

УДК 622.794.622.807

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МНОГОТОННАЖНЫХ ГАЗОВЫХ СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Н.В. Хашина

ЗАО «СибНИИОбогащение», г. Прокопьевск

E-mail: nina_hashina@mail.ru

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 влаги). Составлен алгоритм, связавший коэффициент присосов, параметры, измеряемые инструментально и не поддающиеся измерениям (КПД топки; количество загружаемого в аппарат сушилки влажного и выгружаемого из разгрузочной камеры высушенного угольного концентрата; удельный расход теплоты; потери теплоты на нагрев материала, сходящими газами, в окружающую среду; КПД сушильной установки и др.), которые положены в основу метода расчёта количества сырого (высушенного) концентрата по количеству влаги, испаренной в процессе непрерывной работы в исследуемом режиме.

Ключевые слова:

Влажный концентрат, высушенный концентрат, испаренная влага, многотоннажная газовая сушильная установка, производительность.

Производительность многотоннажной (от 100 до 700 тонн сырого концентрата в час) газовой сушильной установки углеобогачительных 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, от совершенствования технологии или конструкции аппаратов, узлов сушильных установок, учёт затрат, анализ контролируемых процессов, выдача данных в формы статистической отчётности базируются на результатах теплотехнических испытаний, при которых измерение производительности должна измеряться в процессе непрерывной работы сушильной установки в исследуемом технологическом режиме.

Производительность многотоннажных газовых сушильных установок характеризуют: количество сырого угольного концентрата, загружаемого в аппарат сушки G_1 ; количество влаги, испаренной в процессе сушки $\Delta W_{\text{вв}}$; количество высушенного концентрата G_2 .

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 кон-

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

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), состоящая из сухого сушильного агента, сухого присосанного воздуха и водяных паров (испаренной влаги, влаги сушильного агента, влаги присосанного воздуха).

Отношение массы сухого присосанного воздуха $G_{\text{са}}^{\text{с}}$ к массе сухого сушильного агента $G_{\text{пв}}^{\text{с}}$ представляет собой коэффициент присосов атмосферного воздуха относительно расхода сухого сушильного агента на входе в аппарат сушки (доли ед., %): $K^{\text{с}} = G_{\text{пв}}^{\text{с}} / G_{\text{са}}^{\text{с}}$.

Установлено, что коэффициент присосов влияет на все параметры газовой сушки [2]. Сообразно [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) O_2'' : $K^{\text{с}} = (O_2'' - O_2') / (21 - O_2')$.

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.

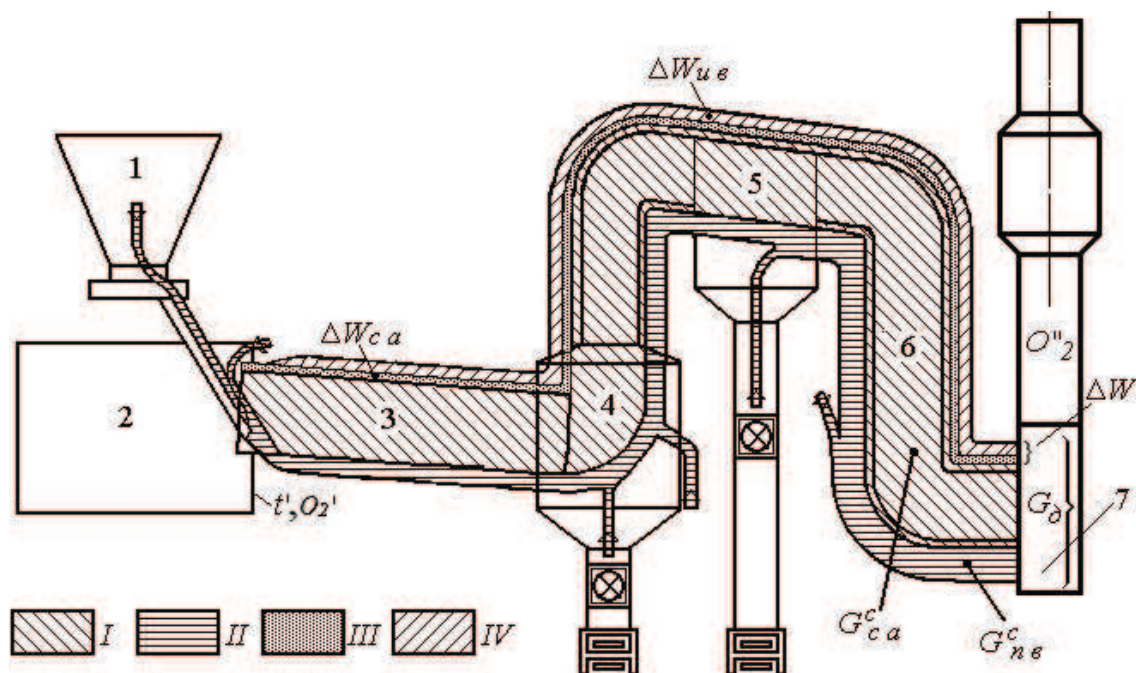


Рисунок. Схема газопаровоздушного баланса многотоннажной газовой сушильной установки с учётом присосов атмосферного воздуха: 1 – бункер сырого концентрата; 2 – топка; 3 – аппарат сушки (сушильный барабан); 4 – разгрузочная камера; 5 – сухая ступень пылеулавливания; 6 – газоходы; 7 – побудитель расхода (дымосос); I – масса сухого сушильного агента; II – масса сухого присосанного воздуха $G_{пв}$; III – масса влаги сушильного агента ΔW_{ca} ; IV – масса испаренной влаги $\Delta W_{ив}$; масса влаги присосанного воздуха условно не показана; t' , O_2' – места установки: датчика температуры штатного прибора и отбора пробы сушильного агента, датчика штатного газоанализатора содержания кислорода

Для этого перед побудителем расхода инструментально измеряются: площадь сечения газохода S , разрежение в точке замеров, температура сухого и мокрого термометров (t'_c , t''_m), 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 W_1 , W_2). Измеряются температуры по сухому и мокрому термометрам для воздуха в помещении цеха.

Рассчитывается скорость газопаровоздушной смеси в сечении перед побудителем расхода v , определяется объём газопаровоздушной смеси: $V_d = vS3600$.

Определяется плотность парогазовоздушной смеси ρ и рассчитывается масса влажной газопаровоздушной смеси: $G_d = V_d \rho$.

На Id-диаграмме находится влагосодержание газопаровоздушной смеси d'' (кг/кг сухих газов), затем рассчитывается влагосодержание d''^b (кг/кг влажных газов): $d''^b = d'' / (1 - d'')$.

Далее последовательно определяются значения массы составляющих газопаровоздушного баланса согласно схеме на рисунке:

- водяных паров в составе парогазовой смеси
 $\Delta W = d'' \cdot G_d$;
- сухих газов в составе парогазовой смеси
 $G_{cr} = G_d \Delta W$, или после преобразования

$$G_{cr} = G_d (1 - d''^b);$$

- сухого сушильного агента

$$G_{ca} = G_d (1 - d''^b) / (1 + K^c);$$

- сухого присосанного воздуха

$$G_{пв} = G_{cr} K^c / (1 + K^c);$$

- водяных паров, содержащихся в сушильном агенте

$$\Delta W_{ca} = d_{ca} G_d (1 - d''^b) / (1 + K^c),$$

где d_{ca} – влагосодержание сушильного агента, рассчитываемое по формулам состава топочных газов;

- водяных паров, поступивших в сушилку с присосанным воздухом

$$\Delta W_{пв} = d_{пв} G_d (1 - d''^b) K^c / (1 + K^c),$$

где $d_{пв}$ – влагосодержание присосанного воздуха, определяемое на Id-диаграмме.

Производительность сушильной установки по испаренной влаге $\Delta W_{ив}$ – это разность между общим количеством водяных паров в газопаровоздушной смеси ΔW и количествами водяных паров в сушильном агенте ΔW_{ca} и в присосанном воздухе $\Delta W_{пв}$:

$$\Delta W_{ив} = \Delta W - \Delta W_{ca} - \Delta W_{пв}.$$

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

$$G_2 = \Delta W_{\text{ив}} \frac{100 - W_1}{W_1 - W_2},$$

где W_1, W_2 – соответственно влажность поступающего в аппарат сушки сырого концентрата, влажность просушенного концентрата.

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

$$G_1 = \Delta W_{\text{ив}} \frac{100 - W_1}{W_1 - W_2}.$$

В итоге расчётного анализа составлен алгоритм, связавший коэффициент присосов, параметры, измеряемые инструментально (показаны выше) и не поддающиеся измерениям (КПД топки; статьи теплового баланса: приход тепла с сушильным агентом, присосанным воздухом; удельный расход тепла, потери тепла на нагрев материала, сходящими газами, в окружающую среду; КПД

сушильной установки и др.), которые используются при разработке мероприятий повышения эффективности и взрывобезопасности многотоннажной газовой сушильной установки при сушке угольных концентратов мокрого обогащения.

Заключение

Возможность рассчитать производительность многотоннажных газовых сушильных установок по сырому (влажному) концентрату через массу испаренной влаги (в процессе непрерывной работы сушильной установки в установленном технологическом режиме) 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.

Поступила 18.07.2013 г.

UDC 622.794.622.807

PRODUCTIVITY OF LARGE-TONNAGE GAS DRYING INSTALLATIONS OF COAL PREPARATION PLANTS

N.V. Khashina

SibNIIobogashchenie, Prokopyevsk

Gas vapor mixture which removed by flow booster from a large-tonnage gas drying installation is represented for the first time by a complex system consisting of dry gases (drying agent, sucked on air) and water vapors (contained in drying agent, sucked on air, evaporated moisture). The author has set up the algorithm connecting leakage coefficients, dimensionless parameters and those measured instrumentally (burner efficiency; amount of damp coal concentrate charged into drying device and dried coal concentrate discharged from balancing chamber; heat rate; heat leakage for material heating with exhaust gases into environment; drying installation efficiency) which are taken as a basis of the technique for calculating raw (dried) concentrate for damp amount evaporated at continuous operation in the mode

Key words:

Damp concentrate, dried-up concentrate, evaporated moisture, large-tonnage gas drying installation, productivity.

REFERENCES

1. Rubina Yu.M. *Opyt operativnogo kontrolya i rascheta osnovnykh pokazateley sushilnykh ustanovok* (The experience of compulsory checking and calculation of principle indices of drying installations). Voroshilovgrad, Institut UkrNIIObogasheniya Publ., 1979. 67 p.
2. Khashina N.V. *Ugol*, 1983. 4, pp. 58–60.
3. Gordon G.M., Peisakhov I.L. *Pyleulavlivanie i ochistka gasov* (Dust catching and gas purification). Moscow, Metallurgizdat, 1968. 497 p.
4. Filippov V.A. *Tekhnika i tekhnologiya sushki uglya* (Methods and technology of coal drying). Moscow, Nedra, 1975. 287 p.