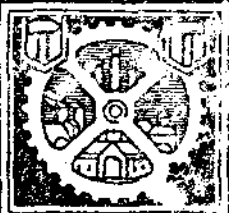




БИБЛИОТЕКА ТЕХНИКА



РЮЛЬ, А., и ШУЛЬТЕ, Р.

ЗОЛОУДАЛЕНИЕ

В

КРУПНЫХ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ



1 9 3 1

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА ★ ЛЕНИНГРАД

Библиотека техника

РЮЛЬ, А. и ШУЛЬТЕ, Р.

621.18

Р 97

2005

ЗОЛОУДАЛЕНИЕ

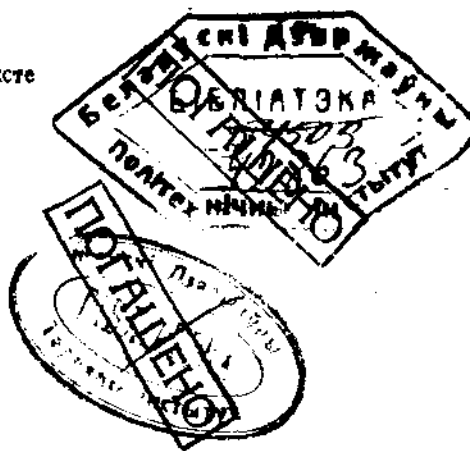
В КРУПНЫХ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Перевод с немецкого

Инж.-техн. Л. А. БОРОВИЧА

Под редакцией доц. Моск. энергетического
института Р. Г. ГРАНОВСКОГО

С 2 рисунками в тексте



1 9 3 1

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА * ЛЕНИНГРАД

Введение.

Нижеописываемые выполненные установки для удаления золы в крупных котельных не дают исчерпывающей картины того, как этот вопрос разрешается в современных условиях, а исключительно только показывают, каким путем золоудаление производится в некоторых крупных промышленных округах верхней Силезии, средней Германии, в Рурском и Рейнском округах, и насколько эта область следует за общими успехами техники.

В последнее время техника золоудаления сделала большие успехи. Относящиеся к этому вопросу специальные сочинения указывают на те разнообразные методы, которые применены для этой цели, какие преимущества и недостатки свойственны отдельным применяемым способам, а также и на те трудности, которые приходилось и еще придется преодолевать для получения целесообразной и экономично работающей установки. Отдельные монографии по этому вопросу указывают нам, что в рассматриваемых округах золоудаляющие установки в отношении своего устройства и способа работы подвергались более или менее детальной разработке, соответственно местным условиям и зольности топлива. Поэтому здесь, помимо общих работ, приведены еще подробные соображения отдельных специалистов с целью дать читателям возможность ознакомиться с теми отдельными работами в этой области, которые раньше им не были знакомы.

1. Зольность углей.

В промышленных округах среднее содержание золы в угле чрезвычайно различно и, кроме того, подвержено значительным колебаниям в отдельных сортах угля. Среднее содержание золы в угле может достигнуть следующих величин:

Среднегерманский бурый уголь	8%
Рейнский бурый уголь	2,5%
Верхнесилезская угольная пыль	14%
Рурский орешковый уголь	5%
Рурские угольные отбросы	28%

При этом необходимо заметить, что среднегерманские бурые угли содержат около 50% воды, а рейнские бурые угли имеют содержание воды в 60%, теплотворная способность их соответственно равна 2 500 и 2 000 кал./кг, так что среднегерманского бурого угля должно сжигаться в 2-3 раза, а рейнского бурого угля—в 3-4 раза больше высокосортного каменного угля. Содержание золы у верхнесилезской угольной пыли колеблется в широких пределах между 8 и 20% в зависимости от чистоты пласта. Рурские угольные отбросы, помимо 25-30% золы, содержат еще 15-25% воды, и соответственно этому теплотворная способность колеблется между 5 000 и 6 000 кал./кг. Здесь вопрос идет о промежуточном продукте—шлаке и коксовой золе, которые на рудниках Рурской области участвуют в парообразовании. Количества шлаков и золы, подлежащих удалению, если принять паропроизводительность среднегерманских бурых углей в 2,5, для рейнских бурых углей в 2, для верхнесилезской угольной пыли в 6, для рурского орешкового угля в 8, а для рурских угольных отбросов в 5,5, на 1 т пара следующие:

Для среднегерманских бурых углей	32 кг
„ рейнских бурых углей.	12 „
„ верхнесилезской угольной пыли	23 „
„ рурского орешкового угля	6 „
„ рурских угольных отбросов	50 „

Если считать 1 т пара эквивалентной 200 квтч., то для крупной электрической станции мощностью в 500 000 квт. получаются следующие количества шлака и золы ежедневно:

Для среднегерманских бурых углей	80 т
„ рейнских бурых углей	30 „
„ верхнесилезской угольной пыли	57 „
„ рурского орешкового угля	15 „
„ рурских угольных отбросов.	125 „

Сюда еще необходимо прибавить неизбежные количества несгоревшего топлива в очаговых остатках, которые при старых конструкциях топок и

при дурном обслуживании доходили до 50%, но при современных механических и пылеугольных топках бывают чрезвычайно малы. Из сопоставления приведенных цифр видно, что количества шлака и золы колеблются в весьма широких пределах, и поэтому требования, предъявляемые к золоудаляющим установкам, бывают чрезвычайно различны. Пренебрегая рурскими угольными отбросами, количество которых весьма незначительно и не имеет никакого значения для крупных электрических станций, мы видим, что для крупной электрической станции самыми невыгодными являются среднегерманские бурые угли с 80 т остатков ежедневно. Если еще принять во внимание, что сооружение крупнейших теплосиловых установок началось в обеих наиболее крупных германских буроугольных областях — среднегерманской и рейнской, — то сопоставление количеств шлаковых и золовых остатков в обеих областях показывает, что затруднения в среднегерманской буроугольной области должны быть несравненно больше, нежели в Рейнской области.

2. Старый способ золоудаления в небольших установках.

До настоящего времени, а отчасти еще и теперь, в небольших и средних установках с жаротрубными и водотрубными котлами удаление шлака и золы производится следующим образом. В зависимости от зольности угля углеочистка решеток производится один или несколько раз в смену. При высокозольном угле достаточно однократного удаления шлаков. После заламывания шлакового слоя на решетке очаговые остатки подаются с помощью кочерг и клюк в пододвинутую под решетки тележку или же выгребаются прямо на пол котельной; там они тушатся и отвозятся. При этом выделяются из не вполне сгоревших остатков газы (SO_2 , CO), к которым, вследствие заливки водой, присоединяются еще и водяные пары.

Вредное влияние на обслуживающий персонал этих газов, поднимающейся клубами пыли и жары при некоторых обстоятельствах может быть весьма значительным. При ступенчатых решетках для бурых углей это вредное влияние обычно бывает меньше, так как при подобных топках большей частью имеется зольный подвал, в который проваливаются раскаленные шлаки при оттягивании шлаковой заслонки, не мешая при этом кочегару. Во всяком случае зольные подвалы в старых установках бывают недостаточны. Они часто имеют ограниченную высоту и ширину (1,5—2,5 м), так что взрослый человек может пройти только нагнувшись. Они грязны, дурно освещаются и проветриваются, а потому весьма вредны для здоровья рабочих.

Окон часто в зольных подвалах вовсе не бывает, а двери расположены только на обоих концах. Зола через воронки падает на пол зольного подвала, там охлаждается и затем лопатами насыпается в опрокидные тележки и отвозится. Так как подвалы большей частью располагаются под полом, то вывозка золы должна производиться с помощью наклонных плоскостей или подъемников. При подыманнии шлаковой заслонки кочегар должен оповещать об этом рабочих, находящихся в подвале; это оповещение обыкновенно производится путем постукивания или путем зова. При отсутствии подобного извещения, проходящий по подвалу персонал подвергается опасности от падающих раскаленных шлаков. Работа в этих подвалах, ввиду дурного освещения и проветривания, еще тяжелее, нежели у места работы кочегара. Кочегары хоть освобождены от вредного действия раскаленных очаговых остатков, в то время как работа зольщиков происходит в очень вредных условиях.

К этому необходимо еще прибавить, что некоторые зольные подвалы не имеют достаточно выходов. Вследствие заливки водой раскаленных остатков часто образуется скользкая грязь, которая при недостаточном уклоне пола не имеет возможности стока. При каменноугольных топках в крупных установках уже с давнего времени перешли к устройству таких же зольных подвалов, которые обнаруживали те же недостатки, какими обладают буроугольные котельные установки.

Стоимость удаления шлаков и золы при таких установках составляет 1 марку на тонну.

3. Постепенное усовершенствование старого способа.

При сохранении зольных подвалов некоторое улучшение было достигнуто тем, что золе не давали падать непосредственно на пол подвала, а собирали ее в опрокидные или подвесные вагонетки. Далее введено было такое усовершенствование, чтобы шлаки сперва скоплялись в бункерах, закрываемых задвижками; при открывании бункеров заполнение вагонеток происходит в очень короткое время. Кроме того, были устроены приспособления для открывания задвижек с некоторого расстояния, так что обслуживающий персонал не подвергается никакой опасности. Затем в подвалах были устроены предохранительные ниши, в которых рабочие могли укрываться в случаях опасности. В зольных воронках были вложены брызгалки для возможности заливки шлаков перед наполнением вагонеток. При этом вследствие быстрого развития водяных паров бывали случаи, преимущественно при буроугольных остатках, незначительных взрывов, протекавшие, однако, совершенно безопасно для обслуживающего персонала.

Пол подвала стали располагать с некоторым уклоном, так что получилась возможность его лучшей очистки. Затем увеличили размеры подвалов, позаботились о проветривании и освещении их путем устройства окон или путем искусственного проветривания. При этом не всегда требовалась установка вентиляторов, так как для этой цели оказывались вполне достаточными вытяжные трубы, примыкающие к дымовой трубе и таким образом отсасывающие вредные газы из зольного подвала естественным путем. В некоторых установках поддерживающие колонны котельного корпуса устраивались полыми и снабжались в зольном подвале отверстиями, так что дурной воздух в зольном подвале мог отсасываться по этим каналам в колоннах. Эти установки также оказались вполне удовлетворительными.

В другой установке зольный подвал был устроен в виде вполне изолированного пространства. Во время чистки от шлаков никто из обслуживающего персонала не должен находиться в этом помещении; за опорожнением зольных воронок можно наблюдать через смотровое отверстие в двери. После очистки от шлаков подвал проветривается, и только тогда производится загрузка и отвозка остатков.

4. Удаление уносной золы.

Удаление уносной золы котельного агрегата из дымоходов сопряжено с меньшими затруднениями. При жаротрубных котлах отложение сажи происходит не в боковых дымоходах, а в специально для этой цели предусмотренных так называемых зольных мешках, которые обыкновенно располагаются в местах поворотов дымоходов, где вследствие изменения направления и уменьшения скорости и без того происходит отложение золы. При каменноугольных топках количество золы в дымоходах бывает

значительно меньше, так как в этих случаях работа производится с меньшими разрежениями и так как, кроме того, каменный уголь дает меньшее количество уносной золы. Наибольшая часть остатков при каменноугольной топке выделяется в самой топке в виде шлаков. Поэтому при каменноугольных топках обыкновенно нет необходимости предусматривать устройство отдельных золных мешков в местах поворота дымоходов. Наиболее вредно в теплоэкономическом отношении бывает отложение золы в самих жаровых трубах. Опыты, произведенные о-вом надзора за паровыми котлами в горном округе в Дортмунде, показали, что в котлах, жаровые трубы которых заполнены золой приблизительно до половины, производительность и использование топлива понижаются на 15%. При каменноугольной топке достаточна очистка жаровой трубы один раз в неделю при помощи скребков. Точно так же вполне удовлетворительными оказались особые вставки в жаровых трубах, которые, вызывая винтовое движение газов и повышая скорость их движения, препятствуют осаждению золы; при этом необходимо мириться с небольшой потерей тяги.

Сильнее бывает отложение золы в дымоходах водотрубных котлов, так как отдельные кипяtilьные трубки образуют сопротивление прохождению золы, содействуя ее отложению. Здесь опять имеет место все вышесказанное относительно выделения золы при каменном и буром угле. Для очистки кипяtilьных труб при буроугольных топках уже много лет тому назад введены обдувочные приспособления, состоящие из чугунных труб, снабженных соплами, которые при помощи пара или сжатого воздуха сдувают осевшую золу.

Экономайзеры известны как весьма энергичные золоуловители. Поэтому они, подобно дымоходам водотрубных котлов, постоянно снабжаются особыми золными воронками, внизу закрываемыми при помощи задвижек. Удаление золы из этих золных воронок менее вредно для здоровья рабочих, нежели удаление шлаков, так как зола обыкновенно бывает вполне прогоревшей и охлажденной. Поэтому здесь совершенно отпадают всякие неприятности от газов, жара и паров и остается только пыль, которая, однако, может быть значительно уменьшена путем соответствующего увлажнения. Зола обыкновенно сгружается с бункеров в вагонетки и затем отвозится (см. отд. 7).

5. Огнеопасность транспортирования золы.

В некоторых установках при перевозке шлаков и золы в вагонетках к месту отвала обнаружилось сильное пыление, и искрение; были даже случаи пожаров. В одной установке жаловались на сгорание деревянных брусьев откаточных вагонеток и деревянных мачт для проводов от выпавших раскаленных кусков шлаков. Это старались устранить тем, что вагонетки со шлаками еще в подвале обильно обрызгивались водой. Однако, при этом происходили взрывы, как было описано выше. Наконец, опрокидывание вагонетки на месте свалки производило сильное поднятие клубов пыли, поэтому перевозка не вполне затупенных и промоченных золы и шлаков на более или менее далекие расстояния через населенные места и леса не рекомендуется.

6. Новейшие способы золоудаления.

Выделяемые при крупных установках большие количества золы и шлаков дали толчок к введению механического удаления золы при крупных установках и с весьма заметным успехом в этой области. О выделяемых количествах остатков дает нам понятие вышеприведенное сопостав-

ление (стр. 5). Оно показывает, что количество золы и шлаков в крупных установках часто бывает настолько велико, что удаление их ручным способом не только негигиенично, но также и экономически невыгодно. Уже в 1920 г. Scholtes ¹⁾ поставил следующие требования к механическим золоудаляющим установкам (показывающие, что уже в то время известны были условия для подобных установок).

1. Ручная работа должна быть по возможности устранена. По образцу установок для топливоподачи должны быть созданы по возможности автоматически действующие механические приспособления и для золоудаления.

2. Рабочие должны требоваться постольку, поскольку они заняты контролирующей деятельностью. Ручной труд должен быть совершенно исключен.

3. Необходимо устроить просторные резервуары в виде бункеров, наполнительных воронок, зольных карманов, чтобы удаление золы производилось только в рабочие дни и только в одну смену. В ночное время, а также в нерабочие дни установки по золоудалению должны бездействовать. Промежутки между рабочими периодами используются для осмотра и ремонта.

4. Золоудаляющие установки должны работать совершенно без пыли и по своему совершенству и безопасности работы не должны уступать углеснабжающим установкам. В случае остановки вследствие неисправности должны быть предусмотрены приспособления для возможности ручной работы. Приспособления должны быть устроены так, чтобы для работы свободно могли применяться чужие рабочие или безработные.

К этим четырем пунктам, согласно приведенным в предыдущей главе соображениям, может быть прибавлен еще один пункт.

Зольные подвалы должны быть расположены выше земли; они должны быть настолько просторны, чтобы обслуживающий персонал мог в них свободно и беспрепятственно двигаться, дабы в случае опасности иметь возможность быстро покинуть помещение. Они должны быть светлы, чисты и хорошо проветриваемы. Пол должен быть устроен несколько наклонным, чтобы его легко можно было чистить. Все трубопроводы должны быть расположены в зольном подвале, вполне доступными для осмотра и должны быть уложены как можно выше. Новые золоудаляющие установки значительно разнятся между собой. Незадолго до войны появились сперва действующие сжатым воздухом—пневматические—установки, вслед за которыми появились мокрые—гидравлические—золоудаляющие установки. Постепенное развитие этого дела создало некоторые комбинации отдельных систем между собой.

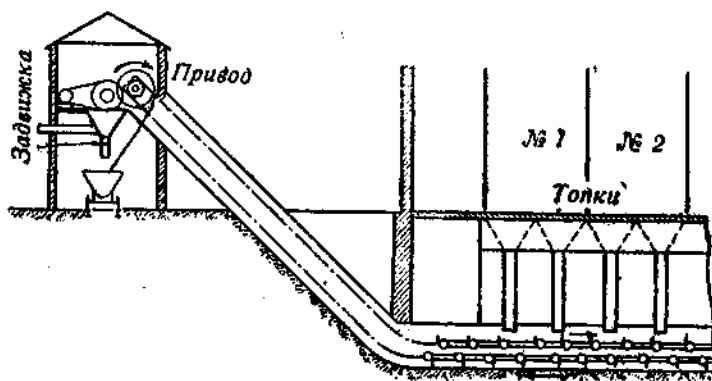
а) Механические золоудаляющие установки.

Качающиеся желоба. В каменноугольных рудниках, где качающийся желоб представляет собой давно известное и вполне оправдавшее себя средство перемещения, был произведен опыт применения этого приспособления для передвижения золы и шлаков. В одной крупной котельной установке два качающихся желоба работают друг против друга на корытообразную транспортную ленту, доставляющую остатки с помощью распределительного барабана к элеватору. Последний перемещает остатки в зольный бункер, из которого зола отвозится в вагонетках. При ежедневном количестве остатков в 15 т для обслуживания требуются двое рабочих в каждую смену. Эти двое рабочих могут даже без помощи промежуточного механизма выгребать лопатками вручную все количество выделяемых

¹⁾ „Mittellungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke“ № 27.

остатков. По сравнению с ручной работой способ этот никакого денежного сбережения не дает. Изнашивание транспортной установки бывает довольно значительно. Незатухшая зола образует сильные клубы пыли. Крупные куски шлаков до их поступления в распределительный барабан должны быть разбиты руками. Вследствие частого засаривания элеватор требует частой чистки.

Ленты со скребками (фиг. 1). Удаление золы при помощи ленты со скребками находит себе применение в котлах, отапливаемых как каменным, так и бурым углем. Лента со скребками перемещается в корыте парал-



Фиг. 1. Удаление золы помощью ленты со скребками.

лельно котельному фронту под зольными воронками мимо них. Зольные воронки снабжены штуцерами, погружаемыми в заполненное водой корыто, так что при опоражнивании воронок не происходит образования пыли. Затворами бункеров служат поворотные заслонки, предупреждающие поступление излишнего воздуха. При работе ленты со скребками мелкая зола не вполне промачивается водой и не погружается на дно, а образует на поверхности воды толстый слой теста, который время от времени должен быть удален вручную. Износ ленты со скребками довольно значителен. При ежедневном количестве остатков в 18 т для обслуживания требуется один рабочий в смену. Установки работают чисто и без пыли. С помощью подвижного подшипника лента может быть подтянута. Для предупреждения попадания каких-нибудь железных частей в корыто под каждой зольной воронкой установлена сетка из жести (ср. отд. 8, стр. 35).

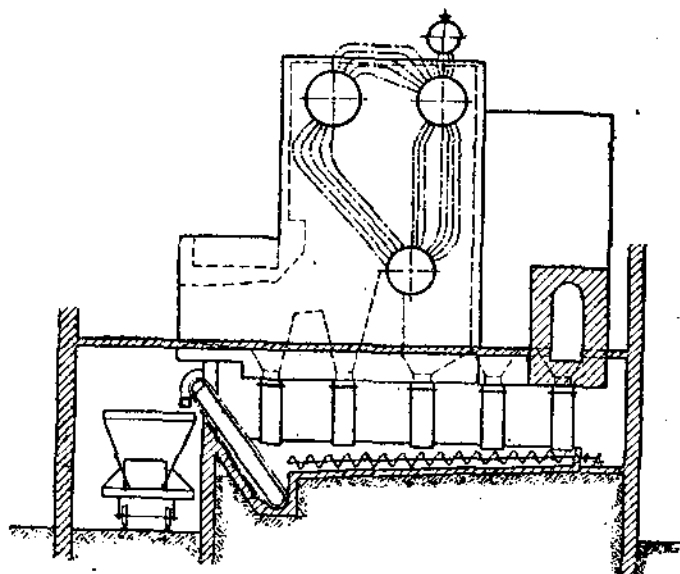
Ковшевой конвейер. На одной крупной электрической станции для перемещения золы под зольными воронками проходил ковшовой конвейер. Заполнение ковшей, однако, сопровождалось сильным пылением, которое могло бы быть предупреждено, если бы конвейер непрерывно приводился в движение. Но вследствие сильного изнашивания он приводился в движение только по мере надобности. Так как ковши заполнялись сухой золой, то при высыпании золы из ковшей на воздух поднимались клубы золы, подхватываемые ветром. Изнашивание и загрязнение очень велики и при этом способе золоудаления; он не может считаться гигиенически безупречным, и поэтому не нашел себе широкого применения.

Элеватор и шнеки (фиг. 2). В одной отапливаемой бурым углем установке на химическом заводе работает и такое золоудаляющее приспособление. Вертикальноводотрубные котлы имеют пять зольных воронок, из которых две приходятся на топку, две на дымоходы и одна — на экономайзер. Под зольными воронками на расстоянии в 1,5 м проходит желоб или корыто глубиной 1 м, заполненное водой. Под первой, принадлежащей к топке, зольной воронкой корыто углублено в виде ямы. Зольные воронки сообщены с корытом посредством погружаемых в воду труб, так что отвод золы происходит без пыли. Раскаленные куски шлаков немедленно тухнут в воде. Шнек перемещает золу и шлаки в яму, откуда они помощью элеватора подаются в подставленные вагонетки. Вал винта вра-

щается в четырех бакаутовых подшипниках, охлаждаемых водой под давлением. Последняя препятствует попаданию золы в подшипники, предотвращая таким образом сильный износ. Оба нижних подшипника элеватора также охлаждаются водой. Так как это количество воды под давлением превышает потерю воды, то часть воды постоянно стекает, увлекая с собой плавающие частицы золы. В сборной яме вода отстаивается, затем опять употребляется. Расход воды составляет около $0,5 \text{ м}^3$ на 1 т золы. Износ установки довольно незначительный. Вся установка оказалась вполне удовлетворительной.

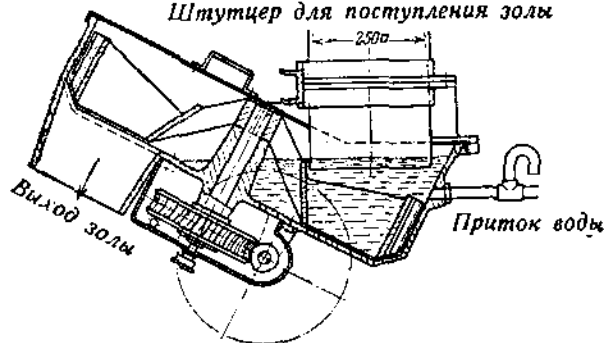
Индивидуальный золотделитель системы Швабаха (фиг. 3).

Приспособление состоит из наклонно уложенного круглого резервуара, до определенной высоты заполненного водой. В воду погружается штуцер, прижимающийся к зольной воронке, так что зола опускается на дно совершенно затухенная. Вместе с тем путем погружения трубы в воду достигается надежный затвор для воздуха. В наклонно установленном резервуаре вращается со скоростью одного оборота в минуту лопаточное колесо, состоящее из лопаточного обода и перпендикулярно расположенных широких плоских спиц. Эти лопатки сгребают находящуюся на дне резервуара золу к части дна резервуара, расположенной выше уровня воды, при чем излишняя вода стекает обратно и зола выбрасывается через выпускное отверстие, расположенное в наивысшем месте резервуара, и падает на подставленную опрокидывающуюся вагонетку. Зола оставляет прибор в слегка влажном состоянии. Размеры золотделителя колеблются в зависимости от постоянно выделяющегося количества золы. Наименьший



Фиг. 2. Элеватор с винтом.

Штуцер для поступления золы



Фиг. 3. Индивидуальный золотделитель Швабаха.

прибор для удаления золы построен со штуцером шириной в 250 мм , а наибольший — со штуцером шириной в 500 мм . Золотделители закрыты. Привод защищен от пыли. Для наблюдения и содержания в исправности аппаратов на одной установке с тремя водотрубными котлами по 400 м^2 поверхности нагрева требуется один рабочий в течение двух смен, между тем как

в третью смену с этой работой вполне справляется персонал кочегаров. В первых аппаратах этой системы привод винта не был закрыт.

Засорение и износ повели к закрыванию прибора, чем износ был доведен до нормального предела. Штуцера под зольными воронками обнаруживали склонность к закупориванию. Это неудобство было устранено путем устройства отверстий, через которые можно было время от времени устранять закупорку вручную. Наружные венцы лопаточных колес сперва отставали от стенки резервуара на расстояние 1 см. Это влекло за собой ущемление кусков шлаков между колесным венцом и резервуаром и затем поломки чугунных лопаточных колес.

В новейших конструкциях зазор между колесным венцом и стенками резервуара увеличен до 3 см и к окружности колеса прикреплены 6 угольников в качестве скрепок; этими мерами все затруднения были преодолены. Аппараты сперва доставлялись без покрытия камеры. При внезапной неловкой подаче раскаленных шлаков часто случалось, что вследствие внезапного образования водяных паров вода выбрасывалась из резервуара и причиняла ожоги обслуживающему персоналу. Поэтому аппараты строятся совершенно закрытыми, так что всякая опасность для обслуживающего персонала устранена.

Служившие для привода в движение аппарата передаточные цепи сперва были слишком слабы и впоследствии заменены более прочными. Вместо цепей могут применяться передаточные приводы.

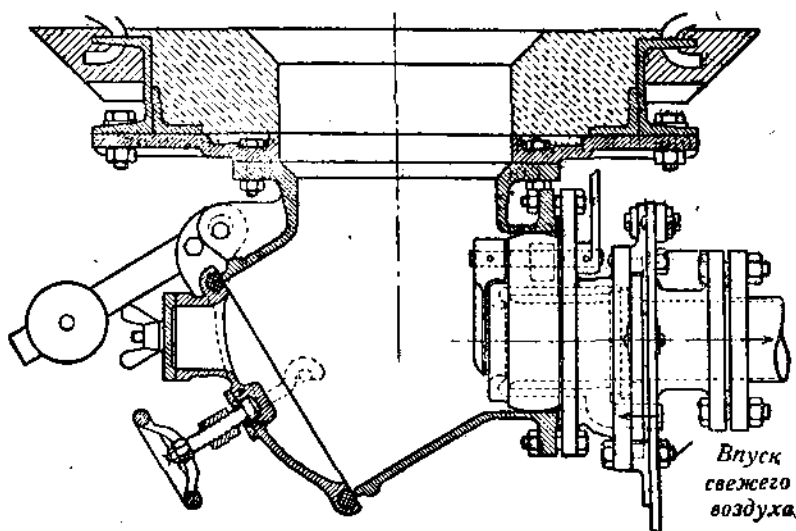
В вышеупомянутой установке с тремя котлами поверхностью нагрева по 400 м² накладные расходы без процентов и списывания составляют 360 марок в год при выделении золы в 360 т. Отсюда накладные расходы составляют 1 марку на 1 т. Сюда не входит стоимость привода к электрическому подъемнику для поднятия вагонеток до уровня земли.

Так как опыт показал, что в задних дымоходах осаждается меньше золы, то в некоторых установках ограничились применением аппарата Швабаха только под первой зольной воронкой, расположенной под решеткой. Под остальными же зольными воронками вместо золоотделителей установлены простые заполненные водой сборные ящики, сообщающиеся с передним золоотделителем с помощью трубопроводов. Падающая в ящики зола при помощи продувального (или промывного) приспособления перемещается к переднему золоотделителю, где она постоянно удаляется при помощи скребков. Промывальное приспособление состоит из соплообразных сосудов, из которых время от времени короткая струя воды вытекает в соединительную трубу, постоянно перемещая золу на небольшое расстояние. В качестве напорной воды вполне достаточно водопроводная вода. Автоматическая промывка управляется лопаточным колесом. Избыток воды очень мал и стекает через водослив. В этой установке сама промывная вода до поступления в промывальный трубопровод производит вращение лопаточного колеса.

6) Пневматическое золоудаление.

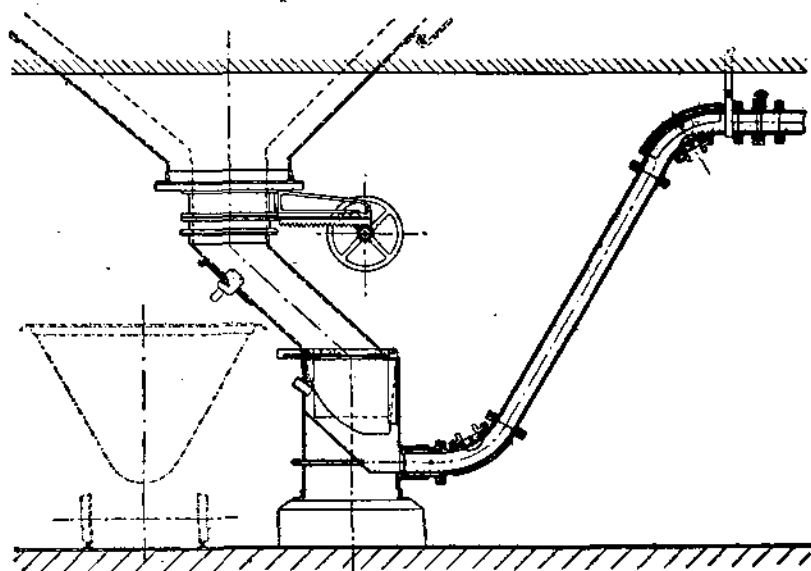
Так называемое пневматическое золоудаление впервые было применено на электрической станции, построенной в 1912 г. в рейнском бурноугольном округе. Эта установка в сущности состоит из приемника со всасывающим отверстием золоподъемных труб, сборных резервуаров, мокрых фильтров, сухих фильтров, воздушного насоса, подъемных шнеков и приводных моторов. Шлакоприемники прикреплены к зольным воронкам (фиг. 4 и 5). Приемник снабжен заглушкой для возможности производства работы золоудаления вручную, на случай неисправности механизма. К приемнику примыкает соединительный трубопровод, находящийся под

разрезением в 35—40 мм ртутного столба. В нижней части ящика, предназначенного для удаления шлаков, расположена решетка, задерживающая крупные куски шлака, так что они могут быть растолчены от руки. Через отверстие, расположенное вплотную под решеткой или соответственно в зольном бункере, засасывается воздух, увлекающий с собой золу из



Фиг. 4. Шлакоприемник.

бункера со скоростью 30—40 м в сек. При поступлении в сборные резервуары происходит уменьшение скорости воздуха на $1/800$, которое произ-



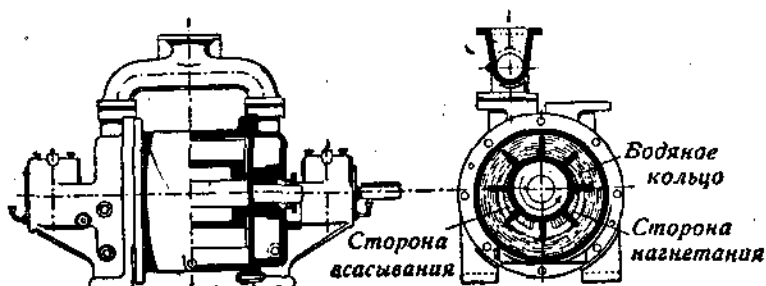
Фиг. 5. Шлакоприемник с примыкающим к нему трубопроводом.

водит выделение золы из воздушной струи. Таким образом зола собирается в сборные резервуары совершенно сухой. Последние могут быть снабжены запорным шлюзом и поворотным кулачным барабаном, так что они могут

быть заполнены и опорожнены во время работы. При непрерывном вращении кулачного барабана зола непрерывно выносится на расположенный под ним шнек. Отрабатанный воздух сперва поступает в фильтр для мелкой пыли и оттуда в часть заполненный водой мокрый предохранительный фильтр для освобождения его от мелкой увлеченной пыли.

Зола при выходе из кулачного вращающегося барабана тушится водой, израсходованной в мокром предохранительном фильтре. Несмотря на весьма незначительную скорость воздуха в сборных резервуарах, в насосы увлекаются довольно значительные количества золы и пыли. Это обстоятельство влечет за собой сильный износ поршневых насосов.

На этом основании вводят вместо поршневых насосов водяно-кольцевые насосы (фиг. 6). Насос состоит из цилиндрической камеры, в которой вращается эксцентрически установленное крыльчатое колесо, лопатки которого вверху почти касаются камеры, между тем как снизу между ними остается довольно большой зазор. Если камера частью заполняется водой и крыльчатое колесо приводится во вращение, то вследствие центро-



Фиг. 6. Водяно-кольцевой насос.

бежной силы вода отбрасывается наружу, где она в виде кольца вовлекается во вращение крыльями. Внутренней стороной водяное кольцо примыкает к ступице крыльчатого колеса и вместе с крыльями образует пространство для накачиваемого воздуха. Вследствие эксцентричного положения крыльчатого колеса объемы этих пространств при вращении колеса постоянно меняются. Там, где пространства при вращении увеличиваются, т. е. там, где происходит разрежение (максимальное значение при вертикальном положении лопатки), расположена всасывающая сторона, сообщаемая со всасывающим штуцером. По другой стороне соответственно происходит уменьшение воздушных пространств и ступице воздуха; эта нагнетательная сторона соединена с напорным штуцером. Потребную для действия воздушных насосов воду они сами всасывают. Содержащаяся еще в воздухе пыль осаждается водяным затвором, с которым она постоянно отводится. Вода одновременно охлаждает насос, который должен перемещать воздух, разогретый раскаленной золой.

Зола под постоянным притоком воды промывается в осадочных резервуарах, где она постепенно оседает. Отстоявшаяся вода накачивается обратно в качестве рабочей воды в золоочистительное здание, работая таким образом по замкнутому циклу. Опорожнение заполненных сборных баков и дальнейшая отвозка золы производится с помощью ленты со скребками и саморазгрузочных приспособлений, как было указано выше. В случае отсутствия саморазгрузочных приспособлений зола сперва может быть собрана в бункерах. Саморазгрузочные приспособления перемещают золу к месту ее свалки.

Этот способ золоудаления во всех отношениях лучше ручного. Золоудаление производится само собой в зольном подвале без обра-

ования пыли и без обременения рабочих газами и жарой. Само котельное помещение и зольный подвал могут содержаться в чистоте. Часто являющиеся в разных местах при ручном золоудалении язычки пламени здесь не могут иметь места. Физически тяжелая работа больше не требуется; обслуживающий рабочий последовательно открывает зольные заслонки одну за другой. Образование пыли устранено не только в зольном подвале, но и при дальнейшем транспортировании; разгрузка и опорожнение влажных остатков вне котельного помещения происходят также при полном отсутствии пыли. К этим гигиеническим преимуществам присоединяются еще экономические выгоды, так как небольшое количество рабочих может удалить такие количества золы, удаление которых при ручной работе сопряжено с весьма большими трудностями.

Однако здесь необходимо указать и на опасность пневматического золоудаления. Как уже неоднократно указывалось, передвигаемый материал представляет собой смесь прогоревшей золы и несгоревшего угля. Часто эти вещества, главным образом шлаки, в раскаленном состоянии попадают с решетки во всасывающий трубопровод к сборному резервуару.

Так как в трубопроводе всегда имеется воздух в качестве транспортирующего вещества, то несгоревшие остатки сгорают дальше, а именно в начале трубопровода, вероятно, в углекислоту и затем дальше ввиду недостатка кислорода они сгорают в окись углерода, которая помимо своей сильной ядовитости обладает свойством в известной смеси с воздухом образовывать взрывчатый газ. Так как, кроме того, вся система—трубопроводы и сборные баки—находится под сильным вакуумом, то нельзя надеяться на то, что в некоторых неплотных местах трубопровода, во фланцевых соединениях, у заслонок и т. д. не будет засасываться воздух. Последствием часто является образование взрывчатой газо-воздушной смеси, которая в конце концов воспламеняется от случайной искры. Поэтому подобные взрывы и вспышки не являются редкостью. Взрывы большей частью начинаются в сборных резервуарах, так как здесь очаговые остатки приведены в состояние покоя и продолжают превращаться в газ.

Для предотвращения удаления опасности взрыва труб и сборных баков в сборных баках располагаются предохранительные клапаны, которые при повышении давления открываются, давая выход взорвавшимся газам наружу. Вообще все подобные взрывы и вспышки протекали совершенно безвредно и без несчастных случаев с рабочими благодаря действию предохранительных клапанов.

В одной крупной силовой установке с количеством очаговых остатков в 500 т в день половина этих остатков удаляется пневматическим путем. Для этого требуется девять водяно-кольцевых насосов, непосредственно соединенных с 40—50 сильными моторами. Для выделения золы служат двенадцать сборных баков, устроенных в виде циклонов. Длина трубопроводов по грубой оценке составляет около 6 000 м. Износ установки весьма значителен. Вакуум-насосы после шестимесячного периода работы должны быть разобраны и очищены. Чугунные шлаковые трубопроводы ежемесячно поворачиваются на 90° для достижения равномерного износа. Они выдерживают только несколько месяцев, но не более одного года. Долговечность зольных трубопроводов значительно больше. Износ в коленах и отводах, конечно, особенно силен, и поэтому они снаружи снабжаются отражательными или усилительными пластинами, которые могут меняться по мере надобности. Для предупреждения закупорки шнекового транспортера кусками железа, которые попадают с рудника и могут перемещаться со шлаками, соединение вала мотора со шнеком снабжается предохранительным болтом, который при

известном сопротивлении в шнеке срезывается, предохраняя таким образом мотор от сгорания.

На одной крупной буроугольной силовой станции в средней Германии с 46 котлами поверхностью нагрева по 400 м² для обслуживания и содержания в исправности требуются один мастер, двое подмастеров и 24 рабочих. Золоудаление производится в две смены.

Ежемесячная стоимость работы выражается следующими цифрами:

Капитализация (15%)	(марки) 6 750
Зарплата за обслуживание с начислениями	8 000
Рабочий материал	300
Зарплата за ремонт с начислениями	1 000
Материал для ремонта	1 100

Вспомогательной энергии:

140 000 квтч. энергии по 0,8 пф.	1 120
40 000 м ³ воды (по 0,66 пф. за 1 м ³)	265
Отвоз золы за пределы котельной	6 500
Итого	25 035

При ежемесячном количестве выделяемой золы в 8 150 т стоимость золоудаления составляет 3,07 марки на 1 т. В этой смете, как видно, стоимость капитала, а также и тариф на энергию и воду показаны значительно ниже, чем обыкновенно принимают.

В одной крупной силовой установке среднегерманского буроугольного округа зола не удалялась из сборных баков, а скоплялась в них. Таким образом кулачный вращающийся барабан становился совершенно излишним. После трех-четырех часового притекания золы сборные баки наполнялись горячими, отчасти раскаленными частицами золы. Тушение золы также происходило в транспортном шнеке. Но при этом возникали чрезвычайные затруднения. Смешивание золы с водой, даже при наибольшей внимательности обслуживания было недостижимо (преимущественно вследствие содержания глины в угле), вследствие этого при выпуске золы появлялись огромные облака пыли, которые часто затрудняли работу персонала шнека и делали невозможным регулирование доступа воды. Часто случалось также, что при дурном затворе запирающего прибора у сборного бака зола, подобно струе воды, выходила из сборного бака через шнек в камеру шнека. При этом иногда воспламенялись горячие газы. Обслуживающий персонал должен был спасаться от серьезной опасности бегством.

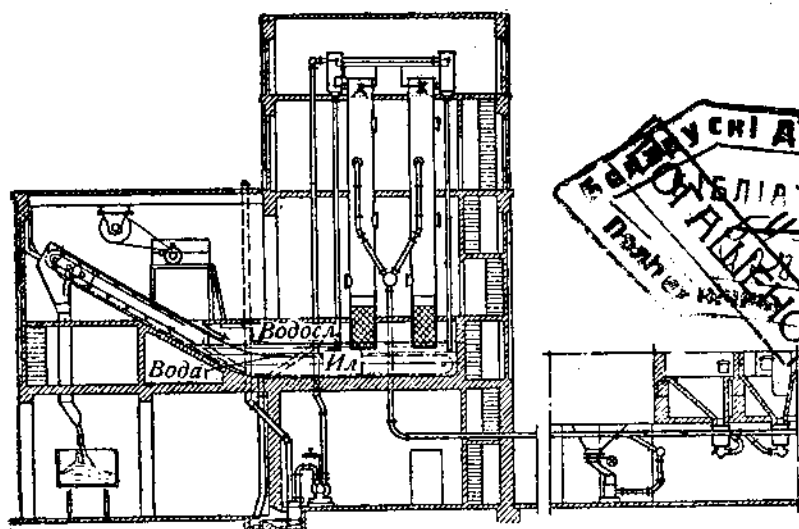
Постоянное образование пыли в камере шнека сильно портило приводные моторы, что было связано с весьма дорогими ремонтами. Так как шнеки часто закупоривались, то моторы сгорали. Износ шнека был чрезвычайно велик. Рабочие по опорожнению сборных баков должны были передвигаться по грязным мосткам. Так как падавшая в железнодорожные вагонетки зола недостаточно тушилась, то по путям следования поездов с золой происходило сильное загрязнение прилегающих рабочих зданий. Кроме того, вакуумные насосы сильно загрязнялись пылью и после каждого трех-четырехнедельного периода работы требовали полной разборки и чистки.

Насос расходовал до 15 м³ промывной воды ежечасно; при этом выталкиваемая промывочная вода содержала 10-15% золы и засоряла каналы и сборный бассейн настолько, что техническая администрация запретила дальнейшую работу. В самих всасывающих и подающих трубопроводах для золы ремонт не превышал допустимых пределов. Однако оказалось необходимым назначить целую бригаду слесарей, регулярно обновлявших

прокладке фланцев, так как только таким путем можно было достигнуть полной работоспособности всасывающих насосов. У напорных трубопроводов, которые здесь также были устроены отдельно от золы и шлаков, в течение некоторого времени произведены различные усовершенствования, например, выпрямление трубопроводов, усовершенствование сальников, лучшее подвешивание труб и т. д. Все попытки к достижению безупречного перемешивания золы с водой путем особого вида шнеков в шнековых камерах остались безуспешными. Установки работали настолько ненадежно, что необходимо было предусмотреть и ручную работу.

Эти затруднения создали необходимость целого ряда усовершенствований, о которых мы здесь считаем нужным упомянуть ввиду их поучительности.

Устранить образование пыли удалось путем замены сборных сосудов стояками, стоящими в заполненном водой корыте (фиг. 7). Стояки имеют диаметр 1 м и около 10 м высоты, изготовленные из бетона



Фиг. 7. Выполнение пневматической установки со стояком.

водяное корыто имеет длину 10 м и ширину 1,5 м. При засасывании насоса разрежение соответственно повышает уровень воды в стояках, образуя таким образом затвор против внешнего воздуха. Засасываемая верхнюю часть стояка зола падает в ниже расположенную камеру, в затухшем виде оседает на дно корыта. Над местом поступления золы в стояк расположены мощные водяные пульверизаторы, ускоряющие оседание золы. Лента со скребками выгребает скопившуюся в корыте золу и загружает ее в подставленные железнодорожные вагоны. Две установки с 24 котлами были оборудованы этими стояками и лентами со скребками.

Остальная часть установки—воздушный насос и всасывающие трубы—имела такое же устройство, как и при вышеописанном способе. Здесь также в воздушных насосах осаждалась пыль и загрязняла стекающую по каналу насосную воду, но в значительно меньшей степени, нежели при вышеописанном устройстве. Помимо этих недостатков был установлен еще следующий весьма важный недостаток.

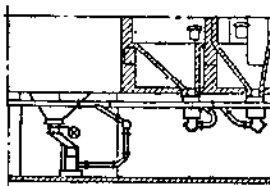
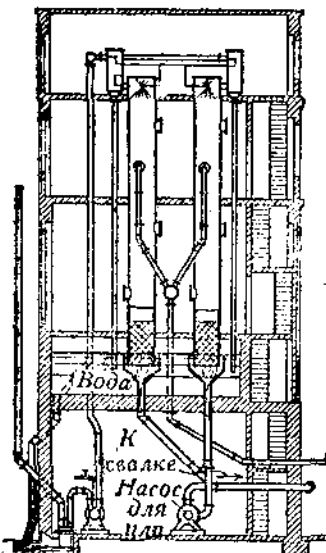
Ленты со скребками выгребали только сравнительно небольшую часть золы. При этом износ лент был чрезвычайно велик. Остальная часть золы стекала из корыта вместе со сливающейся водой в виде замельченного ила. Для ствoda выходящей из пульверизационных насадок воды

должен быть устроен водослив. Этим в свою очередь опять вызывалось сильное загрязнение каналов и свалочных резервуаров. Таким образом, при решении проблемы об удалении пыли по указанному способу возникает новая проблема: пренебрегать засорению каналов и сточных резервуаров.

Для решения этой проблемы был произведен следующий опыт: сточная вода установки была проведена в яму, где ил должен был оседать, между тем как вода должна была опять применяться. Осажденный ил должен был удаляться помощью насосов. Опыты производились с насосами Мамут (поршневыми насосами особой конструкции), но без всякого успеха. Наконец была предложена конструкция землечерпалки-насоса на подобие той, какая применяется у землечерпалок для перекачки воды с песком. С введением в действие этого насоса вместо отстаивания стекающей воды в яме она подводилась по желобу к центробежному насосу указанной конструкции и затем помощью напорного трубопровода нагнеталась в расположенное по другой стороне ж.-д. пути место свалки.

Последствия опытов перекачивания сливной воды с содержанием ила вызвали попытку перекачивания всего содержимого стояка. Поэтому направляли его, в обход ленты со скребками, к вышеупомянутому желобу, и отработавшую воду с потушенной золой в пропорции золы и воды 1:6 направляли к центробежному насосу. На фиг. 8 изображена установка, в которой смесь золы и воды без желоба непосредственно падает в насос. Насос без затруднения подымает эту смесь в расположенный на 15 м выше напорный трубопровод и оттуда к месту свалки золы. При установке напорной трубы руководствовались опытами промывания пустой породы в верхней Силезии. При подобных насосных установках необходимо наблюдать за тем, чтобы смесь золы и воды (зольное тесто), не имела возможности притти в состояние покоя, так как при этом зола немедленно выделяется из воды и получают закупорки. Далее, скорость в трубопроводе не должна быть ниже 1,5—2 м в сек.

Слишком большие скорости ведут к слишком быстрому износу трубопроводов. Здесь также рекомендуется нумеровать отверстия у фланцев соответственно числу болтов и через определенные промежутки времени поворачивать трубу. Опыт был интересен в том отношении, что он давал возможность изучать передвижение зольного теста по желобам. Затем успешное откачивание сточной воды с помощью центробежного насоса повело к тому, чтобы подобным же путем отсасывать отработавшую воду в остальных насосных установках и провести к месту свалки, с помощью центробежного насоса, предупреждая этим загрязнение каналов и сточных резервуаров. Таким путем, следовательно, был найден способ, допускавший беспыльное транспортирование золы путем применения пневматических отсасывающих установок и дальнейшую откачку золы при помощи центробежных насосов. Но так как этот

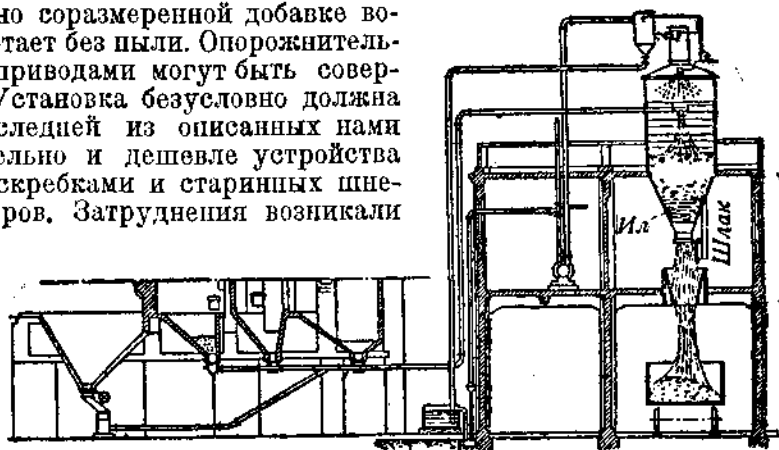


Фиг. 8. Установка без ленты со скребками.

способ оказался дорогим, то необходимо было произвести опыты понижения стоимости работы. Поэтому были испытаны еще другие способы.

В первоначальные сборные баки были закреплены мундштуки, и зола смешивалась с водой непосредственно в сборных баках. После заполнения баков смесь золы с водой путем открывания находящейся у дна бака задвижки выпускалась в стоящие под ними вагонетки. Способ изготовления на фиг. 9.

При правильно соразмеренной добавке воды установка работает без пыли. Опорожнительные шнеки с их приводами могут быть совершенно удалены. Установка безусловно должна быть дешевле последней из описанных нами выше, а следовательно и дешевле устройства стоячков, лент со скребками и старинных шнековых транспортеров. Затруднения возникали от того, что процесс опоражнивания частью мог происходить только под сильным постукиванием в стенку сосуда. Он тогда опоражнивался

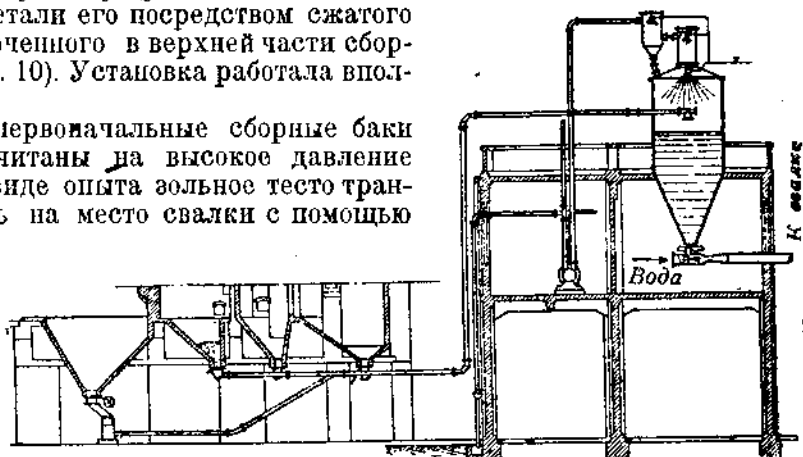


Фиг. 9. Золоудаляющая установка без скребковой ленты.

через спускную заслонку внутренним диаметром 400 мм почти внезапно. Одновременно с этим из вагона выбрызгивается значительное количество зольного теста, загрязняя путь и вызывая таким образом значительные расходы. Так как затем невозможно было установить вполне равномерное смешивание воды с золой, то случалось, что прибавляли слишком много воды и тесто было слишком жидкое. Тогда большая часть теста вытекала из швов вагона в каналы; если же прибавляли слишком мало воды, то при опоражнивании происходило обильное образование пыли.

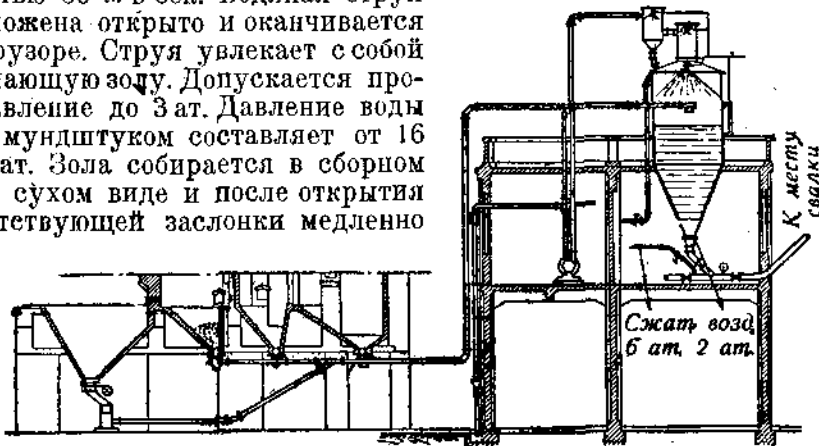
Зола смешивалась в первоначальном сборном баке с значительными количествами воды, так что получалось жидкое тесто. Вместо того, чтобы спускать это зольное тесто в вагонетку, к нижней части сборного бака присоединяли трубу, ведущую зольное тесто к свалке, и нагнетали его посредством сжатого воздуха, заключенного в верхней части сборного бака (фиг. 10). Установка работала вполне надежно.

Так как первоначальные сборные баки не были рассчитаны на высокое давление воздуха, то в виде опыта зольное тесто транспортировалось на место свалки с помощью сопла, напорной водой. Этот способ также оказался вполне выполнимым. Само собой разумеется, что вместо длинной напорной трубы можно применять более короткую напорную трубу, оканчивающуюся в желобе.



Фиг. 10. Перемещение золы водой и воздухом.

В судовых котельных установках зола удаляется при помощи струйных эжекторов. Поэтому были произведены опыты над струйными аппаратами. К сборному баку внизу был присоединен струйный аппарат. Последний состоит из мундштука, из которого вода вытекает со скоростью 50 м в сек. Водяная струя расположена открыто и оканчивается в диффузоре. Струя увлекает с собой поступающую золу. Допускается противодавление до 3 ат. Давление воды перед мундштуком составляет от 16 до 18 ат. Зола собирается в сборном баке в сухом виде и после открытия соответствующей заслонки медленно



Фиг. 11. Удаление золы с устройством струйных аппаратов.

сползает к струйному аппарату (фиг. 11). Опорожнение сборного бака таким путем происходит совершенно без пыли и продолжается только несколько минут. Было установлено, что расход воды струйным аппаратом поразительно выгоден. При большинстве опытов отношение веса золы к весу воды было выше ранее установленного. Таким образом оставался один шаг к полному золоудалению напорной водой.

в) Мокрое золоудаление.

Этот способ золоудаления охватывает часть вышеописанных способов, т. е. золоудаление при помощи лент со скребками, элеваторов, шнеков. Правильнее будет отнести эти способы к механическим, так как в них механическая часть играет главную роль, а вода образует только затвор от наружного воздуха и тем противодействует образованию пыли. Поэтому мы ниже опишем главным образом такие установки, в которых вода служит транспортирующим средством.

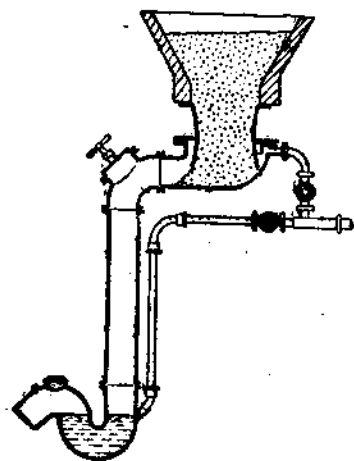
Промывочный желоб. Предшественниками всех нижеописываемых чисто гидравлических способов могут считаться промывочные способы, при которых зола и шлаки из зольных и шлаковых воронок через штуцера непосредственно падают в промывочные желоба, уложенные с некоторым уклоном, так что массы золы и шлаков увлекаются естественным течением. При этом соединительные штуцера могут погружаться в воду или же контактировать у верхнего края плотно закрываемых промывочных желобов. В обоих случаях предупреждается образование пыли. Между зольными воронками и промывочными желобами могут быть поставлены различного рода задвижки или другие приспособления, производящие затвор зольной воронки относительно промывочного желоба.

Подобное приспособление установлено, например, на электрической станции в Берлине (фиг. 12). Затвор производится посредством двух открывающихся книзу заслонок, которые закрывают доступ наружного воздуха через железный люк, и приводится в действие с помощью ручного колеса с червячной передачей. Работа этого приспособления встречала большие затруднения в случае примешивания крупных кусков шлаков в промывочный желоб.

точном желобе. Поэтому в виде опыта были устроены решетки, на которых куски шлаков задерживались и могли удаляться руками. При удалении шлаков подымались большие количества пыли. На этом основании стенки приспособления были удлинены книзу до желоба. Затем сточный желоб должен быть так перекрыт, чтобы предупреждалось всякое выделение пыли.

Промывочное золоудаление обыкновенно требует соединения с механическим способом, так как зола и шлаки должны осаждаться в осадочных прудах или резервуарах. Отсюда они вынимаются посредством элеваторов или экскаваторов, или же вычерпываются после продолжительного оседания и стока воды.

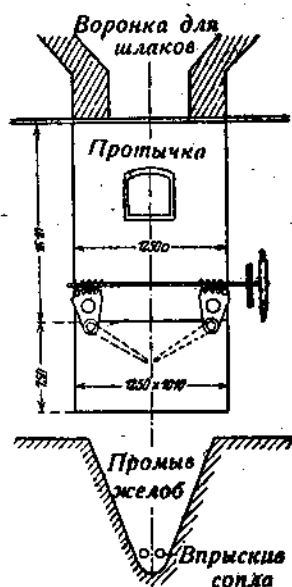
Система, показанная на фиг. 13, включает между зольной воронкой и промывочным желобом особый аппарат, который обладает многими преимуществами по сравнению с прежними способами (фиг. 13). Это приспособление состоит из резервуара, в который падает зола из зольной воронки. Резервуар устроен таким образом, что под влиянием естественного угла откоса золы он никогда не может заполняться целиком. Зола образует насыпной конус, закрывающий выпускное отверстие сборной камеры сверху. В верхнюю часть резервуара входит труба, по которой в резервуар может быть введена сильная струя воды. Таким путем, при одновременном тушении золы и связывании пыли, производится равномерное стекание золы и шлаков. Пока в зольной воронке находится зола и шлаки, они соскальзывают при постоянном образовании нового зольного конуса. При этом способе работы нечего опасаться внезапного опускания золы в выводной трубе.



Фиг. 13.

Тесно перемешанный с водой таким способом материал по спускной трубе сперва падает в водяной затвор и оттуда, под действием вытекающей из добавочного мундштука водяной струи, поступает в открытый промывочный или сточный желоб. При этом способе золоудаления вода является единственным транспортирующим и регулирующим средством, не требуется никаких движущихся частей для открывания или закрывания вороночных стоков, а также для регулирования задвижек.

Промывочные желоба уложены под котлами с 3-процентным уклоном; они направляют смесь из воды и золы в главный сборный желоб. Все желоба на известных расстояниях снабжаются добавочной промывкой в направлении течения, которая препятствует отложению золы в сточных желобах. Из главного сборного желоба особый баперный насос поднимает смесь в трубопровод, из верхней точки которого она стекает на свалку с 1 процентным уклоном. При этом способе котел во всех своих золоудаляющих отверстиях закрывается книзу. Излишний воздух не может проникать даже в течение промывки.



Фиг. 12 Система промывочных желобов.

Обслуживающий рабочий сперва открывает рычаги у одного или не более чем у двух водяных затворов; когда по ним начнет протекать смесь полностью, он включает к этому еще промывочную воду промывочных ящичков и не должен больше заботиться о промывочном отверстии, пока вода из водяного затвора не начнет вытекать совершенно прозрачная, что свидетельствует, что вся зола без остатка уже удалена.

В одной установке среднегерманского бурогоугольного округа с 42 т шлака и 14 т летучей золы обычное отношение количества золы ко всему количеству воды составляет 1:10. Вода имеет давление 1,5 ат. В этой установке жалеть воды не приходится, так как речь идет об отработавшей воде. При 7 водотрубных котлах, поверхностью нагрева по 400 м², удаление золы продолжается 2—2½ часа. Обслуживание производится одним человеком, на обязанности которого в течение остальных 6 часов смены лежит уход за установкой и чистка котельного помещения. Баперный насос, снабженный рабочим колесом с четырьмя эвольвентной формы лопатками, подвергался сильному износу. Поэтому рабочее колесо стали изготовлять из марганцевой стали, и с наружных сторон, обращенных к кожуху, были устроены вспомогательные лопатки, препятствующие прониканию золы сзади рабочего колеса; кроме того, под этими лопатками с обеих сторон впускается вода, имеющая большее давление, нежели вода в нагнетательном пространстве насоса. Вследствие этого заедание между рабочим колесом и стенкой кожуха совершенно устранено и период работы марганцевого колеса повысился до 1½ года.

Всасывающие и нагнетательные штуцера насоса имеют переменные запасные части на случай износа, стоимость которых весьма невелика. Общая стоимость установки со включением трубопроводов (внутренним диаметром 125 мм и длиной 600 м) составляет 64 000 марок. Эксплуатационные расходы составляют 0,85 марки на 1 т золы вместо 2,5 марок при прежнем ручном способе золоудаления. Установка оплатилась за 27 месяцев с принятием в расчет всех факторов. Установка работает безукоризненно. Зольный подвал практически свободен от пыли и прохладен. Износ незначителен. Промывочный бак должен быть сделан доступным при помощи затвора, для возможности устранения закупорки вследствие затвердевания шлаков при продолжительной остановке котла. Более крупные куски шлаков разбиваются на откидных вспомогательных решетках ниже зольного бункера. Для обратного получения воды можно устроить фильтры из гравия, допускающие повторное применение воды.

Чрезвычайно благоприятные результаты вышеприведенных опытов одной крупной силовой установки с вышеописанным (стр. 20-21) струйным аппаратом при пневматическом золоудалении дали повод к установке струйных аппаратов непосредственно под котельными бункерами (фиг. 14), чтобы таким путем подавать очаговые остатки от котлов на свалку. Сперва было испытано подавание зольного теста по уложенному с некоторым уклоном желобу. Но оказалось, что ввиду существовавшей в желобе небольшой примеси воды удельно более тяжелая часть шлаков и золы осаждалась и могла проводиться дальше только при добавлении больших количеств промывочной воды. Поэтому открытый желоб был заменен трубами. Высокая эксплуатационная стоимость пневматических подъемных установок вместе со значительной стоимостью зданий, резервуаров, моек, вакуум-насосов и соответствующих им электромоторов здесь совершенно отпадает. Стоимость энергии и обслуживания для пневматических установок вдвое больше, нежели для гидравлического золоудаления.

Путем введения установки струйных аппаратов под котлами может быть значительно уменьшено число золоподъемников (фиг. 15). При гидравлическом золоудалении очаговые остатки от котла за 24-часовую работу

могут быть удалены в течение 20—30 минут, между тем как при пневматическом способе для удаления топочных остатков котла требуется примерно $1\frac{1}{2}$ часа. Сюда еще необходимо присовокупить время, потребное для опорожнения резервуаров и для мойки, составляющее в круглых числах 20 минут на котел в день. В сущности установка состоит из:

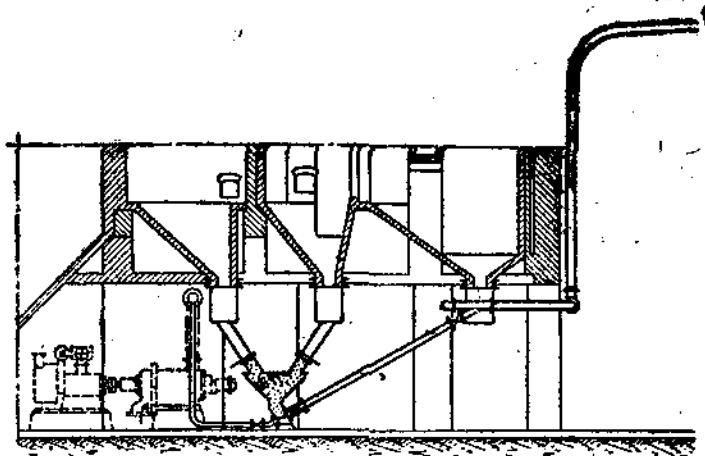
а) центробежных насосов, приводимых в действие электромоторами или паровыми турбинами, со всасывающими и напорными трубами,

б) эжекторов с железными спусками для воды,

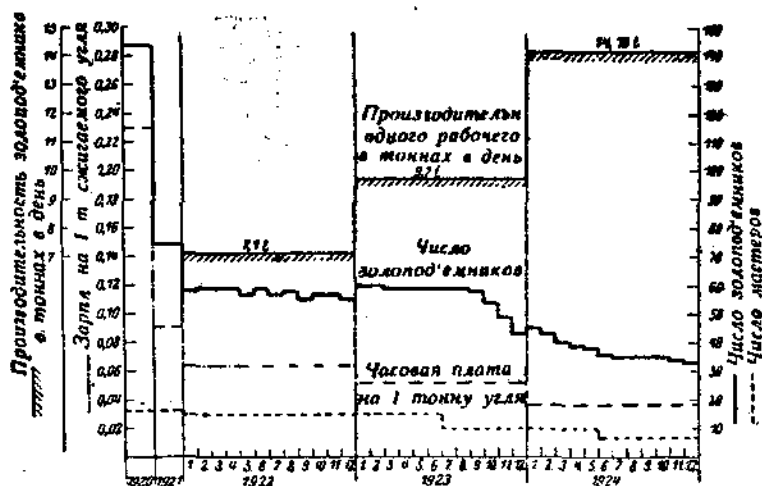
в) труб от эжектора до отстойного пруда (в случае надобности),

г) насосов и трубопроводов для отстойного пруда.

Давление воды в эжекторе составляет 15—18 ат.; диаметр мундштука 17 мм; диаметр трубопровода составляет 150 мм.



Фиг. 14 Система струйных аппаратов без сборного бака.



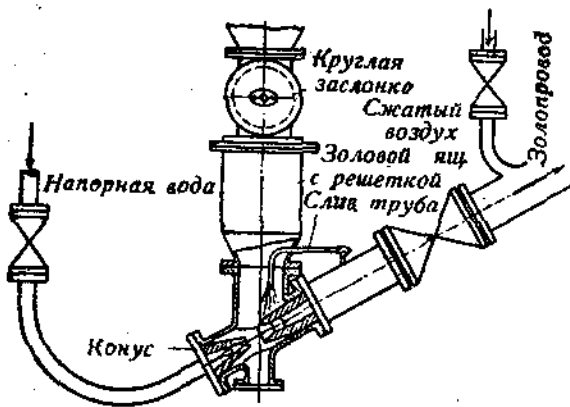
Фиг. 15. Преимущества струйноаппаратной системы.

Отверстие решетки составляет 60 мм. Давление воды, диаметр мундштука и т. д. обуславливаются главным образом длиной перемещения, высотой подъема и качеством воды. Песчанистая зола труднее транспортируется, так как песок на длинных протяжениях осаждается. В этих случаях требуются более частые промывки. В струйном аппарате произведен целый ряд усовершенствований, вызвавших значительное уменьшение расхода воды или соответственное повышение производительности откачки.

а) В некоторых случаях падающие на решетку в золоприемнике крупные куски шлаков препятствуют продвижению остальных шлаков. Вследствие этого происходит затор в перемещении шлаков, пока куски шлаков не раздробятся зольщиком и затем не упадут через решетку. Произведенные измерения показали чрезвычайно большой расход воды около 20 м^3 на 1 т шлаков. Кроме того, расход воды в значительной мере зависит от свойства шлаков, а также от прилежания и ловкости приставленного рабочего. Для уменьшения расхода воды в шлаковые бункера под горизонтальной решеткой были поставлены задерживающие решетки, на которых шлаки раздроблялись кочегаром вручную посредством кочерги. После устройства решеток измерения показали сбережения напорной воды и времени промывания примерно на 60-70%, так что теперь на 1 т шлаков расходуется только 6-7 м^3 воды. Шлаковые решетки дали большую выгоду в отношении расхода воды и одновременно дали возможность почти беспыльного дробления шлаков, так что добавочная работа по очистке грязей может совершенно отпасть.

б) Устройство конических вставок в мундштуках зольного струйного аппарата.

Вставление конических вставок в мундштуки струйных аппаратов дало повышение производительности откачки или соответственные сбережения напорной воды примерно в 20% (фиг. 16).



Фиг. 16. Усовершенствованная система струйного аппарата.

и струйный аппарат постоянно может выкачивать наибольшее количество золы (фиг. 16). Измерения показали, что путем устройства переливных труб достигается понижение расхода воды, а также сокращение времени золоудаления до 40% при соответствующем повышении производительности насоса.

г) Дальнейшее сбережение воды было достигнуто тем, что шлаки удалялись не регулярно в продолжение 24 часов, а только по мере надобности. При нормальном шлаковыведении почти во всех котельных помещениях шлаки могут оставаться в бункере в течение 48 часов. Так как пуск и остановка струйного аппарата сопряжены с потерями воды (потеря холодного хода), то благодаря этому мероприятию потеря значительно уменьшилась.

Эти усовершенствования дали возможность с течением времени значительно понизить расход воды на гидравлическое золоудаление. Так, расход воды на 1 т очаговых остатков при чисто гидравлическом золоуда-

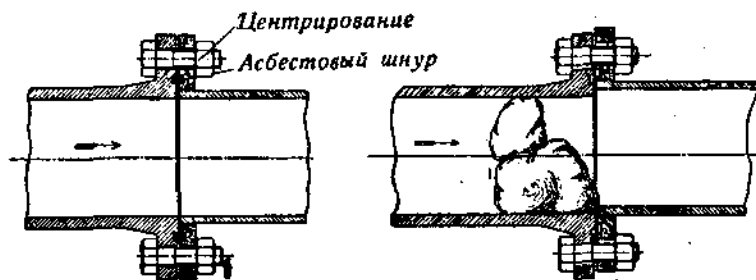
в) Вставка сливных труб в струйные аппараты для золы. При противодавлении выше $2,5 \text{ кг}$ на 1 см^2 производительность струйного аппарата для золы может быть значительно улучшена, если приток в крестовину над диффузором будет всегда свободен от влажной золы. Это достигается весьма простым способом, с помощью 1 дюймовой обводной трубы, по которой часть илистой воды из трубопровода обратно стекает в крестовину, смывая оседающую там золу. Этим достигается то, что приток для золы остается свобод-

лении с трех котельных помещений понизился с $8,96 \text{ м}^3$ в 1922 до $6,36 \text{ м}^3$ в 1923 г. и до $4,16 \text{ м}^3$ в 1924 г. Таким образом, понижение расхода на гидравлическое золоудаление в 1924 г. составляло 53,6% по сравнению с 1922 г.

Для предупреждения замерзания смеси в поднимающихся частях трубопровода устроено приспособление, допускающее воздушную продувку смеси при остановке части трубопровода, так что последний свободен от воды.

Все очаговые остатки подаются на свалку по четырем трубам, из которых две имеют диаметр по 400 мм и две — по 175 мм. Зольный ил оседает в пруду на свалке и служит для заполнения пространства между порогами. Вода просачивается или частью отсачивается. Вследствие возрастания порогов на свалке преодолеваемые струйным аппаратом высоты напора с течением времени все увеличиваются. Последствием является то, что расход воды, а также и время подъема 1 т остатков, по причине повышения противодействия, увеличиваются. Опыты, произведенные для определения зависимости расхода воды на 1 т золы от противодействия, показали, что, например, при повышении противодействия от 0,9 до $1,9 \text{ кг/см}^2$ или соответственно от 1,6 до $2,3 \text{ кг/см}^2$ расход воды на 1 т повысился на 30%. Стоимость соответственно также повысилась.

Необходимо заметить, что в котельном помещении требуется преодолевать противодействие в 3,2 3,5 ат. Высота подъема составляет 7,5 и 10 м, при чем под высотой подъема следует разуметь абсолютную разность высот между струйным аппаратом и трубопроводом для ила. Наибольшая длина перевозки в настоящее время составляет 1500 м, а полная длина труб для ила — 4100 м. Противодействие в трубопроводе для зольного ила составляется из преодолеваемой высоты подъема и сопротивлений в трубопроводе. Измерения над трубопроводом зольного ила внутренним диаметром 150 мм показали при скорости 1,5 м/сек. на длине 100 м потерю напора зольного ила в 0,5 ат. Как видно из фиг. 17, на фланцевые соединения необходимо обратить весьма серьезное внимание.



Фиг. 17. Влияние фланцевого соединения.

По данным эксплуатации за 1924 г., когда золоудаление отчасти еще производилось пневматическим способом, пришли к тому заключению, что с введением чисто гидравлических способов золоудаления стоимость обслуживания и расход энергии весьма значительно уменьшились. На следующей таблице сопоставлены стоимость энергии и обслуживания на 1 т остатков, а также для годового количества в 180000 т по количеству за 1924 г. и для отдельных годов с принятием в основание энергии и часовой зарплаты за сентябрь месяц 1924 г.

ТАБЛИЦА 1.

	1922 г.	1923 г.	1924 г.	При чисто гидравлич. установках
	М а р о к н а 1 т			
Мастерам	0,177	0,143	0,140	0,080
Зарплата	0,580	0,475	0,324	0,160
Электрическая энергия	0,560	0,387	0,210	—
Пар	0,073	0,068	0,065	0,060
Вода	0,193	0,180	0,173	0,159
Сжатый воздух	0,115	0,108	0,111	0,111
На одну тонну очаговых остатков .	1,698	1,361	1,023	0,570
За 80 000 т остатков	306 000	245 000	184 300	102 600

Последний столбец дает стоимость энергии и обслуживания, которая имела бы место, если бы находящиеся еще в работе пневматические золоудаляющие установки были совершенно остановлены и все котлы имели чисто гидравлическое золоудаление.

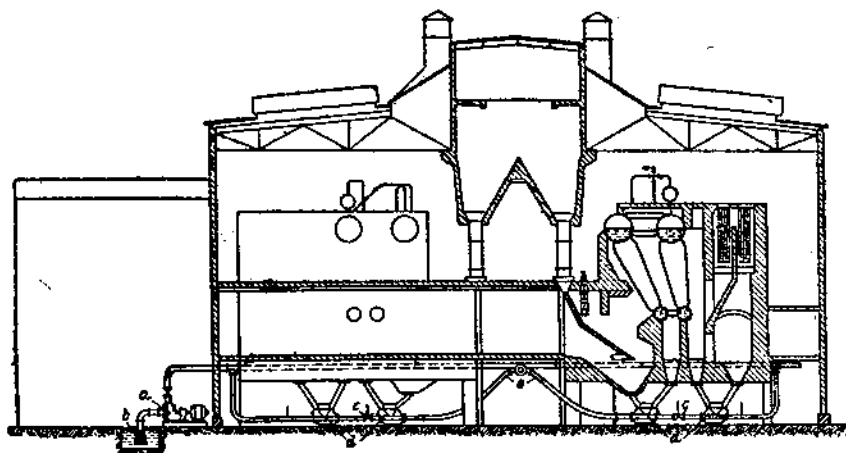
Это сопоставление показывает, что чисто гидравлические золоудаляющие установки в отношении расхода энергии и стоимости обслуживания работают значительно выгоднее других сравниваемых с ними установок. Для содержания в исправности чисто гидравлических установок можно предусмотреть необходимость в одном мастере и четырех слесарях, между тем как для текущих исправлений современных установок требуется по меньшей мере один мастер и семь слесарей. Таким образом, содержание в исправности чисто гидравлических установок бывает значительно дешевле. В таблице II сопоставлены испытанные на этой установке способы золоудаления, а также и стоимость эксплуатации. Расходы и для старых установок перечислены на современную зарплату и современные условия. В частности для пневматических установок приняты современные цены для определения суммы списывания. Согласно произведенным до сих пор опытам можно признать вероятным, что устранение старых и сравнительно дешевых установок и введение повсюду золоудаления посредством струйных аппаратов будет значительно дешевле.

Силовая установка, работавшая до 1924 г. с ручным золоудалением, перешла к гидравлическому способу золоудаления.

Эта установка устроена таким же образом, как и последнее описанное нами золоудаление напорной водой. Важнейшие части этой установки видны на фиг. 18. Зола из котла без перегрузки прямо прокачивается в отстойный бассейн, из которого откачивается исключительно только отстоявшаяся вода. Наибольшая длина перекачки составляет 1 000 м, а наибольшая высота подъема у котельной составляет 9,5 м. Начиная отсюда, трубопроводы расположены с равномерным уклоном в 9 мм на 1 м к яме, зола поступает к эжектору по железным желобам, которые должны иметь уклон не менее 36°. При зольных воронках в желобе устраивается приводимая в движение от руки заслонка, при помощи которой лучше может быть регулирована насыпка решетки над эжектором. Решетка оказалась вполне пригодной для размельчения шлаков.

Даже попадающие вместе с углем в больших количествах железные части, как-то: рельсовые костыли, стыковые болты, цепные звенья и т. п.

задерживаются решеткой. Все поднимающиеся трубопроводы должны иметь постепенный переход для предупреждения отложений. Эжекторы представляют собой специальную конструкцию, снабжаются бронзовым мундштуком диаметром 17 мм, а вверху имеют клапанный затвор. Зольные эжекторы снабжены решеткой из литой стали. Воронки для золы в четырех котельных сохранили затвор в виде плоской задвижки, а в пятой котельной установлены круглые задвижки.



Фиг. 18. Золоудаление напорной водой в силовой установке.

В желобах устроены шуровочные отверстия для возможности столкновения оставшейся в воронке золы. Под каждым котлом расположены попарно четыре эжектора.

Каждая котельная имеет особый зольный трубопровод к отстойному бассейну. Трубы лежат на катках и в пределах усадьбы уложены на мачтах, а вне усадьбы — на столбах. Для обслуживания зольных эжекторов в каждой котельной требуется двое рабочих, работающих в восьмичасовой смене, переходя от одного котла к другому. Сначала открывают кран водопровода, затем заслонку эжектора, после чего впускается зола. Когда зольная воронка опорожнена, заслонка закрывается, кран ближайшего эжектора открывается и производится золоудаление из ближайшей воронки. Процесс золоудаления происходит без заметного образования пыли. Сильного запыления кочегарки, как это происходило при ручном золоудалении, в настоящее время более не происходит.

Опыт работы двумя эжекторами в одной котельной не увенчался успехом, так что в каждой котельной работает только один эжектор. Каждый мундштук расходует примерно 50 м^3 воды в час, так что ежедневный расход воды составляет $50 \cdot 6 \cdot 24 = 7200 \text{ м}^3$. Выделяемое в день количество золы составляет 120 т, или 255 м^3 , шлаков и 250 т, или 690 м^3 , летучей уносной золы. Весь потребный для гидравлического золоудаления персонал составляет примерно 50 человек; здесь освобождается половина обслуживающего персонала. Стоимость работы на каждую тонну перекачиваемой золы при современных размерах зарплаты понижена почти на половину. Износ, имеющий место главным образом при трубопроводах, незначителен.

Трубы могут быть несколько раз повернуты, так что они могут достигнуть довольно большой долговечности. Остальные части золоудалющей установки подвергаются нормальному износу. За почти трехлетний период работы гидравлической установки заметных повреждений не заме-

**Пневматическая откачка
Зольный бункер
Зольные и шлаковые трубопрово**

С б о р н ы й р е з е р в у а р

	1	2	3	4	5
Опорожнивание	Шлековым питателем	Свободное падение	Сжатым воздухом	Напорной водой	Засасывание струйным аппаратом
Средство передвижения	Ж.-д. вагон	Ж.-д. вагон	Напорная труба на свалке Напорная труба и желоб	Напорная труба Напорная труба и желоб	Напорная труба Напорная труба и желоб
Обслуживание, зарплата, жалование	33,00	17,00	16,00	—	15,00
Энергия	21,6 квтч. 11,60	20,0 10,0	12,0 9,40	— —	21,6 11,00
Ремонт	8,50	5,00	3,00	—	4,00
В о д а	8,6 м³ 2,75	5,6 1,80	7,5 2,40	— —	4,7 1,50
Итого	55,25	33,80	30,80	—	31,50
Амортизация	16,50	15,80	8 60	—	9,60
Всего	71,75	49,60	39,40	—	40,50

1) Положенная в основу исчисления эксплуатационных расходов единица

П 1)

		Перекачка с водой Зольный бункер Струйные аппараты		Ручная работа Зольный бункер
Стояки				
6	7	8	9	10
Работа со обками	Отсасыва- ние насо- сом			Руками в вагон
Напорная труба	Напорная труба и желоб	Напорная труба	Напорная труба и желоб	В железнодорожных вагонах
18,00	14,00	4,00		17,00
23,6 12,00	23,6 12,00	10,0 5,00		1,1 0,75
8,00	3,50	3,00		3,0
11,6 3,70	7,8 2,50	1,6 0,50		5,6 1,80
41,70	32,0	12,50		22,55
16,50	8,60	2,30		8,50
50,20	40,60	15,00		31,05

ст значения.

чалось. Закупорки трубопроводов происходят весьма редко и устраняются в короткое время. В выходящих из котельной поднимающихся трубах расположены заслонки, допускающие правильный контроль трубопровода и удаление скопляющихся здесь железных частей. Замерзание трубопровода невозможно, так как температура воды и зольной смеси всегда выше точки замерзания. При выключении одного из трубопроводов в зимнее время всегда необходимо выпустить из него воду.

В последнее время даже более мелкие производства, как например сахарные заводы, устраивают у себя гидравлическое золоудаление. На одном из сахарных заводов котельная установка состоит только из двух котлов поверхностью нагрева по 300 м², с механическими ступенчатыми решетками. Для полного удаления золы и шлаков каждые 8 часов требуется один рабочий на 20—25 мин. Стоимость золоудаляющей установки внутри котельного помещения составляет 2 500 марок. Для трубопровода длиной около 150 м вне котельного помещения применялись имевшиеся на заводе старые трубы, стоимость которых в новом состоянии может быть поставлена в сумме 900 марок. Сюда следует еще присовокупить стоимость монтажа 600—700 марок. Установка работает вполне удовлетворительно.

7. Рейнский бурогольный округ.

Удаление золы руками в Германии в рейнском бурогольном округе довольно широко применяется при этом не только в котельных с двухжаротрубными котлами, но также и в современных котельных с крупными котельными единицами, как видно из нижеприведенного примера.

В котельном помещении одного из старейших брикетных заводов с 16 двухжаротрубными котлами золоудаление производится следующим образом: падающие под колосниковую решетку зола и шлаки удаляются три раза в день. Еще раскаленная зола, прежде всего, посредством скребков и лопат выгребается из расположенных под решетками зольников, в проход котельной перед топками, на пол, у места стояния котелгара. Затем зола накладывается в ручную вагонетку, в которой отвозится к концу котельной, где и сваливается в кучу. Когда вся зола таким образом собрана в большую кучу, раскаленная и догорающая зола тушится при помощи струи воды. Влажная снаружи зола внутри кучи находится еще в раскаленном состоянии и продолжает еще сильно парить; посредством лопаток зола накладывается в элеватор, поднимающий золу на высоту угольного бункера и сбрасывающий ее в зольную вагонетку. Заполненные вагонетки при помощи цепной железной дороги подводятся открытой выработке, где она опрокидывается в зольную вагонетку.

Как видно, требуемые для удаления золы работы производятся в самом котельном помещении. Путем многократной нагрузки и выгрузки бесполезно подымается пыль. Тушение раскаленной золы производится при сильном образовании пыли и паров. Во время работы элеватора, несмотря на предшествовавшее тушение, развивается много пыли. И все это происходит в низком котельном помещении с дурной вентиляцией и при большой жаре, так как работы производятся перед топочным фронтом. Поднявшиеся большие количества пыли впоследствии оседают в палец толщиной и должны быть собраны опять с сильным образованием пыли. Последствием этого способа золоудаления является то, что котельное помещение никогда не может содержаться в чистоте. Пребывание здесь во время работы по удалению золы считается вредным для здоровья.

Для подтверждения приведенных в гл. 3 положений, что даже усовершенствованные установки с зольными подвалами не могут полностью

удовлетворять всем предъявляемым к ним требованиям, могут служить следующие случаи. В котельном помещении одного крупного сахарного завода, в котором зольный подвал был расположен очень глубоко под поверхностью земли, пребывание из-за пыли при удалении золы было нестерпимо, так как для проветривания служила единственная выходящая на свежий воздух шахта, которая, однако, была недостаточна для этой цели. Поэтому заводоуправление оказалось вынужденным устроить в крупных размерах искусственную вентиляцию. Вблизи отдельных рабочих пунктов проведены железные вентиляционные трубы достаточного поперечного сечения, примыкающие к главному трубопроводу. Этот главный трубопровод соединен с бором. Посредством плотно прилегающих заслонок трубопровод этот, а также и ведущие к отдельным рабочим пунктам трубы могут быть закрыты. Во время золоудаления главная заслонка перед бором открывается, вследствие чего существующее в борове разрежение сообщается всей системе труб. Затем открывается заслонка на ближайшей к данному рабочему пункту вентиляционной трубе. Всасывающее действие оказывается превосходным, так что при помощи этого приспособления работа по золоудалению может быть значительно облегчена.

На другом крупном заводе, ввиду доставления топлива непосредственно к топкам, путем использования естественного уклона без особых механических приспособлений, котельное помещение было расположено так, что пол зольного подвала находился почти на 10 м под землей. Удаление оцеговых остатков натолкнулось здесь на некоторые трудности. Приспособление здесь состоит в следующем: относящиеся к отдельным котлам зольные воронки расположены посредине зольного подвала в пространстве, отделенном от остального подвала каменной стеной. Вдоль этого зольного пространства проходят два коридора, проветриваемые при помощи воздушных шахт. Доступ к зольным пространствам происходит посредством железных дверей. В одном из коридоров непосредственно у зольных пространств проходит бесконечная подъемная цепь со скребками, движущаяся по желобу, впущенному в дно подвала. Зола с решетки падает непосредственно в подвал, а из дымоходов она удаляется время от времени. Затворы воронок могут приводиться в действие снаружи, не мешая рабочему пылью.

Зола за целую неделю скопляется в отдельных зольных пространствах и только тогда удаляется из подвала. Предварительно большей частью охлажденная зола обильно обрызгивается водой, что опять производится из одного из коридоров при закрытых дверях. Затем пускается приводимая в движение мотором цепь со скребками, открываются отдельные двери, и вполне холодные и влажные кучи шлака и золы наваливаются в проходящий мимо зольный желоб, откуда наклонная цепь со скребками поднимает их кверху в зольный бункер. Из этого зольного бункера помощью шнека она непосредственно нагружается в вагоны для дальнейшей их отвозки; несмотря на другую возможность проветривания, золоудаление в желобе происходит сравнительно чисто и без пыли и паров, независимо от того, что работа производится только раз в неделю.

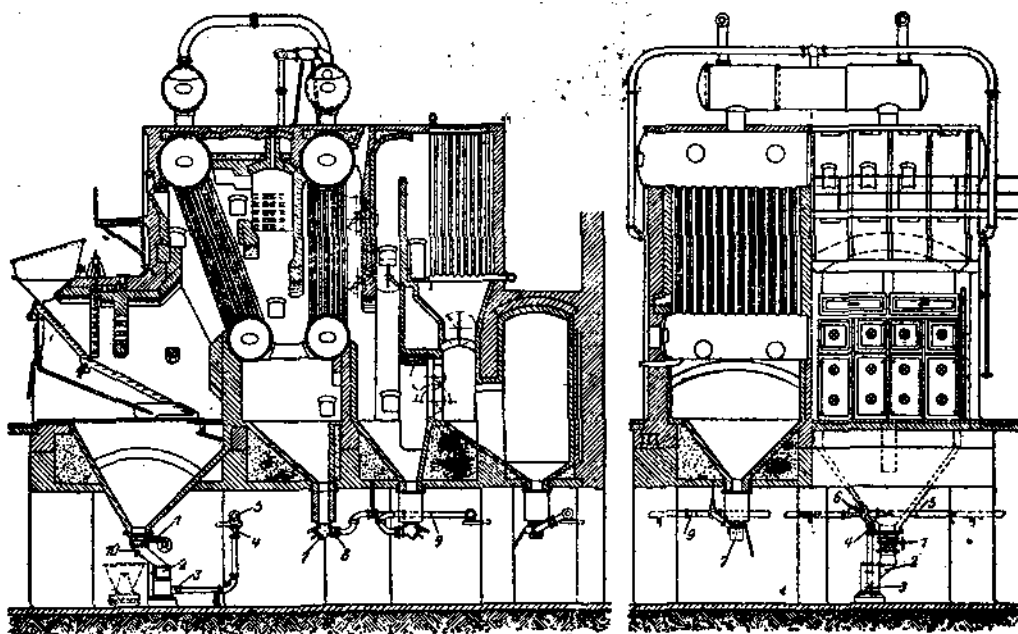
В котельном помещении одного крупного брикетного завода для удаления золы из зольного подвала пользуются естественным напором воды. В золовом подвале зольной кучи проходит бетонный желоб, обладающий достаточным уклоном. Падающая в подвал зола раз в день удаляется оттуда. Для этой цели открывается расположенный у наивысшего конца желоба водовпускной клапан, и таким образом в бетонном желобе образуется быстро текущий водяной поток. Зола выгребается лопатами и вне котельного помещения по трубам направляется непосредственно на свалку.

В дополнение к гл. 6 опишем здесь более подробно пневматическую установку в построенной в 1920 г. силовой станции.

В каждом котельном помещении расположено два ряда по 7 котлов поверхностью нагрева по 50 м². При полной работе силовой станции под каждым котлом должно сжигаться 10 000 кг угля в час, что соответствует ежедневному расходу угля для всех котлов в 6 000 т. При выделении золы в 4% ежедневно получается более 200 т очаговых остатков, подлежащих удалению. Зола и шлаки улавливаются в воронкообразных бункерах. К каждой котельной единице принадлежат два шлаковых бункера и шесть зольных бункеров. Кроме того, по 1 бункеру установлено для улавливания выделяющейся в дымовых трубах золы.

Все бункера соразмерены таким образом, что могут вмещать в себе золу и шлаки, выделяющиеся за целый день. Под каждым бункером имеется обслуживаемый от руки затвор (фиг. 19). Оба шлаковых бункера удлинены книзу с помощью жестяных воронок и снабжаются общим приемником.

Для золы из дымоходов достаточны простые, расположенные у бункерных выпусков непосредственно под потолком приемники, к которым зола автоматически присасывается во время откачивания. Для выпадающих под решетки шлаков устроены особые приспособления—так называемые шлаковые приемники, приспособленные для принятия очаговых остатков. Через шлаковую заслонку шлаки спускаются над наклонным корытом. Это корыто кончается в большом ящике, у нижнего дна которого сбоку присоединена всасывающая труба. Благодаря подобному устройству приемнику всегда доставляется лишь столько шлаков, сколько может



Фиг. 19. Пневматическая установка на одной силовой станции.

преодолеть всасывающая труба. Кроме того, при этом способе крупные задерживающие куски шлаков, которые не могут быть засасываемы в трубу, могут сперва размельчаться в шлаковом ящике с помощью трамбовок, что не вызывает никаких затруднений при небольшой прочности бурого угольных шлаков.

Все затворы и приемники сконструированы таким образом, что при отказе всасывающего транспортирования во всякое время возможно ручное золоудаление.

Кроме того, трубопроводы расположены высоко под потолком, так что зольный подвал удобен для прохода.

Идущие от отдельных зольных бункеров отрезки труб присоединяются к общей трубе; эти трубы в свою очередь соединены со сборными трубами, ведущими, наконец, к сборному баку.

Трубопроводы имеют внутренний диаметр не больше 125—130 мм. Большая скорость воздуха в передаточных трубах, в зависимости от свойств транспортируемого материала, вызывает более или менее сильное изнашивание трубопроводов.

Изнашивание шлаковых трубопроводов происходит вследствие большой прочности и крупности зерен материала. Прежде всего, в значительной степени подвержены изнашивающему действию материала трубные колена. Вредно действует также и то обстоятельство, что очаговые остатки большей частью поступают в трубы в еще раскаленном состоянии.

Для защиты трубных отводов от изнашивания они изнутри снабжаются предохранительными накладками, которые могут сменяться по мере изнашивания. Материалом для сменных предохранительных накладок выбирается твердый чугун. Другие материалы, как например, фарфор, высшего сорта сталь и т. п. не оправдали себя. Фарфор слишком сильно подвергается действию раскаленной золы; сталь, правда, лучше чугуна, но слишком дорога по сравнению с ним. Прямые трубопроводы со временем получают насос на нижних поверхностях, по которым скользит материал шлаков. Для возможно равномерного распределения насоса по всей поверхности трубы через определенные промежутки времени поворачиваются на 90°. Трубы с особой футеровкой из фарфора предотвращают износ, но слишком дороги и поэтому не получили применения.

Возможность порчи установки от удлинения труб во время перемещения по ним раскаленной золы предупреждается путем вставки компенсаторов.

Все остальные золоудаляющие приспособления, как-то: сборные баки и машины, располагаются в так называемом золоудаляющем здании. Идущие от котельных помещений сборные трубы оканчиваются в четырех больших сборных резервуарах емкостью приблизительно по 20 м. Резервуары имеют коническую книзу форму и с помощью задвижки замыкаются от спускного резервуара; 6 воздушных насосов образуют вакуум в котлах. Весьма большое значение для безукоризненной работы пневматического золоудаления имеют соответствующие насосы. Так как мелкая зольная пыль даже при наилучшем фильтровании не может быть удалена из воздуха без остатка, то поршневые насосы не могут служить для пневматического золоудаления, так как наименьшие количества пыли за короткое время разрушают металлические набивки поршня. Исходя из этих соображений, фирма построила соответствующий этому требованию насос—так называемый водяно-кольцевой насос (см. стр. 14, фиг. 6).

Подобная только что описанной пневматической золоудаляющая установка находится на самой большой силовой станции округа. Ежедневный расход угля составляет больше 13 000 т рудничного угля, доставляемого из соседней шахты. Ежедневно приходится удалять больше 500 т очаговых остатков, и делать это от руки совершенно невозможно. Золоудаление производится частью пневматическим и частью гидравлическим путем. Пневматическая золоудаляющая установка одинакова с только что описанной. Соответственно большему количеству удаляемых остатков эта установка устроена более мощно.

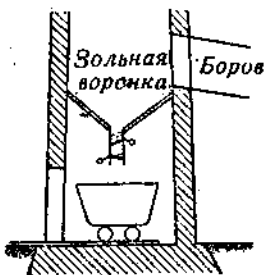
Отвозка выделяемых в сборные баки очаговых остатков производится другим путем. Очаговые остатки непосредственно из сборных баков посредством гидравлического золоудаляющего приспособления нагнетаются на свалку.

В дополнение к изложенному в гл. 4 укажем здесь еще на удаление летучей золы из дымовой трубы. Как выше было сказано, в трубу постоянно уносятся большие или меньшие количества летучей золы. Если здесь не будут приняты меры к ее удалению, то она частью выделится вместе с дымовыми газами, значительно обременяя собой ближайшую окрестность. О количествах летучей золы, ежедневно осаждаемой на окружающую местность, можно получить некоторое понятие из современных сведений. Из дымовых труб рядом расположенных заводов с ежедневным расходом угля свыше 22 000 т на воздух выделяется около 100 т золы ежедневно. Уже по истечении нескольких минут ясно заметно это осаждение. Поэтому путем соответствующих мероприятий необходимо отвести главную часть золы из дымовых газов до поступления их в дымовую трубу.

Для этой цели прибегали ко многим способам. Простейший, но вместе с тем наименее действительный способ состоит в периодическом удалении осаждающейся в воронке подкола дымовой трубы золы. Обыкновенно раз или два в день зола отводится в зольной тележке после открытия закрывающей воронку заслонки. Само собой разумеется, это оказывается недостаточным. По истечении некоторого времени опять набирается столько золы, что дальнейшее ее выделение оказывается невозможным, и вся зола выводится наружу через дымовую трубу.

Поэтому лучше всего применять беспрерывно действующее приспособление.

На одном заводе это достигнуто весьма простым, но действительным средством. Как видно из эскиза (фиг. 20), нижний затвор устроенного в основании дымовой трубы зольного бункера обра-



Фиг. 20. Сборник золы с затвором.

зуются железным ящиком. В этом ящике расположены две, по возможности плотно затворяющие заслонки, прижимаемые сверху противовесами. Постепенно скопляющаяся в ящике поверх верхнего клапана зола под действием своего веса производит опускание ее. Часть золы падает на нижний клапан, пропускающий золу в подставленную тележку, как только противовес этой заслонки уже не может держать золу. Таким образом, она беспрерывно выгружается из дымовой трубы. При этом предполагается, что заслонки дают плотный затвор, так как в противном случае попутно засасываемый воздух постоянно увлекал

бы золу обратно в дымовую трубу.

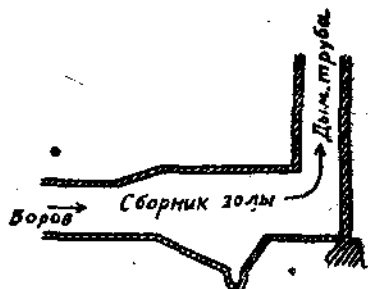
Лучшие результаты дает механический отделитель, обеспечивающий надежный затвор от наружного воздуха и отводящий золу в потупленном состоянии, так что образование пыли и газов совершенно устранено.

В тех производствах, в которых имеются пневматическая и гидравлическая установки, дымовые трубы частью присоединяются к этим установкам. Однако, так как удаление золы производится не беспрерывно, а большей частью с перерывами, то невозможно избежать выноса золы из дымовой трубы через известное время.

Во многих случаях борова перед дымовой трубой путем уширения поперечного сечения устроены в виде карманов для золы. Вследствие уменьшения скорости дымовых газов частицы золы легко осаждаются.

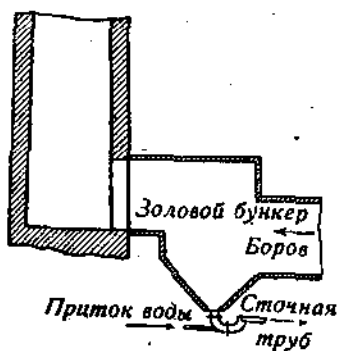
Дно или пол этих сборников для золы делается или воронкообразным или же наклонным, так что осевшие частицы золы собираются в самом глубоком месте, откуда они могут быть извлечены.

На фиг. 21 изображено приспособление, установленное на некоторых брикетных заводах и вполне оправдавшее себя. Наиболее глубокое место золового бункера имеет вид наклонного желоба, по которому постоянно течет вода. При помощи отвода установлено соединение с расположенным вне борова золовым бункером. Находящаяся в действующем в качестве сифона отводе вода затворяет внутренность борова от наружного воздуха.



Фиг. 21.

При выполнении воронкообразной конструкции золового бункера все устройство имеет вид, изображенный на фиг. 22. Здесь также плотный затвор получается при помощи колена, в которое снизу выпускается водопроводная вода. Расход воды колеблется в зависимости от нагрузки дымовой трубы, между 60 и 90 л в минуту. Таким путем извлекается по 60 кг золы в час, или 1,5 т в день, из дымовых газов от 7 двухжаротрубных котлов поверхностью нагрева по 100 м²—результат довольно удовлетворительный.



Фиг. 22. Золовый бункер с гидравлическим затвором.

Вода с золой отводится вместе с другими сточными водами завода в отстойный пруд и после отстойки золы вода снова применяется.

Для форсирования отделения золы многие фирмы построили золовые бункера, основанные на том, что газовой струе ставятся какие-нибудь сопротивления. Все эти приспособления выполняют свое назначение лишь тогда, когда приняты меры к непрерывному удалению золы из борова или соответственно из отдельных золных камер. В существующих установках они не всегда могут быть устроены, так как этим во многих случаях обуславливается уменьшение поперечного сечения, вредно влияющее на условия тяги.

8. Среднегерманский бурогольный округ.

Кроме одной силовой станции, в конце войны не встречается ни одной более или менее крупной силовой станции, работающей на буром угле, на которой применялось бы ручное золоудаление; повсюду применялись пневматические установки.

Замечательная установка была построена на фильмовой фабрике, представляющей чрезвычайно высокие требования относительно предупреждения образования пыли в пределах фабрики. После многолетних испытаний всевозможных способов золоудаления, не удовлетворявших всем поставленным требованиям, техническое управление фильмовой фабрики при постройке нового котельного помещения само спроектировало и построило золоудаляющую установку. Построенная в 1926 г. котельная уста-

новка состоит из четырех вертикальных водотрубных котлов поверхностью нагрева по 500 м², снабженных двускатными топками. Для каждой половины котлов устроены пять бункеров, в которые падают очаговые остатки; из этих бункеров один расположен под решеткой, один прямо за пламенным порогом под передним пучком трубок, один—под задним пучком трубок и два—под экономайзером.

Под пятью упомянутыми золовыми бункерами каждой половины котлов на расстоянии в 1,5 м находится бетонный желоб глубиной около 1 м, заполненный водой. У переднего конца, т. е. там, где находится расположенный под решеткой бункер, корыто углублено в яму, в которой имеется место для небольшого элеватора. В этот желоб погружаются железные вертикальные шахты, соединенные с концами кирпичных бункеров, посредством чугунных коробок. Этим достигается то, что в котлы не может поступать излишний воздух и что падающие очаговые остатки вполне тушатся без всякого образования пыли. Удаление потушенных очаговых остатков из желоба производится следующим образом. Передняя вертикальная шахта, т. е. расположенная под решеткой, оканчивается прямо в вышеупомянутой элеваторной яме. Из элеваторной ямы очаговые остатки помощи приводимого в движение электромотором элеватора опоражниваются над спускным ящиком в железнодорожную вагонетку. Падающая из четырех задних шахт зола доставляется элеватору при помощи открытого шнека, приводимого тем же мотором, что и элеватор, и также поступает в тележку. Вследствие этого очень скоро может наступить загромождение промывочной воды, если не принять мер к постоянному удалению этого золного щелока. Чистота промывочной воды достигается постановкой бокаутных подшипников, смазываемых водой, подаваемой под напором.

Напорная вода препятствует прониканию песчаной золы в подшипники, поддерживая таким образом изнашивание в допустимых пределах. По такой же причине оба нижних подшипника элеватора также смазываются напорной водой. Это количество напорной воды превышает происходящие в бетонных желобах потери воды. Поэтому излишек воды постоянно стекает через водослив, расположенный у передней стороны элеваторной ямы, и увлекает с собой взвешенные частицы золы. Зольный щелок вместе со стекающей из железнодорожного вагона водой стекает в сборную яму, откуда она, ввиду ее щелочных свойств, при помощи насоса или инжектора доставляется раскисляющей установке для сточных вод производства. Расход воды установкой составляет только 0,5 м³ на 1 000 кг откачиваемой золы.

Естественный износ остается в нормальных пределах (ср. гл. 6а).

Центральная силовая станция одной бумажной фабрики оборудована двенадцатью вертикальными водотрубными котлами поверхностью нагрева по 400 м². Котлы снабжены двускатными топками. Выделение золы при среднем расходе рудничного бурового угля в 450 т за 24 часа составляет около 26 т, из которых 13 т шлаков и 13 т золы. Схема золоудаления, изображена на фиг. 1. Промывка золы построена самим заводоуправлением. Шлаки из топок без доступа воздуха падают через щели в бетонный водяной желоб, в котором движется лента со скребками, поднимающая потушенные шлаки из подвала на высоту уровня двора, где она сбрасывает их в тележки или в открытый промывочный желоб. Продолжительность откачки составляет четыре раза по 45 минут за 24 часа. Расход сил составляет 10 л. с. Зола скопляется в бункерах под котлами, экономайзерами и боровами. Заворами для бункеров служат поворотные заслонки, надежно препятствующие поступлению воздуха. Бункерные затворы посредством вертикальных щелей соединяются с промывочным трубопроводом из гончарных труб внутренним диаметром в 250 мм.

При золоудалении вода протекает по промывочному трубопроводу, в котором, при открытии бункерных затворов, тотчас же падающая в раскаленном состоянии без доступа воздуха зола тушится и подымается кверху при помощи центробежного насоса. Смесь из золы и воды от насоса по вертикальной трубе нагнетается в вышеупомянутую открытую промывочную трубу, которая уложена под небольшим уклоном к сборной яме. Расход воды насосом составляет примерно 10 л. с. В течение 24 часов удаление производится четыре раза по одному часу. Все золоудаление в каждую смену—дневную и ночную—производится одним рабочим. Золоудаление производится совершенно без пыли и работает вполне надежно. Пол подвала бывает сильно загрязнен разбрызгиваемой илстой водой и отчасти довольно скользкий. Как и во всех системах механического золоудаления, здесь также предусмотрена возможность ручного золоудаления в тележках (ср. гл. 8а, стр. 9 и сл.).

9. Заключение.

Из сказанного видно, что при установке крупных котельных возникает вопрос, производить ли удаление выделяющихся больших количеств золы и шлаков с применением простейших транспортных средств и больших количеств рабочих, при гигиенически далеко не безупречных условиях, или же строить установки механизированного типа. В громадном большинстве случаев они избирают последний путь, так что получаются золоудаляющие приспособления, которые после преодоления некоторых отдельных трудностей удовлетворяют всем требованиям в производственно-техническом, экономическом и гигиеническом отношении.

Как упомянуто выше, выделяющиеся огромные количества золы и шлаков дали толчок заинтересованным кругам к тому, чтобы ближе подойти к вопросу о введении механического золоудаления при крупных котельных установках.

Пыльные с очень высокой температурой золы и шлаки с еще не вполне потупленными шлаками и золой, по крайней мере при крупных установках, отошли в Германии в область преданий. Потребные для работы в небольших количествах рабочие работают при условиях, которые в гигиеническом отношении вполне удовлетворительны. Следует приветствовать также и то, что малые установки, как, например установка с 2 котлами поверхностью нагрева по 307 м², оборудованные механическими золоудаляющими приспособлениями, в отношении начальной стоимости и стоимости эксплуатации не превышают допускаемых пределов.

Некоторые труды могут дать читателю понятие о том, что механические способы золоудаления заслуживают внимания в экономических и производственных интересах предпринимателей не только для крупных, но также и для средних котельных установок. Помимо частичных механических приспособлений рассматриваемого типа, нашли себе обширное применение вполне автоматически действующие системы. Однако опубликованные до сих пор рассуждения еще недостаточно развиты, чтобы дать окончательное заключение о том, должна ли данная система предпочитать-ся другим и вообще должна ли в зависимости от данных производственных и других условий быть выбрана та или другая система.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
1. Введение	4
2. Старый способ золоудаления в небольших установках	6
3. Улучшения	7
4. Удаление уносной золы	7
5. Обременение и вред при транспортировании золы	8
6. Новейшие способы золоудаления	8
7. Рейнский буроугольный округ	30
8. Среднегерманский буроугольный округ	35
9. Заключение	37

