НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ
ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
И КОТЕЛЬНЫХ

М Е Т О Д И Ч Е С К И Е У К А З А Н И Я

ПО ПРИМЕНЕНИЮ СРЕДСТВ НАРУЖНОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА ПАРОВЫХ КОТЛОВ

РД 34.27.I04-92

Москва 1994

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНЫ Всероссийским теплотехническим научно-исследовательским институтом (ВТИ)
Сибирским филиалом ВТИ (СибВТИ)
Уральским филиалом ВТИ (УралВТИ)

ИСПОЛНИТЕЛИ М.Н.Майданик (ВТИ), В.В.Васильев (СибВТИ), В.Я.Лисков (УралВТИ)

УТВЕРЖДЕНЫ Управлением научно-технического развития Российской корпорации электроэнергетики и электрификации "Росэнерго"
8 декабря 1992 г.
Начальник А.П.Берсенев

(С) ВТИ, 1992

УДК 621.18.06; 621.182.4 Группа Е 25

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по применению средств наружной
очистки поверхностей нагрева
паровых котлов

РД 34.27.104-92

ВЗАМЕН
МУ 34-70-123-86
МУ 34-70 145-86

Дата введения 01.07.93

Настоящие Методические указания распространяются на механизированные средства наружной очистки, предназначенные для профилактической очистки с газовой стороны поверхностей нагрева на работающих котлах, и устанавливают для них типы и область применения, методы их расчета, общие требования к наладке и эксплуатации.

С вводом в действие настоящих Методических указаний утрачивают силу МУ 34-70-123-86 "Методические указания по применению средств наружной очистки поверхностей нагрева паровых котлов", МУ 34-70-145-86 "Методические указания по расчету, проектированию и эксплуатации импульсных устройств очистки".

Издание официальное

Настоящий Руководящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения ВТИ.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Паровые котлы, сжигающие твердые и жидкие топлива, должны оборудоваться как правило комплексной системой очистки, включающей установку различных средств очистки отдельных поверхностей нагрева. Необходимость применения очистки той или иной поверхности нагрева определяется в каждом конкретном случае из условия обеспечения эксплуатационно чистого состояния поверхности и выдерживания при работе котлов требований действующих "Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей".

I.2. В качестве основных эксплуатационных средств очистки рекомендуется использовать аппараты паровой, водяной обдувки и газоимпульсные устройства очистки, различное сочетание которых позволяет в большинстве случаев создать комплексную систему очистки котлов при сжигании любых видов топлива.

В дополнение или взамен указанных средств очистки, в случае невозможности или нецелесообразности их применения, можно рекомендовать также использование устройств стационарной паровой ("пушечной") обдувки, установок дробевой очистки и устройств акустической очистки.

I.3. Для очистки топочных экранов (испарительных и перегревательных радиационных поверхностей нагрева) котлов, сжигающих твердые топлива, следует как правило применять аппараты водяной обдувки. Аппараты паровой обдувки целесообразно использовать лишь для очистки тех зон топочной камеры, где температура металла стенок труб превышает допустимую по условиям надежности экранных труб при водяной обдувке.

I.4. Для очистки полурадиационных (ширмовых) и расположенных в поворотном газоходе конвективных поверхностей нагрева котлов, сжигающих твердые и жидкие топлива, следует использовать в основном аппараты паровой обдувки либо устройства газоимпульсной очистки. Последние рассчитаны на удаление сыпучих и рыхлых (слабосвязанных) золовых отложений. Для топлив, дающих плотные (связанные) отложения (как, например, канско-ачинские бурые угли), предпочтительней установка аппаратов паровой обдувки.

При сжигании твердых топлив для локальной очистки указанных

поверхностей нагрева в зонах интенсивного загрязнения (в основном в местах, труднодоступных для аппаратов паровой обдувки) можно рекомендовать дополнительную установку устройств "пушечной" обдувки. Для периодической очистки может быть рассмотрено применение в опытном порядке и аппаратов водяной обдувки.

I.5. Для очистки конвективных поверхностей нагрева, расположенных в вертикальной шахте (пароперегревателей, водяных экономайзеров), на котлах, сжигающих большинство твердых топлив, предпочтительней установка аппаратов паровой обдувки либо устройств газоимпульсной очистки.

На котлах, сжигающих малозольные твердые топлива, дающие сыпучие и рыхлые отложения золы, газомазутных котлах возможно применение и установок дробевой очистки. Дробевую очистку следует также применять для трубчатых воздухоподогревателей. В качестве альтернативного решения (преимущественно для котлов малой и средней мощности) может рассматриваться применение устройств акустической очистки.

I.6. Регенеративные воздухоподогреватели (РВП) следует очищать аппаратами паровой обдувки или устройствами газоимпульсной очистки.

2. ТИПЫ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ОЧИСТКИ

2.I. Аппараты водяной обдувки

2.I.I. Аппараты водяной обдувки могут применяться на котлах, сжигающих твердые топлива, для очистки испарительных и перегревательных радиационных поверхностей нагрева, выполненных в виде настенных и двусветных топочных экранов, с температурой металла в зоне водяной обдувки не более 520 °С при применении низколегированных сталей и не более 440 °С при применении малоуглеродистых сталей. Под последней понимается максимальная расчетная температура наружной поверхности экранных труб в зоне обдувки.

В зонах топочной камеры с более высокой температурой металла экранных труб, а также для полурадиационных и конвективных поверхностей нагрева водяная обдувка может применяться только в

опытном порядке.

2.I.2. В качестве обдувочного агента следует использовать техническую воду с температурой не более 60°С и давлением 1-2 МПа.

2.I.3. Рекомендуется использовать следующие основные типы аппаратов водяной обдувки:

маловыдвижные аппараты (с вводом сопловой головки в топку и ходом до 1 м), которые работают по схеме "на себя" и вращательно-поступательным движением сопла обеспечивают на топочном экране спиральный след струи;

дальнобойные аппараты (с невыдвигаемой в топку сопловой головкой), которые колебательным движением в горизонтальном направлении с одновременным вертикальным смещением сопла направляют струю воды через топку, обеспечивая зигзагообразный след струи на экране.

Дополнительно, для специальных применений, могут использоваться и глубоковыдвижные аппараты.

2.I.4. Для котлов с глубиной топок не более 15-17 м в большинстве случаев может быть рекомендована установка как маловыдвижных, так и дальнобойных аппаратов. Они могут применяться как самостоятельно , так и в сочетании друг с другом для повышения эффективности очистки и большей полноты охвата стен топки. В последнем случае установка маловыдвижных аппаратов наиболее целесообразна в зонах интенсивного шлакования экранов, в особенности при глубине топок свыше 10-12 м, а также в зонах, неохватываемых струями дальнобойных аппаратов.

В топках с гладкотрубными экранами при зазоре между экранными трубами более 4-5 мм по условиям надежности обмуровки предпочтительней установка маловыдвижных аппаратов.

В крупногабаритных топочных камерах следует в основном применять маловыдвижные аппараты. Дополнительная установка дальнобойных аппаратов может потребоваться в случае необходимости очистки скатов холодной воронки.

Глубоковыдвижные аппараты целесообразно использовать только для очистки зон топочных камер, труднодоступных для других типов аппаратов (в частности, для очистки узких секций, образованных двусветными экранами и ширмовыми "щеками"), а также при применении водяной обдувки для очистки трубных пучков.

2.1.5. Методы расчета и выбора схем установки аппаратов даны в РД 34.27.105-90.

2.2. Аппараты паровой обдувки

2.2.1. Аппараты паровой обдувки могут применяться на котлах, сжигающих твердые и жидкие топлива, для очистки испарительных и перегревательных радиационных поверхностей нагрева, выполненных в виде настенных топочных экранов, полурадиационных (ширмовых) и конвективных поверхностей нагрева, РВП.

2.2.2. В качестве обдувочного агента следует использовать перегретый пар с температурой не менее 350 °С и давлением 1-4 МПа (в подводящих паропроводах).

2.2.3. Рекомендуется использовать следующие основные типы аппаратов паровой обдувки:

для очистки топочных экранов - маловыдвижные аппараты (с ходом до 1 м) с вращательно-поступательным движением обдувочной трубы и регулированием давления пара по мере выдвижения сопловой головки, дающие спиральный след струи на топочном экране, а также аппараты, осуществляющие обдувку при вращении сопловой головки на постоянном расстоянии от топочного экрана;

для очистки ширмовых и конвективных поверхностей нагрева - глубоковыдвижные аппараты с вращательно-поступательным движением обдувочной трубы, дающие спиральный след струи в поперечных зазорах между трубами пучков;

для очистки РВП - аппараты с возвратно-поступательным перемещением многосопловой обдувочной трубы вдоль оси ротора либо с перемещением (поворотом) обдувочной трубы от центра ротора к периферии.

Дополнительно для очистки различных конвективных поверхностей нагрева могут быть применены глубоковыдвижные аппараты только с поступательным движением обдувочной трубы и многосопловой головкой, осуществляющие "веерную" обдувку, а также аппараты "грабельного" типа с возвратно-поступательным перемещением траверсных многосопловых головок.

2.2.4. Методы расчета и выбора схем установки аппаратов даны в разделе 3.

2.3. Устройства газоимпульсной очистки

2.3.1. Газоимпульсные устройства очистки могут применяться на котлах, сжигающих твердые и жидкие топлива, для очистки полурадиационных (ширмовых) и конвективных поверхностей нагрева, РВП.

2.3.2. В качестве рабочих агентов следует использовать горючие газы, включая электролизный водород, давлением 0,02-0,15 МПа и воздух давлением 0,002-0,6 МПа (в подводящих трубопроводах).

2.3.3. Для применения в энергетических котлах рекомендуется использовать устройства со стационарными импульсными камерами и постоянным источником газоснабжения по техническим документациям УралВТИ, завода "Котлоочистка" и НПО ЦКТИ.

2.3.4. Методы расчета и выбора схем установки аппаратов даны в разделе 4.

2.4. Устройства стационарной паровой ("пушечной") обдувки

2.4.1. Устройства "пушечной" обдувки могут применяться на котлах, сжигающих твердые топлива, для очистки полурадиационных (ширмовых) и конвективных поверхностей нагрева.

2.4.2. Для применения на энергетических котлах следует использовать устройства по технической документации завода "Котлоочистка", в качестве обдувочного агента - перегретый пар с температурой не ниже 450 °С и давлением 4-10 МПа.

2.5. Установки дробевой очистки

2.5.1. Установки дробевой очистки могут применяться на котлах, сжигающих жидкие и твердые топлива, для очистки конвективных поверхностей нагрева, включая трубчатые воздухоподогреватели, расположенные в вертикальных шахтах с опускным движением газов.

2.5.2. Для применения в энергетических котлах рекомендуются установки с пневмотранспортом дроби по технической документации

завода "Котлоочистка", использующие в качестве очищающего агента металлическую дробь эквивалентным диаметром 4-6 мм, для транспорта дроби - воздух давлением 0,03-0,1 МПа.

2.6. Устройства акустической очистки

2.6.1. Устройства акустической очистки могут быть рекомендованы для опытно-промышленного применения на котлах, сжигающих жидкие топлива и каменные угли, для очистки конвективных поверхностей нагрева, включая трубчатые воздухоподогреватели, расположенные в вертикальных шахтах.

2.6.2. Для применения в энергетических котлах рекомендуются устройства по технической документации НПО ЦКТИ, работающие на перегретом паре давлением 0,4-0,5 МПа с основной генерируемой частотой звука 30-130 Гц.

3. РАСЧЕТ И ВЫБОР СХЕМ УСТАНОВКИ АППАРАТОВ ПАРОВОЙ ОБДУВКИ

3.1. Условные обозначения

A - расчетный комплекс, кг/Дж;
a - коэффициент абразивности золы, $м^2/Н$;
B - расчетная эффективная ширина струи, мм;
d - диаметр сопла в узком сечении, мм;
G - расчетный расход пара через аппарат, кг/с;
h - глубина трубного пучка, мм;
K_H - поправочный коэффициент на эффективный динамический напор;
K_p - поправочный коэффициент на давление пара;
K_R - поправочный коэффициент на геометрическую компоновку пучка;
K_S - поправочный коэффициент на расстояние до поверхности;
K_T - поправочный коэффициент на температуру пара;
n_c - количество сопл в аппарате;
p - давление пара перед соплами, МПа;
R_{ef} - расчетная эффективная дистанция обдувки (расчетный эффективный радиус действия), м;

$R_э$ - геометрический радиус действия, м;
S - вылет сопла от топочного экрана, мм;
S_{min} - минимальное расстояние от аппарата до обдуваемой поверхности, мм;
s_2 - продольный шаг труб в пучке, мм;
T - температура пара на входе в аппарат, °С;
$T_г$ - средняя температура газов в обдуваемой поверхности, °С;
t - ширина поперечного зазора между параллельными рядами труб, мм
Z - число рядов труб в пучке;
α - угол атаки струи, °;
$\mu^{0}_{зл}$ - концентрация золы в газах при 0 °С, г/м^3

3.2. Глубоковыдвижные аппараты

3.2.I. Для эффективного применения аппаратов паровой обдувки следует выдерживать следующие условия:

при сжигании твердых топлив температура газов на входе в обдуваемые поверхности должна превышать температуру начала шлакования;

ширина поперечного зазора между трубами t во всех случаях должна составлять не менее 55-60 мм, при этом для твердых топлив, дающих плотные отложения, и расположении поверхности в зоне температур газов свыше 800 °С значения t рекомендуется принимать не менее 110-120 мм.

Примечание. Указания раздела 3.2 относятся в основном к глубоковыдвижным аппаратам с вращательно-поступательным движением обдувочной трубы, устанавливаемым для очистки гладкотрубных и мембранных ширмовых и конвективных поверхностей нагрева. По аппаратам другого типа достаточного опыта их применения в отечественной практике нет.

3.2.2. В качестве обдувочного агента следует использовать перегретый пар с рабочим давлением перед соплами (за клапаном аппарата) в основном в диапазоне 1,2-2,0 МПа. Для малозольных твердых топлив, дающих золы невысокой абразивности, давление пара может быть повышено до 2,5-3,0 МПа.

Температура пара должна приниматься не ниже 350 °С при

давлении пара менее 2,0 МПа. При давлении свыше 2,5 МПа температуру пара следует принимать не менее 400 °С.

3.2.3. При сжигании твердых топлив диаметры сопл рекомендуется принимать в соответствии с табл.I в зависимости от комплекса

$$A = 2.10^{10}\, a\, \mu_{зл}^{2}\,, \qquad (1)$$

где коэффициент абразивности золы a принимается по "Нормам теплового расчета котельных агрегатов".

Таблица I

A	d, мм
до 0,5	22-28
от 0,5 до 2,0 вкл.	16-22
св. 2,0	12-16

Примечание. Диаметры сопл указаны для диапазона рабочего давления 2,0-1,2 МПа.

При установке аппаратов на газомазутных котлах d=22-28 мм.

3.2.4. Расчетный расход перегретого пара через аппарат находится как

$$G = 9{,}2.10^{-4}\, n_{o}\, K_{T}\, p\, d^{2}\,, \qquad (2)$$

где поправочный коэффициент

$$K_{T} = 7{,}67\, T^{-0{,}34}\,. \qquad (3)$$

3.2.5. Аппараты устанавливаются в рассечке между обдуваемыми пакетами поверхностей нагрева как правило для очистки пакета с двух сторон в направлении и против движения газов.

3.2.6. При сжигании твердых топлив минимальное расстояние от оси сопловой головки до оси первого ряда труб обдуваемой поверхности рекомендуется принимать свыше значения

$$S_{min} = 21{,}5\, d\, A^{0{,}33}\, p^{0{,}45}\,, \qquad (4)$$

но в любом случае не менее 400 мм.

При установке аппаратов на газомазутных котлах S_{min}=350 мм.

Указанные расстояния определяются с учетом прогиба и биения обдувочной трубы.

3.2.7. Расстояние от оси аппарата до последнего ряда обдуваемых труб в пучке не должно превышать значения

$$B_{ef} = 0,15\ K_P\ K_H\ K_R\ d\ . \qquad (5)$$

где поправочные коэффициенты

$$K_P = 0,75\ p^{0,42}\ . \qquad (6)$$

$$K_H = 1,58\ H_{ef}^{-0,42}\ . \qquad (7)$$

Коэффициент K_R определяется из номограммы (черт.I).

При определении поправочного коэффициента K_H значения минимально эффективного динамического напора принимаются в зависимости от средней температуры газов:

для твердых топлив, дающих плотные (связанные) отложения золы (как, например, бурые угли Канско-Ачинского бассейна),

$T_г$, °С	до 650	650-750	750-850	св.850
H_{ef} , кПа	3	3-5	5-8	8-10

для твердых топлив, дающих в основном рыхлые (слабосвязанные) золовые отложения (для большинства каменных углей),

$T_г$, °С	до 700	700-800	800-900	св.900
H_{ef} , кПа	3	3-5	5-7	7-8

при сжигании жидких топлив

$T_г$, °С	до 700	700-900	св.900
H_{ef} , кПа	3	3-6	6-8

При образовании на трубах сыпучих золовых отложений H_{ef}=2-3 кПа.

При определении поправочного коэффициента K_R под величиной Z понимается число рядов труб, вдоль которых распространяется струя аппарата. При этом для коридорных пучков труб

$$Z = h / s_2 + 1\ , \qquad (8)$$

для шахматных пучков труб

$$Z = 0,5\ h / s_2 + 1\ . \qquad (9)$$

3.2.8. Эффективная ширина струи (на входе в трубный пучок) рассчитывается как

$$B = 10,8\ K_P\ K_H\ K_S\ d\ . \qquad (10)$$

где поправочные коэффициенты K_P, K_H определяются из выражений (6), (7).

3.3. Маловыдвижные аппараты

3.3.I. Маловыдвижные аппараты следует применять для очистки по схеме "на себя" настенных топочных экранов, расположенных в

вертикальной плоскости.

3.3.2. В качестве обдувочного агента следует использовать перегретый пар с рабочим давлением перед соплами (за клапаном аппарата) в основном в диапазоне 1,5-2,0 МПа. Для аппаратов со спиральным следом струи на экране давление пара (при максимальном вылете сопла) может быть повышено до 2,5-3,0 МПа.

При давлении пара до 2,0 МПа температура пара должна приниматься не менее 350 °С, при давлении свыше 2,5 МПа - не менее 400 °С.

3.3.3. Диаметры сопл в аппаратах рекомендуется принимать в диапазоне 16-22 мм, расчетный расход пара определяется как в п.3.2.4.

3.3.4. Расчетный радиус действия аппаратов с постоянным вылетом сопловой головки во время обдувки находится как

$$R_{ef} = 0,13\ K_P\ K_H\ d\ . \qquad (11)$$

Для аппаратов со спиральным следом струи на экране расчетный радиус обдувки принимается как наименьший из двух значений:

$$R_{ef} = 0,16\ K_P\ K_H\ d\ , \qquad (12)$$

$$R_S = 1,1.10^{-3}\ S\ /tg\ \alpha\ . \qquad (13)$$

В формулах (11),(12) поправочные коэффициенты определяются из выражений (6), (7) и номограммы (черт.2).

Значения минимально эффективного динамического напора принимаются в зависимости от шлакующих свойств топлива:

	слабо и умеренно шлакующие	сильно шлакующие
H_{ef}, кПа	5-7	8-10

3.4. Аппараты обдувки РВП

3.4.I. Обдувочные аппараты следует устанавливать в газовых патрубках РВП как правило для очистки набивки с двух сторон в направлении и против движения газов.

Минимальное расстояние от выходного среза сопл до обдуваемой поверхности S_{min}=150-200 мм.

Примечание. Для эффективного применения аппаратов паровой обдувки следует выдерживать следующие условия:

температурный режим набивки должен исключать интенсивное образование низкотемпературных (влажных) золовых отложений;

при расширении в сопле обдувочный агент должен оставаться в области перегретого пара.

3.4.2. В качестве обдувочного агента следует использовать перегретый пар с рабочим давлением перед соплами (за клапаном аппарата) в диапазоне 0,5-1,5 МПа и температурой не менее 350-400 °С.

3.4.3. Диаметры сопл в аппаратах рекомендуется принимать в диапазоне 10-16 мм, расчетный расход пара определяется как в п.3.2.4.

4. РАСЧЕТ И ВЫБОР СХЕМ УСТРОЙСТВ ГАЗОИМПУЛЬСНОЙ ОЧИСТКИ

4.I. Условные обозначения

a - поправочный коэффициент;
b - поправочный коэффициент, м/с;
D - диаметр выхлопного сопла, мм;
$\bar{D}$ - относительная длина труб;
$\bar{D}_c$ - относительное расстояние от выхлопного сопла;
F - площадь поверхности волнового поля, $м^2$;
$F_к$ - площадь сечения ударной трубы, выхлопного сопла, $м^2$;
k - коэффициент, характеризующий конструкцию стабилизатора;
n - степень заполнения камеры смесью;
P - давление среды у среза сопла, МПа;
P_c - давление на срезе сопла, МПа;
$\Delta P_в$ - звуковое давление в волне сжатия, дБ;
$Q_{см}$ - расход смеси, $м^3/с$;
$R_{им}$ - импульсная реактивная сила, МН;
$T_{им}$ - периодичность импульсов, с;
$V_{см}$ - скорость подачи смеси в камеру, м/с;
$V_{ик}$ - объем камеры, $м^3$;
$W_{ак}$ - волновая мощность, кВт;
α - угол от оси выхлопного сопла, °.

4.2. Общие положения и конструктивные характеристики

4.2.I. Устройства газоимпульсной очистки (ГИО) представляют собой генераторы импульсных волн умеренной интенсивности. Генерация волн сжатия осуществляется за счет взрывного (дефлаграционного) горения газовоздушных смесей в камерах и истечения продуктов взрыва. Удаление золовых отложений с поверхностей нагрева устройствами ГИО осуществляется разрушающим действием волн сжатия и динамическим напором импульсной струи продуктов взрыва. Импульсный характер процесса ГИО вызывает также вибрацию очищаемых поверхностей, способствующую разрушению и удалению отложений.

4.2.2. Устройство ГИО (стационарного типа) состоит из импульсной камеры (ИК), трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры, средств контроля и управления. ИК состоит из следующих основных узлов и элементов (черт.3):

ударной трубы I, в которой происходит взрывное горение основного объема газовоздушной смеси;

форкамеры 2 (с турбулизатором), предназначенной для для ускорения процесса взрывного горения в начальной стадии;

выхлопных сопл 3, направляющих импульсные струи и волны сжатия на очищаемые поверхности;

узла подготовки и зажигания смеси 4, состоящего из глушителя и смесителя.

ИК комплектуется запальником 5, предназначенным для периодического поджигания смеси, и блоком питания 6 запальника.

4.2.3. Ударная труба выполняется из труб наружным диаметром 2I9-426 мм с толщиной стенки не менее I0 мм (уточняется прочностным расчетом на импульсное давление 3,5 МПа при температуре стенки 300°С в соответствии с ОСТ I08.03I.08-85, ОСТ I08.03I.09-85).

Длина ударных труб обычно составляет I0-50 D в зависимости от волновой мощности $W_{ак}$. Значения $W_{ак}$ рекомендуется принимать в зависимости от площади очищаемых поверхностей в следующих диапазонах:

для РВП - I0- 40 кВт;
для котлов паропроизводительностью до 500 т/ч - 30- 80 кВт;
для котлов паропроизводительностью свыше 500 т/ч - 80-I50 кВт.

В зависимости от выбираемой $W_{эк}$ и размеров объектов очистки ударные трубы выполняются одно- или многосопловыми (2÷4 сопла). Разветвления ударной трубы на несколько сопл осуществляется применением плавных переходов (с углом не более 60°), суммарная площадь сечения сопл должна равняться площади сечения основной ударной трубы.

4.2.4. Корпус форкамеры выполняется из труб, аналогичных ударной трубе или на I-2 типоразмера больше. Длина форкамеры составляет I,5-2 $\bar{D}$ в зависимости от выбранного турбулизатора.

Форкамера одним концом соединяется сваркой с ударной трубой непосредственно или через конусный переход с углом не более 90°. Другой конец закрывается днищем (толщиной примерно I5 мм) с ребрами жесткости или диффузорным переходом на диаметр примерно 50 мм для подачи в камеру смеси. В нижней части форкамеры устанавливается дренажный патрубок с условным диаметром около 50 мм.

4.2.5. При выборе турбулизаторов необходимо руководствоваться выполнением следующих условий:

минимальное сопротивление потоку смеси и продуктам взрывного горения;

конструктивная простота и технологичность изготовления;

максимально развитая турбулизирующая поверхность.

Этим требованиям в наибольшей мере соответствуют следующие конструкции турбулизаторов (черт.4):

штыревой (а) - в котором штыри диаметром d=20-30 мм расположены в плоскости винтовой поверхности, проходят через ось по диаметру форкамеры и привариваются к последнему; зазор между штырями h=I-3 мм, количество штырей в одном витке - I2-36 шт., высота турбулизатора H=(3-5) $\bar{D}$;

диафрагменный (б) - изготавливаемый из листа толщиной S примерно I5 мм с расположенными в шахматном порядке отверстиями с d=8-I5 мм; живое сечение отверстий составляет 30% сечения ударной трубы, диафрагма приваривается на расстоянии L=(2-3) $\bar{D}$;

шнековый (в) - который содержит 1-3 витка (H=(1-3) $\bar{D}$) при шаге витка h=(1-3) $\bar{D}$ и выполняется из листа толщиной не менее 10 мм сваркой к трубе форкамеры;

турбулизатор с перегородками (г) - в котором сегменты выполняются из листа толщиной S примерно 10 мм и крепятся к форкамере на сварке; рекомендуется устанавливать 3-8 перегородок с шагом h=(0,6-2) $\bar{D}$;

турбулизатор с пристенной спиралью (д) - изготавливаемый из прутка с d=20-40 мм с шагом витка h=50-150 мм; высота спирали H=(3-5) $\bar{D}$;

турбулизатор в виде перфорированной трубы с шнековым завихрителем (е) - в котором перфорации диаметром 8-15 мм выполняются в трубе диаметром 70-120 мм, шнек выполняется из листа толщиной около 10 мм с шагом h=(0,6-1,5) $\bar{D}$; количество витков - 3-4 шт.

4.2.6. Выхлопные сопла рекомендуется применять следующих геометрических форм:

кофузорные с углом 30-60° - для очистки поверхностей, расположенных на расстоянии более 3-4 мм от выхлопных сопл; они выполняются круглой, эллиптической или овальной формы, выходное сечение их должно быть уменьшено на 10-15% по отношению к сечению элемента ударной трубы;

диффузорные с углом 30-60° - для очистки поверхностей, расположенных на небольших расстояниях от выхлопных сопл (менее 3 м);

цилиндрические - которые по направленности излучения волн сжатия занимают промежуточное положение среди указанных выше;

щелевые - для очистки РВП, трубчатых воздухоподогревателей и других низкотемпературных поверхностей нагрева.

Щелевые сопла на РВП устанавливаются на минимально возможном по условиям компоновки расстоянии до очищаемых пакетов. Размеры щелевого сопла принимают в следующих пределах: ширина щелей - 50-80 мм, длина - 300-500 мм, ширина перемычек между щелями - 50-60 мм, радиус закругления щелей - 10-20 мм, длина щелевого сопла принимается равной радиусу ротора РВП. Суммарная площадь

всех щелей должна в 2-3 раза превышать площадь сечения сопловой трубы.

4.2.7. Выхлопные сопла всех конструкций выполняются из труб диаметром 2I9-325 мм с толщиной стенки не менее 8 мм. Зазор между экранными трубами и выхлопными соплами должен составлять не менее 20 мм, выход среза сопла в газоход - 20-50 мм. В местах прохода через ограждения сопла устанавливаются во втулках с сальниковыми уплотнениями.

В качестве материалов при изготовлении выхлопных сопл используются следующие:

при температуре дымовых газов менее 500 °С - стали марки I0, 20, 2сп, 4сп;

при температуре газов 500-850 °С - стали марки XI2HI0T, 0XI8HI0T;

при температуре газов свыше 850 °С - стали марки 20X20HI4C2, 20X2H20C2.

Длина части сопла, выполняемой из указанных материалов, составляет 200-400 мм.

4.2.8. Смесители струйного типа рекомендуется выполнять по одному из следующих вариантов:

в виде перфорированной газовой трубы (условным диаметром I2-20 мм) с диаметром отверстий I-2 мм, расположенной в подводящем воздуховоде (условным диаметром 50 мм) перпендикулярно или соосно;

в виде воздуховодной трубы (условным диаметром 50 мм), перфорированной отверстиями диаметром I-2 мм в 2-3 ряда, которые закрыты коробом; в короб подводится газ.

Смесители размещают перед глушителем. Глушитель выполняется в виде емкости из трубы диаметром 2I9 мм, длиной 200-300 мм с двумя перфорированными (отверстиями диаметром 3-5 мм) внутри патрубками (условным диаметром 50 мм). Для повышения запирающего эффекта полость глушителя набивается стружкой цветных или нержавеющих металлов или кольцами Рашига.

4.2.9. Бобышку с запальником рекомендуется устанавливать в одном из следующих мест:

на корпусе глушителя;

на смесепроводе (труба условным диаметром 50 мм);

на форкамере.

В качестве запальника рекомендуется использовать искровые разрядники типа автомобильных свечей А20ДТ и А23 или запальники других типов.

4.3 Компоновка устройств и методы расчета

4.3.I. При выборе мест установки выхлопных сопл следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

направлять сопла в зоны наибольшей интенсивности загрязнения перпендикулярно очищаемым трубам (для использования вибрационного эффекта очистки) по потоку дымовых газов или перпендикулярно ему;

щелевые сопла на РВП устанавливать по радиусу РВП в газовом патрубке против потока на минимальном расстоянии от очищаемых пакетов (для подсушки отложений продуктами взрыва);

для очистки фестонов и ширм сопла размещать с фронта топки и на боковых стенах котлов между ширмами (за фестонами) по I-3 шт. с шагом по высоте 2-3,5 м;

для очистки конвективных пакетов, расположенных в верху конвективной шахты, сопла располагать в потолочных трубах, направляя их вниз с шагом 2,5-4 м по фронту котла; для очистки последующих пакетов сопла размещать в стенах конвективной шахты в межпакетных пространствах с шагом 2,5-4 м.

4.3.2. Расчет и выбор схемы устройств рекомендуется выполнять в следующих объеме и последовательности.

В зависимости от объекта очистки выбирается тип ИК по $W_{эк}$ и проводится предварительная компоновка устройств (с использованием указаний п.п.4.2.3-4.2.5, 4.3.I).

По выбранному значению $W_{эк}$, используя эмпирическую зависимость

$$\Delta P_в = 4144\, W_{эк}^{0,25}\, \bar{D}_г^{-1,23} \exp[-0,001\, \alpha\, (0,02 + 1,1\, \alpha^{0,65})] , \quad (14)$$

проводится построение волновых полей каждого устройства и определяются зоны, в которых уровень давления в волнах сжатия составляет не менее I50 дВ. Зоны, ограниченные изобарой с указанным значением давления, являются зоной эффективной очистки.

Из построенных компоновок выбирается оптимальная схема,

обеспечивающая требуемые условия очистки поверхностей нагрева. По ней и $W_{эк}$ проводят конструирование основных узлов ИК и корректировку компоновки. При этом объем ИК определяют по формуле

$$V_{ик} = 0{,}01\ W_{эк} / (k\ (n - a)(V_{см} - b)) , \qquad (15)$$

где коэффициенты a=0,05; b=0,5 м/с, значение $V_{см}$ рекомендуется принимать в диапазоне 0,6-2 м/с. Значения k и n выбираются в зависимости от конструкции турбулизатора по табл.2.

Таблица 2

Тип турбулизатора	k	n
штыревой (черт.4а)	1,79	0,35
диафрагменный (черт.4б)	1,0	0,35
шнековый (черт.4в)	2,51	0,35
с перегородками (черт.4г)	1,06	0,5
с пристенной спиралью (черт.4д)	1,2	0,35
с перфорированной трубой (черт.4е)	1,33	0,5

Расход стехиометрической смеси в ИК определяется по формуле

$$Q_{см} = \Sigma\ F_к\ V_{см} , \qquad (16)$$

периодичность импульсов как

$$T_{им} = n\ V_{ик} / Q_{см} . \qquad (17)$$

4.3.3. Поверочный расчет на прочность производится для всех элементов ИК в соответствии с ОСТ 108.031.08-85, ОСТ 108.031.09-85 на действие статической и циклической нагрузок от максимально возможного давления, равного 3,5 МПа.

4.3.4. Выбор материала и расчет опор и креплений ИК к котлу следует производить в соответствии с ГОСТ 14911-82, ГОСТ 16127-79. При этом необходимо учитывать массу камер, реактивную силу при импульсном выхлопе из сопл и тепловое расширение конструкции камер при максимальном прогреве до 300 °С. Импульсную реактивную силу рекомендуется определять по формуле

$$R_{им} = (2{,}3\ P_c - P)\ F_к , \qquad (18)$$

где P_c =0,2 МПа.

При расчете неподвижных опор следует вводить поправочный коэффициент, равный 1,5.

5. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО НАЛАДКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1. Наладку и эксплуатацию средств очистки проводят согласно инструкции по эксплуатации предприятия-изготовителя (разработчика) с учетом требований и рекомендаций данного раздела.

5.2. Наладка средств очистки проводится перед пуском их в работу (на остановленном котле) и в процессе эксплуатации на работающем котле. Она должна выполняться после монтажа, ремонта или реконструкции средств очистки, а также при изменении вида и качества топлива либо других условий эксплуатации, приводящих к изменению характера и интенсивности загрязнения очищаемых поверхностей нагрева.

5.3. Наладка на работающем котле осуществляется сразу после пуска котла в работу со средствами очистки с обязательным предварительным удалением золовых отложений на очищаемых поверхностях нагрева. При наладке устанавливают режим и порядок включения отдельных средств очистки.

В каждом конкретном случае режим очистки определяют из условий получения наибольшего эффекта очистки при обеспечении надежной работы металла очищаемых поверхностей нагрева. Рекомендации по режимам очистки аппаратами паровой обдувки и устройствами газоимпульсной очистки приведены в обязательных приложениях 1 и 2.

5.4. Установленный в период наладки режим очистки корректируется в процессе эксплуатации исходя в основном из результатов визуального контроля за состоянием экранов, изменения сопротивления и температур газового тракта, тепловой эффективности поверхностей нагрева, надежности работы систем шлакоудаления и золоулавливания, а также результатов контроля за состоянием металла очищаемых поверхностей нагрева.

5.5. При комплексной или комбинированной очистке наладка и выбор режима очистки всех средств очистки должна проводиться одновременно.

5.6. При наладке и эксплуатации средств очистки обязателен контроль за состоянием металла очищаемых поверхностей нагрева.

5.7. Средства очистки должны включаться регулярно с режимами

очистки, определенными при наладке, а также непосредственно перед остановом котла. Средства очистки разных типов включают как правило последовательно. Порядок включения средств очистки - как правило по ходу газов.

5.8. Средства очистки, а также системы дистанционного и автоматического контроля ими должны находиться в постоянной готовности к действию. Не допускается включение средств очистки при неисправной системе защит.

Приложение 1
Обязательное

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕЖИМУ ОЧИСТКИ АППАРАТАМИ ПАРОВОЙ ОБДУВКИ

1. Режим очистки устанавливают при наладке и эксплуатации в основном по следующим параметрам: давлению пара перед соплами аппаратов, периодичности включения аппаратов, количеству одновременно включаемых аппаратов.

Давление пара в основном определяет эффект разовой очистки, периодичность включения аппаратов в большей степени зависит от темпа загрязнения поверхности.

Примечание. Аналогичный изменению давления эффект очистки может быть также получен за счет варьирования диаметра сопл в аппарате. При этом повышение давления пара, например, в 1,5 раза эквивалентно по интенсивности воздействия струи увеличению диаметра сопла примерно в 1,2 раза.

2. Давление пара перед соплами глубоковыдвижных аппаратов (при очистке ширмовых и конвективных поверхностей нагрева) рекомендуется принимать: 2,0-1,6 МПа при соплах диаметром 12-20 мм, 1,6-1,2 МПа при соплах большего диаметра. При сжигании малозольных топлив с золой невысокой абразивности давление пара может быть повышено в 1,3-1,5 раза.

Для маловыдвижных аппаратов (при очистке топочных экранов) обычный диапазон давлений пара составляет 2,0-1,5 МПа при соплах диаметром 16-22 мм (в аппаратах со спиральным следом струи и регулируемым давлением максимальные значения могут быть выше в 1,3-1,5 раза).

В аппаратах очистки РВП давление пара рекомендуется принимать в пределах 0,5-1,0 МПа, для газомазутных котлов - до 1,5 МПа.

3. Периодичность включения аппаратов при очистке топочных экранов принимают обычно 1-3 раза в сутки, ширмовых и конвективных поверхностей нагрева - 1 раз в сутки.

4. Давление пара и периодичность включения аппаратов уточняют в процессе наладки и эксплуатации по показателям, указанным в п.5.4, при этом следует учитывать следующее:

повышение давления пара, равно как и уменьшение длительности

gost.e-ecolog.ru