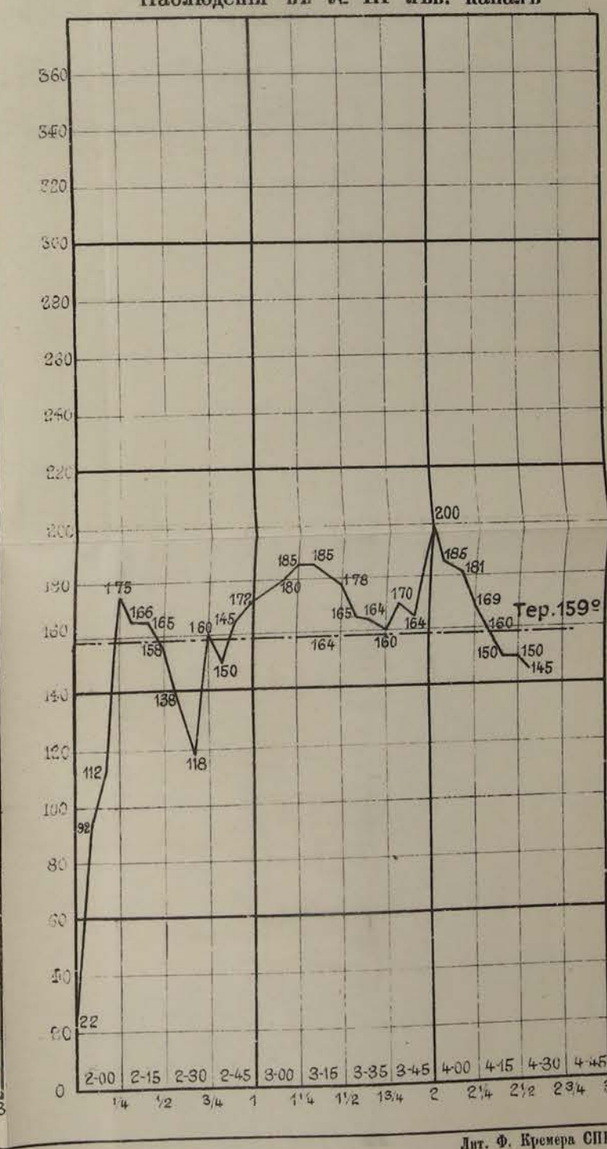
Наблюденія въ № I лѣв. каналѣ.



Наблюденія въ № II лѣв. каналѣ.



Наблюденія въ № III лѣв. каналѣ



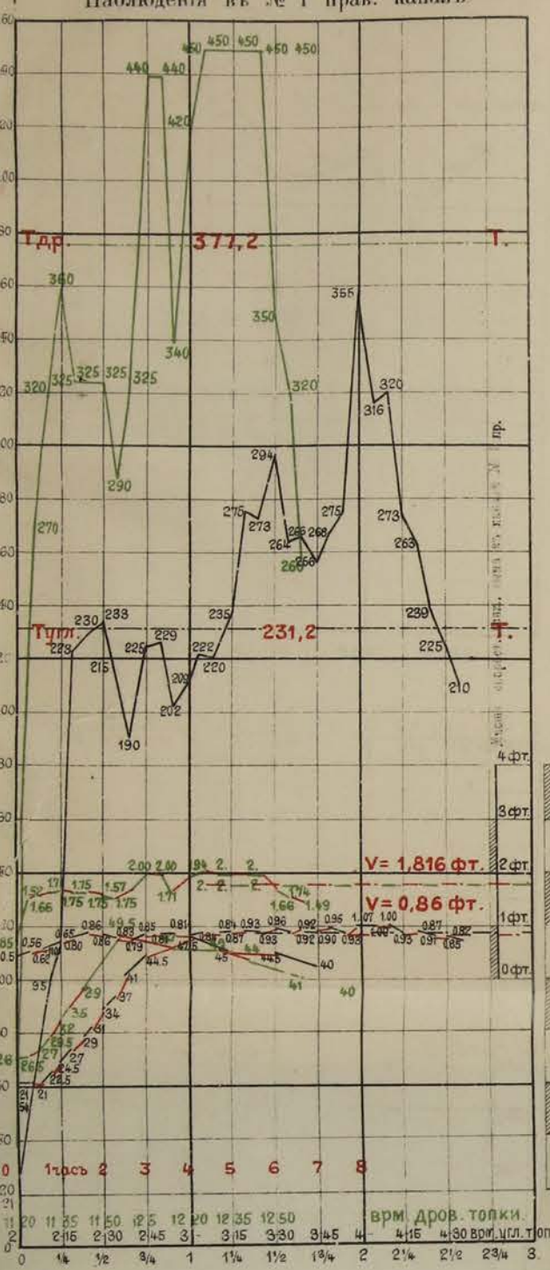
Лит. Ф. Кремера СПБ.

Чертежъ

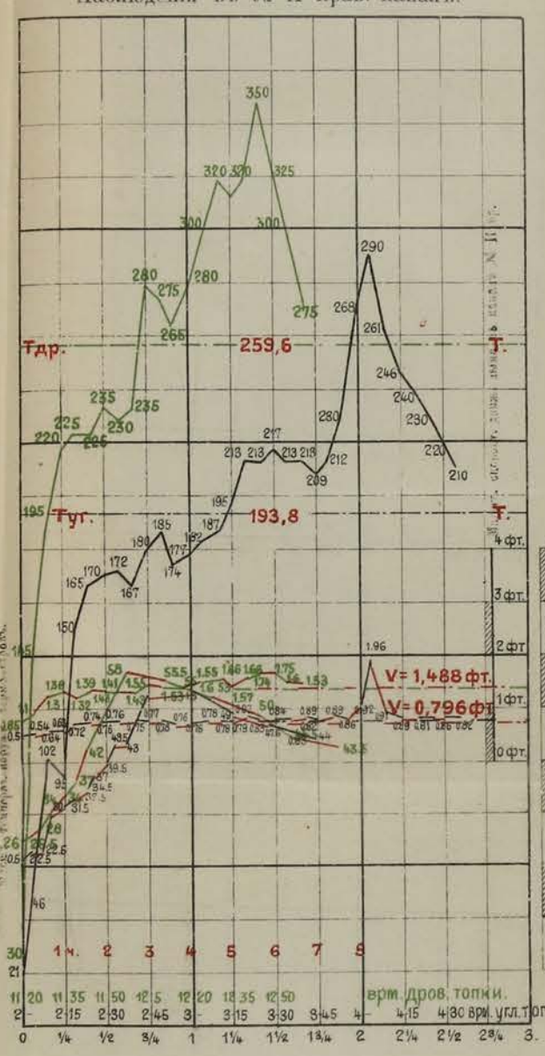
графическихъ записей наблюденій по измѣренію температуры и скоростей движенія продуктовъ горѣнія по дымоходамъ и температуры наружныхъ оболочекъ опытной печи, построенной въ Петербургѣ (системы генералъ-лейтенанта Войницкаго), во время VII топки ея каменнымъ углемъ и V топки дровами.

(По верхнему ряду термометровъ).

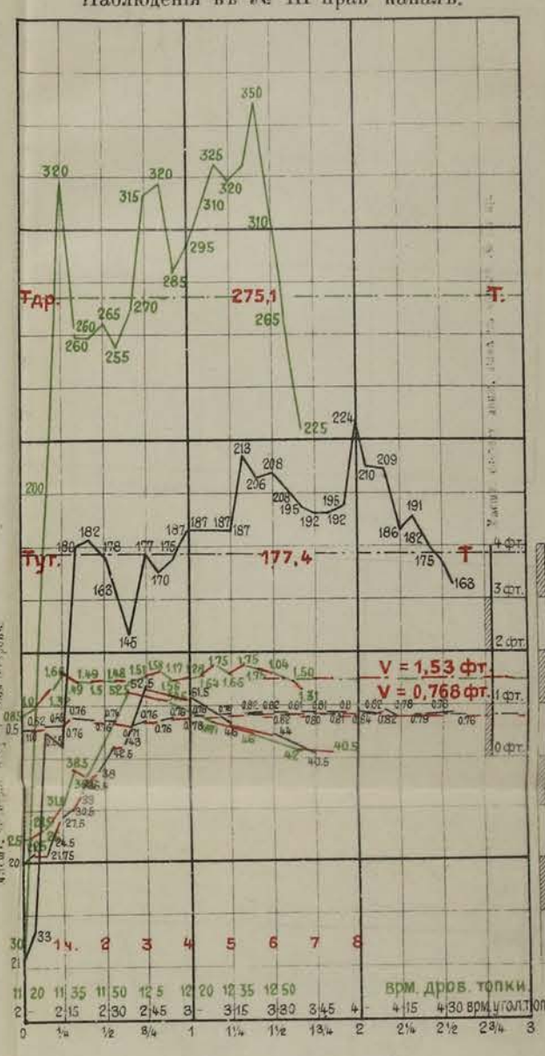
Наблюденія въ № I прав. каналѣ



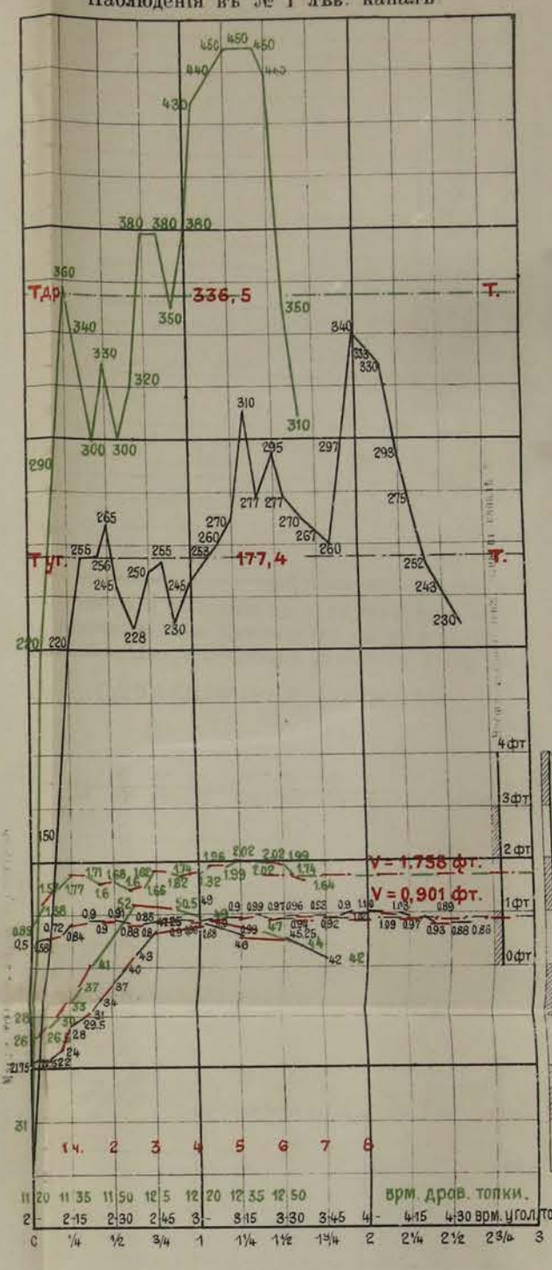
Наблюденія въ № II прав. каналѣ.



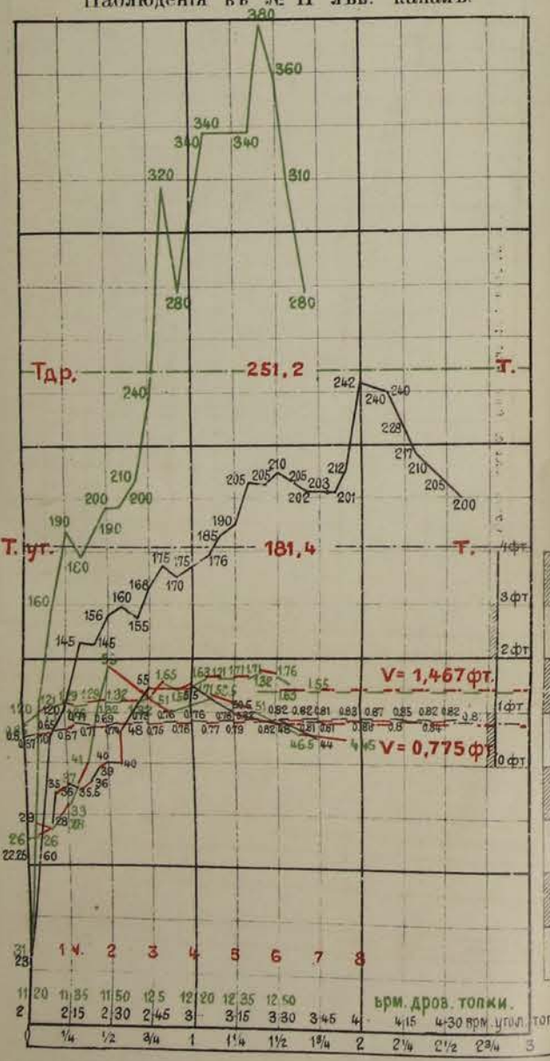
Наблюденія въ № III прав каналѣ.



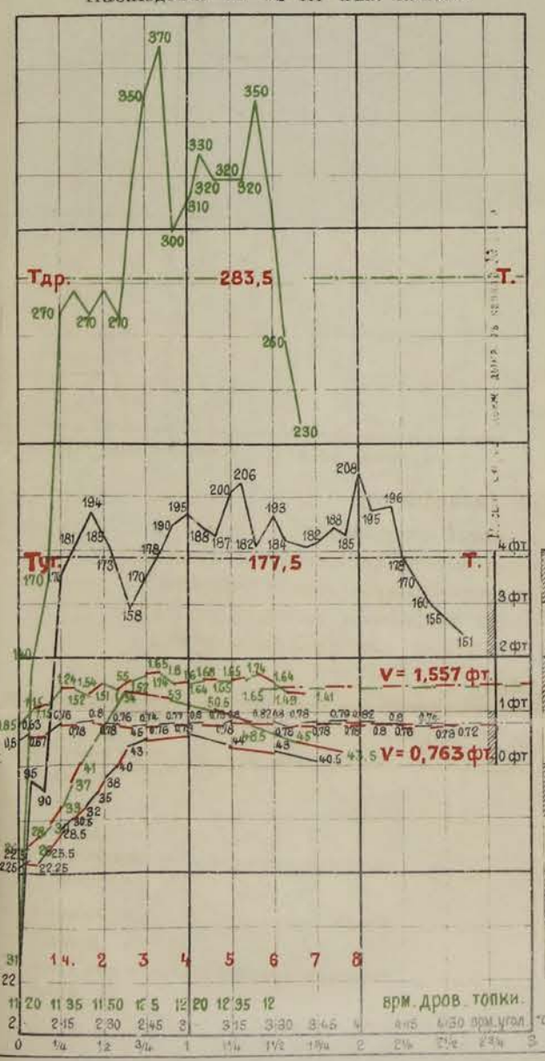
Наблюденія въ № I лѣв. каналѣ



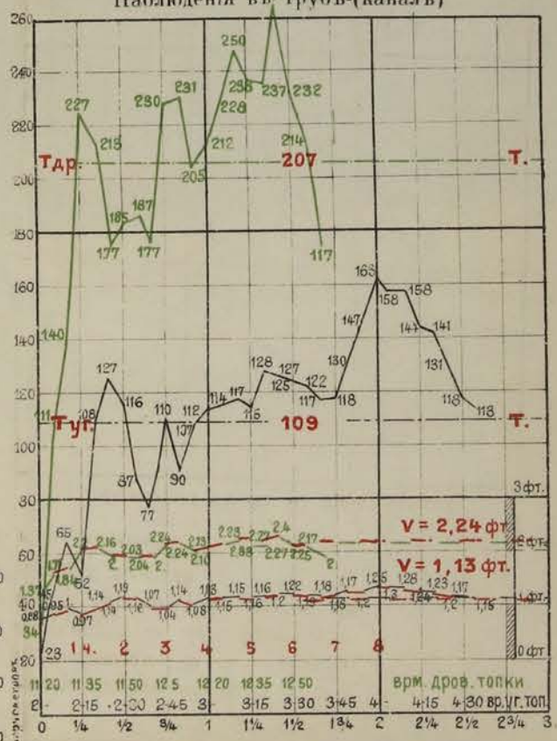
Наблюденія въ № II лѣв. каналѣ.



Наблюденія въ № III лѣв. каналѣ



Наблюденія въ трубѣ-(каналѣ)



Сравнительная таблица

температуры и скорости движенія дыма въ каналахъ печи для топокъ № 25 и № 26 углемъ и дровами 13-го и 14-го Мая 1895 г.

№№ каналовъ.	T—Температура / v—Скорость дыма / t наружной оболочки.	въ каналахъ. maximum.	Топки. 25 кам. углемъ	Топки. 26 дровами
1	Относит. впускъ воздуха.		1,69	1,87
2	Колич. теплот. зак. въ топлив.		155,716	155,716
3	Колич. тепл., выдѣлен. топл.		144,818	148,921
4	Колич. тепл. аккумул. печью.		137,408	131,434
Коэффиціенты	Потер. тепл. отъ несоверш. горѣн.		0,070	0,044
	Потер. въ дымовую трубу.		0,048	0,112
	Сумма вреди. потерь.		0,118	0,156
	Коэффиц. полн. дѣйств. печи		0,882	0,844
I прав.		T	231,2	377,2
		v	0,86	1,816
		t'	47,75	49.5
I лѣв.		T	255,6	356,5
		v	0,90	1,758
		t'	49	52
II прав		T	193,8	259.6
		v	0,796	1,488
		t'	54	58
II лѣв		T	181,4	251,2
		v	0.773	1,467
		t'	55	59
III прав.		T	177,4	275,1
		v	0,768	1,531
		t'	52,5	52,5
III лѣв.		T	177,5	283,5
		v	0,763	1,557
		t'	46	55
Средняя температура дыма въ каналахъ			прав. 204,8	прав. 298.5
	Т о ж е.		лѣв. 199,2	лѣв. 298,9
Патрубокъ.		T	109	207
		v	1.13	2,24
Топка средн. температ. газовъ.			1237°	1276°

Условные знаки.

Температура дыма для топки камен. угл.
» » » » дровами.
Средн. » » » » камен. угл.
» » » » » дровами.
Скорость движ. дыма для камен. угл.
» » » » дровъ.
Средн. » » » » камен. угл.
» » » » » дровъ.
Температ. наружн. оболочки для угля.
» » » » дровъ.

ПОЛЕЗНЫЕ
ИСКОПАЕМЫЕ
ПОСОБИЕ ДЛЯ
ПОСЕТИТЕЛЕЙ
ПРОФ.
ПЕРЕЛУГИНЪ

ТАБЛИЦА XXIV

размѣра отпуска каменнаго угля и антрацита взамѣнъ трехполѣнной и однополѣнной сажени дровъ.

ТАБЛИЦА

размѣра отпуска каменныхъ углей и антрацитовъ изъ различныхъ мѣсторожденій Имперіи взамѣнъ трехполѣнной (нормальной) и однополѣнной сажени дровъ и предѣльныхъ величинъ: содержанія въ нихъ золы, влажности и нагрѣвательныхъ способностей, опредѣленныхъ калориметромъ и вычисленныхъ по формулѣ Дюлонга.

		Предѣльныя величины содержанія:		Средняя нагрѣвательная способность:		Отпускъ каменнаго угля въ пудахъ взамѣнъ:		Примѣчаніе.
		Золы.	Влажности.	Опредѣленная калориметромъ.	Вычисленная по формулѣ Дюлонга.	3-хъ полѣнной (нормал.) саж. дровъ.	Однополѣнной сажени дровъ.	
		въ процентахъ.		единицъ тепла.				
	I. Англійскіе каменные угли.							
1	Кардифъ	3	3,5	8.071	8.487	76,5 [1]	25,8 [1]	[1]) На растопку каменнаго угля полагается 0,05, а на растопку антрацита 0,07 трехполѣнной и однополѣнной саженей дровъ на то количество каменнаго угля и антрацита, которое ихъ замѣняетъ.
2	Шотландскій	6	10	6.923	6.909	89,3	30	
3	Ньюкастльскій	6	10,5	7.419	7.193	83,4	28	
	II. Каменные угли Привислянскаго бассейна.							
4	Добровскихъ, Сосновицкихъ и проч. копей	8	12	6.250	5.854	—	37,6 [2]	[2]) Взамѣнъ одной полукубической сажени дровъ польской мѣры, на растопку количества каменнаго угля, замѣняющаго одну полукубическую сажень дровъ, полагается 2,145 полѣна польской полукубической сажени.
	III. Каменные угли Подмосковнаго бассейна.							
5	Тульской губерніи	12	20	5.119	5.184	120,8	40,2	
6	Рязанской губерніи	16	19	5.588	5.398	110,5	36,9	
	IV. Каменные угли и антрацитъ Донецкаго бассейна.							
7	Лисичанскіе	5	14	6.473	6.707	95,5	31,8	
8	Со станцій Марьевка и Варварополье	6	8	7.007	7.319	88,3	29,4	
9	„ „ Никитовка и Константиновка	7,5	3	7.127	7.169	86,8	28,9	
10	„ „ Рудничной, Юзовка и Харцынской	3	7	7.502	8.044	82,5	27,5	
11	„ „ Грушевка антрациты	2,5	4,5	7.394	7.387	77	25,7 [1]	
	V. Сахалинскіе каменные угли.							
12	Мгачъ, Кардифъ, Сучанъ и Наяси	15,5	6	7.206	7.312	85,8	28,6	
	VI. Кавказскіе каменные угли.							
13	Тквибульскіе	8	9	6.004	6.019	103,0	34,3	
	VII. Туркестанскіе каменные угли.							
14	Нарынскіе	7	9	5.963	6.116	103,8	34,6	
15	Наукатскіе	4	9	5.172	5.403	119,6	39,8	
16	Кокине-Сайскіе	2,5	19	5.518	6.092	112,1	37,3	
17	Ляльми-Гизанскіе	3	7	5.882	6.214	105,1	35	

Вротновскій

ДАННЫЯ
ДЛЯ УСТАНОВЛЕНІЯ
ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬ
СПОСОБНОСТИ ДРОВ
И КАМЕННЫХЪ УГЛЕЙ