



Ing. Büro FTT

Снижение затрат в сушильных процессах

- ШАГ 1** Современные генераторы горячих газов
- ШАГ 2** Оборудования для интенсификация сушки
- ШАГ 3** Использование наиболее дешёвого топлива
- ШАГ 4** Использование сухой системы газоочистки

Снижение затрат
на закупку топлива

50-70 %

Снижение удельных
расходов топлива

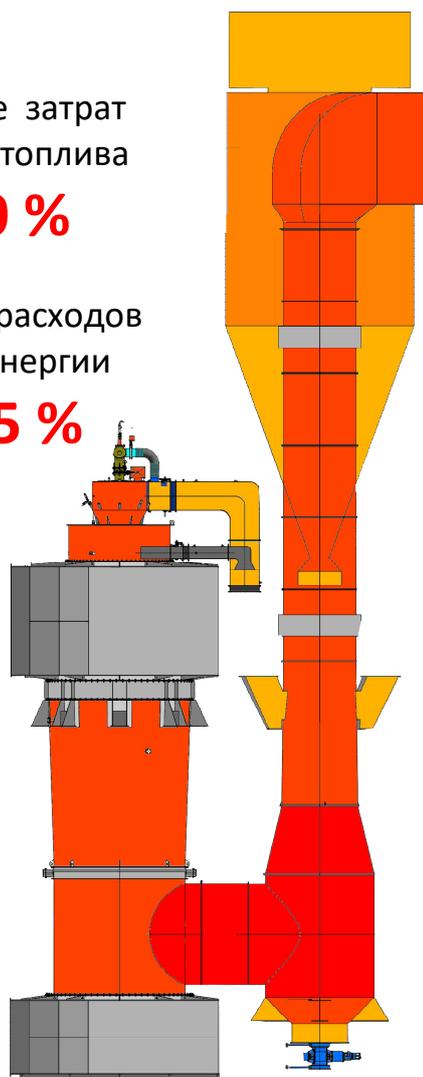
10-15 %

Снижение расходов
электроэнергии

10-15 %

Повышение
производительности

1,5- 2 раза



ШАГ 1 Генераторы горячих газов газоплотной конструкции,

устанавливаемые на сушильных линиях предназначены для получения газообразного теплоносителя с регулируемой температурой 200 – 1100 °С. В генераторах сжигается жидкое, газообразное или твёрдое пылевидное топливо, выполняется смешение продуктов сгорания с воздухом или рециркулирующими газами.

Генератор является основным аппаратом управления процессами сушки, автоматика управления сушильным процессом интегрирована в автоматику генератора, подача топлива и другие параметры работы генератора связаны с показателями работы сушильного оборудования. Обеспечивается быстрое регулирование температуры и количества горячих газов для управления сушильным процессом.

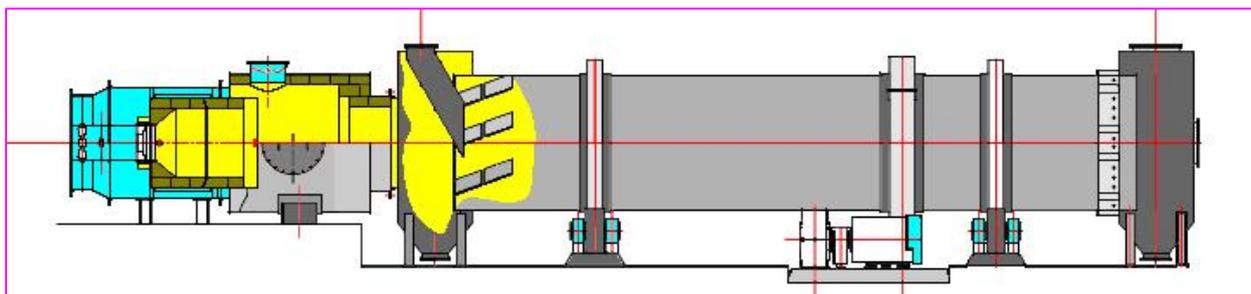


Рис. Установка генератора горячих газов к вращающемуся сушильному барабану

Установка Генератора включает горелочное устройство, камеру сгорания, камеру смешения, внешний корпус с опорами, системы приготовления и регулирования расхода топлива, вентиляторное оборудование.

Основные характеристики конструкции

Генераторы горячих газов имеют солидную надёжную конструкцию, предназначенную для длительной работы в условиях металлургических или химических предприятий с установкой в помещении или на открытой площадке.

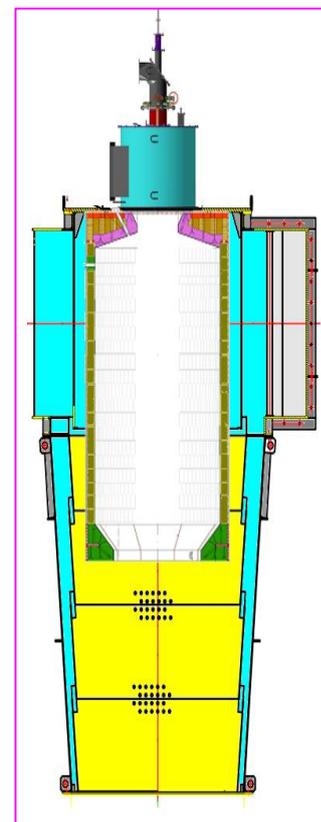
Генераторы имеют газоплотную конструкцию, исключающую выброс газов в производственное помещение.

Обеспечивается любое заданное давление или разрежение в сушильном аппарате и камере сгорания генератора.

Вертикальная или горизонтальная установка

Генераторы горячих газов с тепловой мощностью до 10-15 МВт изготавливаются в горизонтальном или вертикальном исполнении. При тепловой мощности более 15 МВт генераторы устанавливаются, как правило, вертикально. Это обеспечивает большую надёжность огнеупорной футеровки.

С использованием наших генераторов работают более 200 сушильных линий на Алмалыкском, Балхашском, Красноуральском, Норильском, Учалинском, Гайском комбинатах, Среднеуральском металлургическом заводе и других предприятиях.



Установка генераторов обеспечивает эффективное управление процессами сушки, получение качественного продукта с заданной влажностью, снижение удельных расходов топлива на сушку.

Тепловая мощность генератора, МВт	2,5	6	12	25	40	60
Производительность сушильной установки, т/ч	20	50	100	200	300	400
Количество испарённой влаги, т/час	2	5,2	10,5	21	32	42
Количество горячих газов, нм3/час	10.000	20.000	40.000	80.000	100.000	150.000

Использование современных автоматизированных генераторов горячих газов

обеспечивает точное регулирование сушильного процесса, снижение расходов топлива и электроэнергии на сушку.

Специальные конструкции генераторов позволяют сжигать нетрадиционные виды топлива, включая сжигание сбросных низкокалорийных газов, доменного газа, коксового газа, шахтный метан, отработанные масла, органические отходы.

ШАГ 2 Использование эффективного сушильного оборудования

Основным оборудованием установленным на 90% сушильных линий для материалов с начальной влажностью 10-15% являются сушильные барабаны с вращающимся внешним корпусом, оборудованным внутренними пересыпными лопатками.

Теплонапряжение внутреннего объёма таких сушильных барабанов по испарённой влаге составляет 40 - 70 кг/м3.час. Оборудование сушильных барабанов эффективными **генераторами горячих газов** и оптимизированными внутренними устройствами позволяет повысить теплонапряжение до 100 кг/м3.час.

Повышение теплонапряжения объёма сушильного аппарата по испарённой влаге обеспечивает повышение производительности, уменьшение удельной стоимости сушильного оборудования, сокращение производственных площадей или повышение производительности аппаратов в существующих сушильных цехах.

Вертикальные скоростные сушильные аппараты SRT

производительностью 20-200 тонн/час характеризуются теплонапряжением рабочего объёма в среднем около 500 кг/м3.час, на начальном участке теплонапряжение составляет 1000 кг/м3.час и более.

Вертикальные скоростные аппараты SRT повышают эффективность сушильного процесса в 5-10 раз по сравнению с сушильными барабанами, снижают потери тепла с отходящими газами, снижают удельный расход топлива на сушку и расход электроэнергии.

Повышенная тепловая эффективность, отсутствие вращающихся частей, возможность работы при температурах горячих газов 900-1100°С позволяет **эффективно использовать вертикальные скоростные аппараты SRT вместо сушильных барабанов для повышения производительности сушильных линий.**

Установка аппаратов SRT для замены существующих сушильных аппаратов, или установка в дополнение к сушильным барабанам в действующие цеха:

- **сушка:** медного, цинкового, пиритного, молибденового, флюоритового, титанового, баритового, никелевого, железорудного и других концентратов; технических солей, бентонитовых глин, песка и других материалов,
- **сушка взрыво-пожароопасных материалов** в среде с пониженным содержанием кислорода углей, органического сырья для древесных строительных материалов, возобновляемого древесного топлива.

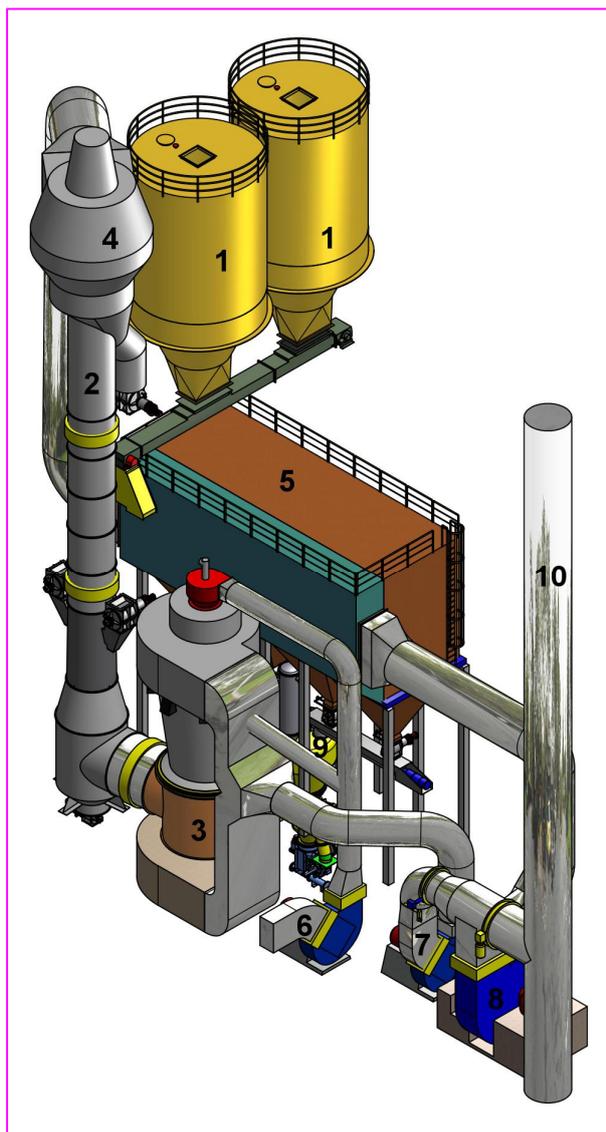


Рис . Технологический комплекс трубы-сушилки SRT 2000, производительностью 200 т/час для сушки концентратов руд металлов включает в себя:
1 – бункер сырьевого материала, 2 – вертикальная сушилка SRT, 3 – генератор горячих газов, 4 – разгрузочный сепаратор, 5 – рукавный фильтр, 6 – вентилятор воздуха на горение, 7 – вентилятор воздуха на смешение, 8 – основной дымосос, 9 – дозатор для подачи угольной пыли к горелке, 10 – дымовая труба.
Габариты установки L x B x H = 34 м x 14 м x 30 м



Аппараты SRT с керамической защитой от абразивного износа используются для сушки гранулированных шлаков (шлакового песка) с размерами частиц 0,1 – 3 мм и начальной влажностью 8-15%.

Специальные конструкции загрузочных устройств позволяют сушить в аппаратах SRT шламы с влажностью 30-40%.

Установка распыляющих сопел позволяет с высокой интенсивностью сушить суспензии, эмульсии, растворы солей и подобное. В этом случае аппарат SRT является хорошей заменой распылительным сушилкам, башням гранулирования и подобным аппаратам.

Высокая интенсивность сушильного процесса в аппарате SRT позволяет расположить этот аппарат с генератором в пределах двух пролётов 2 x 6 м существующего цеха.

Рис. Установка нового генератора горячих газов (голубого цвета) к сушильному барабану в сравнении с установкой аппарата SRT с высоко - температурным генератором горячих газов.

1. Сушильный барабан.
2. Бункер влажного материала.
3. Новый генератор для сушильного барабана.
4. Скоростная сушилка SRT.
5. Высокотемпературный генератор для SRT.
6. Разгрузочный циклон аппарата SRT.

Использование начального участка аппаратов SRT (с теплонапряжением более 1000 кг/м³.час по испарённой влаге), как интенсификатора суши, совместно с сушильным барабаном обеспечивает значительное повышения производительности существующих сушильных линий.

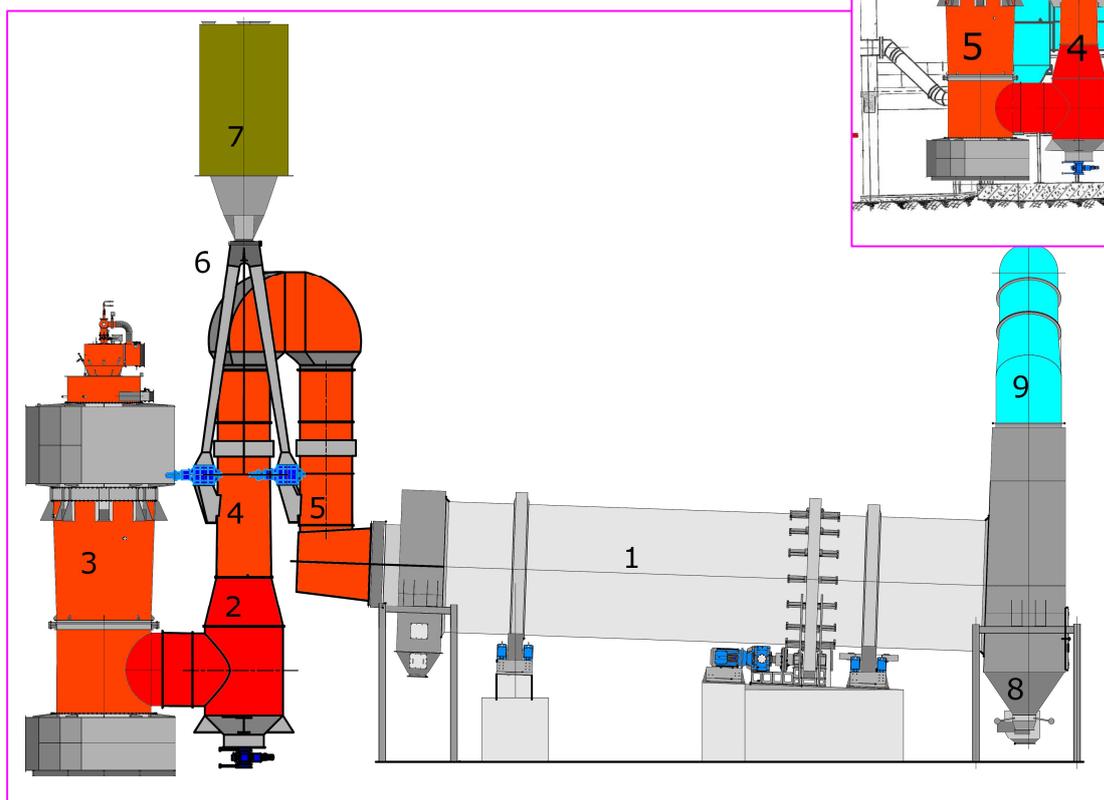
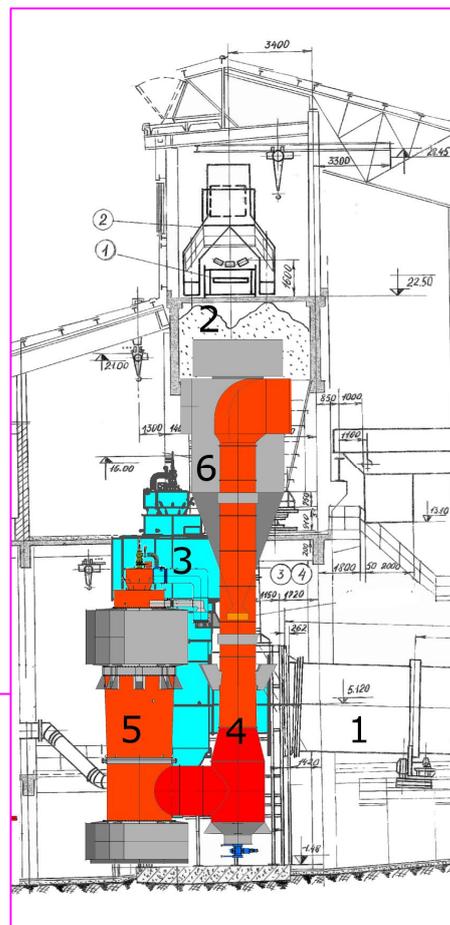


Рис. Установка интенсификатора суши SRT к сушильному барабану

1. Сушильный барабан.
2. Интесифркатор суши SRT.
3. Высокотемпературный генератор.
4. Загрузка влажного материала в подъёмный канал SRT.
5. Загрузка влажного материала нисходящий канал SRT .
6. Течки подачи материала.
7. Расходный бункер влажного матриала.

Горячие газы с температурой 900-1100 °С и высокой скоростью подаются на вход аппарата SRT обеспечивая высокую интенсивность сушки. Из опускного канала аппарата SRT подсушенный материал и горячие газы с температурой 400-600 °С подаются в сушильный барабан. В сушильном барабане материал досушивается в течение 15-20 мин до требуемой конечной влажности.

Интенсификатор сушки обеспечивает в течение 1-2 сек удаление 50-60% влаги из материала, суммарная производительность сушильного барабана может быть увеличена до 150-180%. Исключаются явления отложений влажного материала, замазывание пересыпных лопаток, явления окатывания материала в сушильном барабане.

ШАГ 3 Снижение затрат на топливо

Технологии сушки, гранулирования, обжига промышленных материалов – могут осуществляются на основе сжигания любого органического топлива.

Стоимость топлива расходуемого на сушку при обогащении минерального сырья составляет 20-30% себестоимости концентратов руд металлов.

Использование угольной пыли как топлива на промышленных предприятиях вместо природного газа или мазута позволяет снизить затраты на топливо в 3-5 раза.

Таблица. 2017. Стоимость тепловой энергии = экономическая эффективность
Сравнение стоимости тепловой энергии при использовании основных топлив.

Топливо	Мазут 10.000 ккал/кг 10.000 руб/тонн	Природный газ 8.000 ккал/м3 5.500 руб/1000 м3	Бурый Уголь 4200 ккал /кг 1000 руб /тонн
Тепловая мощность сушильной установки, МВт	10	10	10
Тепло от сжигания топлива с КПД. 90%, рубл / МВт в час	955	657	227
Время работы, час / год	6000	6000	6000
Стоимость топлива, руб /год	57.323.015	39.409.573	13.648.337
Снижение затрат на топливо при переходе на уголь, руб /год	43.674.678	25.761.236	
долл /год	766.222	451.952	
Стоимость оборудования для перехода на угольную пыль, долл			
Сушильная установка	900.000	900.000	
Окупаемость, год	1,17	1,99	
Асфальтовый завод	400.000	400.000	
Окупаемость, год	0,52	0,89	

Зола остающаяся в отходящих газах после сжигания углей улавливается системой газоочистки сушильной линии. При сушке концентратов руд цветных металлов или железорудного концентрата изменение содержания целевого металла в концентрате вследствие разбавления золой составляет 0, 08-0,12% в зависимости от качества сжигаемого угля. Минералы, входящие в состав золы положительно влияют на процессы

плавки концентратов металлов, содержат активные соединения, характерные для цемента, извести.

Приготовление и сжигание угольной пыли

Наиболее эффективным является «блочное» приготовление пылеугольного топлива (ПУТ): одна установка приготовления ПУТ для каждой сушильной установки.

Сжигание угольной пыли выполняется в вертикальных генераторах горячих газов, которые хорошо встраиваются в любую сушильную линию. Генераторы оборудованы двух топливными горелками (ПУТ и резервное топливо).

Наиболее простым и безопасным является **прямое или полупрямое сжигание угольной пыли** сразу после помола угля, без накопления больших объёмов пылевидного топлива в силосах. Так выполняется сжигание угольной пыли на тепловых электростанциях работающих на угле. Это обеспечивает наибольшую безопасность работы при наименьших затратах на оборудование.

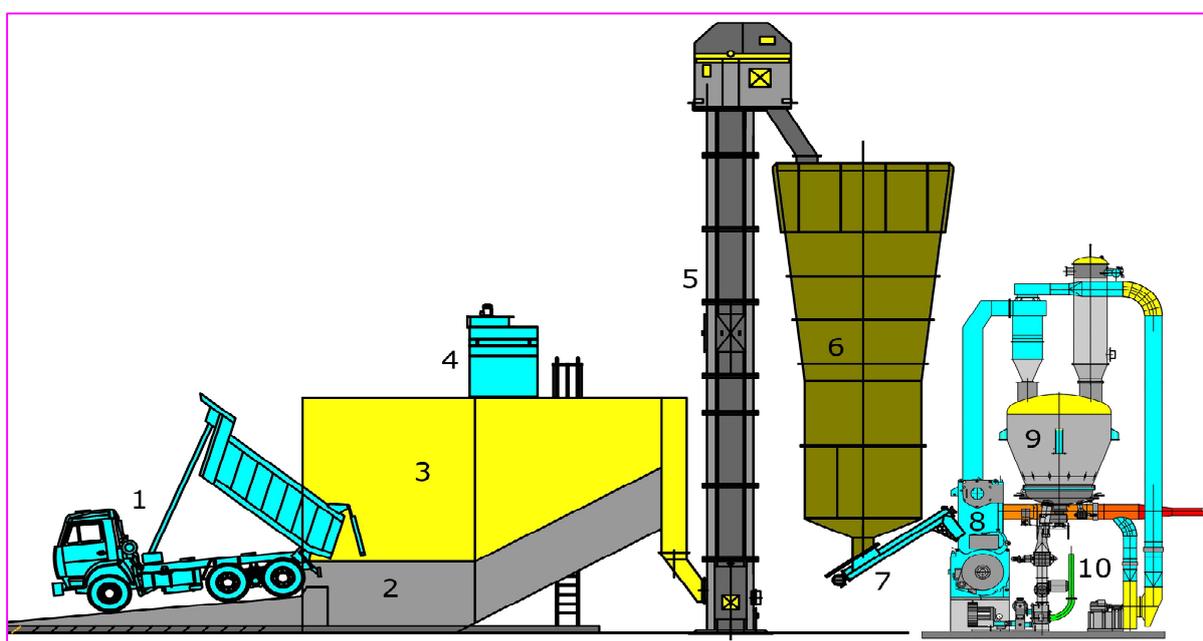


Рис. Работа установки приготовления угольной пыли с загрузкой угля.

1. Разгрузка кускового угля. 2. Пластинчатый конвейер. 3. Короб приёма угля. 4. Фильтр. 5. Элеватор. 6. Расходный бункер угля. 7. Питатель угля. 8. Угольная мельница. 9. Расходный бункер угольной пыли. 10. Подача угольной пыли к горелке .

Для сушильных линий работающих непрерывно в три смены в течение многих месяцев удобно использовать расходный бункер кускового угля на 30-50 тонн.

Размеры частиц угольной пыли, готовой к сжиганию, составляют 70-90 микрон, регулируются воздушным сепаратором, расположенным на выходе из мельницы. Мелкие частицы проходят сепаратор, крупные возвращаются на повторный домол.

Угольная пыль улавливается циклонами, накапливается в небольшом расходном бункере, рассчитанном на 1-2 часа работы сушильной линии. Это позволяет поддерживать высокую концентрацию угольной пыли на входе в горелку, что особенно важно при сжигании наиболее дешёвых углей низкого качества.

Питатель, установленный под расходным бункером, регулируется автоматикой

сушильной линии, дозирует угольную пыль к пылеугольной горелке. Горячие газы, подаваемые к угольной мельнице для подсушки угля, забираются на выходе генератора горячих газов сушильной линии.

Время старта сушильной линии на ПУТ с выходом на номинальную мощность составляет 20-30 минут. Первичный старт, когда в топливной системе нет готового пылеугольного топлива, выполняется с использованием резервного топлива. Последующие старты выполняют сразу на пылеугольном топливе. Для старта оставляют в расходном бункере запас пылеугольного топлива примерно на час работы.

Модернизация сушильной линии с использованием пылеугольного топлива ПУТ включает проектную привязку, поставку и монтаж следующих блоков:

- Оборудование для загрузки кускового угля (пластинчатый питатель, элеватор, расходный бункер)
- Угольная мельница с расходным бункером угольной пыли, устройствами дозирования и пневмотранспорта
- Генератор горячих газов с двухтопливной горелкой (ПУТ – природный газ, ПУТ – жидкое топливо).

Переход на ПУТ обеспечивает снижение затрат при закупке топлива на 50-70% по сравнению с использованием природного газа или мазута.

ШАГ 4 Использование сухой системы газоочистки

Использование мокрой газоочистки обуславливает повышение удельных расходов топлива на сушку, вызывает необходимость использования дополнительного насосного оборудования для перекачки сточных вод в отстойники, потери продуктов обогащения руд со сточными водами при незамкнутой системе технического водоснабжения.

Содержание твёрдых частиц в газах за мокрой системой газоочистки составляет 30 -50 мг/м³.

При сжигании серосодержащих топлив, например мазута или некоторых сортов угля в аппаратах мокрой газоочистки образуется серная кислота, обуславливающая интенсивную коррозию оборудования, газоходов, дымовых труб.

Мокрая система газоочистки требует установки перед ней сухой циклонной или мультициклоной очистки, которая подвергается интенсивному абразивному износу, вызывает необходимость частой замены циклонных элементов.

Увеличение расходов топлива вследствие применения мокрой системы газоочистки составляет 3-3,5%. Это вызвано необходимостью возвращать шлам из отстойников водоочистки, на механическое обезвоживание и затем на сушку. Шлам циркулирует по паразитному кругу: сушка – мокрая газоочистка – сгустители – механическое обезвоживание – сушка, проходя снова и снова механическое обезвоживание и сушку, что вызывает увеличение расходов топлива и электроэнергии.

Модернизация системы газоочистки выполняется с заменой двойной системы (циклоны + мокрый скруббер) на одноступенчатую очистку в рукавном фильтре. Рукавный фильтр размещается на существующих площадках, основной дымосос сушильной линии и дымовая труба сохраняются. **Содержание твёрдых частиц в газах за рукавными фильтрами составляет менее 10 мг/м³**

Использование рукавных фильтров имеет неожиданную особенность: в случае очистки газов сушильных линий от абразивных частиц, например частиц железорудного концентрата или концентратов руд цветных металлов фильтрационная ткань рукавов фильтров лучше противостоит абразивному износу чем сталь. Рукава фильтров за такими сушильными линиями заменяются раз в 3-5 лет, а стойкость стальных элементов мультициклонной очистки составляет около полугода. Обусловлено это тем, что на ткани рукавного фильтра в течение первых минут его использования образуется слой из мелких частиц улавливаемого продукта, который не удаляется при обратной продувке фильтра.

Последующие улавливаемые частицы не касаются ткани фильтра, откладываются на первый слой материала, который защищает ткань. Стойкость ткани рукавных фильтров определяется в основном качеством пошива рукавов и соблюдением температурного режима работы сушильной линии – контролем температур отходящих газов перед системой газоочистки.

Возможные на Вашем предприятии результаты реконструкции сушильной линии на основе современных технических решений и эффективного оборудования:

- **Использование современных автоматизированных газоплотных генераторов** горячих газов обеспечивает эффективное управление сушильным процессом, уплотнение сушильного барабана, системы газоочистки позволяет сократить присосы воздуха, снижает расход электроэнергии на **10-15%**.
- **Использование высокотемпературных генераторов** горячих газов, вертикальных аппаратов **SRT** позволяет снизить удельные расходы топлива на сушку на **10-15%**.
- **Использование одновременно высокотемпературных генераторов горячих газов** и вертикальных аппаратов **SRT** это позволяет повысить производительность сушильных линий в **1,5-2 рвза** при одновременном снижении удельных расходов топлива.
- **Использование интенсификаторов сушки** на основе аппаратов **SRT** совместно с сушильным аппаратом позволяет значительно повысить производительность такого тандема. При этом ликвидируются явления замазывания лопаток сушильного барабана или окатывание материала, например цинковых концентратов. Органичением производительности становится в основном механическая прочность опор и мощность привода сушильного барабана.
- **Использование наиболее дешёвого топлива** – пылеугольного топлива (ПУТ) обеспечивает снижение затрат при закупке топлива для сушильных линий на **50-70%**.
- **Использование рукавных фильтров** позволяет перейти к одноступенчатой системе газоочистки, снижает потери сухого продукта, снижает удельные расходы топлива на сушку, повышает время безремонтного пробега оборудования.

Новое строительство сушильных линий на основе аппаратов SRT позволяет значительно снизить площадь, занимаемую оборудованием, сокращаются затраты на строительство помещений сушильных цехов.

Окупаемость затрат на техническую реконструкцию работающих сушильных цехов по пунктам 1-4 не превышает 1,5-2 года.



Рис. Модернизация оборудования существующей сушильной линии с вращающимся барабаном

1. Сушильный барабан.
2. Бункер влажного материала.
3. Новый генератор горячих газов для сушильного барабана.
4. Сухая газоочистка - Рукавный фильтр.
5. Дымосос.
6. Дымовая труба.
7. Загрузочный короб для кускового угля с пластинчатым конвейером.
8. Элеватор.
9. Расходный бункер кускового угля.
10. Угольная мельница.

Установка скоростного сушильного аппарата SRT: 11. Аппарат SRT. 12. Высокотемпературный генератор горячих газов.

Новое строительство

При строительстве новых технологических линий параллельное расположение сушильного аппарата и оборудования газоочистки, как показано ниже, позволяет значительно уменьшить площадь расположения сушильной установки.

Основное оборудование расположено в помещении в районе генератора горячих газов. Сушильный барабан и рукавный фильтр располагаются снаружи. Близкое расположение основного дымососа и генератора горячих газов позволяет возвращать часть отходящих газов в процесс сушки. Это обеспечивает дополнительное снижение удельного расхода топлива, снижение выбросов в атмосферу.

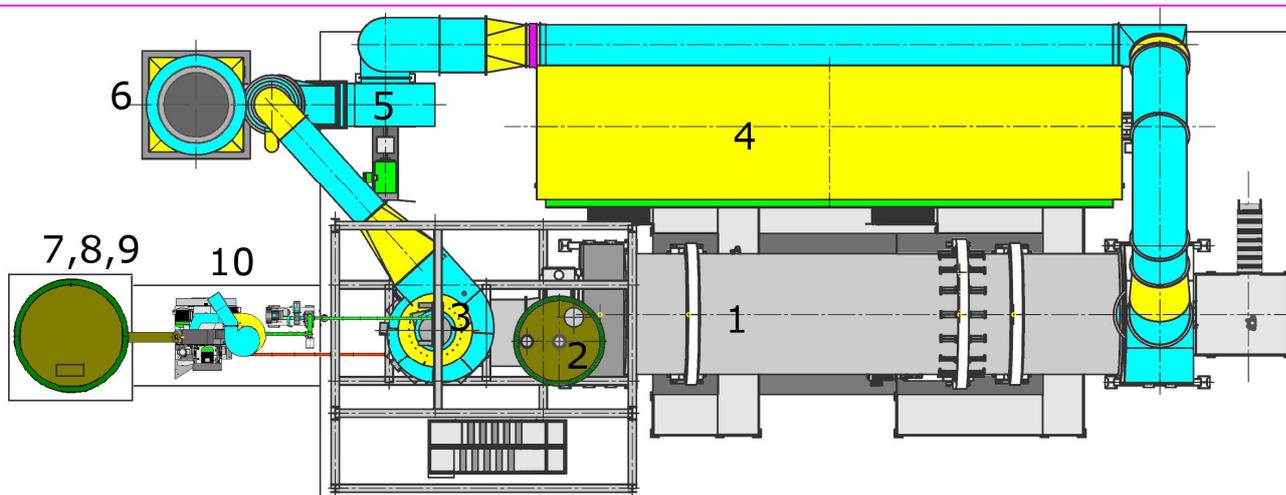
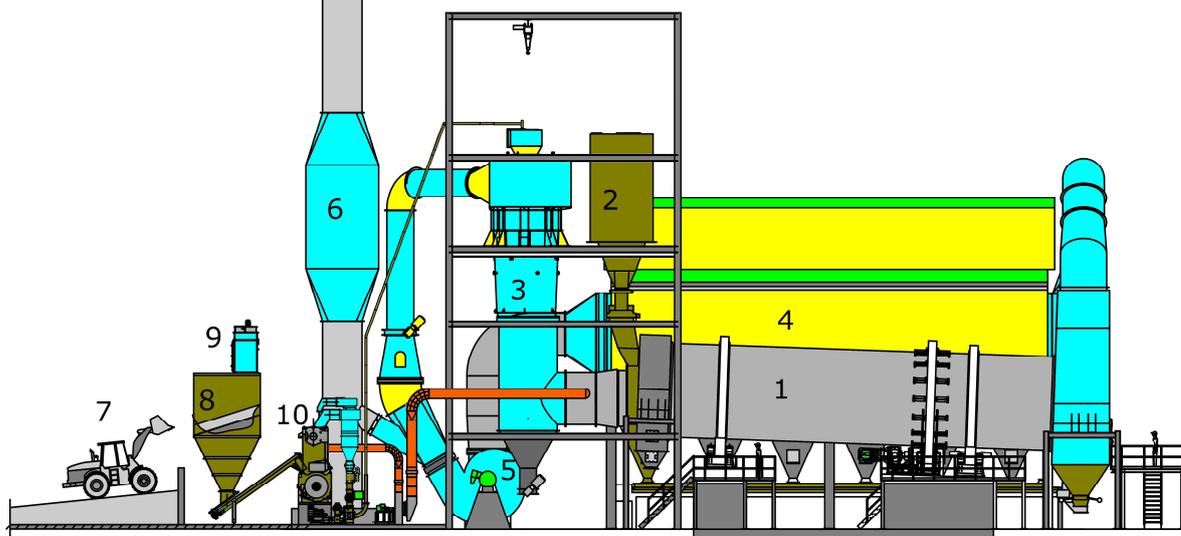


Рис. Новое строительство сушильной линии с вращающимся барабаном

1. Вращающийся сушильный барабан.
2. Расходный бункер влажного материала.
3. Генератор горячих газов.
4. Сухая газоочистка - Рукавный фильтр.
5. Дымосос.
6. Дымова труба.
7. Загрузка кускового угля.
8. Расходный бункер кускового угля.
9. Бункерный фильтр.
10. Угольная мельница.

Инжиниринговая компания FTT - Ing.-Büro Feuerungs – und Trocknungstechnologien (технологии горения и сушки). Разработка, проектирование, изготовление оборудования и комплектные установки:

- **сушка:** медного, цинкового, пиритного, молибденового, флюоритового, титанового, баритового, никелевого, железорудного и других концентратов; технических солей, бентонитовых глин, песка и других материалов
- **гранулирование минеральных удобрений**
- **нагрев** серосодержащих газов в системе контактных аппаратов серноокислотного производства, иных технологических газов
- **выпарка растворов солей**
- **термическое разложение** окислов азота за печами
- **сушка взрыво-пожароопасных материалов** в среде с пониженным содержанием кислорода, углей, органического сырья для древесных строительных материалов, возобновляемого древесного топлива
- **сушка и гранулирование суспензий** в распылительных сушилках
- **прямое воздушное отопление** производственных цехов
- **разогрев оборудования, оттаивание** железнодорожных вагонов
- **обжиг, спекание** промышленных материалов
- **нагрев технологических газов**
- **генераторы горячих газов**
- **вертикальные скоростные трубные сушилки для угля, угольных шламов**

- **установки приготовления пылеугольного топлива** для промышленных предприятий:
 - асфальтовых заводов,
 - заводов получения цементного клинкера,
 - металлургических предприятий,
 - химических предприятий,
 - производства минеральных удобрений и других технологий.Адаптируем технологическое оборудование для работы на пылеугольном топливе.

- **шлаковозгонные печи** для извлечения цветных металлов из шлаков
- **современные технологии получения металлов**
- **получение полукокса** из бурого угля



Contact in Germany:
FTT - Ing.-Büro Feuerungs –
und Trocknungstechnologien
(технологии горения и сушки)
phone: +49 163 72 55 806
Web Site: www.ftt-ing.de
e-mail: info@ftt-ing.de

