ГОССТРОЙ СССР
Главпромстройпроект
СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ
Государственный проектный институт
САНТЕХПРОЕКТ

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ВЫБОРУ СИСТЕМЫ УДАЛЕНИЯ ШЛАКА И ЗОЛЫ В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

ЖЗ-99

МОСКВА 1974

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ СССР
Главпромстройпроект
СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ
Государственный проектный институт
САНТЕХПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА
ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ВСЕСОЮЗНОГО
ОБЪЕДИНЕНИЯ СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ

_____ Ю.ШИЛЛЕР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СИСТЕМЫ УДАЛЕНИЯ ШЛАКА И ЗОЛЫ В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

ХЗ-99

1974

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Раздел первый. Характеристики топливных шлаков и летучей золы 8

Раздел второй. Рекомендации по выбору механизированных систем удаления шлака и летучей золы 15

Раздел третий. Механические системы 24

Раздел четвертый. Пневматические системы 32

Раздел пятый. Гидравлические системы 44

В настоящей работе приводятся основные характеристики систем удаления шлака и золы, их достоинства и недостатки. Приводятся некоторые данные справочного характера.

Вопросы непосредственных расчетов систем и выбор оборудования в работе не рассматриваются, так как они освещены в соответствующей литературе.

Работа выполнена инж. Н.Б.Либерман.

© Государственный проектный институт Сантехпроект Главпромстройпроекта Госстроя СССР (ГПИ Сантехпроект), 1974

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ
Характеристики топливных шлаков и летучей золы

Источниками образования золы и шлаков при сгорании топлив являются содержащиеся в них минеральные соединения.

Свойства и состав шлаков зависят от вида топлива, от содержания в составе угля пустой породы, от способа и режима сжигания топлива.

Топливные шлаки при слоевом сжигании углей представляют собой смесь из стекловидных спекшихся и недостаточно обожженных частиц, а также органических примесей в виде несгоревшего угля и угленосной породы. В зависимости от вида угля и характера угленосной породы шлаки слоевого сжигания разделяются на две группы:

- легкоспекаемые шлаки, которые получаются от сжигания каменных углей и антрацита;
- неспекающиеся шлаки, которые получаются от сжигания бурых углей и смеси углей.

При пылевидном сжигании углей получаются тонкодисперсные золы с примесью кускового шлака в количестве 5-20% от массы золы.

Летучая зола - неспекшиеся частицы неорганической части топлива величиной $\leqslant 0{,}8$ мм, которые уносятся дымовыми газами и осаждаются в газоходах.

Классификация топливных шлаков и золы по физической характеристике (крупность и плотность) и внешнему виду (цвет, структура, поверхность) приведена в табл.I. Основные физико-механические свойства составляющих шлаков слоевого сжигания антрацитов, каменных и бурых углей даны в табл.2.

Объемная масса шлаков пылеугольного сжигания по фракциям приводится в табл.3. Фракционный состав и плотность золы пылеугольного сжигания различных топлив в зависимости от типа мельниц даны в табл.4, а насыпная плотность шлака и золы - в табл.5.

Пористость и плотность шлаков различных топлив в зависимости от способа удаления шлака из топки приводится в табл.6. Щелочность золы топлив различных месторождений, которую следует учитывать при проектировании систем гидрозолоудаления, дана в табл.7.

Характеристика золы, применяемой в качестве добавки к цементу или для бесклинкерного вяжущего материала:

I) содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO_2 до 3%;

2) размеры зерен золы камерного сжигания топлива при подаче в клинкер до дробления - не ограничиваются. При подаче золы непосредственно в бетон:

- остаток на сите № 02К $\leqslant$ 5%;
- через сито № 008К должно проходить $\geqslant$ 60%;

3) содержание механического недожога $\leqslant$ I0%.

Таблица I

Классификационные признаки топливных шлаков (золы)

Вид угля и условия его сжигания	Характеристика очаговых остатков	Отличительные признаки шлаков (золы)		
		цвет	структура	поверхность
Антрацит:				
слоевое	Кусковые плотно-пористые шлаки с небольшой (I5–25%) примесью зольных частиц	От коричнево-серого до черного	Основная масса-спекшиеся куски	Значительная часть оплавлена
пылеугольное	Тонкодисперсные золы с примесью плотных кусковых шлаков	От зелено-серого до буро-черного	Сплавленные куски	Остекловванная с металлическим блеском
Каменные угли:				
слоевое	Кусковые пористые шлаки с увеличенным (20-80% по сравнению с антрацитовыми шлаками) количеством зольных частиц	То же	То же	Признаки оплавления
пылеугольное	Тонкодисперсные золы с примесью кусковых плотных или (реже) плотно-пористых шлаков	"	Сплавленные и незначительно вспученные куски	Остекловванная с незначительными порами

Продолжение табл.2

I	2	3	4	5
Бурые угли:				
слоевое	Кусковые рыхлые пористые шлаки с бо́льшой (30-50%) примесью зольных частиц	Различные оттенки от белого, желтого, розового до бурого и темно-бурого	Преобладают неспекшиеся куски, рыхлые до землистых	Весьма незначительные признаки оплавления
пылеугольное	Тонкодисперсные золы с примесью пористых кусковых шлаков	От светло-до темно-синего цвета	Спекшиеся пористые куски	Шероховатая, пористая, матовая

Таблица 2

Основные физико-механические свойства составляющих шлаков слоевого сжигания различных углей

Название угля	Наименование составляющих	Плотность в кг/м³ в куске	Плотность в кг/м³ в россыпи	Водопоглощение	Морозостойкость[x]	Характер разрушения при замораживании и оттаивании	Стойкость при попеременном насыщении и высушивании (потеря в массе), % при кипячении и высушивании	Стойкость при попеременном насыщении и высушивании (потеря в массе), % при насыщении и высушивании	Деформация объема при увлажнении (прирост), %	Примечание
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
	Несгоревший уголь	I700	860	0,8-I,7	I00/58[xx]		I,56	I,92[xxx]	0-0,32	Антрацит сжигался в топке без зольного подвала, шуровка ручная
Антрацит	Собственно шлак	I700	990	I4,I	I00/58[xx]		-	-	0	

Продолжение табл.2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
	Угленосная порода	2000	-	I,38-3,68	$\frac{40}{39}$;$\frac{60}{57}$		-	-	-	
Каменный	Несгоревший уголь	I7I0	-	I9,4	$\frac{20}{5}$;$\frac{80}{25}$ xx)		I,6	0,8	0,8-3,26xxx)	
	Собственно шлак	I990	750	-	$\frac{I00}{25}$xx)		I,5	0,8	0,02	
	Несгоревший уголь	I200-I350	460	I9-65,4	$\frac{I00}{3-5}$	Через 8 циклов образцы полностью разрушились	2,28-I5	2,I2xxx) -I9	I0 -I5,8	
Бурый	Собственно шлак	II00-I235	430-680	I4,3-I7,2	от$\frac{90}{58}$ до$\frac{20}{5}$	Разрушение собственно шлака отмечено по запекшемуся внутри куску угля и по угленосной породе	4-5	4-7	2,I5	Уголь сжигался в топках: с зодовым подвалом, при ручной шуровке и с механической шуровкой

Продолжение табл.2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
	Угленосная порода	I800-2500	-	5,24-27,5	В зависимости от устройства топки от $\frac{50}{58}$ до $\frac{I00}{2}$	Образцы, начавшие разрушаться после двух циклов, полностью разрушились после I4 цикла	-	-	-	-

x) Цифра над чертой показывает процент кусков, выдержавших число циклов испытаний, которое указано под чертой.

xx) Дальнейшие испытания не проводились.

xxx)По данным исследований А.В.Конорова(МИСИ им.Куйбышева).

Таблица 3

Плотность отдельных фракций шлаков пылеугольного сжигания

Название угля	Плотность отдельных фракций шлака, кг/м³, при величине зерен шлака, мм							
	20-40	10-20	5-10	2,5-5	1,2-2,5	0,1-1,2	0,3-0,6	0,15-0,3
Каменный	980	1025	1140	1185	1130	955	825	765
Бурый	430+480	438+508	436+550	449+568	464+574	546+605	700+760	779+900

Таблица 4

Фракционный состав и плотность золы при пылеугольном сжигании топлива (по материалам ВТИ)

Тип мельниц	Вид топлива	Полные остатки на сите, % при размерах частиц золы, мкм							Плотность золы, г/см^3
		0	5	10	20	40	60	100	
Шаровые	Донецкий Т	100	88	68	37	19	11	3	2,3–2,5
	Кузнецкий Т	100	88	69	38	23	13	5	2,3–2,5
	Челябинский уголь	100	98	82	62	37	24	9	2,3–2,4
	Подмосковный бурый	100	90	71	48	26	14	2	2,2–2,4
	То же, сушенка	100	–	54	39	25	14	1	–
	АШ	100	–	73	51	30	15	–	–
Средне-ходные	Интинский	100	98	80	58	30	19	8	2,2–2,5
	Воркутинский	100	92	75	40	19	12	4	2,2–2,5
	Ткварчельский	100	97	91	79	41	27	9	2,4–2,9
Молотковые	Кузнецкий СС	100	96	91	75	38	26	12	2,4–2,9
	Интинский	100	94	79	47	16	8	2	2,2–2,5
	Воркутинский	100	92	75	41	13	5	2	2,2–2,5
	Канский	100	95	88	66	34	18	6	2,2–2,4
	Александрийский	100	94	84	55	23	11	5	2,3–2,4
	Каширский сланец	100	95	86	65	34	16	5	2,5–2,7
	Гдовский сланец	100	98	90	34	12	7	2	2,4–2,5
	Торф	100	94	76	66	49	31	–	–

Таблица 5

Насыпная плотность шлака и золы

Характеристика шлака (золы)	Насыпная плотность шлака (золы), т/м^3
Сухой шлак (из топок с сухим шлакоудалением)	0,85
Сухая зола от золоуловителей	0,6–0,7
Мокрая зола и мокрый шлак на отвалах и шлакоотстойниках	I,4
Высушенный шлак и зола в отвалах	I,0

Таблица 6

Пористость и плотность шлака

Вид топлива	Удаление шлака из топки	Плотность шлака, т/м^3 или г/см^3	Пористость шлака, %
Торф	Сухое	2,55	35–40
Печорский уголь	Сухое	2,50	35–40
То же	Жидкое	2,69	I0
Черемховский уголь	Сухое	2,40	35–40
Челябинский бурый уголь	Сухое	2,55	35
Каменный уголь	Жидкое	2,5–2,8	I5–25
Каменный уголь	Сухое	2,0–2,6	35–45

Таблица 7

Щелочность золы различных топлив

Районы	Наименование месторождения	Сумма CaO, MgO, R_2O, %	Щелочность золы CaO, мг-экв/кг
	Первая группа		
Красноярский край	Барандатское	53	7100
Красноярский край	Каярское	52,7	7060
Эстонская ССР	Эстонский сланец	51	6800
Ленинградская область	Ленинградский сланец	43	5800
Канско-Ачинский бассейн	Итатское	38	5090
Канско-Ачинский бассейн	Назаровское	38,8	5060
Киргизская ССР	Сулюкта	35	4690
Канско-Ачинский бассейн	Боготольское	35	4690
Саратовская область	Саратовский сланец	31,9	4270
Канско-Ачинский бассейн	Ирша-Бородинское	31,6	4230
Узбекская ССР	Ангрен	31,5	4220
Читинская ССР	Харанорское	28	3750
Киргизская ССР	Кизил-Кия	27,7	3710
Куйбышевская область	Каширский сланец	26,3	3520
Узбекская ССР	Кара-Кече	25,5	3410
Киргизская ССР	Джергаланское	24,7	3310
Башкирская АССР	Бабаевское	20,7	2770
Днепровский бассейн	Александрийское	18,9	2530
Читинская область	Черновское	18	2410
УССР	Кое ломыйское	16,4	2195
	Вторая группа		
Бурятская АССР	Холюджанское	15,3	2050
Читинская область	Арбогорское	13,8	1850
Таджикская ССР	Шураб-2	13,2	1770
Красноярский край	Норильское	11,9	1595

Продолжение табл.7

I	2	3	4
Западная Украина	Межреченское	II,7	I570
Донбасс	Донецкое Т	II,5	I540
Бурятская АССР	Гусиноозерский	II,4	I525
Западная Украина	Ново-Волынское	I0,7	I435
Печорский бассейн	Гентинское	I0,I	I355
Челябинская область	Челябинское	9,8	I3I0
Кузнецкий бассейн	Бассейн в целом	9,8	I3I0
	Третья группа		
Донецкий бассейн	Донецкий АШ	8,8	II80
Печорский бассейн	Хальмерюкское	8,8	II80
Печорский бассейн	Воркутинское	8,7	II65
Тувинская АССР	Эмчастинское	8,3	III0
Свердловская область	Буланшанское	8,2	II00
Казахская ССР	Карагандинское	8	I070
Бурятская АССР	Баянгольское	7,6	I020
Грузинская ССР	Ахалцикское	7,3	980
Свердловская область	Волчанское	6,9	922
Грузинская ССР	Ткибульское	6,6	882
Грузинская ССР	Ткварчельское	6,6	882
Таджикская ССР	Шаргуньское	6,4	859
Подмосковный бассейн	Бассейн в целом	6	804
Кузнецкий бассейн	Осинниковское	5,8	774
Свердловская область	Егоршинское	5,4	724
Киргизская ССР	Кок-Янчакское	5,3	7I0
Грузинская ССР	Ткибульское Д	5,3	7I0
Грузинская ССР	Ткварчельский промпродукт	4,9	656
Читинская область	Табагатайское	4,3	576

Продолжение табл.7

I	2	3	4
Казахская ССР	Экибастузское	2,6	348
Казахская ССР	Куу-Чекинское	2,5	335
Свердловская область	Кизеловский бассейн	2,I	28I

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

Рекомендации по выбору механизированных систем удаления шлака и летучей золы

Указания по выбору систем

I. Механизированные системы удаления шлака и золы должны обеспечивать:

а) непрерывность и поточность процесса;

б) максимальную механизацию и автоматизацию всех операций по удалению шлака и золы;

в) наилучшие санитарно-гигиенические условия труда;

г) минимальные капитальные затраты и эксплуатационные расходы;

д) высокую ремонтоспособность оборудования систем и минимальный межремонтный период.

2. При проектировании механизированных систем удаления шлака и золы решаются задачи комплексной механизации следующих процессов:

а) удаления шлака, провала и золы из топки котельного агрегата;

б) удаления летучей золы из бункеров газоходов котла, хвостовых поверхностей нагрева и золоулавливающих устройств;

в) удаления шлака и золы за пределы котельной и загрузки бункеров временного хранения;

г) транспортирования шлака и золы от бункеров временного хранения на шлакозолоотвал или к месту переработки.

Механизация первых двух процессов (п.п. а и б) связана с технологическим процессом топливосжигания и решается с учетом конструкции и режима работы топочных устройств, а также компоновки котельного агрегата. Механизация операций п.п.в и г носит чисто транспортный характер и зависит от компоновки котельной, генплана и местных условий.

3.Выбор системы удаления шлака и летучей золы зависит от способа сжигания топлива, типа топочного устройства, суммарного количества материала (шлака и золы),подлежащего удалению за пределы котельной, наличия отводимых территорий для шлакозолоотвалов.

4.При слоевом сжигании топлива применяются, как правило, механические и пневматические системы.

При камерном сжигании - гидравлические и пневматические системы. Для котельных большой производительности возможно применение также комбинированных систем, т.е. сочетание указанных выше систем.

Выбор системы шлакозолоудаления должен производиться на основании технико-экономических расчетов.

5.Механизированные системы проектируются с совместным или раздельным удалением шлака и золы. При утилизации шлака и золы рекомендуются раздельные системы.

При использовании шлака и золы их следует транспортировать в бункеры временного хранения и выдавать потребителю железнодорожным или автотранспортом.
Если зола используется в качестве добавка к цементу и бетону, следует применять системы сухого золоудаления, а также пневмо-гидравлические.

Когда режим разбора золы потребителями не соответствует непрерывному режиму работы котельной, предусматривается резервирование системы удаления золы с транспортом ее на золоотвал.

6. При механических и пневматических системах для сбора шлака и золы проектируются бункеры временного хранения. При гидравлических системах шлак и зола смываются в отстойники, расположенные на территории котельной, или на внешние отвалы.

Емкость бункеров временного хранения шлака и золы рекомендуется принимать:

- при сжигании высокозольных топлив - не более 16 часового выхода;
- при сжигании малозольных топлив - не более суточного.

7. При загрузке шлаком и золой транспорта, не приспособленного для перевозки сыпучих грузов, необходимо принимать меры для защиты от пыления и загрязнения, что достигается следующими способами:

- загрузка транспорта производится в закрытом помещении;
- применяются телескопические рукава;
- при выгрузке золы из бункеров золоуловителей и осадительных станций пневматических систем применяются смачивающие шнеки.

8. Для внешнего транспорта рекомендуется использование специальных транспортных устройств: вагонов и цементовозов, или авто-цементовозов, загрузка которых производится непосредственно по спускному рукаву, герметично присоединяемому к фланцу этого устройства, без сооружения закрытого помещения.

9. Механические системы проектируются индивидуальными на каждый котлоагрегат или общими на всю котельную. Механизмы, входящие в общую систему шлакозолоудаления котельной, устанавливаются с резервом. В пневматических и гидравлических системах устанавливаются резервные на-

сосы (эжекторы); могут предусматриваться также резервные золопроводы гидравлической системы шлакозолоудаления. При пневматической системе резервирование пневмопроводов не предусматривается.

Рекомендации по расчету систем

10. Для расчета систем шлакозолоудаления необходимо определить:

а) количество шлака и золы, образующихся в топке при сжигании топлива и подлежащих удалению;

б) производительность системы;

в) технико-экономические показатели;

г) производительность механизмов.

11. Количество шлака и золы, образующихся в топке, зависит от расхода топлива, качества топлива, конструкции топочного устройства и определяется с учетом провала несгоревших частиц топлива по формулам:

а) Количество образующегося шлака:

$$G_{шл}^{обр} = 0{,}01 B \alpha_{шл} \left(A^{р} + q_{ч} \frac{Q_{р}^{н}}{8100}\right), \quad т/ч \qquad (1)$$

или

$$G_{шл}^{обр} = 0{,}01 B A^{р} \frac{\alpha_{шл}}{100 - Г_{шл}}, \quad т/ч \qquad (2)$$

б) Количество образующейся летучей золы:

$$G_{з}^{обр} = 0{,}01 \cdot B \alpha_{ун} \left(A^{р} + q_{ч} \frac{Q_{р}^{н}}{8100}\right), \quad т/ч \qquad (3)$$

или

$$G_{з}^{обр} = 0{,}01 B A^{р} \frac{\alpha_{ун}}{100 - Г_{ун}}, \quad т/ч \qquad (4)$$

где B – часовой расход топлива котлом или группой котлов, включенных в систему шлакозолоудаления, т/ч;

$\alpha_{шл}$ и $\alpha_{ун}$ – доля золы и недожога в шлаке и уносе $\alpha_{шл} = 1 - \alpha_{ун}$;

$A^р$ – зольность топлива на рабочую массу, %;

$Q^н_р$ – теплота сгорания топлива, ккал/кг;

8100 – теплота сгорания недожога, ккал/кг;

q_4 – потеря тепла с механическим недожогом зависит от качества топлива и типа топочного устройства и принимается по данным нормативного метода теплового расчета котлоагрегата, %;

$Г_{шл}$ и $Г_{ун}$ – соответственно, содержание горючих в шлаке (провале) и уносе, %.

Доля золы(топлива) в уносе и содержание горючих в шлаке и уносе ($\alpha_{ун}, Г_{шл}, Г_{ун}$) зависят от вида топлива и типа топочного устройства, принимаются по данным нормативного метода теплового расчета котельного агрегата.

Количество шлака, выпадающего в шлаковые бункеры в зависимости от типа топки, в процентах от общего выхода шлака и золы ($G^{обр}_{шл} + G^{обр}_{з}$), приводится в табл.8.

12. Количество шлака и золы, образующихся при сжигании топлива, может быть выражено в зависимости от паропроизводительности котла и приведенной зольности топлива. Усредненное значение $G^{обр}_{шл}$ для различных углей может быть принято для бурых и каменных углей –

$$G^{обр}_{шл} = 0{,}0072 \frac{Д A^п}{\eta}, \quad т/ч \qquad (5)$$

где $Д$ – паропроизводительность котла, т/ч;

η – коэффициент полезного действия котлоагрегата;

$A^п$ – приведенная зольность топлива, $\frac{\%}{10^3 \frac{ккал}{кг}}$.

Таблица 8

Количество шлака, выпадающего в шлаковые бункеры котлов

Тип топочного устройства	Доля шлака от $(G_{шл}^{обр} + G_{з}^{обр})$, %
Слоевые	
Топки с верхним забросом	45÷60
Цепные решетки	70÷80
Камерные	
Топки с холодными воронками	15
Топки с утепленными воронками	25

13. Количество шлака и золы, подлежащих удалению:

$$G_{шз}^{уд} = G_{шл}^{уд} + G_{з}^{уд} + G_{зз}^{уд}, \quad т/ч . \qquad (6)$$

Количество шлака, подлежащего удалению, равно количеству образующегося шлака, с учетом провала:

$$G_{шл}^{уд} = G_{шл}^{обр} . \qquad (7)$$

Количество золы, подлежащей удалению, складывается из количества золы, осевшей в газоходах (без учета возврата уноса в топку), и количества золы $G_{зз}^{уд}$, уловленной в золоуловителях, которое определяется по формуле:

$$G_{зз}^{уд} = \frac{(G_{з}^{обр} - G_{з}^{уд})\eta_{з}}{100}, \quad т/ч \qquad (8)$$

где $G_з^{обр}$ - общее количество летучей золы, т/ч;

$G_з^{ух}$ - количество золы, осевшей в газоходах котла, т/ч;

$\eta_з$ - коэффициент очистки, %.

Распределение золы по тракту котлоагрегата в зависимости от способа сжигания топлива приведено в табл. 9.

Таблица 9

Распределение золы по тракту котлоагрегата

Участок тракта	Распределение золы, %	
	слоевое сжигание	камерное сжигание
Бункеры газоходов котла	40	15
Золоуловитель	60	85

Коэффициент очистки газов от летучей золы в зависимости от типа золоуловителя и способа сжигания топлива приведен в табл.10.

Таблица 10

Коэффициент очистки

Тип золоуловителя		Способ сжигания топлива	Коэффициент очистки, $\eta_з$, %
по способу улавливания золы	по конструкции		
Сухие инерционные	Блоки циклонов	Слоевой	85÷90
		Камерный	70÷80
	Батарейные циклоны	Слоевой	85÷92
		Камерный	80÷85
	Батарейные циклоны с рециркуляцией	Камерный	90-95
Электрофильтры	-	Камерный	96÷99

Общее количество золы и шлака, подлежащих удалению:

$$G^{уд}_{шз} = G^{уд}_{шл} + G^{уд}_{з} + G^{уд}_{зз} \text{ , т/ч .} \qquad (9)$$

I4. Расчетная производительность механизированных систем удаления шлака и золы определяется в зависимости от количества твердых веществ, подлежащих удалению, и режима их работы по формулам

для систем непрерывного транспорта

$$G^{р}_{н} = 1{,}15 \cdot G^{уд}_{шз} \text{ , т/ч} \qquad (10)$$

где I,I5 – коэффициент неравномерности выдачи материала;

для систем периодического транспорта

$$G^{р}_{п} = 1{,}12 \cdot G^{уд}_{шз} \cdot \frac{\tau_к}{\tau_с} \text{ , т/ч} \qquad (11)$$

где $\tau_к$ – число часов работы котлов в смену;

$\tau_с$ – число часов работы системы в смену (обычно принимается 4–5 часов);

I,2 – коэффициент неравномерности выдачи материала.

I5. Исходными данными для проектирования систем удаления шлака и золы являются:

I) способ сжигания топлива и тип топочного устройства;

2) тип, производительность, количество и режим работы котлов;

3) максимальный часовой расход топлива каждым котлом;

4) тип золоуловителя и коэффициент очистки;

5) характеристика топлива, в том числе:

а) рабочая зольность;

б) низшая теплота сгорания;

в) температурная характеристика золы топлива;

г) Характер очаговых остатков;

6) размер кусков шлака и фракционный состав золы;

7) средняя температура золы и шлака в бункерах;

8) доля золы в уносе, $\alpha_{ун}$;

9) содержание горючих в шлаке и уносе, $Г_{шл+пр}$, $Г_{ун}$;

I0) распределение шлака и золы по тракту котлоагрегата;

II) давление и температура пара;

I2) годовая выработка тепла и расход топлива;

I3) стоимость электроэнергии, пара и воды;

I4) наличие на площадке котельной компрессорной или разводки сжатого воздуха, давление сжатого воздуха;

I5) наличие на площадке бесплатной воды для систем гидрозолоудаления;

I6) необходимость и характер использования шлака и золы;

I7) дальность транспортирования на золоотвал;

I8) дальность транспортирования при использовании шлака и золы.

В расчете технико-экономических показателей определяются:

а) годовой выход шлака и золы;

б) годовые эксплуатационные расходы на транспортирование шлака и золы (в том числе стоимость электроэнергии, воды, пара и сжатого воздуха);

в) капитальные затраты на сооружение систем;

г) стоимость переработки I т шлака или золы;

д) стоимость переработки I т шлака или золы с учетом отпуска на сторону.

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ
Механические системы

I. Применение механических систем удаления шлака и золы рекомендуется в котельных со слоевым сжиганием топлива.

В котельных с котлами, оборудованными камерными топками, имеющими большое количество точек отбора золы у каждого котлоагрегата и незначительный выход шлака, применение этих систем не рекомендуется, так как расположение точек выгрузки не на одной прямой вызывает необходимость в установке нескольких поперечных конвейеров, подающих материал на центральную транспортную систему.

2. Достоинства механических систем заключаются в возможности осуществления непрерывного удаления шлака и летучей золы без нарушения поточности процесса, а также возможности автоматизации при невысоких капитальных затратах и эксплуатационных расходах.

Область применения механических систем ограничивается:

а) необходимостью организации узлов пересыпки, что создает очаги пыления, ухудшающие санитарно-гигиенические условия;

б) сложностью системы при большом количестве механизмов;

в) износом рабочих элементов при перемещении шлака и летучей золы, что ограничивает дальность транспортирования и надежность системы.

3. В котельных со слоевым сжиганием топлива рекомендуется раздельный транспорт шлака и летучей золы, так как транспортные механизмы не обеспечивают необходимого перемешивания шлака с летучей золой.

4. Механические системы шлакозолоудаления выполняются непрерывного и периодического действия. Системы непрерывного действия характеризуются перемещением материала непрерывным потоком в одной плоскости. Очаговые

остатки располагаются на несущих элементах механизма сплошной непрерывной массой или отдельными небольшими перемещающимися порциями. Загрузка и разгрузка системы производятся на ходу во время работы машины.

5.В системах непрерывного действия могут применяться:

- скребковые конвейеры, одно или двухцепные;
- штанговые конвейеры с качающимися скребками;
- конвейеры с погруженными скребками;
- резиновые желобчатые конвейеры;
- винтовые конвейеры.

Системы непрерывного действия рекомендуются для удаления механически непрочных, рыхлых или порошкообразных шлаков; удаления шлака и золы от бункеров котлов и бункеров золоуловителей, а также для загрузки сборных бункеров шлака.

6.Достоинства системы непрерывного действия:

- обеспечение непрерывности и поточности топочного процесса;
- возможность автоматизации;
- относительно надежная и устойчивая работа механизмов благодаря непрерывной выдаче шлака небольшими количествами.

7.Системы периодического действия характеризуются цикличностью работы механизмов, при которой материал транспортируется отдельными порциями. Системы проектируются на базе машин, работающих по принципу возвратно-поступательного движения: в одном направлении - с грузом; в другом - без груза. Загрузка и разгрузка рабочего элемента в машинах периодического действия производится, как правило, во время остановки.

8.В системах периодического действия могут примяняться скреперные подъемники и канатные скреперы.

9.Системы периодического действия рекомендуется применять при сжигании углей, имеющих механически прочные шлаки с размером кусков до 300 мм, а также для транспорта шлака в сборные бункера котельной.

10. Механические системы периодического действия выполняются с "сухим" или "мокрым" трактом шлакозолоудаления.

11. В установках с сухим трактом шлакозолоудаления шлак выпускается в сухой канал, проходя предварительное гашение в шлаковых бункерах топки. Для борьбы с пылью и газами применяется вытяжная вентиляция и герметизация узлов пересыпки. Условием надежной работы установок является наличие плотных шлаковых и золовых затворов с дистанционным управлением, отделяющих бункеры от транспортных механизмов.

12. В установках с мокрым трактом шлакозолоудаления шлак выпускается непосредственно в канал с водой, являющийся гидрозатвором, который исключает пыление и газовыделение в помещениях.

13. Системы с сухим трактом применяются для удаления шлака и золы любого качества от котлов с полумеханическими топками и топками системы Шершнева.

Системы с мокрым трактом применяются для удаления шлака и золы, не склонных к цементации.

14. Преимущества систем периодического действия: низкие капиталовложения и эксплуатационные расходы.

К недостаткам систем периодического действия относятся:

- нарушение непрерывности топочного процесса;
- ограничение производительности системы, в связи с цикличностью работы машин периодического действия;
- недостаточная дальность транспортирования, которая ограничивается канатоемкостью лебедок;
- необходимость для обеспечения безопасности в двух каналах: рабочем и служебном коридоре;
- громоздкость внешнего тракта;
- значительный износ канатов и блоков.

15. Рекомендуемые механизмы для систем механического транспорта приводятся в табл. 12.

Таблица II

Рекомендуемые механизмы для систем механического транспорта

Наименование системы	Основные узлы и элементы	Оборудование	Примечание
Непрерывного действия	Шлакоудаляющие устройства	Скребково-цепной шнековый питатель	Применяется один из перечисленных механизмов
	Золоудаляющие устройства	Мигалка, винтовой конвейер	
	Центральный транспортный механизм	Скребковый конвейер шахтного типа или с качающимися скребками, горизонтальный ленточный конвейер, винтовой конвейер, конвейер с погруженными скребками[x]; горизонтально-наклонный ленточный конвейер[x]	
	Механизм подачи материала в бункера временного хранения	Скребковый конвейер шахтного типа наклонный Ковшевой цепной элеватор Конвейер с погруженными скребками[x] Горизонтально-наклонный ленточный конвейер[x]	
Периодического действия	Шлаковый бункер с затвором	-	
	Золоудаляющие устройства	Мигалка, винтовой конвейер	

Продолжение табл.II

I	2	3	4
	Центральный транспортный механизм	Скреперный подъемник; канатный скрепер "мокрый"; сухой канатный скрепер	

х) Механизм общий для двух узлов.

16. Конструкция шлакоудаляющих устройств должна обеспечивать:

а) быстрое охлаждение шлака, при котором в раскаленном шлаке создаются напряжения, вызывающие распад на мелкие куски или растрескивание, что облегчает или исключает дробление шлака. При удалении механически непрочных или мелких шлаков бурых и некоторых сортов каменных углей, шлакоудаляющие устройства могут проектироваться без дробильных валков;

б) создание гидравлического затвора, исключающего присосы воздуха в бункер и топку котла;

в) дозирование количества шлака, поступающего на конвейер;

г) работу при неравномерном поступлении шлака из топки.

17. Шлакоудаляющие устройства могут выполняться на основе скребковых, винтовых, плунжерных и других питателей или конвейеров. Шлакоудаляющие устройства должны эксплуатироваться при малых числах оборотов или при низких скоростях, что повышает срок службы механизмов.

18. При применении для транспорта шлака шахтных конвейеров серийного изготовления типа СР-52 рекомендуется:

- убирать верхние стальные решетки;
- заменять нижние решетки плитами из серого чугуна с отбелом, или убирать без замены и транспортировать шлак по дну железобетонного канала;

заменять стальные скребки скребками из отбеленного серого чугуна;

вносить изменения в привод конвейера для работы при скорости движения не более 0,2÷0,5 м/сек.

19.В случае применения в качестве центрального транспортного механизма ленточного конвейера следует использовать специальные теплостойкие желобчатые ленты шириной 500 мм.Загрузка ленты шлаком осуществляется шлаковыгружателем.

20.При проектировании систем с использованием в качестве центрального транспортного механизма мокрого скреперного подъемника типа ПСШ серийного изготовления (ПСШ-0,35-65°; ПСШ-0,35-75°;ПСШ-0,5-65°; ПСШ-0,5-75°) рекомендуется:

а) применять раздельное удаление шлака и летучей золы, используя подъемник только для удаления шлака;

б) длину горизонтального участка подъемника выбирать из условий компоновки котлов таким образом, чтобы суммарная длина каната по горизонтали и наклону не превышала канатоемкости лебедки;

в) горизонтальный железобетонный канал заполнять водой из учета погружения шлаковой течки в воду не менее 100 мм, создавая гидрозатвор;

г) принимать угол установки наклонной части подъемника 65 или 75° и его высоту в зависимости от расчетной емкости сборного бункера шлака;

д) сборный бункер шлака выполнять встроенным в здание котельной и оборудовать шиберным затвором с цепным приводом, паровым обогревом, поддоном для сбора воды и конденсата и резинотканевым рукавом для спуска в канализацию;

е) лебедку подъемника устанавливать у головного участка подъемника на площадке, доступной для обслуживания, на уровне верха сборного бункера шлака, над натяжным устройством;

ж) в зависимости от количества очаговых остатков, подлежащих удалению из канала, применять периодический или непрерывный режим работы подъемника, с периодом останова при периодической работе из расчета накопления в зоне одного котла не более 200 кг шлака;

з) предусматривать автоматическую работу подъемника с включением и остановом со щита;

21. Подъемники скреперные типа ПСШ применяются для механизации шлакоудаления в котельных с котлами паропроизводительностью до 10 т/ч, с механическими и полумеханическими топками, а также в котельных, сжигающих фрезерный торф в топках Шершнева или кусковой торф в топках шахтного типа.

Подъемники могут быть также рекомендованы в качестве индивидуальных шлакоудаляющих устройств к котлам паропроизводительностью более 20 т/ч, оборудованных механическими топками. Поагрегатная компоновка скреперных подъемников шлака улучшает эксплуатацию топочных устройств и облегчает условия вывода котлоагрегатов на ремонт.

22. Во избежание коррозии все металлические части подъемника, находящиеся в канале, должны быть покрыты антикоррозийным лаком № 411, ГОСТ 1347-41, канат - смазкой марки "индустриальная канатная" "ИК", ГОСТ 5570-50.

23. При проектировании систем с использованием в качестве центрального транспортного механизма канатных скреперов рекомендуется:

а) применять скреперные ковши с вертикальными боковыми стенками, задней откидной стенкой и дырчатым дном;

б) устанавливать реверсивные скреперные лебедки;

в) размещать скреперные лебедки у фронта обслуживания котлов;

г) прокладывать рабочую ветвь скреперного каната по дну канала, ограничивая перегибы в разных плоскостях;

д) прокладывать холостую ветвь каната под потолком зольного этажа или по каркасу обмуровки котла, расположение холостой ветви в верхней части канала затрудняет осмотр и смазку блоков;

е) удлинять заднюю часть скреперного канала за пределами котлов с подъемом на 20–25° для выхода скрепера из воды при обратном ходе с целью предотвращения натаскивания шлака;

ж) устанавливать блок скреперного каната ближайший к барабану с ручьем на расстоянии от него не менее, чем в десять раз превышающем длину барабана лебедки, измеренную между крайними витками каната;

з) принимать угол подъема наклонной части скреперного канала не более 25°;

и) применять отопление сборного бункера шлака и золы и наружной части скреперного канала в районах с температурой воздуха наиболее холодной пятидневки – 24°С и ниже;

к) выполнять скреперный канал водонепроницаемым, с применением сульфатостойких цементов.

24. Скреперы канатные могут быть рекомендованы для механизации шлакоудаления в действующих котельных с ручными топками.

25. Достоинства скреперного удаления (сухого и мокрого) состоят в относительно высокой степени механизации процесса, простоте механизмов, невысоких капитальных затратах и эксплуатационных расходах.

Преимущество мокрого скреперования в отсутствии шлаковых затворов и пыления при транспортировании шлака.

26. Общими недостатками как сухого, так и мокрого скреперного шлакоудаления является:

а) периодичность работы;

б) натаскивание шлака к задней стенке канала при обратном ходе ковша;

в) необходимость периодической смены тросов;

г) громоздкость шлакового тракта;

д) цементация шлака в мокром канале и пыление в сухом.

27. Недостатки, присущие мокрому скреперованию:

а) ограниченность применения по качеству шлака;

б) необходимость нейтрализации воды, заполняющей канал перед сбросом в канализацию;

в) необходимость утепления внешнего тракта и бункера шлака для предохранения от смерзания мокрого шлака.

28. В котельных со слоевым сжиганием топлива при раздельном удалении шлака и летучей золы, для удаления летучей золы из бункеров золоуловителей, могут применяться пылеплотные конвейеры с погруженными скребками шириной 200 мм.

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

Пневматические системы

1. В пневматических системах транспортирование материала (шлака, золы) осуществляется по трубопроводам в потоке воздуха за счет разности давлений (разрежения или избыточного напора).

2. Преимуществом систем пневматического транспорта является:

а) герметичность системы - отсутствие пыления по тракту;

б) транспортирование и выдача материала в сухом виде;

в) простота сооружения и небольшие габариты оборудования;

г) возможность осуществления перемещения материала в любых направлениях по пространственным трассам трубопроводов, что значительно облегчает компоновку оборудования при любом количестве точек забора материала;

д) высокая производительность и возможность транспортирования материала на значительные расстояния;

е) простота эксплуатации;

ж) возможность автоматизации операций.

3.К недостаткам систем пневматического транспорта относятся:

а) износ отдельных элементов системы и необходимость их замены в процессе эксплуатации;

б) удельный расход электроэнергии больший, чем у механических систем;

в) необходимость изготовления большого количества нестандартизированного оборудования.

4.В котельных установках применяются следующие системы пневматического транспорта шлака и золы:

- вакуумная (всасывающая);
- напорная (нагнетательная);
- комбинированная (вакуумно-напорная).

5.При вакуумной системе материал перемещается в струе разреженного воздуха, разрежение создается вакуумными насосами или паровыми эжекторами.

Область применения вакуумной системы - транспортирование шлака и провала от механических топок; шлака и золы от камерных топок, золы от бункеров золоулавливателей и уноса из внешних газоходов к разгрузочной станции. Дальность транспортирования ≤ 200 м, при концентрации аэросмеси 5 ÷ 40 кг/кг. Производительность системы $\leq$ 50 т/ч.

Отличие вакуумной системы от других систем пневматического транспорта:

- простота сооружения и компактность оборудования;
- наименьшие дальность транспортирования и производительность.

6.В напорной системе материал транспортируется в струе сжатого воздуха, напор создается компрессорами или поршневыми насосами.

В напорных системах достигается большой перепад давления и высокая плотность воздуха, что обеспечивает возможность транспортирования крупно-кусковых материалов на большие расстояния. Материал можно загружать одновременно в нескольких точках.

Напорные системы выполняются по двум схемам: низконапорные и высоконапорные.

7.Низконапорные системы применяются для транспортирования из котельной шлака или золы с размером кусков до 20 мм, на расстояние до 100 м, при концентрации аэросмеси 5÷30 кг/кг. Особенности низконапорной системы:

- простота обслуживания, небольшие габариты оборудования, удобство эксплуатации;
- большой расход сжатого воздуха при длине транспортирования более 50 м.

8.Высоконапорные системы применяются для транспортирования мелкозернистого материала (золы) с размером кусков до 5 мм на расстояние до 1000 м, при концентрации аэросмеси 5 ÷ 50 кг/кг.

Ниже приводятся особенности высоконапорных систем с камерными и винтовыми насосами.

Система с камерными насосами:

- работа в периодическом режиме, непрерывное транспортирование может быть осуществлено только при двух насосах и сложной системе переключения по золе и воздуху;
- небольшой расход электроэнергии;
- отсутствие изнашивающихся частей;
- большие габариты по высоте;
- сложность и дороговизна системы.

Система с винтовыми насосами:

- работа в непрерывном режиме;
- малые габариты по высоте;
- большой расход электроэнергии;
- износ корпуса и винта.

9.Комбинированная система (вакуум-напорная) харак-

теризуется сочетанием всасывающей и нагнетательной систем (низкого или высокого давления). Участок забора материала - вакуумная система; участок транспортирования материала к потребителю - напорная система. Применяется комбинированная система для транспортирования золы из котельной на заводы строительных материалов на расстояние до 800 м, при подъеме на 35 м (при расстоянии больше 800 м устанавливаются перекачивающие станции).

Комбинированные системы имеют следующие особенности:

- большая дальность транспортирования;
- надежность в эксплуатации;
- управление работой насадок под золовыми бункерами не может быть автоматизировано;
- одна напорная система с камерными насосами может обслуживать до трех вакуумных систем.

10.Состав механизмов и оборудования пневматических систем приводится в табл.12.

Таблица 12

Оборудование пневматических систем

Система	Основные узлы системы	Оборудование или элементы котла	Примечание
	Шлакоприемные устройства	Шлаковые бункеры, дробилки шлака, насадки	
	Золоприемные устройства	Золовые бункеры котлов и золоуловителей с насадками и шиберными или дисковыми затворами	
Вакуумная	Осадительные станции	Циклон - осадитель, сборный бункер золы и шлака, пылеуловитель, мокрый фильтр, сборник пыли	

Продолжение табл.I2

I	2	3	4
Вакуумная		Устройства разгрузки циклонов и бункеров, шлюзовые и дисковые затворы, клапаны - мигалки, смачивающие шнеки	
	Отсасывающие устройства	Вакуумные насосы, паровые эжекторы	
	Шлакозолопроводы	Трубы стальные толстостенные, специальная чугунная арматура и фасонные части, пробковые краны, тройники и колена	
Низконапорная	Шлакоприемные устройства	Шлаковые бункеры, дробилки шлака, смесительные аппараты	
	Золоприемные устройства	Золовые бункеры котлов и золоуловителей со смесительными аппаратами и шлюзовыми затворами	
	Осадительные станции	Состав оборудования аналогичен вакуумной системе	
	Воздуходувная станция	Поршневые компрессоры, воздуходувки	
	Трубопроводы сжатого воздуха	Трубы стальные, бесшовные	

Продолжение табл.12

I	2	3	4
Низконапорная	Шлакозолопроводы	Состав оборудования аналогично вакуумной системе	
Высоконапорная	Золоприемные устройства	Золовые бункеры котлов и золоуловителей с затворами, однокамерные, двухкамерные или винтовые насосы	
	Осадительные станции	Состав оборудования аналогичен низконапорной системе	
	Воздуходувная станция	То же	
	Трубопроводы сжатого воздуха	-"-	
	Золопроводы	-"-	
Вакуум-напорная (комбинированная)	Участок забора материала	Состав оборудования вакуумной системы	
	Участок транспортирования материала к потребителю	Состав оборудования высоконапорной или низконапорной системы	

II. В котельных установках в настоящее время нашли применение вакуумные системы. Ниже приводятся основные рекомендации по выбору и компоновке оборудования этих систем.

I2. Размер кусков шлака, поступающего в приемные насадки системы, не должен превышать 0,3 диаметра транспортного трубопровода. Наиболее экономичным является размер кусков до 20 мм.

I3. Для дробления кусков шлака размером I00-I50 мм устанавливаются двухвалковые дробилки типа ДШ 2 х 250, для кусков размером до 400 мм - трехвалковые дробилки типа ДШ 3 х 250 х 320.

Дробилки устанавливаются на рельсовых швеллерах без крепления к ним.

I4. При транспортировании горячего кускового шлака, во избежание спекания и для частичного снижения температуры, устанавливаются притушивающие сопла.

Сопла устанавливаются в бункерах над максимальным уровнем шлака с козырьками, защищающими их от попадания кусков шлака.

I5. Под котлами с камерным сжиганием топлива, в том числе фрезерного торфа, устанавливаются двухвалковые, шлаковые дробилки с бункером копильником над дробилкой.

Промежуточные бункера (копильники) должны иметь водяные рубашки и лючки для шуровки.

I6. Для забора материала любого фракционного состава, в том числе подготовленного дроблением, устанавливаются регулируемые насадки.

Для забора материала с размером частиц более 20 мм при содержании его в транспортируемом материале в количестве менее I0% могут устанавливаться нерегулируемые насадки.

Проходные насадки применяются для материала с фракционным составом от 200 мкм до 20 мм при расположении до 3-х точек забора в один ряд, расстоянии между ними

до 5 м и расчетном времени транспортирования из каждой точки до трех минут. В остальных случаях применяются концевые насадки.

Приемные насадки располагаются таким образом, чтобы задвижка находилась с фронта дробилок со стороны шестерен.

Для забора материала с фракционным составом до 5 мм, при концентрации до 10 кг/кг, диаметр насадки принимается равным диаметру начального участка трубопровода. При размере частиц свыше 15 мм насадки следует выбирать с диаметром на один размер больше диаметра начального участка, но не менее 150 мм.

17.Емкость промежуточных бункеров шлака принимается из расчета выхода не менее чем четырех часового выхода очаговых остатков.

Между бункерами, находящимися под разрежением (батарейные циклоны, электрофильтры и т.п.) и заборной насадкой и промбункером, установка мигалки не рекомендуется.

Перед приемными насадками рекомендуется устанавливать дисковые затворы, обеспечивающие необходимую герметичность и только в отдельных случаях плоские задвижки.

18.Минимальная длина горизонтального участка от места входа материала в насадку до ближайшего поворота трубопровода, в зависимости от фракционного состава материала, принимается:

2,5 м - для фракций от 200 мкм до 5 мм;
3,5 м - для фракций свыше 5 до 20 мм;
4,5 м - для фракций свыше 20 мм.

19.Трубопроводы для пневмотранспорта рекомендуется выполнять из стали марки 14 ХГС, или других износоустойчивых марок.

Толщину стенок трубопроводов рекомендуется принимать по данным табл.18.

Таблица I3

Рекомендуемая толщина стенок трубопроводов

Условный проход, мм	I00	I25	I50	I75	200	250
Диаметр трубопровода наружный, мм	II4	I46	I68	I94	2I9	273
Толщина стенки, мм	6÷8	8÷I2	8÷I4	8÷I4	8÷I6	8÷20

Примечание. Меньшая толщина для начальных участков трубопровода, большая - для общих участков трубопровода.

На начальных участках трубопроводов устанавдиваются сварные колена из материала, применяемого для трубопроводов. На конечных участках трубопроводов - литые стальные колена из стали марки 20ХГС. При отсутствии стального литья применяются литые чугунные колена из отбеленного серого чугуна.

Для отключения отдельных участков системы применяются пробковые краны.

Врезка трубопроводов производится под углом 30^0 друг к другу с применением износоустойчивых вставок.

При транспортировании материала с температурой свыше $I00^0$С на трубопроводах устанавливаются линзовые компенсаторы.

20.В качестве первой ступени отделения материала от транспортирующего воздуха применяются осадительные камеры. В качестве второй ступени - два последовательно включенных центробежных циклона со сборниками уловленной пыли.

Емкость сборника пыли принимается равной 2% от емкости осадительной камеры. Диаметр второго циклона принимается меньшим, чем диаметр первого циклона.

21. Разрежение в системе создается при помощи водокольцевых вакуумнасосов или паровых эжекторов. При наличии пара соответствующих параметров преимущественно должны выбираться паровые эжекторы, не требующие квалифицированного обслуживания и специальных площадей для размещения.

При выборе типа вакуумнасосов следует учитывать, что наименьший расход воды имеет насос РМК-4 3-4 $м^3/ч$ при оптимальном вакууме 380÷480 мм рт.ст. Насосы ВВН-50 при прямоточной схеме включения по воде имеют расход воды 30 $м^3/ч$.

22. Для хранения материала, поступающего из осадительных устройств системы, применяются сборные бункеры. Минимальная емкость сборного бункера должна быть равна не менее трехкратной емкости осадительной камеры.

При вывозе материала автотранспортом сборные бункера должны вмещать суточный выход материала; при вывозе железнодорожным транспортом - не менее емкости вагона.

В крупных пылеугольных котельных в случае использования золы рекомендуется для ее хранения применять силосные емкости, оборудованные аэрационными устройствами. Выгрузка золы производится в автоцементовозы типа С-853 грузоподъемностью 8 т. К аэрационным устройствам подводится сжатый воздух давлением 6 $кгс/см^2$.

23. При проектировании вакуумных систем предварительный выбор оборудования может выполняться по табл. 15. Окончательный выбор оборудования производится в результате расчета системы.

24. При выборе схемы компоновки оборудования системы следует принимать схему с минимальной протяженностью трубопроводов, минимальным количеством поворотов, колен, насадок, объединяя точки выдачи материала из нескольких бункеров. Рациональность компоновки определяется местом расположения осадительной станции .

В зависимости от местных условий принимается:

Таблица I4

Выбор оборудования в зависимости от диаметра транспортного трубопровода в вакуумных системах

Диаметр начальных участков трубопровода, мм	Диаметр общего трубопровода, мм	Транспортируемый материал	Диаметр насадки, мм	Диаметр осадительной камеры, мм	Циклоны[1] (первый/второй)		Номер эжектора	Количество вакуумнасосов (рабочих/резервных)		Диаметр воздуховода от осадительной камеры до вакуумнасоса (эжектора), мм	Диаметр выхлопного воздухопровода после эжектора, мм
					Диаметр, мм[2]	Количество		РМК-4	ВВН-50		
I00	I00	Дробленый шлак	I50/I00	2000	530[3]/400[3]	I/I	№ I	I[4]	-	I25	По диаметру выходного диффузора эжектора или выхлопного патрубка вакуумнасоса
75		Зола	I00	2000	530[3]/400[3]	I/I	№ I	I[4]	-	I25	
I00	I25	Дробленый шлак	I50/I00	2000	530[3]/450[3]	I/I	№ 2	I/I	-	I50	
I00		Зола	I00	2000	530/426	I/I	№ 2	I/I	-	I50	
I25	I50	Дробленый шлак	I50/I25	2600	630[5]/426	I/I	№ 3	2/I	I/I	I75/200	
I25		Зола	I25	2600	630/530	I/I	№ 3	2/I	I/I	I75	
I50	I75	Дробленый шлак	I75/I50	2600	7I0/630	I/I	№ 4	2/I	2/I	200	
I50		Зола	I50	2600	7I0/630	I/I	№ 4	2/I	2/I	200	
I75	200	Дробленый шлак	200/I75	2600/3500	800/7I0	I/I	№ 5	3/I	2/I	250	
I75		Зола	I75	2600/3500	800/7I0	I/I	№ 5	3/I	2/I	250	
200	250	Дробленый шлак	200	3200	2x800/2x7I0	2/2	№ 6	4/I	3/I	300	
200		Зола	200	3200	2x800/2x7I0	2/2	№ 6	4/I	3/I	300	

Примечание: I) Циклоны включены последовательно.

2) Размеры циклонов даны для I и II групп пыли.

3) Входное сечение должно быть уменьшено против нормализованного циклона: для золопровода диаметром I00 мм - на 45%; I25 мм - на 25%.

4) Может быть установлен вакуумнасос РМК-8;

5) Циклон с уменьшенным сечением.

фронтальное (центральное относительно котлов) или торцевое расположение осадительной станции. Первый вариант отличается наибольшей экономичностью и эксплуатационной надежностью.

25.При расчетных диаметрах начальных участков 250мм и более установка проектируется из двух систем с диаметром до 200 мм, исключающим выпадение материала на дно трубы.

При слоевом сжигании топлива в одну систему объединяется не более трех котлоагрегатов, при этом количество точек выдачи материала не должно быть более 20.

При необходимости раздельного транспортирования шлака и летучей золы для каждого материала выполняется самостоятельная система или отдельные бункера с переключателями на транспортном трубопроводе.

26.В таблице I5 приведено сравнение капитальных затрат и эксплуатационных расходов при вакуумном пневматическом транспорте шлака и золы без учета транспорта от центрального бункера на отвал.

Таблица I5

Сравнение экономических показателей вакуумных систем

Наименование системы	Капитальные затраты, тыс. руб.	Стоимость удаления шлака и золы, руб./т	
		При стоимости электроэнергии	
		I коп/квт.ч	3 коп/квт.ч
I	2	3	4
Система с паровым эжектором:			
при бесплатной воде	53/63	I,45/I,57	I,47/I,59
при стоимости воды 2 коп/м^3	52/63	I,47/I,59	I,49/I,6I
Система с вакуум-насосом РМК:			
при бесплатной воде	57/68	I,I3/I,26	I,36/I,48

Продолжение табл.I5

I	2	3	4
при стоимости воды 2 коп/м³	57/68	I,2I/I,29	I,44/I,52

Примечание. Цифры в числителе при расстоянии до отвала I,5 км; в знаменателе - 2,5 км.

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ
Гидравлические системы

I.В гидравлических системах шлакозолоудаления транспортирование шлакозоловой пульпы происходит под воздействием смыва, осуществляемого специальными устройствами.

2.Преимущество гидравлических систем:

а) высокая степень механизации процессов удаления шлака и летучей золы;

б) высокая надежность эксплуатации;

в) нормальные санитарно-гигиенические условия работы эксплуатационного персонала;

г) возможность транспортирования пульпы на значительные расстояния без дополнительной вывозки автомобильным или железнодорожным транспортом;

д) высокая производительность систем.

3.К недостаткам систем гидрозолоудаления относятся:

а) большие капиталовложения на сооружение внешних трасс, организацию отвалов и возобновление их на новых земельных участках по мере заполнения;

б) необходимость устройства золоотвалов, занимающих большие площади, являющихся источником засорения воздушных бассейнов;

в) непригодность земли, занятой под отвалы, для последующего использования в сельском хозяйстве;

г) значительные затраты труда на поддержание соору-

жений золоотвалов , наращивание дамб, ограждающих отвалы;

д) необходимость обработки сбросных вод систем гидрозолоудаления, содержащих выщелоченные из золы соли, перед сбросом в водоемы общего пользования;

е) минеральные отложения в насосах и трубопроводах оборотных систем;

ж) большие затраты на ремонт насосов, каналов и трубопроводов внешних трасс;

з) высокие удельные расходы электроэнергии на перекачку пульпы;

и) невозможность использования мокрого шлака и золы для производства строительных материалов.

4.В котельных с камерным сжиганием топлива проектируются следующие системы гидравлического шлакозолоудаления:

самотечная система;

система с багерными насосами;

система с шламовыми и багерными насосами;

система с гидроаппаратами Москалькова;

система с эрлифтами.

5.Подача шлака в каналы систем гидрозолоудаления осуществляется при помощи шлакоудаляющих устройств, характеристика которых и рекомендации по применению даны в табл.I6.

Для удаления золы от золового бункера до золового канала применяются золоудаляющие устройства: золосмывные аппараты и золоспускные устройства,характеристика которых приведена в табл.I7.

6.При самотечной системе шлаковая пульпа, получающая энергию движения в шлакосмывной шахте или водяной ванне, движется по шлаковому каналу до узла смешения с золовой пульпой, поступающей по золовым каналам от золосмывных аппаратов; дальнейшее движение шлакозоловой пульпе сообщается от промежуточных побудительных сопел.

Таблица I6

Характеристика шлакоудаляющих устройств

Наименование	Вид применяемого шлакоудаления	Степень механизации шлакоудаления	Периодичность смыва шлака	Применение, количество и вид шлака, т/ч	Производительность шахты	
					шлак, т/ч	вода, $м^3/ч$
Шлакосмывная шахта периодического смыва	Сухое	Немеханизированное	Периодический	< I,0	6-I0	I2-22
Шлакосмывная шахта непрерывного смыва	Сухое	Механизированное	Непрерывный	Нешлакующийся мелкий шлак > I,0	I-I0	I2-22
Шахта с постоянным уровнем воды	Жидкое	Немеханизированное	Периодический	При отсутствии шнеков и скребковых транспортеров	-	По расчету
Водяные ванны со скребковыми транспортерами	Жидкое	Механизированное	Непрерывный	> I,0	I-6	По расчету
	Сухое	То же	То же	> I,0	I-6	
Водяные ванны со шнеками	Жидкое	Механизированное	Непрерывный	> I,0	I-6	По расчету
	Сухое	То же	То же	-	I-6	

Таблица I7

Характеристика золоудаляющих устройств

Тип устройств	Золосмывные						Золоспускные		
Наименование	Аппарат ВС	Аппарат ВТИ	Ковш-мигалка	Аппарат "Чайник"	Аппарат "Свободный перелив"	Золосмывной коллектор с низким расположением бункеров	Коллектор с мигалкой ВТИ и гидрозатвором	Прямые золоспуски с шиберами и мигалками	Прямые золоспуски с дополнит. золовыми бункерами и мигалками ВТИ
Режим смыва золы	Периодический и непрерывный	Непрерывный	Непрерывный	Непрерывный и периодический	Непрерывный и периодический	Непрерывный	Непрерывный	Периодический	Периодический
Область применения	К сухим золоуловителям	К сухим золоуловителям	Мокрые золоуловители типа ЦС-ВТИ и МП-ВТИ	К сухим золоуловителям	К сухим золоуловителям	Для многопольных электрофильтров	Вертикальные однопольные электрофильтры	При крупных фракциях золы с хорошей смачиваемостью золы золовые бункера котлов и сухие золоуловители	
Производительность по сухой золе, т/ч	3,0 (до 22,0)				I-6	0,095-3,58	В зависимости от производительности мигалки		
Удельный расход воды, м³/т	2 6-I8	I2	0,2-0,5	-	4-8,84	3-4	2,6-3,I	5-7	I,4
Давление воды перед соплами, кгс/см²	2-3	-	-	-	2-3	-	5-7	5-7	5-7
Кратность смыва м³/т	-	-	-	-	2,9-4	-	Выбирается по расчету		

Движение пульпы на отвал осуществляется за счет уклона канала самотеком.

Самотечная система применяется для транспорта шлака и золы в пределах котельной и на золоотвал при определенном профиле местности на расстояние до 800 м.

Отличие самотечной системы от других гидравлических систем: высокая надежность при низких первоначальных и эксплуатационных расходах; автоматичность процесса.

К недостаткам этой системы относится необходимость регулярного осмотра и очистки каналов, частой замены сопел и облицовочных плит, устройства вентиляции закрытых каналов, необходимость благоприятных рельефных условий.

7. Система с багерными насосами характеризуется совместным, самотечным транспортированием шлака и золы по каналам к багерной насосной и напорным транспортом шлакозоловой пульпы от багерных насосов на шлакозолоотвал.

Особенности системы с багерными насосами, вызванные совместным транспортированием шлака и золы: большое количество золы транспортируется при повышенных скоростях, необходимых для транспорта малого количества шлака, что увеличивает сопротивление пульпопровода, повышает напор насосов и увеличивает расход электроэнергии.

8. При раздельном транспорте шлака и золы применяются системы с багерными и шламовыми насосами. Шлак подается багерными насосами, зола - шламовыми. Движение шлаковой и золовой пульпы на отвал от багерных и шламовых насосов производится по раздельным пульпопроводам.

Системы с багерными и шламовыми насосами применяются для транспортирования шлака и золы на расстояние до 5-6 км с подъемом пульпопроводов до 10 м.

Особенности системы с багерными и шламовыми насосами, вызванные раздельным транспортированием шлака и золы: повышенные капитальные затраты, пониженные эксплуатационные расходы в связи с экономией электроэнергии (большое количество золы транспортируется при малых скоростях пуль-

пы, что снижает сопротивление золопроводов); малый напор и мощность шламовых насосов и пониженный износ золопроводов.

При раздельной системе удаления шлака и золы периметр дамб больше, чем при совместном транспорте, что увеличивает затраты на отвод осветленной воды из-за необходимости устройства дополнительных колодцев и водоотводящих железобетонных труб.

9.Характерные особенности, общие для систем с багерными и шламовыми насосами при совместном и раздельном транспорте шлака и золы:

а) необходимость установки металлоуловителей и шлакодробилок перед багерными насосами;

б) применения оборотной системы для повторного использования воды в цикле гидрозолоудаления.

IO.Работа системы с гидроаппаратами Москалькова основана на водоструйной эжекции шлакозоловой пульпы. За гидроаппаратом создается напор, транспортирующий шлакозоловую пульпу и производящий частичное дробление шлака. Системы гидрошлакоудаления с аппаратами Москалькова выполняются трех типов:

а) с совместным удалением шлака и золы по общему шлакозолопроводу;

б)с раздельным удалением шлаковой пульпы по шлакопроводу гидроаппаратом, а золовой пульпы - шламовым насосом по золопроводу;

в) с периодическим транспортированием по общему тракту совместно шлаковой и золовой пульпы
(в периоды между смывами шлака золовая пульпа откачивается шламовыми насосами по тому же золопроводу).

II.Применяются системы с аппаратами Москалькова при относительно небольших расстояниях до золоотвала при малозольных топливах, зола которых не дает отложений в пульпопроводах, а также для шлаков малой и средней прочности.

Особенности систем с аппаратами Москалькова:

а) отсутствие шлакодробилок;

б) компактность оборудования;

в) низкий кпд. аппаратов;

г) повышенные удельные расходы воды и электроэнергии в сравнении с другими системами гидрошлакозолоудаления.

I2. Работа эрлифтной системы заключается в том, что шлак после шлакосмывных шахт поступает в самотечный канал, транспортирующий его к эрлифтному подъемнику, установленному в пределах котельной.

Эрлифтный подъемник представляет собой устройство без механических движущихся частей, состоящее из U - образной трубы, работающей по принципу сообщающихся сосудов. В опускную ветвь трубы подается пульпа от самотечного канала, в нижнюю часть подъемной ветви - сжатый воздух давлением от I,7 до 5 кгс/см^2.

Вследствие изменения удельных весов происходит движение смеси вверх на высоту до I0 м, далее смесь по самотечному каналу направляется на золоотвал.

I3. Эрлифтные системы рекомендуется применять для:

а) внешнего транспорта шлака и золы от котельной до золоотвала или золоотстойника;

б) удаления золовой пульпы, имеющей щелочную реакцию (pH = 7-9,5), с содержанием щелочи 0,4 ÷ 2,0 мг-экв/л;

в) замены действующих систем внешнего ГЗУ в целях сокращения эксплуатационных затрат и повышения кпд. гидротранспорта;

г) транспортирования пульпы по трассам с гидравлическим сопротивлением до 50 кг/м^2 при использовании двух и трехступенчатых установок.

I4. Эрлифтные системы имеют следующие преимущества перед системами с багерными насосами и гидроаппаратами Москалькова:

а) высокую эксплуатационную надежность, из-за отсутствия вращающихся деталей;

б) отсутствие необходимости в дополнительном дроблении шлака;

в)малые габаритные размеры.

К недостаткам эрлифтных систем относятся:

а) недостаточно высокий кпд. (от 20 до 40%), уступающий кпд. багерных насосов;

б) необходимость больших заглублений - до 10 м;

в) трудность выбора профиля пульпопровода на отвал для обеспечения за эрлифтом самотечного движения пульпы.

15.Состав механизмов и оборудования гидравлических систем приводятся в табл.18.

Таблица 18

Оборудование гидравлических систем

Система	Основные узлы системы	Оборудование или элементы котла	Примечание
1	2	3	4
Самотечная	Шлакоприемные устройства	Холодные воронки котлов	
	Золоприемные устройства	Золовые бункеры котлов и золоуловителей	
	Шлакоудаляющие устройства	Смывные шахты периодического и непрерывного действия, шлакодробилки, водяные ванны со скребковыми транспортерами или шнеками	
	Золоудаляющие устройства	Золосмывные аппараты и коллекторы	

Продолжение табл.I8

I	2	3	4
Самотечная	Система каналов	Золовые и шлаковые каналы, смывные и побудительные сопла	
		Шандоры, переключающие устройства каналов	
С багерными насосами	Шлакоприемные устройства	Холодные воронки котлов	
	Золоприемные устройства	Золовые бункеры котлов и золоуловителей	
	Шлакоудаляющие устройства	Состав оборудования аналогично самотечной системе	
	Золоудаляющие устройства	То же	
	Система каналов	Золовые и шлаковые каналы, шандоры, пункт переключения и отключения каналов	
	Багерная насосная	Металлоуловители, центральная шлакодробилка, багерные насосы, дренажный насос, шлакозолопроводы, грузоподъемные устройства	Устанавливается при отсутствии дробления в узле шлакоудаляющих устройств
	Транспорт на отвал	Система шлакозолопроводов с запорными устройствами	

Продолжение табл.I8

I	2	3	4
	Шлакоприемные устройства	Шлаковые бункеры	
	Золоприемные устройства	Золовые бункеры котлов и золоуловителей	
	Шлакоудаляющие устройства	Состав оборудования аналогично самотечной системе	
С багерным и шламовыми насосами	Золоудаляющие устройства	То же	
	Система каналов к багерным насосам	Шлаковые каналы, шандоры	
	Система каналов к шламовым насосам	Золовые каналы, шандоры	
	Багерная насосная	Металлоуловители, центральная шлаковая дробилка[x]) багерные насосы, шламовые насосы, дренажный насос, шлакопроводы, золопроводы, грузоподъемные устройства	x)Устанавливается при отсутствии дробления в узле шлакоудаляющих устройств
	Транспорт на отвал	Система шлакопроводов и золопроводов с запорными устройствами	
	Шлакоприемные устройства	Шлаковые бункеры	
С гидроаппаратами Москалькова	Золоприемные устройства	Золовые бункеры котлов и золоуловителей	

Продолжение табл. 18

1	2	3	4
С гидроаппаратами Москалькова	Шлакоудаляющие устройства	Состав оборудования аналогично самотечной системе	
	Золоудаляющие устройства	То же	
	Система каналов	Шлакозоловые каналы, смывные и побудительные сопла	
	Гидроаппарат Москалькова	Гидроаппарат Москалькова, насос смывной и транспортирующей воды, насос эжектирующей воды, дренажный насос (эжекторный)	
	Транспорт на отвал	Пульпопроводы	

16. Для выполнения технико-экономических сравнений при выборе систем гидрозолоудаления рекомендуются показатели, приведенные в табл. 19, 20, 21, 22.

Таблица I9

Сравнительные технико-экономические данные систем гидрошлакозолоудаления с багерными насосами и аппаратами Москалькова

Наименование	Совместное удаление шлаков и золы		Раздельное удаление шлаков и золы	
	Аппаратами Москалькова	Багерными насосами	Зола-шламовыми насосами, шлак-аппаратами Москалькова	Зола-шламовыми насосами, шлак-багерными насосами
Удельный расход электроэнергии, квт.ч/т	2I,5	II,3	I3,5	I0,I
Удельный расход смывной воды, кг/кг	II,6	I2	II,6	I2
Удельный расход эжектирующей воды, кг/кг	I0,3	-	3,I2	-
Суммарный удельный расход воды, кг/кг	2I,9	I2	I4,72	I2
Эксплуатационные расходы, тыс.руб/год	94,8	56,0	69,7	50,6
Стоимость оборудования, тыс.руб.	46,0	54,0	52,0	57,0

Таблица 20

Экономические показатели гидрошлакозолоудаления

Система шлако-золоудаления	Капитальные затраты, тыс.руб.	Стоимость удаления I т шлака и золы руб/т	
		Стоимость электроэнергии	
		I коп/квт.ч	3 коп/квт.ч
1	2	3	4
Раздельная система			
Шлак - багерными, зола - шламовыми			

Продолжение таблицы 20

I	2	3	4
насосами (насосы помещены в котельной)			
бесплатная вода	I38/I64	I,09/I,22	I,23/I,40
стоимость воды 2 коп/м^3	I38/I64	I,22/I,36	I,37/I,53
Раздельная система			
Шлак - гидроаппаратами Москалькова, зола - шламовыми насосами			
бесплатная вода	I37/I67	I,I0/I,26	I,30/I,5I
стоимость воды 2 коп/м^3	I37/I67	I,32/I,47	I,5I/I,73
Совместное удаление			
Шлак и зола -аппаратами Москалькова			
бесплатная вода	I35/I65	I,22/I,44	I,65/2,00
стоимость воды 2 коп/м^3	I35/I65	I,52/I,8I	2,00/2,42

Примечания: I. При мокрых золоуловителях ЦС-ВТИ стоимость удаления золы приблизительно на I0% дороже указанной в таблице. Капитальные затраты почти одинаковые и не зависят от системы золоулавливания;

2. В числителе - расстояние до отвала I,5 км, в знаменателе - 2,5 км.

3. Сравнительные данные приведены для котельной с камерным сжиганием для трех котлов паропроизводительностью 50 т/ч.

Таблица 2I

Сравнение экономических показателей работы гидравлических систем при различном расстоянии до отвала

Система шлакозолоудаления	Капитальные затраты, тыс. руб.	Эксплуатационные расходы		Количество удаленной золы и шлака,	
		Удельный расход электроэнергии, квт.ч/т	Удельная стоимость удаления I тонны, коп/т	Шлак	Зола
I	2	3	4	5	6
Совместное удаление:					
Гидроаппаратами Москалькова					
Расстояние до отвала ℓ=2,5 км; высота подъема пульпы h = 20 м	-	2I	3I	8	42
Расстояние до отвала ℓ = 5 км; высота подъема пульпы h = 20 м	624	22	43	8	42
Багерными насосами					
ℓ = 2,5 км, h = 20 м	-	II	20	8	42
То же, ℓ = 5 км, h = 20 м	465	I2	32	8	42
То же, ℓ = 5 км, h = 50 м	-	24x)	5I x/	7	2I
Раздельное удаление:					
Шлак - багерными насосами, Зола - шламовыми насосами					
Шлакопровод ℓ = I,35 км, h = 20 м	-	I2 (шлак)			

Продолжение табл.21

I	2	3	4	5	6
Золопровод ℓ = 3 км, h = 50 м	-	4 (зола)	21	45	I72
То же, золопровод и шлакопровод ℓ = 2,5 км, h = 20 м	290	I0	20	8	42
Шлак - гидроаппаратом Москалькова, Зола - шламовым насосом					
Шлакопровод ℓ = I,35 км, h = 20 м	-	25 (шлак)			
Золопровод ℓ = 3 км, h = 50 м	-	4,I (зола)		45	I72
То же, шлакопровод и золопровод ℓ = 2,5 км, h = 20 м	287	I3,5	25	8	42

x) При совместном удалении шлака и золы багерными насосами при ℓ = 5 км и h = 50 м по данным эксплуатации удельный расход электроэнергии составляет 84 квт.ч/т, удельная стоимость удаления 68 коп/т.

Таблица 22

Сравнительные капитальные затраты на сооружение раздельной системы гидрошлакозолоудаления (тыс.рублей)

Статьи затрат	Багерные насосные в котельной	Багерная насосная за пределами котельной
Строительные работы	35	90
Шлакозолопроводы	345	270
Оборудование	90	60
Итого:	470	420

ЛИТЕРАТУРА

I. Виленский Т.В. Расчет систем золоулавливания и шлакозолоудаления. Госэнергоиздат, 1954 г.

2. Гавриленко А.Т. Система золоудаления на котлах производительностью 320 т/ч. Труды ин-та "Промэнергопроект", 1971 г., № 2.

3. Залогин Н.Г., Кропи Л.И. Проблемы разработки комбинированных систем золошлакоудаления мощных электростанций. Теплоэнергетика,№ II, 1971 г.

4. Кузнецов П.М. Удаление шлака и золы на электростанциях. Энергия, 1971 г.

5. Либерман Н.Б. Комплексная механизация котельных малой и средней мощности. ГИЗлегпром, 1958 г.

6. Успенский В.А. Пневматический транспорт. Машгиз, 1952 г.

7. Рекомендации по проектированию и эксплуатации установок пневматического транспорта. " Уралэнергометаллургпром", 1968 г.

Л-120528. Подписано к печати 10/XI-1974 г. Формат 60x84/16.
Объем 3,75 печ.л. Зак.12. Тир.6700 Цена 90 коп.

ОТРД ЦНИПИАСС
117393, ГСП-1, Москва, В-393, Новые Черемушки, квартал 28, корпус 3

gost.e-ecolog.ru