

М/М

НКТИМ—СССР

ГЛАВКОТЛОТУРБОПРОМ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОТЛОТУРБИННЫЙ
ИНСТИТУТ ЦКТИ

УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Инж. Г. И. ИВАНОВ, канд. техн. наук В. В. ПОМЕРАНЦЕВ,
инж. В. Р. ТЕРЕНКАЛЬ

Я 352
288

СКОРОСТНАЯ ТОПКА ЦКТИ

системы инж. В. В. ПОМЕРАНЦЕВА

ОПЫТ ОСВОЕНИЯ И ТИПОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ
ДЛЯ СЖИГАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ ЩЕПЫ И ОТХОДОВ

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО № 21

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Свердловск

1944

Москва



45-1511

ВВЕДЕНИЕ

Идея создания топки скоростного горения, работающей по принципу предельной интенсификации слоя, была предложена в ЦКТИ инж. В. В. Померанцевым в 1936 году¹.

Оригинальной особенностью новой топки является наличие, так называемой «закрывающей решетки», закрывающей слой горящего топлива с поверхности выхода газов и тем самым препятствующей нарушению его аэродинамической устойчивости при повышении форсировки дутья (рис. 1).

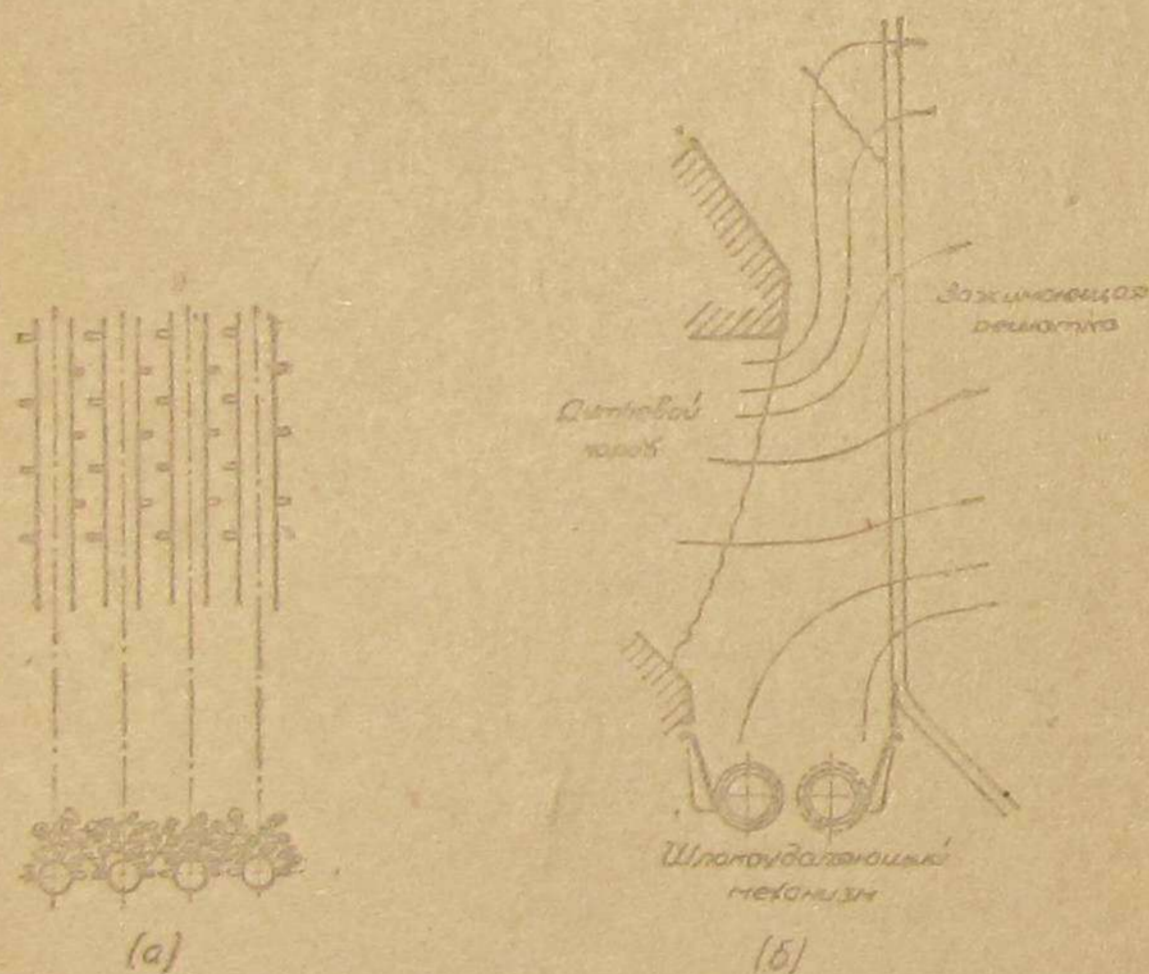


Рис. 1

Топливо, свободно лежащее на обычной колосниковой решетке, при некотором предельном расходе дутья теряет устойчивость своего залегания. В ряде мест происходят прорывы воздуха и образуются кратеры, через которые наблюдается вынос не только мелочи, но и довольно крупных кусков топлива, выбрасываемых на соседние

¹ Авторское свидетельство № 4—05—03. В. В. Померанцев «Сверхмощная слоевая топка» Советское котлотурбостроение, № 10, 1936.

участки слоя, оказывающиеся почти полностью лишенными дутья. Неравномерность в распределении дутьевого воздуха по площади слоя приводит к резкому росту уноса и избытка воздуха в топке, вплоть до полного расстройства процесса.

В связи с этим среднее тепловое напряжение слоя, даже на современных решетках с зонным дутьем не превышает $1,5 \cdot 10^6$ кал/м²час для углей и $2,5 \cdot 10^6$ кал/м²час для кускового торфа.

Повышение форсировки дутья в зажатом слое не сопровождается нарушением устойчивости. Куски топлива под действием напора дутья сталкиваются у щелей зажимающей решетки, образуя своеобразные сводики, препятствующие выносу топлива.

Модельные испытания показали, что при наличии в топливе незначительного числа кусков, по размерам превышающих половину ширины щелей зажимающей решетки, уноса не наблюдается даже при нагрузках дутья, отвечающих $10—15 \cdot 10^6$ кал/м²час общей площади подачи воздуха к слою. Таким образом, применение зажимающей решетки позволяет поднять форсировку активной части слоя до значений, ограничиваемых только величиной напора дутья и расходом энергии на собственные нужды, но не уносом топлива.

Интенсификация подготовки топлива и надежное воспламенение слоя, а следовательно и возможность нести высокие нагрузки, в скоростной топке ЦКТИ достигается прососом части газов коксовой зоны через начальные участки слоя.

Схема топки представлена на рис. 1б.

В принципе представляется возможной работа топки на любых кусковых топливах.

ЦКТИ совместно с Ленинградским Политехническим Институтом в течение 1937—1941 гг. был проведен ряд пробных испытаний стада топки на каменном угле, антраците, кусковом торфе и его смеси с фрезерной крошкой и на древесной щепе и отходах¹. Для крупнокусковых, неспекающихся топлив (торф, щепа) выявилась полная работоспособность топки со свободным опусканием слоя. Сжигание углей сопровождалось рядом затруднений, в основном, сводящихся к спеканию топлива и зашлаковыванию зажимающей решетки и шлакоудаляющего механизма внизу шахты.

Поэтому, наряду с продолжением опытов по скоростному сжиганию углей, представляющему наибольший интерес, первую промышленную скоростную топку было решено строить для сжигания древесной щепы и отходов.

¹ И. И. Палеев, В. В. Померанцев, А. П. Сокольский, «Опыты на стаде скоростной топки ЦКТИ сист. Померанцева». Отчеты ЦКТИ и ЛПИ за 1938—41 год.

ПРОМЫШЛЕННАЯ СКОРОСТНАЯ ТОПКА ЦКТИ ДЛЯ СЖИГАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ ЩЕПЫ И ОТХОДОВ

Конструкция топки

По своей конструкции (рис. 2 пунктирные линии) первая промышленная скоростная топка, установленная под котлом НЗЛ 60/75 *т/час* на ТЭЦ Соликамбумкомбината, представляла собой вертикальную заполненную щепой шахту, являющуюся непосредственным продолжением топливного рукава.

В основании шахты установлены дробильные валки, предназначенные для удаления золы и шлака. Зажимающая решетка образует

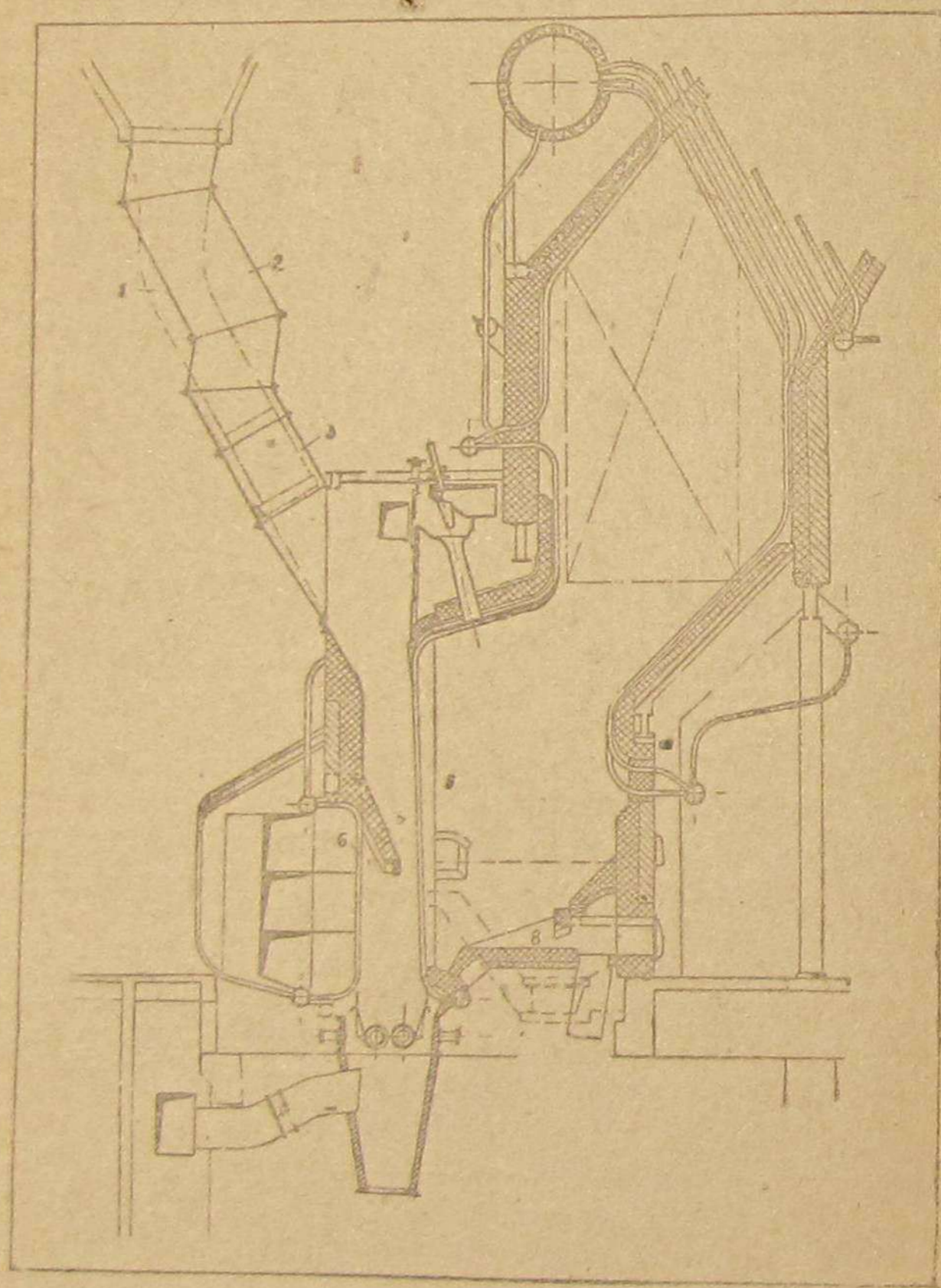


Рис. 2

стенку шахты, примыкающую к топочной камере. Решетка выполнена из труб $\varnothing 51/44$ мм, включенных в экранную систему котла. Шаг труб 90 мм. Для увеличения зажимающей способности к трубам приварены поперечные штыри, образующие как бы горизонтальные прутья

решетки. Фронтальная стенка шахты выполнена в виде дутьевой решетки, составленной также из труб $\varnothing 51/44$ мм с шагом 90 мм и примыкает к дутьевому коробу, разделенному на 3 независимых зоны. Котел оборудован двумя шахтами шириной по 3,0 м.

Для предупреждения дымления в топливные рукава, наверху шахты над поверхностью слоя должно поддерживаться разрежение 1—2 мм вод. ст. Это достигается за счет отсоса части газов из нижних зон при помощи воздушных эжекторов, установленных над потолком топки. При прососе этих газов в верхней части шахты (швель-шахте) происходит подсушка и частичное швелование топлива.

В зависимости от начальной влажности щепы и количества отсасываемого газа возможны три режима работы швельшахты.

1. При высокой влажности и малом количестве отсасываемого газа в швель-шахте происходит только подсушка топлива. Газ, выходящий с поверхности слоя, почти не содержит в себе горючих составляющих. Поэтому наиболее целесообразно выбрасывать этот газ в атмосферу, ведя процесс по разомкнутому циклу сушки.

2. При влажности щепы около 35—40% в швель-шахте, наряду с сушкой, происходит и частичная возгонка щепы. Выходящий швельгаз содержит в себе заметное количество горючих. Поэтому его необходимо возвращать в топочную камеру для дожига.

3. При низкой влажности щепы (25—30%) в шахте может развиваться процесс полного термического разложения древесины с выделением всех тех химических продуктов, которые получаются приемами сухой перегонки дерева. При этом в топке можно осуществить комплексное использование древесины с получением ряда высокоценных и остро дефицитных химпродуктов. Вопрос использования этой возможности топки был поставлен еще в 1938 г. и, после опытной проверки на станде¹, находится в стадии промышленного разрешения.

Принятые размеры шахт и топочной камеры первой промышленной топки определялись условием приспособления к котлу существующего типа, а также требованием возможности замены топки, в случае неудовлетворительности ее работы, на цепные решетки.

Ход наладочных работ

Основным затруднением в период наладки явилось ограничение мощности котла 25—30 *т/час*, возникшее вследствие забивания щелей зажимающей решетки слоем смоляного кокса и дымления на потолок топки при попытках поднять нагрузку. Это явление вызывалось следующим. С целью предупреждения застревания щепы, являвшегося основным затруднением в опытах на станде, толщина слоя была принята равной 760 мм наверху шахты и 950 мм внизу. При этом зависание отсутствовало совершенно, но слой очень мелкой щепы, характерной для ТЭЦ, оказался чрезвычайно плотным. Кислород дутья полностью расходовался на очень небольшом расстоянии от дутьевой решетки. Остальные участки слоя оказывались лишенными кислорода

1) И. П. Король, И. И. Палеев, В. В. Померанцев, «Опытное швелование древесины на станде топки-генератора ЦКТИ сист. Померанцева» Отчеты ЦКТИ и ЛПИ за 1939—1941 гг.

и в них развивались газификационные процессы. Выделявшаяся смола затем конденсировалась на сырой щепе, располагающейся около зажимающей решетки. Этот слой забивался также мелочью и постепенно подвергался коксованию.

Корка кокса доходила по толщине до 200—300 мм, а иногда даже превращалась в глыбы, размером до 500—600 мм. Такая корка, почти полностью покрывая зеркало горения топки, препятствовала выходу газов из слоя в топочную камеру. Последние устремлялись наверх и, не успевая отсасываться эжекторами, выходили в топливный рукав и котельную.

В остальном работа топки не вызывала затруднений, за исключением зависания щепы в рукавах, имевших ширину 800 мм.

Поэтому наладочные работы свелись к отысканию способа создания рыхлого слоя топлива с тем, чтобы кислород дутья, достигая зажимающей решетки и выжигая смолу, исключал бы возможность коксообразования. После ряда промежуточных решений, приведших к более или менее удовлетворительным результатам, к осени 1943 г. была выработана окончательная конструкция топки, обеспечившая нормальную промышленную эксплуатацию котла при проектных нагрузках (рис. 2 — сплошные линии).

Топливные рукава были уширены до 1050 мм. Им была придана коленчатая форма по системе инж. Бабичева. Благодаря этому были почти полностью исключены зависания щепы в рукавах.

На середине высоты шахт были установлены наклонные стенки, создающие местный пережим слоя до толщины всего в 360 мм. Несмотря на столь сильное сужение, зависаний слоя над пережимом не наблюдалось совершенно, что объясняется непрерывным подгоранием образующихся сводиков.

После пережима слой топлива оказался весьма пористым и рассыпался под крутым углом естественного откоса. Этот угол увеличивается по мере форсировки топки, доходя до 60°. Таким образом, толщина слоя книзу от пережима возрастает не очень значительно и почти весь слой пронизывается кислородом. Коксообразование прекратилось совсем.

Зеркало горения было опущено на 800 мм для чего изменена конфигурация низа топочной камеры. Тем самым обеспечивалась подача воздуха из под дробильных валцов к зеркалу горения.

Для вздымания щепы и угольков, выносимых через зажимающую решетку в топочную камеру, на ее поду расположены сопла, подающие струи воздуха.

Топка в описанном оформлении была введена в работу 2/X 1943 г. и продолжает находиться в эксплуатации, обеспечивая нагрузку на котле до 60—70 т/час.

При работе выяснилось, что основная масса золы выносится из слоя в топочную камеру и через газоходы котла в дымовую трубу. В слое задерживается не более 2—3% от всей золы топлива. Благодаря этому отпала необходимость приведения в действие валков для удаления золы из шахт. Темп накопления шлака оказался настолько медленным, что запас емкости низа шахт был достаточен на время кампании между остановками котла на текущий ремонт.

Наименование величин	Обозначение	Размерность	Д а т ы о п ы т о в			
			10/XII—1943 г.	22/XII—1943 г.	23/X—1943 г.	8/I—1944 г.
Длительность испытания	τ	час	8, 0	8, 53	6, 58	8, 0
Влажность топлива	W _p	%	49, 0	39, 7	56, 6	39, 0
Зольность топлива	A _p	%	0, 21	0, 24	0, 17	0, 25
Средняя паропроизводит. за опыт	D	т/час	30, 0	43, 8	53, 2	54, 9
Давление пара в котле	p	ати	30, 1	30, 4	28, 0	27, 7
Температура перегретого пара	t _{пг}	°С	338	402	387	421
Тепловое напряжение площади подачи воздуха при высоте зоны 700 мм и R _з =6.0,7=4,2 м ²	U _з	10 ⁶ кал / м ² час	5, 6	8, 2	10, 1	10, 6
Содержание CO ₂ за воздухоподогревателем	CO ₂	%	18, 2	15, 6	12, 2	14, 4
Содержание CO ₂ +O ₂ за воздухоподогревателем	CO ₂ +O ₂	%	20, 4	20, 4	20, 5	20, 3
Коэффициент избытка воздуха в топке	α _T	—	1, 32	1, 10	1, 44	1, 19
Температура подогрева воздуха	t _с	°С	185	208	235	227
Давление воздуха в дутьевых зонах	p _{дуть}	мм в. ст.	61	71	97	107
Температура уходящих газов за В/П	t _{ух}	°С	132	166	183	184
Б а л а н с						
К. п. д. котлоагрегата	η _{кв}	%	88, 37	88, 40	84, 65	86, 05
Потеря с уходящими газами	q ₂	%	8, 90	9, 14	14, 10	11, 05
Потеря с химическим недожегом	q ₃	%	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
Потеря с механическим недожегом	q ₄	%	0, 75	0, 96	0, 25	1, 90
Потеря в окружающую среду	q ₅	%	1, 98	1, 50	1, 00	1, 00

За время со 2/X—1943 г. по 9/I—1944 г. котел проработал 2084 ч., выработав 72 823 т пара. Всего же за период наладки котел проработал более 12 000 часов. Средние нагрузки за период составляют

37,9 *т/час*. Средняя нагрузка за максимально нагруженные сутки — 51,6 *т/час*. Длительная максимальная нагрузка 60—70 *т/час*.

За это время были проведены балансовые испытания котла на нагрузках 30—55 *т/час*, основные результаты которых приведены в таблице (стр. 7). Организовать испытание работы котла на максимальной нагрузке 60—70 *т/час* не удалось из-за трудности обеспечения ТЭЦ топливом.

Результаты испытаний прежде всего показывают высокую экономичность работы топки. Потери с механическим и химическим недожегом не превышают 2%. Общй к. п. д. установки оказался выше 85% и при малой влажности топлива доходит почти до 90%.

Обращает на себя внимание довольно резкая зависимость коэффициента избытка воздуха в топке от влажности топлива. При увеличении влажности от $W_p = 39,7\%$ до $W_p = 56,6\%$ избыток изменяется в пределах от $\alpha_T = 1,10$ до $\alpha_T = 1,44$. Это объясняется условиями прохода топлива через пережим, возможного только за счет сушки и подгорания сводиков топлива. При влажном топливе подсушка замедляется, и его опускание через пережим сопровождается резким увеличением пористости.

Эти соображения подтверждаются также изменением сопротивления слоя проходу воздуха.

Характеристики работы топки и их оценка

Ниже приводится оценка работы топки, взятая из акта на приемку-сдачу топки между ЦКТИ и Соликамбумкомбинатом:

«Достаточно длительная работа топки в последнем конструктивном оформлении и наличие балансовых испытаний на разных режимах позволяет сделать следующие законченные выводы о работоспособности топки и ее эксплуатационных характеристиках:

1. Скоростная топка ЦКТИ системы В. В. Померанцева для сжигания древесной щепы является промышленно освоенной системой, находящейся в нормальной эксплуатации.

2. Топка отличается значительной простотой конструкции. Единственный ее механизм — шлакодробильные вальцы оказались излишними и введению в работу не подлежат.

Таким образом топка совершенно не имеет механизмов, что влечет за собой высокую надежность работы.

3. Управление топкой сводится к регулировке количества воздуха, подводимого к слою и в топочную камеру. Обслуживание топки сводится только к воздействию на двашибера.

Топка обладает высокой гибкостью и позволяет котлоагрегату принимать довольно резкие изменения нагрузки без особых колебаний давления.

4. Работа топки на щепе средней зольностью $A_c = 0,4\%$ характеризуется выносом подавляющей массы золы из шахт. Доля золы, остающейся в шахтах, не превышает 2—3% от ее общего количества. В этих условиях топка может работать без непрерывного золоудаления с постепенным накоплением золы в шахтах и чисткой их во время остановок котла на ремонт. Длительность кампании, на основании

имеющегося опыта, превышает 60 дней без видимых признаков необходимости останова котла.

При переводе котла в горячий резерв или работе на малых нагрузках темп накопления золы в шахтах резко возрастает, что говорит о крайней нежелательности длительной работы котла в этих условиях».

Следует отметить лишь, что топка ТЭЦ Соликамбумкомбината (в силу постепенности ее приспособления к нужным условиям работы) сохранила в себе ряд особенностей, затрудняющих получение оптимальных показателей. К ним относятся:

а) Невозможность независимого изменения количества воздуха, подводимого к слою и в топочную камеру.

б) Недостаточный отвод газов в швель-шахту, вследствие чего подготовка топлива в последней происходит лишь в крайне малой степени, и при повышении влажности щепы свыше 45—50% максимальная паропроизводительность котла снижается до 40—50 *т/час*.

Данное обстоятельство указывает на чрезмерное сужение шахты пережимом, который очевидно должен давать толщину слоя 400—420 мм.

Типовая конструкция топки для сжигания древесной щепы и отходов

Полученные результаты работы и испытаний первой скоростной топки позволяют считать ее наиболее совершенным устройством для сжигания древесной щепы и отходов. Для этих топлив следует рекомендовать установку новой топки взамен шахтных топок и топок с цепными решетками.

В результате подобной замены, в ряде случаев, следует ожидать довольно существенного повышения паропроизводительности котла. Причины этого следующие:

а) Отсутствие ограничений в производительности топки. Тепловое напряжение площади подачи дутья к слою, играющей роль обычной колосниковой решетки, в скоростной топке может достигать 10—15 миллионов *ккал/м²час*. При высоте дутьевого короба = 0,8—1,0 м напряжение метра ширины фронта котла становится равным 8—15 · 10⁶ *ккал/м час*.

Современные котлы обладают следующими нагрузками ширины фронта.

Тип котла	СП—25/22	С—40/34	Ф—40/34	С—60/34	Ф—60/34	ТКП—8	ТКП—7
Максимальная паропроизводительность <i>т/час</i>	25	50	50	75	75	110	150
Тепловое напряжение фронта 10 ⁶ <i>ккал/м час</i>	4,7	8,3	10	9,1	10,5	13,6	16,3

Таким образом нагрузки ширины фронта, полученные при эксплуатации первой скоростной топки, обеспечивают ее компоновку

с существующими котлами, вплоть до пылевых котлов паропроизводительностью до 110 и даже 150 $t/час$. Для менее мощных котлов топка обладает значительным запасом фронтальной мощности, что позволяет либо сокращать габариты котла, либо повышать его паропроизводительность.

б) Возможность работы при малых избытках воздуха. При правильном подборе ширины пережима скоростная топка во всем диапазоне влажностей щепы должна удовлетворительно работать. При избытке воздуха порядка $\alpha_T = 1,05—1,15$, что значительно повысит тяго-дутьевые ресурсы котлоагрегатов. К этому же приводит и повышение к. п. д. топки. Кроме того, в ряде случаев возможно работать по разомкнутому циклу сушки, пропуская газы, выходящие из шахты, помимо котла.

Характерной особенностью топки является возможность ее работы без непрерывного шлакоудаления и, следовательно, без каких либо механизмов. При зольности древесины до $A_C = 1,0—1,5\%$ и при задержке в слое до 10% золы топлива скорость накопления шлака в шахте, даже при нагрузке фронта до $10 \cdot 10^6$ $кал/м\ час$, не превысит 15 $мм/час$. Это означает, что если производить чистку топки по накоплению слоя в 300 $мм$, то частота чисток составит, примерно, один раз в сутки. Эту чистку можно производить, не понижая нагрузки, например, прокачиванием поворотных колосников. Более капитальная очистка шахты производится через дутьевой короб. На время чистки прекращается подача дутья к слою и понижается нагрузка на очищаемую шахту, однако без остановки котла. Такую чистку можно производить раз в несколько дней.

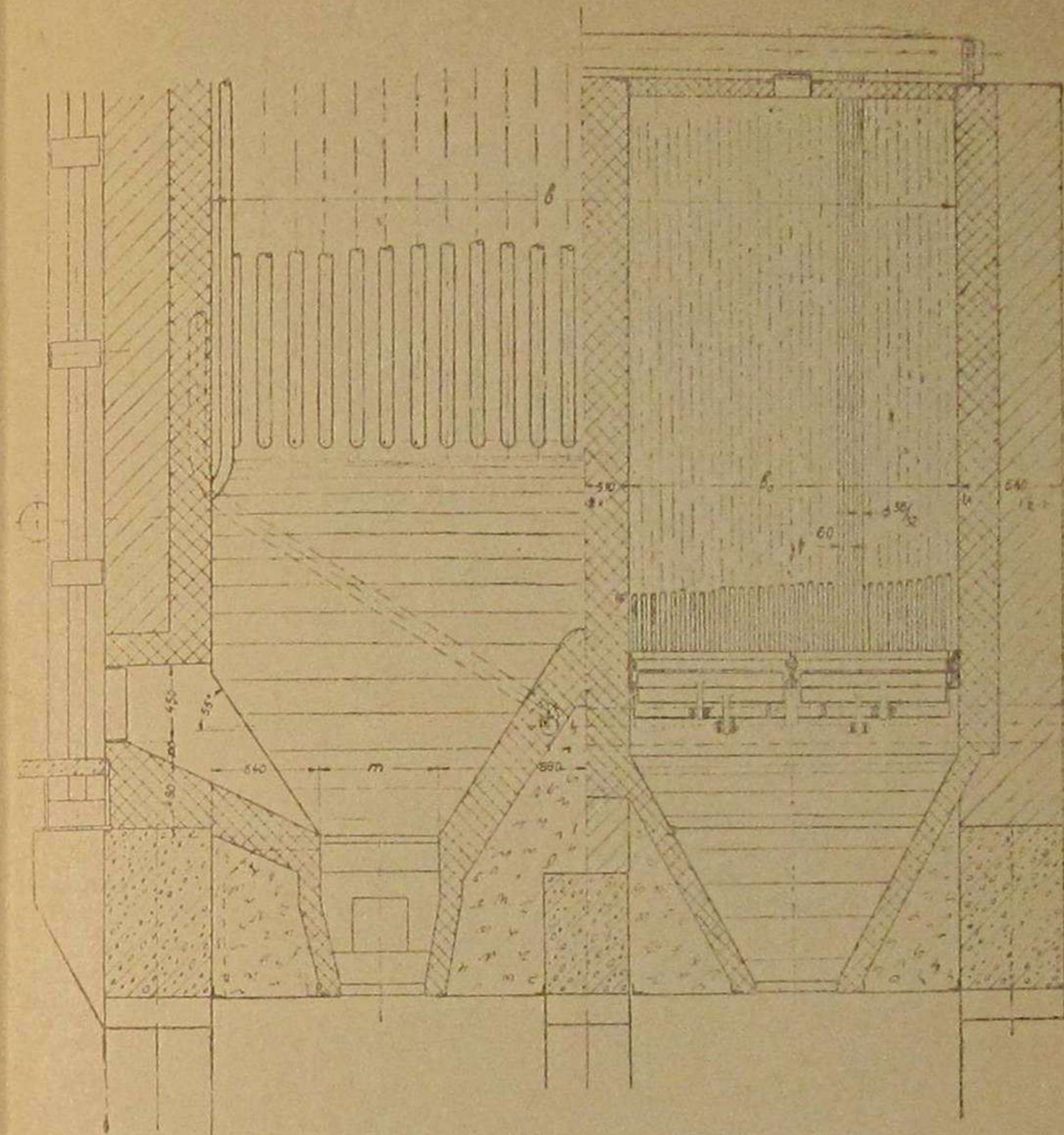
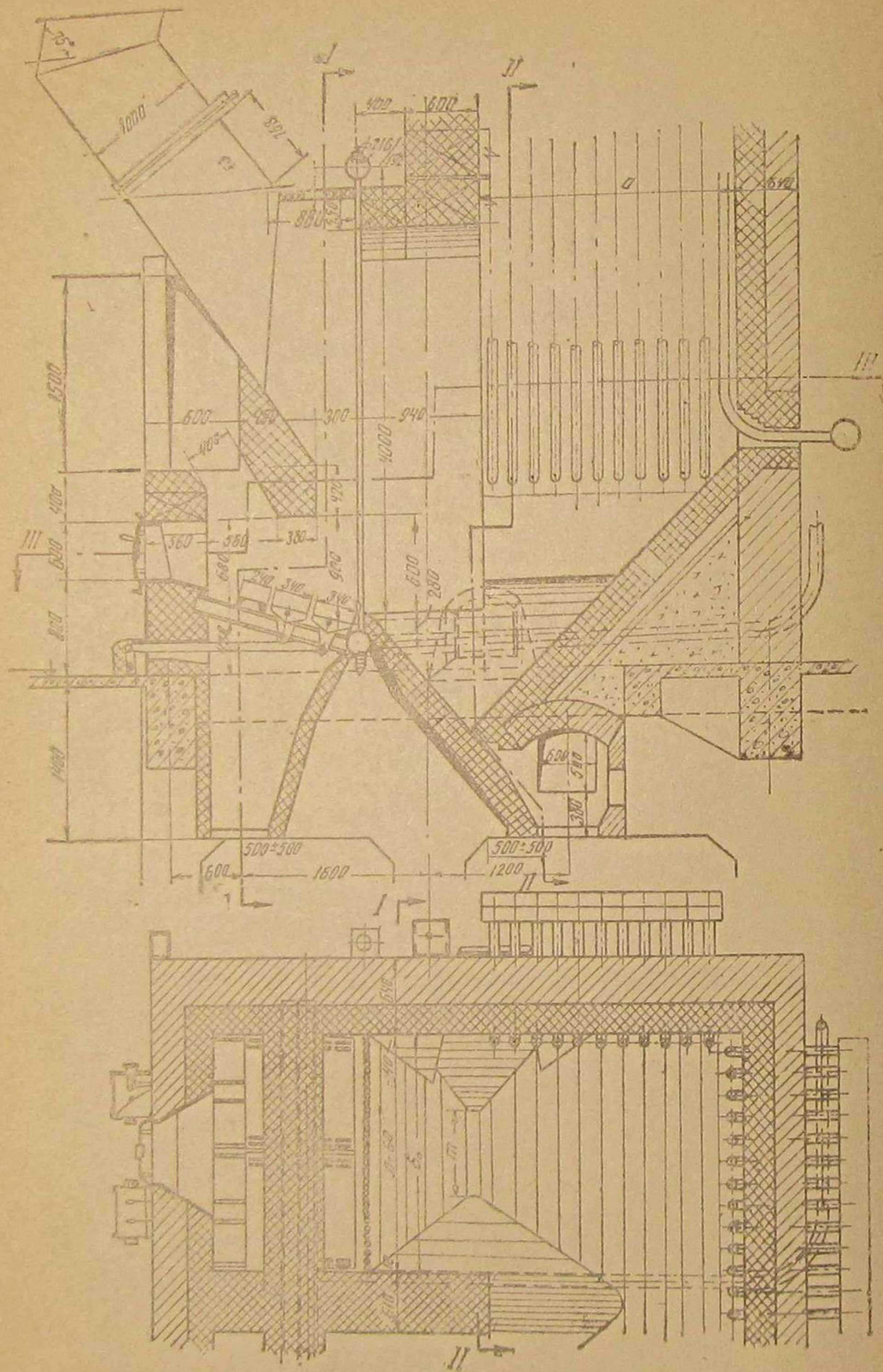
Упрощение конструкции золоудаления позволяет осуществить изготовление топки полностью на монтажной площадке.

Проект типо-размеров топки применительно к существующим котлам паропроизводительностью от 6 до 75 $t/час$, представляющих наибольший интерес для сжигания щепы, изображен на рис. 3.

По проекту топка состоит из шахты, снабженной пережимом, доводящим слой до 420—360 $мм$. Ниже пережима щепы свободно рассыпается под углом естественного откоса, опираясь на колосниковую решетку, состоящую из двух рядов поворотных и одного ряда неподвижных колосниковых плит. Поворотные колосники приводятся в действие от руки при помощи тяг и рычагов, пропущенных сквозь фронтальную стенку топки (через герметический затвор). Дутьевой воздух подается к свободной поверхности слоя и под колосниковую решетку без деления на зоны.

Расчеты показали, что для котлов паропроизводительностью до 75 $t/час$ повышение мощности топки при переходе от котла одного типа к другому удастся осуществить за счет увеличения ширины фронта топки в соответствии с ростом ширины котла. Тогда возможно сохранить высоту дутьевой плоскости одинаковой для всех типов котлов в пределах $D = 6—75$ $t/час$, лишь повышая нагрузки этой плоскости по мере роста паропроизводительности.

В проекте типо-размеров высота дутьевой плоскости принята равной 900 $мм$. Следует считать, что около 200 $мм$ высоты будут заняты золой и шлаком и что активная высота дутьевой плоскости будет



Пределы паропроиз- вод. котла т/час	Типы котлов	Ширина котла в свету <i>b</i>	Число и ширина шагт <i>b₀</i>	Глубина топочной камеры <i>a</i>	Длина колос- ников <i>l</i>	Длина сопло- вого ка- нала <i>m</i>	Высота сопло- вого канала <i>h</i>
до 6	Шухова Н-155, 185 м ² Шухов-Берлина	2360	1×2100	1900-220	2×1050	4×300	40
6-9	Шухова Н-210- 310 м ² Шухов-Берлина А-5-А-7	3070-3780	1×3000	1900-2200	3×1000	2×610	30
9-12	МП-10/16 ТКЗ	2600	1×2600		2×1300	2×300	75
12-20	МП-16/22 ТКЗ	3000	1×3000		3×1000	2×500	75
20-30	СП-25/22 ТКЗ	4280	2×1800	2425	2×900	2×860	75
	2-х бараб. НЗЛ Н-400 м ²	4400	2×1800	2770	2×1050	2×900	75
30-40	2-х бараб. НЗЛ Н-500 м ²	5400	2×2100	2540	2×1050	2×1100	100
40-60	С 40/34 НЗЛ	4840	2×2100	3500	2×1050	2×900	100
60-75	С 60/34 НЗЛ	6640-5700	2×3000	3500-5000	3×1000	2×1700	75
	Ф 60/34 НЗЛ		2×2600				

равна 700 мм. Тогда тепловое напряжение дутьевой плоскости для котлов 6—75 т/час будет лежать в пределах $3 \cdot 10^6$ — $14 \cdot 10^6 \frac{\text{кал}}{\text{м}^2 \cdot \text{час}}$.

Необходимый расчетный напор в дутьевом коробе должен соответственно составлять 40—150 мм вод. ст. Для приближенных расчетов можно принимать следующую зависимость минимального напора от нагрузки плоскости дутья: $h=11 U_d$ [мм вод. ст.], где U_d — тепловое напряжение плоскости дутья, выраженное в $10^6 \text{ кал/м}^2 \cdot \text{час}$.

Зажимающая решетка топki запроектирована из прямых гладких труб $\varnothing 38/32$, расположенных с шагом 60 мм. Щели между трубами простираются на всю высоту зажимающей решетки. При такой конструкции выход газов швель-шахты будет происходить через значительную площадь, вследствие чего необходимость в специальных эжекторах отпадает. Небольшое разрежение наверху слоя в швель-шахте будет создаваться за счет разрежения в топке.

Топочная камера выполняется по размерам существующих типов котлов. Представляется возможным при установке скоростной топki повысить тепловое напряжение в объеме камеры до 400 — $500 \cdot 10^3 \text{ кал/м}^2 \cdot \text{час}$. Однако эти цифры не имеют достаточного опытного подтверждения.

Для обеспечения дожигания налету щепы и угольков, вынесенных через зажимающую решетку, в основании топочной камеры имеется дутьевая щель, примыкающая к общему дутьевому коробу. Удаление золы и шлака, оседающего в топочной камере, производится через рукав, снабженный шибером.

Наверху топki желательна установка сопел острого дутья.

Расчетное распределение воздуха может быть принято следующим: общий коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_T = 1,15$. Количество воздуха, подаваемого к слою, определяется величиной $\alpha_{с\lambda} = 0,8$ — $0,9$. Количество воздуха, подаваемого через сопло низа топочной камеры, $\alpha_{с\text{опл}} = 0,2$. Количество острого дутья — $\alpha_{од} = 0$ — $0,15$.

Температура подогрева дутья определяется по соображениям компоновки поверхностей агрегата. Конструкция топki не налагает ограничений на ее величину. Возможна также работа и на холодном воздухе, при влажности до $w_p = 60\%$.

Детали отдельных узлов топki разрабатываются ЦКТИ при выпуске рабочих чертежей.

Зам. директора ЦКТИ Б. Д. Кацнельсон

Ответственный редактор Доктор технических наук, профессор А. М. Гурвич

Подписано к печати 30/X 1944 г. НС 30280 Печ. л. 0,75 + вклейка
Уч.-изд. 0,9 Тираж 1000 Зак. 1244

Свердловская типография треста «Полиграфкнига» при СНК РСФСР
Свердловск, ул. Ленина, 47.