

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТА КОНДЕНСАЦИИ

В.В. Кейзеров

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Герасимова О.В.

В настоящее время огромное значение в литейном производстве приобрела проблема борьбы с вредными выбросами. На долю выбросов плавильных агрегатов приходится 50-60 % от общего пылегазовыделения в машиностроении. Жесткие санитарные требования приводят к усложнению аппаратов очистки и как следствие к удорожанию самой очистки. Кроме этого, выбросы при вторичной плавке металла состоят из высокодисперсной многокомпонентной пыли, что также усложняет процесс очистки. Дисперсный состав выбросов зависит от типа плавильного агрегата, доля фракций размером менее 10 мкм при плавке в вагранке составляет 40 %, а при плавке в электропечах может достигать до 90 % (рис. 1). Эффективность очистки падает с повышением дисперсности частиц.

Эффективное улавливание мелких частиц связано с повышением энергозатрат на их улавливание. Зависимость между степенью очистки газов и затратами энергии выражается формулой:

$$\eta = 1 - \exp(-BK^\chi),$$

где K – удельная энергия, затрачиваемая на пылеулавливание, кДж на 1000 м³ газа; η – эффективность очистки; B, χ – константы, определяемые дисперсным составом пыли.

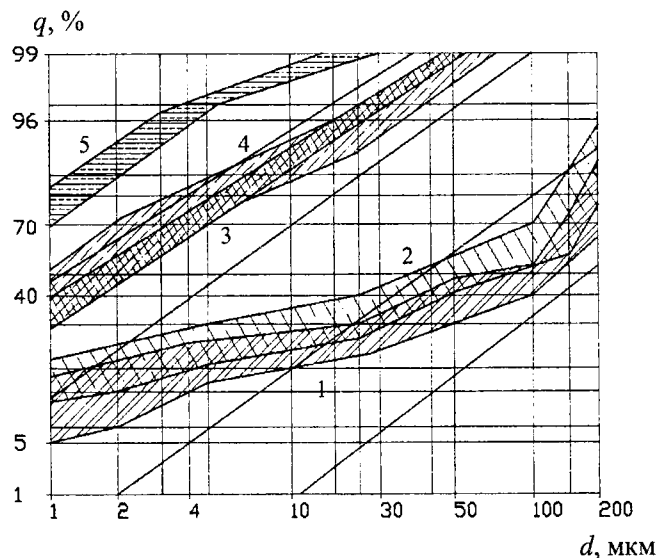


Рис. 1. Дисперсный состав аэрозолей плавильных печей: 1 – вагранка холодного дутья; 2 – вагранка горячего дутья; 3 – электродуговая печь; 4 – индукционная печь; 5 – конвертер

Широко используемые аппараты мокрой очистки с низкими удельными энергозатратами ($\approx 0,1$ кВт·ч на 1000 м³ газа) эффективны лишь при улавливании грубодисперсной пыли $d_m \geq 50$ мкм. Известные аппараты тонкой очистки характеризуются высокими удельными энергозатратами $\approx 5-10$ кВт·ч на 1000 м³ газа (рис. 2).

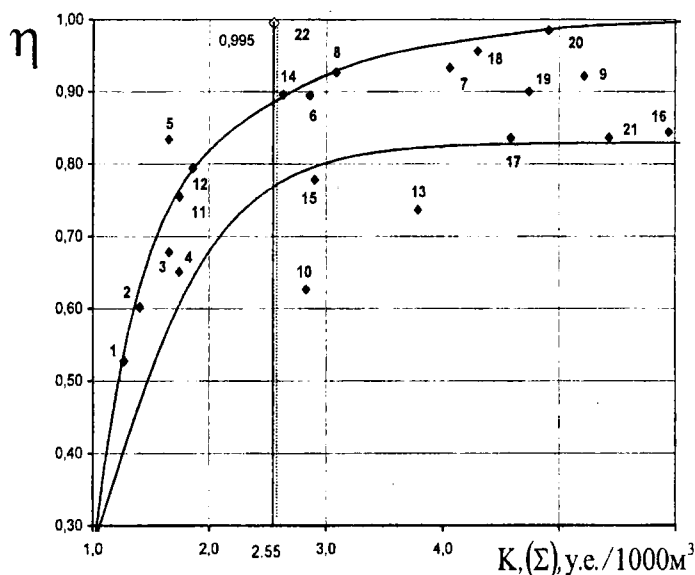


Рис. 2. Эффективность аппаратов очистки выбросов в зависимости от энергозатрат и себестоимости: 1 – инерционный пылеуловитель; 2 – циклон; 3 – циклон прямоточный; 4 – мультициклон скоростной; 5 – мультициклон; 6 – электрофильтр; 7, 8 – фильтр рукавный со встряхиванием; 9 – фильтр со струйной продувкой; 10 – эжекторный скруббер Вентури; 11 – мокрый циклон; 12 – ротоклон; 13 – полый скруббер; 14 – скруббер с насадкой; 15 – барботажный аппарат; 16 – дезинтегратор; 17 – мокрый электрофильтр; 18 – 21 – скрубберы Вентури: соответственно, круглый, щелевой, средне- и высокоскоростной; 22 – конденсационный уловитель

Высокая энергоемкость традиционно применяемых аппаратов мокрой очистки отходящих газов плавильных агрегатов, сложности в обслуживании и работе, низкие значения эффективности заставляют вести поиск новых способов и конструкций аппаратов очистки.

Для повышения эффективности пылеулавливания можно использовать метод конденсационного осаждения, характеризуемый высокой эффективностью и низкими энергозатратами. Процесс конденсации может происходить на поверхности с образованием сплошной пленки – пленочная конденсация, на отдельных каплях – капельная конденсация, а также в объеме, где центрами конденсации являются пылинки, содержащиеся в газах.

Для эффективного развития процесса конденсации необходимо обеспечить: высокую насыщенность газов парами воды, перепад температур не менее 40-60 °С и понижение до температуры конденсации, увеличение времени пребывания газов в аппарате до 10 с и наличие высокодисперсной пыли.

На гомельском предприятии «САНТЭП» внедрена система очистки, использующая принцип конденсационного пылеосаждения, повышающего эффективность улавливания высокодисперсных фракций пыли.

Система отвечает всем требованиям, предъявляемым для эффективной работы данного процесса: в проекте предусмотрена 100 % влажность, перепад температур 40-60 °С, время пребывания составляет ≈ 12 с, что достаточно для развития процесса конденсации, также в газе присутствует высокодисперсная пыль $d_m = 5 - 10$ мкм.

За время работы были получены данные, что при расходе газов 6000-10000 м³/ч, концентрация взвешенных веществ сокращается до 0,08-0,15 г/м³, при начальной 0,35-0,65 г/м³. Энергозатраты на очистку, включая транспортирование газа и воды, составляют $\approx 2,2$ кВт·ч на 1000 м³ газа, что примерно в 3-4 раза ниже, чем при дру-

гих способах очистки той же эффективности. Полученные результаты свидетельствуют о том что использование конденсационного пылеосаждения позволит повысить эффективность очистки и сократить затраты на нее.

Литература

1. Ужов В.Н., Вальдберг А.Ю., Очистка газов мокрыми фильтрами. – М.: Химия, 1972.
2. Ровин С.Л., Ровин Л.Е., Селютин А.М., Русая Л.Н., Герасимова О.В. Низкоэнергетическая система очистки дымовых газов //Литье и металлургия. – 2002. – № 2. – С. 118-120.

РАЗРАБОТКА ДВУХХОДОВОГО РАДИАЦИОННОГО РЕКУПЕРАТОРА ДЛЯ ВАГРАНКИ МИНСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ЗАВОДА

С.А. Кроплевский

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ткаченко А.В.

Процессы плавки металлов в литейном производстве являются наиболее энергоемкими. Основная доля чугуна выплавляется в вагранках, имеющих термический КПД, не превышающий 40-45 %. Часть тепла топлива теряется с отходящими газами. Еще меньшую величину имеет КПД нагревательных и термических, в том числе обжиговых, печей от 7 до 15 %.

Топливо в РБ является дорогостоящим импортируемым ресурсом. В связи с этим проблема экономии топлива, снижение энергоемкости производства отливок, а также пути повышения эффективности использования топлива в печах имеют особую актуальность.

Одним из наиболее эффективных путей сокращения удельного расхода топлива является подогрев воздуха, необходимого для сжигания топлива в печи, за счет высокотемпературного тепла отходящих газов. При этом возврат тепла в печь достигает от 30...35 % (одноступенчатый подогрев) до 60...65 % – при двухступенчатом подогреве.

Подогрев дутья за счет тепла отходящих газов является наиболее эффективным средством повышения экономических, экологических и металлургических характеристик ваграночной плавки. За счет повышения температуры дутья, соответственно, увеличивается температура в зоне горения кокса, что приводит к повышению температуры выплавляемого чугуна и шлака. При прочих равных условиях на каждые 100 °С подогрева дутья температура металла практически увеличивается на 25-30 °С. Повышение температуры металла и шлака способствует улучшению качества выплавляемого чугуна и снижению брака отливок. Кроме того, улучшаются эксплуатационные характеристики вагранки. Если значительного повышения температуры жидкого металла не требуется, то за счет подогрева дутья обеспечивается экономия кокса: при подогреве на каждые 100 °С сокращение расхода кокса составляет 6-8 % от веса металлозавалки.

Подогрев дутья за счет тепла отходящих газов предполагает интенсивное сжигание оксида углерода (СО), что приводит к резкому сокращению выбросов СО в атмосферу, соответственно, уменьшается плата за выбросы.

В настоящее время подавляющая часть вагранок в технически развитых странах работает на горячем дутье с температурой 500 °С и более. При этом расход кокса снижается на 30-35 %. Подобный нагрев осуществляется в комбинированных двух-