

Основные обозначения

\mathbf{a} - вектор параметров модели;

a - скорость звука

c - удельная теплоемкость

c_2 - абсолютная скорость на выходе из рабочего колеса турбодетандера

c_{2m} , c_{2u} - меридиональная и окружная проекции скорости c_2

c_s - условная изоэнтروпийная скорость

D - коэффициент диффузии

d - диаметр

d_e - эквивалентный диаметр

d_l - наружный диаметр рабочего колеса турбодетандера

F - площадь поверхности теплообмена, площадь поверхности массообмена

f^* - удельная поверхность

G - массовый расход жидкости, газа

H - высота

h - энтальпия

h_s - изоэнтропийный теплоперепад

H_y , H_x - информационная энтропия газа, жидкости

h_y , h_x - частные высоты единиц переноса массы в паровой и жидкой фазах

J - поток массы

j - плотность потока массы

K - коэффициент теплопередачи

Le - соотношение Льюиса, $Le = \alpha / (\beta_x c_p)$

M - молекулярная масса; удельная масса

N_{oy} , N_{ox} - числа единиц переноса массы в паровой и жидкой фазах

NTU - число единиц переноса тепла

Nu - число Нуссельта, $Nu = \alpha d_e / \lambda$

Nu_d - диффузионное число Нуссельта, $Nu_d = \beta_x d_e / (\rho D)$

p - давление

Pr - число Прандтля, $Pr = \mu c_p / \lambda$

Pr_d - диффузионное число Прандтля, $Pr_d = \nu / D$

q - плотность теплового потока

R - термическое сопротивление; газовая постоянная

r - теплота фазового перехода; теплота сорбции

Re - число Рейнольдса, $Re = wd_e/\nu$

Re_l - число Рейнольдса жидкой пленки, $Re_l = 4 \Gamma_v/\nu$

s - энтропия

St - число Стантона, $St = Nu/(RePr)$

T - абсолютная температура

T_h^* , T_w^* - постоянные времени

t - температура

U - периметр

u_1 , u_2 - окружная скорость на рабочем колесе турбодетандера и на выходе из него соответственно

V - объем

w - скорость движения; водяной эквивалент, $w = Gc_p$

w_2 - относительная скорость на выходе из рабочего колеса

x - координата в направлении движения потока; концентрация жидкости; влагосодержание

x_0 - коэффициент окружной скорости

Z - число слоев навивки теплообменника

α - коэффициент теплоотдачи

α_1 - угол абсолютной скорости выхода из соплового аппарата

α_2 - угол абсолютной скорости выхода из рабочего колеса

α_3 - коэффициент для учета потерь от перетечки газа через зазор между колесом и корпусом

β_2 - угол относительной скорости выхода потока из рабочего колеса

β_y - частный коэффициент массоотдачи в паровой фазе

Γ_v - объемная плотность орошения

Δp - потеря давления (сопротивление)

δ - толщина инея; толщина стенки

η_s , η_T - изоэнтروпийный и температурный КПД детандера соответственно

ε - коэффициент эффективности теплообменника; степень расширения

λ - коэффициент теплопроводности; коэффициент сопротивления

μ - динамическая вязкость

ν - кинематическая вязкость

ψ - скоростной коэффициент рабочего колеса
 φ - скоростной коэффициент соплового аппарата

БД - база данных

БЗ - база знаний

ВРУ - воздуходелительная установка

ИИ - искусственный интеллект

КГУ - криогенная гелиевая установка

КПД - коэффициент полезного действия

КРР - квазистационарный режим работы

КС - криогенная система

НРР - нестационарный режим работы

ПМКС - пакет прикладных программ для моделирования криогенных систем

ППП - пакет прикладных программ

РК – рабочее колесо

САПР - система автоматизированного проектирования

СКО - система криогенного обеспечения

СО - ступень ожижения

ТД - турбодетандер

ЭС - экспертная система

Индексы

a - воздух b - баллон

c - холодный поток g - газ

gr - на границе раздела фаз h - горячий поток,

l - жидкость s - цеолит

v - пар w - на стенке

* - оцениваемый параметр \wedge - символ расчетного значения

$\bar{\quad}$ - символ среднего значения 1 и 2 - начальные и конечные параметры