

## **ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ПЫЛЕВДУВАНИЯ**

**Шевердин И.В., студент; Кравцов В.В., профессор, д.т.н.**

*(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)*

Вдувание пылеугольного топлива (ПУТ) в доменную печь (ДП) является эффективной технологией с точки зрения снижения себестоимости чугуна, повышения производительности печи и защиты окружающей среды.

Первая в Европе промышленная установка по приготовлению и вдуванию ПУТ была построена в 1980 году на Донецком металлургическом заводе. В настоящее время более чем 100 пылеугольных комплексов работают в странах Европейского Союза, Китае, Японии, Корее, США и других странах с вдуванием около 200 кг/т чугуна.

Эффективное использование дорогостоящих комплексов пылевдувания достигается при максимальном расходе угля. Однако существующий технический уровень не позволяет решить эту задачу по ряду причин, в первую очередь ввиду сложности обеспечения полного смешения угольных частиц с дутьем. Предлагается увеличить концентрацию кислорода вблизи движущейся угольной струи, но несмотря на то, что некоторые аспекты этого предложения опробованы на практике на доменных печах фирм Тиссен Стил и Бритиш Стил при использовании коаксиальных трубок их подход не обеспечивает оптимального использования кислорода, т.к. горение частиц ПУТ протекает в четыре стадии и выгорание крупных частиц проходит в последней стадии, которая протекает уже в области пониженной концентрации кислорода.

При элементарном подходе к вопросу о подсчёте подвижности заряженных частиц в газе делается ряд допущений, упрощающих задачу. В результате получаемые для подвижности численные значения сильно отличаются от данных опыта, но получаемые соотношения позволяют сделать ряд общих заключений о характере зависимости подвижности от ряда параметров, а также дают возможность показать, что подвижность ионов при малых напряжённости поля  $E$  не должна зависеть от  $E$ , тогда как подвижность электронов тем меньше, чем больше  $E$ .

Многочисленные данные о движении электронов в электронных трубках почерпнутые из практики, а также ряд тщательно поставленных количественных опытов отклонения электронов в электрическом и магнитном полях показывают, что к свободным электронам, беспрепятственно движущимся в этих полях, применимы законы электродинамики и механики с учётом зависимости массы электрона от скорости. В частности, свободный электрон, может обладать любым значением энергии и любым импульсом, без каких-либо квантовых ограничений.

Иначе обстоит дело, когда электрон встречает на своём пути ту или иную частицу и вступает с ней во взаимодействие. Это относится не только к тому случаю, когда электрон, передавая частице часть своей энергии, переводит её из одного энергетического состояния в другое или же захватывается этой частицей (например, при образовании нейтрального атома из положительного иона и электрона), но и к упругим соударениям электронов с другими частицами. Так, распределение электронов, рассеянных частицами газа по различным направлениям их дальнейшего движения, не соответствует распределению, вытекающему из обычных законов механики и электродинамики. Оказывается, что при переходе от малых углов рассеяния к большим наблюдается ряд максимумов и минимумов.

С целью проверки теоретических основ ионизации газов, а также влияние различных физических условий (состав газа, давления и температуры) на эффективность ионизации была разработана прикладная программа теоретического расчета эффективности ионизации. В основу данной программы была положена идея оценки эффективности ионизации определенного газа, включая его подвижность и его вязкость, с определением эффективности ионизации по уменьшению количества не ионизируемых молекул и атомов газа, для определенных молекул и атомов газа, для определенных составов газа и их параметров состояния: температуры и давления. Анализ результатов показал, что подвижность газа увеличивается с увеличением отношения среднего значения пробивного напряжения к давлению газа. Так, для природного газа с увеличением отношения пробивного напряжения (появление коронирующего разряда и соответствующей плотности газа  $nA/cm^2$ ) к давлению газа уменьшается и степень ионизации природного газа.

В то же время, при прочих равных условиях: габаритах ионизатора, расстоянии между коронирующими и осадительными электродами ( $h=3$  см), расходу газов равном расходу газа равном  $5$  м<sup>3</sup>/с, параметров состояния газов  $T_r=150^\circ C$  получены следующие результаты. С увеличением давления газа от 300 до 400 кПа подвижности ионов уменьшаются с  $3,04e-5$  до  $2,28e-5$  м<sup>2</sup>/вс. Однако, степень влияния напряженности поля (отношение пробивного напряжения коронирующего разряда до осадительного электрода ионизатора, принятая в данном случае 3.0см) является преувеличивающей. Это видно из рассмотрения соответствующих результатов моделирования, подтверждающих то, что основным параметром, определяющим эффективность ионизации газов, является пробивное напряжение электродов, так как уменьшению подвижности ионов газа, представленных в табл.2 поз. 2-4, увеличение пробного напряжения с  $U=41$  кВ до 50 кВ приводит к увеличению степени ионизации газа. Такое утверждение подтверждается тем фактом, что для частиц со средним массовым содержанием, равным 8 мкм, степень ионизированных частиц газа увеличилась с увеличением пробивного напряжения с  $U=41$  кВ до 50 кВ. Это подтверждается результатами моделирования ионизации природного газа.