

АГУЛЬНЫ ПАДЫХОД ДА ВЫЗНАЧЭННЯ ТЭХНАЛАГІЧНЫХ ПАРАМЕТРАЎ МАШЫН І АПАРАТАЎ

Тэхнічная характарыстыка любога тэхналагічнага агрэгата ўключае, звычайна, некалькі параметраў. Іх можна падзяліць на канструкцыйныя і тэхналагічныя. Канструкцыйныя – гэта від прываднога механізма, рабочага органа, кантактнага элемента для статычных апаратаў, іх кампануюка ўнутры агрэгата і нават яго знешні выгляд.

Тэхналагічныя параметры аб'ядноўваюць ўваход і выхад з агрэгата: энерганосьбіт, сыравіна і гатовая прадукцыя, яе колькасць і якасць. Акрамя таго, да тэхналагічных можна аднесці і параметры працэсаў, якія ажыццяўляюцца ўнутры агрэгатаў.

У адносінах да навакольнага асяроддзя канструкцыйныя параметры, у сваёй большасці, з'яўляюцца унутранымі, тэхналагічныя – знешнімі.

Сярод тэхналагічных параметраў можна вылучыць колькасныя і якасныя. Колькасныя – гэта энергавыдаткі на правядзенне працэса, прадукцыйнасць агрэгата, а якасныя ў агульным выглядзе – якасць выдаемай прадукцыі.

Нават для аднаго агрэгата можа быць па некалькі разліковых формул па аднаму з указаных параметраў. Прычым у іх уведзены эмпірычныя каэфіцыенты, якія не маюць ніякога фізічнага сэнсу. Прамежкавыя параметры аб'ядноўваюцца ў формулы з рознымі адзінкамі вымярэння. У дадзенай рабоце аўтар вырашыў паказаць абагульнены падыход для вызначэння азначаных параметраў, заснаваны на фізічных законах.

Прадукцыйнасць няспынна працуючага агрэгата вызначаецца аб'ёмам прадукцыі, якая вырабляецца за адзінку часу

$$Q = \frac{V}{t}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1)$$

У кожнага з такіх агрэгатаў ёсць выхадны канал для гатовага прадукту плошчай S . Праз яго за адзінку часу матэрыял праходзіць адлегласць l . Тады аб'ём $V = S \cdot l$, а прадукцыйнасць

$$Q = \frac{S \cdot l}{t} = S \cdot v, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2)$$

дзе v – хуткасць руху матэрыялу.

Найўнасць паветраных уключэнняў у матэрыяле ўлічваецца каэфіцыентам разрыхлення $\mu \leq 1,0$.

$$Q = \mu S \cdot v, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3)$$

Для цыклічна працуючых машын

$$Q = \frac{V}{t_u}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (4)$$

дзе t_u – час поўнага цыклу.

Для статычных трубчастых апаратаў (калон), у якія супрацьтокам падаецца газ і вадкасць, прадукцыйнасць можа вызначыцца па газавай ці вадкай фазах. Прадукцыйнасць на газу

$$Q_G = S \cdot v_G, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5)$$

дзе S – плошча папярочнага сячэння апарата, м^2 ;

v_G – хуткасць газу ў апарате.

Вадкасць у такіх апаратах звычайна не з'яўляецца суцэльнай фазай. Таму яе расход (прадукцыйнасць) вызначаецца па суадносінах L / G , дзе L і G – адпаведна расходы вадкасці і газу.

Энергавыдаткі – гэта ў асноўным магутнасць (механічныя, электрычныя, цеплавыя), якая затрачваецца на правядзенне працэсу. Для машын пры лінейным руху магутнасць – работа, выкананая ў адзінку часу $N = A / t$. У сваю чаргу работа $A = F \cdot s$. Тады

$$N = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v, \text{ Вт} \quad (6)$$

дзе F – рухальная сіла, Н;

v – хуткасць руху рабочага органа, м/с.

Рухальная сіла $F \geq F_c$, дзе F_c – сіла супраціўлення (ціску, трэння і г. д.)

Пры вярчальным руху рабочага органа $v = \omega R$, дзе ω – вуглавая хуткасць, рад/с.

$$N = F \cdot \omega R,$$

а $F \cdot R = M$ – вярчальны момант, $\text{Н} \cdot \text{м}$

У выніку

$$N = M \cdot \omega, \text{ Вт} \quad (7)$$

У статычных апаратах рухаецца газ ці вадкасць. Аналагам для вызначэння магутнасці ў гэтым выпадку можна прыняць формулу (6).

Уявім, што вадкасць у канале плошчай S перамяшчаецца поршнем сілай F з хуткасцю v . З улікам таго, што $F = pS$, а $v = Q / S$, атрымаем

$$N = \frac{p \cdot S \cdot Q}{S} = pQ, \text{ Вт} \quad (8)$$

дзе p – ціск вадкасці, Па;

Q – расход (падача) вадкасці, м³/с.

Ціск павінен быць большым за гідраўлічнае супраціўленне $p \geq \Delta p$ апарата.

Формула (8) прыгодна пры разліку магутнасці ўсіх машын для транспартавання газу і вадкасці.

Для параўнання розных тэхналагічных агрэгатаў важнейшым параметрам з’яўляюцца адносныя энергавыдаткі:

$$q = \frac{N}{Q}, \frac{\text{Вт} \cdot \text{с}}{\text{м}^3} \left(\frac{\text{кВт} \cdot \text{гадз}}{t} \right) \quad (9)$$

Гэта параметр уяўляе сабой рэальную велічыню і называецца энергаэфектыўнасць.

Больш складана рэалізаваць такі агульны падыход для вызначэння эфектыўнасці працэсу, які ажыццяўляецца ў машыне (апарате) і непасрэдна ўплывае на якасць канцавога прадукту. Гэта складанасць абумоўлена тым, што кожны працэс характарызуецца сваім асобным паказчыкам эфектыўнасці. Асноўная задача дадзенай работы – пошук агульнага паказчыка незалежна ад спецыфікі працэсу.

Эфектыўнасць працэсу – гэта ступень набліжэння да нейкага ідэалу. Ён вызначаецца, звычайна, у долях або працэнтах. Існуюць працэсы, у якіх такі ідэальны параметр абумоўлены фізікай самага працэсу, напрыклад, масаперадача. Тут гэтым параметрам з’яўляюцца раўнаважная канцэнтрацыя y^* . Тады эфектыўнасць працэсу

$$E = \frac{y_{II} - y_K}{y_{II} - y^*}, \quad (10)$$

дзе y_{II} і y_K – пачатковая і канчатковая канцэнтрацыя нейкага кампанента у газавай фазе.

Калі такая фізічная велічыня адсутнічае, то выкарыстоўваецца нейкая эталонная (дапушчальная). Напрыклад, пры ачыстцы газу ад шкодных рэчываў з пачатковай C_{II} і канчатковай C_K канцэнтрацыямі.

$$E = \frac{C_{II} - C_K}{C_{II} - C_{\text{Э}}}, \quad (11)$$

Эфектыўнасць асобных працэсаў ацэньваецца спецыфічным паказчыкам. Так, для працэсаў памолу гэта адносная паверхня \bar{S} , м²/кг. Але і тут можна перайсці да адноснай эфектыўнасці

$$E = \frac{\bar{S}}{\bar{S}_э}, \quad (12)$$

дзе \bar{S} – рэальная (дасягнутая) адносная паверхня,

$\bar{S}_э$ – эталонная (патрабуемая) адносная паверхня.

Яшчэ больш складаная сітуацыя пры вытворчасці вырабаў, напрыклад, пластмасавых труб. Але і ў гэтым выпадку якасць вырабаў можна ацаніць адноснай велічынёй: адносінамі адхілення на размер (дыяметр) – Δd

$$E = \frac{\Delta d_э}{\Delta d}, \quad (13)$$

дзе $\Delta d_э$ – эталоннае (патрабуемае),

Δd – рэальна атрыманае.

Эфектыўнасць працэсу, рэалізуемага ў тэхналагічным агрэгате, даволі складаны для аналізу параметр. На яго ўплывае шмат фактараў: час, паверхня і інтэнсіўнасць ўздзеяння, фізічныя ўласцівасці асяроддзя, рухальная сіла працэсу. Уся прыкладная навука сканцэнтравана на тым, каб неяк ацаніць ўплыў гэтых фактараў на эфектыўнасць і ўрэшце рэшт на якасць прамежкавага ці канцавога прадукту. Акрамя таго, важнай задачай з'яўляецца ўзаемасувязь эфектыўнасці (якасці) з адноснымі энергавыдаткамі (колькасці).

Прапануецца такі варыянт

$$q_\phi = \frac{q}{E} \quad (14)$$

Гэта ўжо не рэальная, а фіктыўная велічыня q_ϕ , якая аднесена не толькі да адзінкі прадукцыйнасці, але ўлічвае і якасць выпускаемай прадукцыі. Пры $E=1,0$ яе велічыня будзе мінімальнай. Наогул, асноўная задача навукоўцаў, інжынераў – зніжэнне як рэальных, так і фіктыўных энергавыдаткаў. Аднак, калі ў выніку даследаванняў атрымліваецца нейкі прадукт з больш высокімі якаснымі ўласцівасцямі і, адпаведна, вышэйшым коштам, то можна адыйсці ад сфармуляванага вышэй прынцыпу].

Літаратура

1. Mousavi, S.M. Effect of ultrasonic irradiation on rheological properties of asphaltenic crude oils / S.M. Mousavi, A. Ramazani, I. Najafi // Petroleum Science. – 2012. – Vol. 9. – № 1. – P. 82-88.

2. Батыжев, Э.А. Выбор растворителей асфальтеновых комплексов при термодеструкции нефтяных остатков / Э.А. Батыжев // Технология нефти и газа. – 2005. – №4. – С. 29-32.

УДК 621.928.37

Кузьмин В.В., Францкевич В. С., Лепесбаев И. Б.
(Белорусский государственный технологический университет)

ПРИМЕНЕНИЕ РАСКРУЧИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЦИКЛОНАХ СЦН-40

Циклон СЦН-40 является самым эффективным типом циклонов НИИОГАЗ, которые, в свою очередь, получили наибольшее распространение в качестве пылеуловителей в системах газоочистки [1]. Однако и коэффициент гидравлического сопротивления этого циклона весьма высок (1100–1300 [1]), вследствие чего потери давления в нем, определяющие энергетические затраты на очистку, при работе в рекомендуемом диапазоне скоростей газа могут превышать 2000 Па. Поэтому весьма целесообразна разработка устройств, позволяющих снизить гидравлические потери в этом перспективном типе циклона.

На сегодняшний день предложены различные устройства для снижения гидравлическое сопротивление циклонных пылеуловителей. Разработанные на кафедре процессов и аппаратов химических производств БГТУ лопастные раскручивающие устройства позволяют снизить сопротивление наиболее распространенных циклонов ЦН-15 и ЦН-11 на 27-30% при неизменной эффективности очистки [2]. Это превышает показатели разработанных ранее винтлопастного и улиточного раскручивателей, а также диффузора Идельчика, для которых приводятся данные в справочной литературе, в том числе в Руководящих указаниях к циклонам НИИОГАЗ [1, 3]. Принцип действия этих и основной массы других предложенных устройств заключается в раскручивании покидающего циклон вихревого потока при его движении между изогнутых лопастей преимущественно вдоль оси устройства, расположенного соосно выхлопной трубе. Поэтому их можно назвать устройствами осевого типа.

Работу раскручивающих устройств можно описать с помощью уравнения Бернулли, составив его для двух сечений: входа потока в