

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 66.028; 662-742

Ю.О. Афанасьев, А.Р. Богомолов, В.С. Медяник, В.С. Корнев

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫГРУЗКИ ПОЛУКОКСА

Для получения полуокиса высокой механической прочности и низкой влажности предложена конструкция устройства выгрузки и охлаждения (сухого тушения) полуокиса из камеры полуококсования шахтного типа. Устройство просто в изготовлении и эксплуатации и позволяет полностью автоматизировать процесс выгрузки продукта из печи непрерывного полуококсования.

На ООО «Завод полуококсования» в городе Ленинск-Кузнецкий установлены печи непрерывного полуококсования шахтного типа, в которых тушение полуокиса производится на выходе из конуса печи с помощью гидрозатвора с уров-

устройством выгрузки полуокиса из камеры полуококсования, содержит корпус 1, прямоугольный поршень 2 с углом наклона передней стенки $\beta = 20^\circ$. Шахта 3, соединяющая нижнюю полость корпуса с бункером 4, имеет угол наклона $a = 20^\circ$ равный углу наклона передней стенки поршня и оснащена коллектором 5 для подвода насыщенного водяного пара.

Бункер содержит коллекторы 6 для охлаждения кокса до состояния выгрузки. Герметичность устройства при движении поршня обеспечивается сальником 7.

Полуокис из камеры полуококсования поступа-

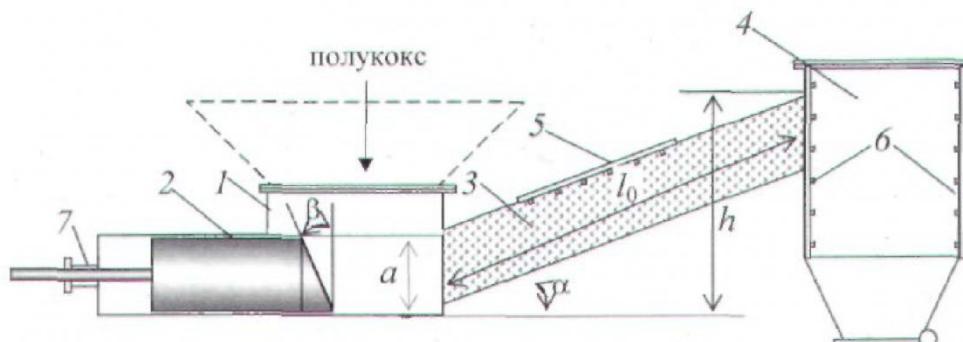


Рис. 1. Схема устройства выгрузки полуокиса

нем воды 200 мм. В результате «мокрого тушения» влажность полученного продукта составляет 10-20%. Для того чтобы поставлять потребителю полуокис для электродного производства, необходимо поддерживать влажность продукта не более 6%, что делает необходимым модернизацию существующих печей на «сухое тушение», т.е. замену гидрозатворов на газонепроницаемые затворы с охлаждением полуокиса, в частности, насыщенным водяным паром.

Для модернизации печей было проведено экспериментальное исследование процесса сухого тушения на уменьшенной экспериментальной модели печи полуококсования, предварительно построенной на заводе. Экспериментальная модель печи шахтного типа, производительностью 247 кг/ч, имеет высоту 5 м и квадратное поперечное сечение со стороной 0,96 м. В качестве газонепроницаемого затвора с последующим охлаждением полуокиса было применено устройство, схема которого приведена на рис. 1.

В корпус 1 на переднюю стенку поршня 2, совершающего возвратно-поступательное движение. Частота движения поршня задается в зависимости от времени процесса в камере непрерывного полуококсования уголя. Поршень выталкивает полуокис в наклонную шахту 3, где происходит его промежуточное охлаждение насыщенным паром. Угол наклона шахты и ее длина принимаются из условия создания такого слоя полуокиса, гидродинамическое сопротивление которого, выраженное через перепад давлений на входе и выходе из шахты, превышало давление в камере полуококсования на $\Delta p = 50-100$ Па. Таким образом, создается газонепроницаемый затвор для того, чтобы предотвратить выброс газа из камеры непрерывного полуококсования при разгрузке из бункера 4 охлажденного полуокиса.

Коэффициент сопротивления слоя из любых кусковых тел неправильной формы, а также для связанных пористых сред из тел неправильной формы определяется по уравнению [1]

$$\zeta = \frac{2\Delta p}{\rho_{cp} w_{cp}^2} = k\lambda \frac{l_0}{d_k} + \Delta \zeta_t$$

где Δp - перепад давлений на входе и выходе пористого слоя, Па; w_{cp} – средняя скорость газа в пористом слое определяется с учетом охлаждения пористого слоя $w_{cp} = wT_{cp}/T_{ex}$: w – скорость газа на входе в пористый слой, м/с; ρ_{cp} – плотность газа при средней температуре пористого слоя, кг/м³; k - коэффициент проницаемости; λ' - коэффициент сопротивления слоя толщиной в один диаметр куска полуокиса; l_0 - толщина слоя, м; d_k - средний диаметр куска полуокиса, м; $\Delta \zeta_t$ - температурный коэффициент, учитывающий замедление потока газа вследствие увеличения его плотности при охлаждении пористого слоя

$$\Delta \zeta_t = 2(T_{ex} - T_{byx})/T_{cp}$$

По данным [2] коэффициент сопротивления слоя толщиной в один диаметр куска определяется как функция критерия Рейнольдса

$$\lambda' = \frac{75}{Re} + \frac{15}{\sqrt{Re}} + 1,$$

где

$$Re = \frac{0,45}{(1-\varepsilon')\sqrt{\varepsilon'}} \frac{w_{cp} d_k}{v},$$

ε' - пористость (доля свободного объема) слоя; $v = 0,5 \cdot 10^{-4}$ м²/с - кинематический коэффициент вязкости газа при средней температуре $T_{cp} = 573$ К.

Пористость слоя полуокиса фракции 30-50 мм, согласно данным [2] составляет $\varepsilon' = 0,477$, а коэффициент проницаемости $k = 30$ м². Определение средней скорости газа в пористом слое при нестационарном процессе выгрузки полуокиса из бункера является сложной задачей, поскольку скорость движения газа изменяется от максимального значения, в начальный момент выгрузки до минимальной скорости фильтрования газа через пористую среду в конце выгрузки. Подача насыщенного водяного пара в наклонную шахту в про-

цессе выгрузки, также осложняет расчет высоты пористого слоя. Поэтому аналитическое определение коэффициента сопротивления пористого слоя ζ , который здесь является переменной величиной, становится практически невозможным.

Экспериментальное определение высоты пористого слоя, при котором выгрузка полуокиса из бункера не сопровождалась выбросами газа полуокисования, производилась на модели печи. Поскольку печь работает под избыточным давлением (~ 1,5 кПа), то подсосы воздуха в печь исключаются.

При проектировании устройства выгрузки следует учитывать, что на куски полуокиса при выгрузке действуют две силы. Снизу действует сила поршня толкающего полуокис в наклонную шахту, преодолевающего насыпной вес высоты слоя и силу трения кусков полуокиса о стенки шахты, а сверху действует сила тяжести слоя полуокиса высотой h . Высокая скорость движения поршня может привести к разрушению крупных кусков, поэтому она не должна превышать 0,1 м/с, что должно учитываться при расчете поперечного сечения поршня и наклонной шахты. Чрезмерная высота наклонной шахты устройства выгрузки может привести к разрушению нижних кусков полуокиса под действием силы тяжести слоя. Например, давление вертикального столба полуокиса высотой $h = 1$ м насыпной плотностью 500-600 кг/м³ составляет 5,9 кН/м².

Эксперименты показали, что при высоте слоя полуокиса 1 м, при угле наклона шахты $\alpha = 20^\circ$ выбросы газа незначительны, а качество полуокиса соответствует требованиям потребителя.

Мягкое охлаждение полуокиса насыщенным водяным паром в наклонной шахте и бункере позволит получить полуокис заданной влажности и механической прочности. Устройство просто в изготовлении и эксплуатации и позволяет полностью автоматизировать процесс выгрузки продукта из печи непрерывного полуокисования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Идельчик, И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик. -М.: Машиностроение, 1975. -559 с.
2. Ишкин, Н. П. Гидравлическое сопротивление пористых сред / Н.П. Ишкин, М.Г. Ка-данер // Кислород, 1952. - № 3. - С. 25-36.

□ Авторы статьи:

Афанасьев
Юрий Олегович
- канд. техн. наук, доц.
каф. процессов, машин и
аппаратов химических
производств КузГТУ,
aavuo.pmahp@kuzstu.ru

Богомолов
Александр Романович
- докт. техн. наук, с.н.с. ИТ
СО РАН, проф. каф. про-
цессов, машин и аппаратов
химических производств
КузГТУ, barom@kuzstu.ru

Медяник
Валентина Сергеевна
- канд. техн. наук, гене-
ральный директор ООО
«Завод полуокисования»,
г. Ленинск-Кузнецкий

Корnev
Валерий Семенович
- механик ООО «Завод
полуокисования»,
г. Ленинск-Кузнецкий