

Н. А. НАЗИНИН, Ю. П. ЖУРАКОВСКИЙ, М. И. ШКОЛЕНКО

УПРОЩЕННЫЙ РАСЧЕТ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО
СОПРОТИВЛЕНИЯ СЛАНЦЕВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ
С ПОПЕРЕЧНЫМ ПОТОКОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

В шахте генератора куски сланца претерпевают сложные преобразования: там происходят сушка, полукоксование, битуминизация, измельчение полукокса, выделение парогазовой смеси, возникновение уплотнений и разрыхлений при движении слоя и т. д. Учесть все эти явления практически невозможно, существующие же методы расчета гидравлического сопротивления засыпок из кусковых и сыпучих материалов с введением дополнительных условий становятся трудоемкими и малопригодными.

В публикуемой статье предлагается упрощенный метод расчета.

В связи с незначительным отличием температурного и аэродинамического режимов при полукоксовании кукуерсита в генераторах различных конструкций коэффициент фильтрации газов через слой кускового топлива, экспериментально определенный для действующего генератора, может быть использован при расчете гидравлического сопротивления проектируемых агрегатов. Для инженерных расчетов погрешность можно считать незначительной.

С целью упрощения процесс можно принять изотермичным, а расходы и скорости — массовыми. В рабочем диапазоне генераторов с принудительным дутьем режим фильтрации газов через слой является турбулентным.

В [1] предлагается использовать для определения турбулентной фильтрации степенную зависимость между скоростью фильтрации и гидравлическим напором

$$qv = k(dP/dL)^{1/m}, \quad (1)$$

где qv — массовая скорость; k — коэффициент фильтрации при турбулентном режиме; m — показатель степени.

В общем случае $1 \leq m \leq 2$. При малых числах Рейнольдса $m \rightarrow 1$, при развитом турбулентном режиме $m \rightarrow 2$. Для режима работы генераторов на основании численного анализа формул, приведенных в [2], можно принять $m \approx 1,75$:

$$qv = \rho Q / \omega = k(dP/dL)^{1/1,75}. \quad (2)$$

Тогда

$$\Delta P = (\rho Q / k \omega)^{1,75} L, \quad (3)$$

где ρQ — массовый расход; ω — фронтальная площадь камеры.

Суммарный массовый расход теплоносителя через одну шахту полу-

коксования генератора пропускной способностью 1 тыс. т/сут составляет 7,9 кг/с при сопротивлении 3200 Па.

Для определения численного значения коэффициента фильтрации составим уравнение:

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 = \\ = (\rho Q/k)^{1,75} [L_1/(\omega_1 f_1 a)^{1,75} + L_2/\omega_2^{1,75} + L_3/(\omega_3 f_3)^{1,75}], \quad (4)$$

где, в соответствии с рис. 1, ΔP_1 , ΔP_2 и ΔP_3 — перепад давления в дюзах горячей решетки, в слое топлива и в холодной решетке соответственно; L_1 — длина дюзов горячей решетки; L_2 и L_3 — толщина слоя топлива и холодной решетки соответственно; ω_1 , ω_2 и ω_3 — площадь горячей решетки, слоя топлива и холодной решетки соответственно; f_1 и f_3 — коэффициент живого сечения горячей и холодной решетки соответственно; a — коэффициент, учитывающий забивание дюзов.

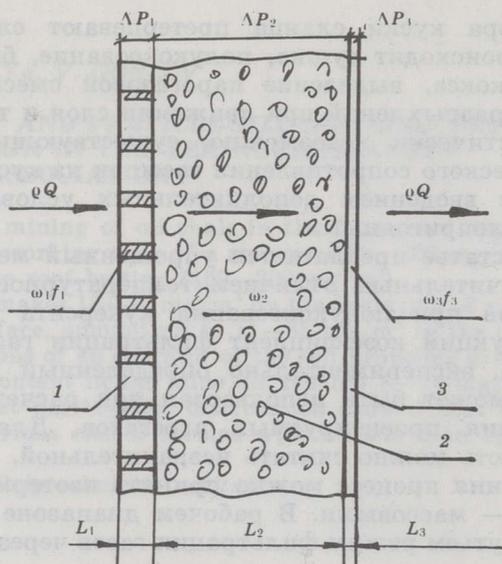


Рис. 1

Схема камеры полукоксования генератора с поперечным потоком теплоносителя: 1 — горячая решетка; 2 — слой сланца; 3 — холодная решетка

Численные значения величин для генератора следующие: $\rho Q = 7,9$ кг/с; $\Delta P = 3200$ Па; $L_1 = 0,455$ м; $L_2 = 1,4$ м; $L_3 = 0,038$ м; $\omega_1 = 69$ м²; $\omega_2 = 40$ м²; $\omega_3 = 40$ м²; $f_1 = 0,1522$; $f_3 = 0,35$; $a = 0,7$.

Подстановка численных значений величин в уравнение (5) дает величину коэффициента фильтрации $k = 0,075$.

Общее сопротивление распределится следующим образом:

$$\Delta P_1 = (\rho Q/k\omega_1 f_1 a)^{1,75} L_1 = \\ = (7,9/(0,0075 \times 69 \times 0,1522 \times 0,7))^{1,75} \times 0,455 = 2700 \text{ (Па)};$$

$$\Delta P_2 = (\rho Q/k\omega_2)^{1,75} L_2 = (7,9/(0,0075 \times 40))^{1,75} \times 1,4 = 428 \text{ (Па)};$$

$$\Delta P_3 = (\rho Q/k\omega_3 f_3)^{1,75} L_3 = (7,9/(0,0075 \times 40 \times 0,35))^{1,75} \times 0,038 = \\ = 73 \text{ (Па)}.$$

Суммарное сопротивление $\Delta P = 3200$ Па.

Расчет сопротивления камеры полукоксования генераторов с радиально-поперечным потоком (РПТ) будет следующим.

Для радиального потока теплоносителя уравнение (2) в дифференциальной форме примет вид

$$k(dP/dr)^{1/m} = \rho Q/\omega = \rho Q/2\pi rh. \quad (5)$$

После разделения переменных и интегрирования получим уравнение для сопротивления слоя материала:

$$\Delta P = 1/0,75(\rho Q/2\pi hk)^{1,75}(r_0^{-0,75} - R^{-0,75}), \quad (6)$$

где r — текущий радиус; R — наружный и r_0 — внутренний радиус цилиндрического слоя; h — высота цилиндрического слоя.

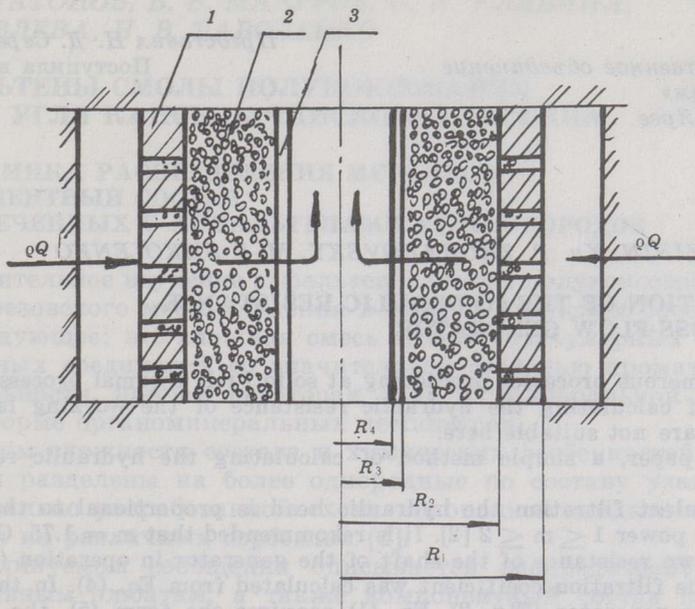


Рис. 2

Схема камеры полукоксования генератора с РПТ: 1 — горячий коллектор; 2 — слой сланца; 3 — холодная решетка

На рис. 2 схематично показана камера полукоксования генератора с РПТ, где R_1 — наружный и R_2 — внутренний радиус коллектора; R_3 и R_4 — внутренний радиус слоя и холодной решетки соответственно; h — высота цилиндрического слоя.

Сопротивление горячего цилиндрического коллектора

$$\Delta P_1 = 1/0,75(\rho Q/2\pi h k f_1 a)^{1,75}(R_2^{-0,75} - R_1^{-0,75}); \quad (7)$$

сопротивление цилиндрического слоя топлива

$$\Delta P_2 = 1/0,75(\rho Q/2\pi h k)^{1,75}(R_3^{-0,75} - R_2^{-0,75}); \quad (8)$$

сопротивление внутренней холодной решетки

$$\Delta P_3 = 1/0,75(\rho Q/2\pi h k f_3)^{1,75}(R_4^{-0,75} - R_3^{-0,75}); \quad (9)$$

общее сопротивление камеры полукоксования и решеток

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3. \quad (10)$$

Поставив численные значения для агрегата, проектируемого для генераторной станции № 7, в уравнения (7)—(10), получим общее сопротивление шахты $\Delta P = 5350$ (Па).

Предложенная упрощенная методика расчета сопротивления позволяет уже на стадии проектирования оценить потерю давления в строящемся агрегате и правильно выбрать тяго-дутьевое оборудование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евреинов В. Н. Гидравлика. — М.; Л., 1947.
2. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. — М.; Л., 1960.

Производственное объединение
«Сланцехим»
г. Кохтла-Ярве

Представил Н. Д. Серебрянников
Поступила в редакцию
9.03.89

N. A. NAZININ, Yu. P. ZHURAKOVSKY, M. I. SHKOLENKO

CALCULATION OF THE HYDRAULIC RESISTANCE OF A CROSS-FLOW GENERATOR

Due to numerous processes proceeding at solid fuels thermal processing, known methods of calculating the hydraulic resistance of the working lauer of the generator are not suitable here.

In this paper, a simple method of calculating the hydraulic resistance is presented.

By turbulent filtration the hydraulic head is proportional to the filtration rate to the power $1 \leq m \leq 2$ [2]. It is recommended that $m = 1.75$. On the basis of the known resistance of the shaft of the generator in operation (Fig. 1), the value of the filtration coefficient was calculated from Eq. (4). In the case of a radial-cross generator (Fig. 2), Eq. (1) acquires the form (5), the solution of which gives the resistance of the generator shaft. According to preliminary estimation, the pressure loss is 5.35 kPa.

Production Association «Slantsekhim»
Kohvila-Järve