## Производительность многотоннажных сушильных установок углеобогатительных фабрик

Газопаровоздушная смесь, удаляемая побудителем расхода из многотоннажной газовой сушильной установки, впервые представлена сложной системой, состоящей из сухих газов (сушильного агента, присосанного воздуха) и водяных паров (содержащихся в сушильном агенте, присосанном воздухе, испаренной влаге).

**В рамках исследований составлен алгоритм, связавший коэффициент присосов, параметры, измеряемые инструментально и не поддающиеся измерениям в частности:**

* КПД топки.
* Количество загружаемого в аппарат сушки влажного и выгружаемого из разгрузочной камеры высушенного угольного концентрата.
* Удельный расход теплоты.
* Потери теплоты на нагрев материала, с уходящими газами, в окружающую среду.
* КПД сушильной установки и др.

Указанные показатели положены в основу метода расчёта количества сырого (высушенного) концентрата по количеству влаги, испаренной в процессе непрерывной работы в исследуемом режиме.

Производительность многотоннажной (от 100 до 700 тонн сырого концентрата в час) газовой сушильной установки углеобогатительных фабрик – параметр, по которому подбирается комплекс основного и вспомогательного оборудования сушильного отделения, цеха погрузки и транспортировки потребителям.

Теплоэнергозатраты, экономические и экологические показатели газовой сушки концентратов мокрого обогащения углей улучшаются при повышении производительности сушильной установки.

**Расчёт экономических эффектов от внедрения оборудования повышенной производительности зависит от:**

* Совершенствования технологии.
* Конструкции аппаратов.
* Узлов сушильных установок.
* Учёта затрат.

Важным является анализ контролируемых процессов, с выдачей данных в форме статистической отчётности базирующиеся на результатах теплотехнических испытаний, при которых измерение производительности установки должны проводиться в процессе непрерывной работы сушильной установки в исследуемом технологическом режиме.

**Производительность многотоннажных газовых сушильных установок характеризуют:**

* Количество сырого угольного концентрата, загружаемого в аппарат сушки G1.
* Количество влаги, испаренной в процессе сушки ΔWИВ.
* Количество высушенного концентрата G2.

Известны методы расчёта производительности многотоннажных сушильных установок путём взвешивания сырого угольного концентрата, спущенного на отметку (пол цеха) через открываемое на непродолжительное время отверстие в нижней постели скребковых питателей узлов загрузки (достаточно высоко расположенных над полом отметки), или скребковых питателей, подающих уже высушенный концентрат на конвейеры цеха погрузки [1].

Исходя из доступности, в условиях предприятия измеряется один параметр (производительность по сырому или по высушенному концентрату), два других рассчитываются.

Это очень трудоёмкие и растянутые во времени методы, при которых невозможно быстро получить результат, тем более исследовать динамику.

### Прогрессивная модель расчетов для газовых сушильных установок

Усовершенствование технологии расчета производительности многотоннажных газовых сушильных установок, представленное в данной работе, основано на математических зависимостях материального баланса, в котором газопаровоздушная смесь представлена как сложная система (рисунок 1).

**Данная система состоит из:**

* Сухого сушильного агента.
* Сухого присосанного воздуха.
* Испаренной влаги.
* Влаги сушильного агента.
* Влаги присосанного воздуха.

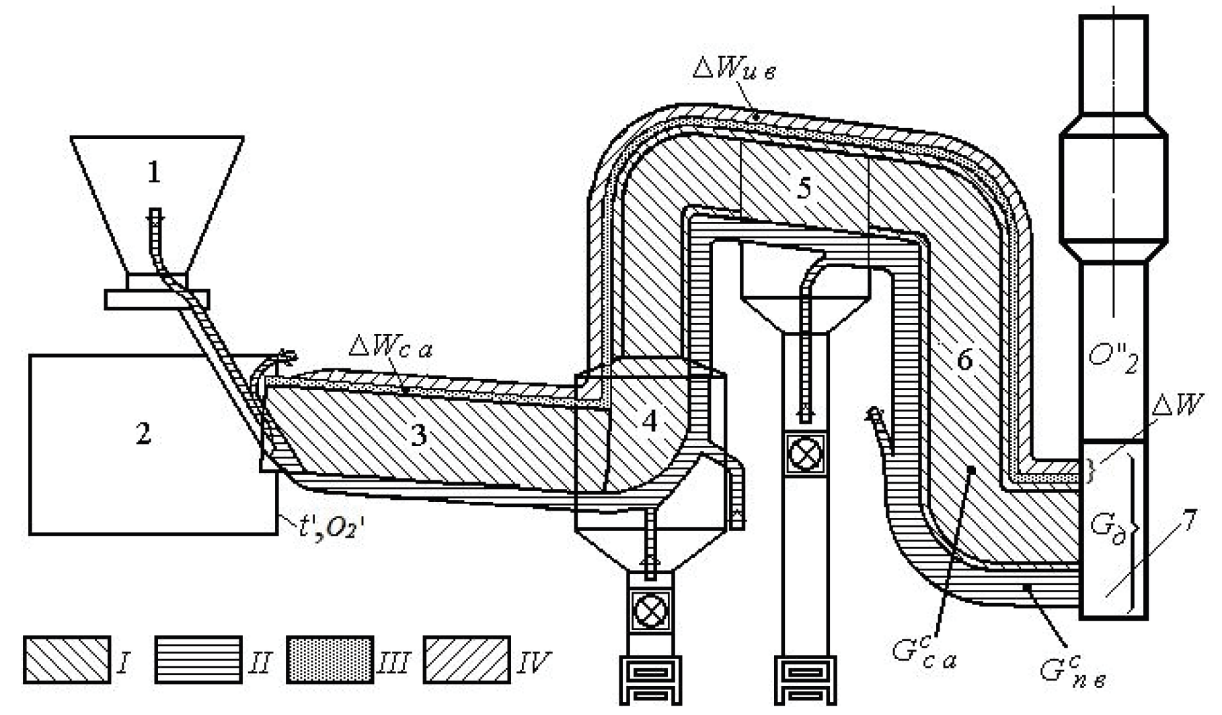


Рисунок 1 - Схема газопаровоздушного баланса многотоннажной газовой сушильной установки с учётом присосов атмосферного воздуха

**где**

* 1 – бункер сырого концентрата.
* 2 – топка.
* 3 –аппарат сушки (сушильный барабан).
* 4 – разгрузочная камера.
* 5 – сухая ступень пылеулавливания.
* 6 – газоходы.
* 7 – побудитель расхода (дымосос).
* I – масса сухого сушильного агента.
* II – масса сухого присосанного воздуха Gспв.
* III – масса влаги сушильного агента ΔWса.
* IV – масса испаренной влаги ΔWив.
* Масса влаги присосанного воздуха условно не показана.
* t’ – место установки датчика температуры штатного прибора.
* О’2 – место отбора пробы сушильного агента.
* O"2 - датчика штатного газоанализатора содержания кислорода.

Отношение массы сухого присосанного воздуха Gсса к массе сухого сушильного агента Gспв представляет собой коэффициент присосов атмосферного воздуха относительно расхода сухого сушильного агента на входе в аппарат сушки (доли ед., %).

**Соответственно получаем:**



Установлено, что коэффициент присосов влияет на все параметры газовой сушки [2].

Соответственно [3] коэффициент присосов сушильной установки можно рассчитать и по содержаниям кислорода – в сушильном агенте на входе в аппарат сушки O’2 и в газопаровоздушной смеси за побудителем расхода (или перед мокрым пылеуловителем).

**Получим следующее соотношение:**



**Из материального баланса газопаровоздушной смеси, учитывающего присосанный воздух, выведены количественные зависимости от коэффициента присосов сухих и влажных масс:**

* Присосанного воздуха в составе сушильного агента.
* Масс водяных паров в сушильном агенте и в присосанном воздухе.
* Массы испаренной влаги.

Отсюда масса испаренной влаги рассчитывается как разность между общим количеством водяных паров в газопаровоздушной смеси и количеством водяных паров в сушильном агенте и присосанном воздухе.

**Для этого перед побудителем расхода инструментально измеряются следующие параметры:**

* Площадь сечения газохода S.
* Разрежение в точке замеров.
* Температура сухого и мокрого термометров (t"c, t"м).
* Динамические напоры поля скоростей.

Измеряется содержание кислорода в сушильном агенте на входе в аппарат сушки O'2, в газопаровоздушной смеси в сечении перед побудителем расхода O"2.

В бункере сырого концентрата и на конвейере высушенного концентрата отбираются пробы для определения влажности (соответственно W1, W2). Измеряются температуры по сухому и мокрому термометрам для воздуха в помещении цеха.

**Рассчитывается скорость газопаровоздушной смеси в сечении перед побудителем расхода ν, определяется объём газопаровоздушной смеси:**

* Vд=νS3600.

**Определяется плотность парогазовоздушной смеси r и рассчитывается масса влажной газопаровоздушной смеси:**



**На Id-диаграмме находится влагосодержание газопаровоздушной смеси d" (кг/кг сухих газов), затем рассчитывается влагосодержание d"в (кг/кг влажных газов):**



### Определение составляющих газопаровоздушного баланса

Далее последовательно определяются значения массы составляющих газопаровоздушного баланса согласно схемы (рисунок 1).

**Определение водяных паров в составе парогазовой смеси:**



**Определение сухих газов в составе парогазовой смеси:**



**После преобразования получаем:**



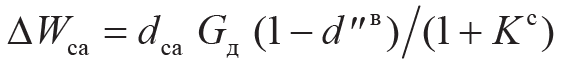
**Параметр сухого сушильного агента:**



**Параметр сухого присосанного воздуха:**



**Параметр водяных паров, содержащихся в сушильном агенте:**



**где**

* dса – влагосодержание сушильного агента, рассчитываемое по формулам состава топочных газов.

**Параметр водяных паров, поступивших в сушилку с присосанным воздухом:**



**где**

* dпв – влагосодержание присосанного воздуха, определяемое на Id-диаграмме.

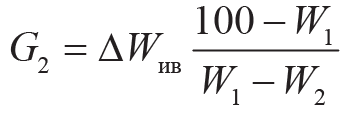
**Следовательно, производительность сушильной установки по испаренной влаге определяется формулой:**



**где**

* ΔWив - производительность сушильной установки по испаренной влаге.
* ΔW – общее количество водяных паров в газопаровоздушной смеси.
* ΔWса – количествами водяных паров в сушильном агенте.
* ΔWпв - количествами водяных паров в присосанном воздухе.

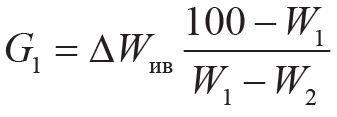
**Количество просушенного концентрата, иначе производительность сушильной установки по высушенному материалу [4]:**



**где**

* W1 – влажность поступающего в аппарат сушки сырого концентрата.
* W2 – влажность просушенного концентрата.

**Количество влажного концентрата, поступающего в аппарат сушки, иначе производительность сушильной установки по влажному материалу [4]:**



В итоге расчётного анализа составлен алгоритм, связавший коэффициент присосов, параметры, измеряемые инструментально и не поддающиеся измерениям, которые используются при разработке мероприятий повышения эффективности и взрывобезопасности многотоннажной газовой сушильной установки при сушке угольных концентратов мокрого обогащения.

Возможность рассчитать производительность многотоннажных газовых сушильных установок по сырому концентрату через массу испаренной влаги в процессе непрерывной работы сушильной установки в установленном технологическом режиме, что позволяет исключает трудоёмкие методы взвешивания.

Это дало реальную возможность производить желаемое количество экспериментов, вычисления множества технологических и теплотехнических величин, необходимых для выявления оптимальных параметров режимных карт, позволяющих в конечном итоге повысить эффективность и взрывобезопасность газовой сушки.

### Список литературы

1. Рубин Ю.М. Опыт оперативного контроля и расчета основных показателей сушильных установок. – Ворошиловград: Изд-во института УкрНИИобогащения, 1979. – 67 с.
2. Хашина Н.В. Ограничение присосов – путь к повышению безопасности и эффективности работы сушилок. – Уголь. – 1983. – № 4. – С. 58–60.
3. Гордон Г.М., Пейсахов И.Л. Пылеулавливание и очистка газов. – М.: Металлургиздат, 1968. – 497 с.
4. Филиппов В.А. Техника и технология сушки угля. – М.: Недра, 1975. – 287 с.

Источник: Производительность многотоннажных сушильных установок углеобогатительных фабрик / Н.В. Хашина, ЗАО «СибНИИобогащение», г. Прокопьевск // Известия Томского политехнического университета.- 2013.- Т. 323.- №4.- С.72-74.