


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Месхи Бесик Чохоевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.08.2023 15:05:27
Уникальный программный ключ:
a709f3afe0a33d7245d2706536f87666376d2dd0



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(ДГТУ)

Авиационно-технологический колледж

УТВЕРЖДАЮ

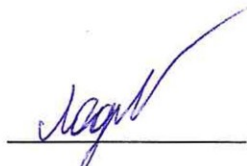
Директор Авиационно-
технологического колледжа
 В.А. Зибров
« 27 » 2023 г.

**Методические указания
по освоению дисциплины**

ОП.02 Процессы и аппараты пищевых производств
образовательной программы
по специальности среднего профессионального образования
19.02.11 Технология продуктов питания из растительного сырья

Рассмотрены и рекомендованы для
использования в учебном процессе
на заседании цикловой комиссии
Протокол № 9 от 19.06.2023 г.

Составитель:
к. с/х.н., доцент

 В.В. Лодянов

Ростов-на-Дону
2023 г.

Составители: ст. препод. Н.В. Гучева

Методические указания к практикуму по дисциплине «Процессы и аппараты пищевых производств» ДГТУ. Ростов-на-Дону.

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной формы обучения по направлению 19.02.11 Продукты питания из растительного сырья/ на правах рукописи

ВВЕДЕНИЕ

Пищевая промышленность включает много различных по назначению производств: крахмалопаточное, бродильное, хлебопекарное, производство сахара, мучных кондитерских и макаронных изделий и т.д. К пищевой промышленности относится также производство напитков, различных добавок, табачных изделий, мыла и моющих средств на жировой основе, производство парфюмерной и косметической продукции.

Однако при всем разнообразии технологических процессов в пищевой промышленности многие из них являются общими для различных производств. Так, например, в любом пищевом производстве встречается смешивание. Его цель – обеспечить хороший контакт между различными веществами и таким образом интенсифицировать процесс либо растворения, либо химической реакции, либо поглощения одного вещества другим, либо теплообмена и т.д.

Таким образом, процессы пищевых производств могут быть разделены на общие и специфические. Приоритет в изучении дисциплины отдается процессам, имеющим общий характер и применимым в нескольких производствах.

В связи с чем, целью методических указаний является: «Ознакомление с некоторыми методиками расчета процессов и аппаратов пищевых производств».

Задание выполняется обучающимися как по очной, так и по заочной форме обучения по индивидуальному варианту, который определяется порядковым номером студента в списке группы.

ЗАДАЧА № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ОСАЖДЕНИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В ВЯЗКОЙ СРЕДЕ

Определить скорость осаждения (или всплытия) в вязкой среде плотностью $\rho_{ж}$, вязкостью $\mu_{ж}$ и температурой t , твердых частиц сферической формы диаметром d и плотностью ρ_T . Представить графическую зависимость (для пяти точек) изменения скорости осаждения (или всплытия) твердых частиц от переменного параметра, указанного в задании полужирным шрифтом. Сделать вывод.

Вар.	$d, 10^{-3}$ м	$\rho_T, \text{кг/м}^3$	$\rho_{ж}, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\mu_{ж}, \text{Па}\cdot\text{с}$
1	0,01..1,0	2500	1000	20	$1 \cdot 10^{-3}$
2	0,005..0,1	2500	925	20	$0,175/[10\exp(0,31+0,026t)]$ (растительное масло)

Вар.	d, 10 ⁻³ м	ρ _т , кг/м ³	ρ _ж , кг/м ³	t, °C	μ _ж , Па·с
3	0,001..0,01	700	970	20	Натуральное молоко *
4	0,001	700	970	35..20	Натуральное молоко *
5	0,001	1100	976	15, 20, 25	1,332 · 10 ⁻³ (при t = 15 ⁰ C) 1,2 · 10 ⁻³ (при t = 20 ⁰ C) 1,1 · 10 ⁻³ (при t = 25 ⁰ C)
6	0,001	1000	1293	0..50	(1720-1,05 · 10 ⁻⁵ t + 3,35t ² + 4,7t ³)10 ⁻⁸ (воздух)
7	0,005..0,1	1500	925	30	0,175/[10exp(0,31+0,026t)] (растительное масло)
8	0,005..0,01	1100	1293	150	(1720-1,05 · 10 ⁻⁵ t + 3,35t ² + 4,7t ³)10 ⁻⁸ (воздух)
9	0,001	1100	925	20...50	0,175/[10exp(0,31+0,026t)] (растительное масло)
0	0,001	1100..2500	1000	20	1 · 10 ⁻³

* для натурального молока вязкость μ_{жс} при температуре t определяется

из выражения:

$$\mu_{жс} = \frac{12,2 \cdot 10^3}{t^{0,85}}$$

Скорость v₀ осаждения частицы в вязкой среде под действием силы тяжести определяется по формуле:

$$v_0 = \frac{Re \mu_{жс}}{d \rho_{жс}}$$

где Re – критерий Рейнольдса.

Критериальное уравнение, описывающее процесс осаждения имеет вид:

$$Re = A(\phi Ar)^n$$

где A, n – экспериментальный коэффициент и показатель степени;

φ - коэффициент, зависящий от формы частицы (φ = 1 для сферической формы);

Ar – критерий Архимеда, определяемый из выражения:

$$Ar = \frac{\Delta \rho r^2 g}{\mu_{жс}}$$

Для ламинарного режима движения при

$$\phi = 3 \quad Re = \frac{1}{B}$$

Для переходного режима движения при

$$3 < Re < 1000$$

Для турбулентного режима при

$$\phi = 1 \quad Re = \frac{1}{B}$$

ЗАДАЧА № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ И ПЛОЩАДИ ОТСТАИВАНИЯ ОТСТОЙНИКА

Определить эффективность разделения и площадь отстаивания для непрерывного разделения суспензии в отстойнике производительностью G . При начальной концентрации суспензии X_c , минимальном диаметре частиц d_{min} , температуре суспензии t , концентрации частиц в осветленном продукте $X_{п}$, концентрации частиц в осадке $X_0 = 70$ масс.%, плотности частиц $\rho_T = 2200$ кг/м³. Представить графическую зависимость (для пяти точек) эффективности разделения или площади отстаивания от переменного параметра, указанного в задании полужирным шрифтом. Сделать вывод.

Вар.	G, т/ч	X_c , масс%	d_{min} , мм	t, °C	$X_{п}$, масс%	$\mu_{ж}$, Па·с
1	50	10..20	0,03	15	2	$1,14 \cdot 10^{-3}$
2	40	20..30	0,05	20	2	$1,24 \cdot 10^{-3}$
3	10	25	0,07	30	2	$0,8..1,2 \cdot 10^{-3}$
4	20	15	0,02..0,05	25	2	$0,97 \cdot 10^{-3}$
5	30	10	0,01..0,03	20	2	$1,04 \cdot 10^{-3}$
6	50	30	0,03	25	1	$0,8..1,2 \cdot 10^{-3}$
7	5	30	0,001	+10..+30	1	*
8	20	20..50	0,01	10	2	$1,24 \cdot 10^{-3}$
9	30	45	0,02..0,05	15	2	$1,04 \cdot 10^{-3}$
0	40	25	0,01..0,03	20	2	$0,97 \cdot 10^{-3}$

*

Площадь отстаивания отстойника определяется по формуле:

$$F = \frac{G \cdot X_c - X_e}{\rho_{ж} \cdot v'_0 \cdot (X_c - X_n)}$$

где $\rho_{ж} = 1000$ кг/м³; $v'_0 = 0,5v_0$, v_0 – скорость осаждения

Производительность отстойника по осветленному продукту определяется по формуле:

$$G_n = G \frac{X_c - X_e}{X_c - X_n}$$

Эффективность разделения определяется по формуле:

$$\varepsilon_p = \frac{G_g - G_{гн}}{G_g}$$

ЗАДАЧА № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ

Для аппарата с псевдооживленным слоем зернистого материала определить: 1) скорость начала псевдооживления и рабочую скорость газового потока ($W=2$); 2) скорость уноса для каждой фракции. Представить графическую зависимость скорости уноса от диаметра частицы - среднее значение диаметра для каждой фракции. Сделать вывод. При заданной плотности частицы $\rho_T = 1100 \text{ кг/м}^3$, насыпной плотности $\rho_H = 650 \text{ кг/м}^3$ оживляющий агент – воздух при температуре $t = 150^\circ\text{C}$, вязкость которого $\mu_s = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$. Плотность воздуха опреде-

ляется по формуле:

$$\rho = \rho_0 \frac{2B}{2B+t}$$

где $\rho_{20} = 1,293 \text{ кг/м}^3$

Вариант	Фракция	2,0..1,5, мм	1,5..1,0, мм	1,0..0,5, мм	0,5..0, мм
1	Содержание	0,5	0,11	0,51	0,33
2	Содержание	0,16	0,18	0,22	0,44
3	Содержание	0,33	0,27	0,22	0,18
4	Содержание	0,43	0,28	0,17	0,12
5	Содержание	0,12	0,17	0,28	0,43
6	Содержание	0,18	0,33	0,27	0,22
7	Содержание	0,33	0,51	0,11	0,5
8	Содержание	0,44	0,22	0,18	0,16
9	Содержание	0,18	0,22	0,27	0,33
0	Содержание	0,45	0,25	0,20	0,10

Рабочая скорость оживляющего агента для поддержания устойчивого псевдооживленного слоя определяется по формуле:

$$v = Wv_0,$$

где W – число псевдооживления, характеризующее состояние слоя и интенсивность перемешивания частиц в слое;

v_0 – скорость начала псевдооживления определяется по формуле:

$$v_0 = \frac{Re_0 \mu_2}{d_3 \rho_2} \quad (1)$$

где μ_2 – динамический коэффициент вязкости оживающего агента в Па·с; ρ_2 – плотность оживающего агента в кг/м³; d_3 – эквивалентный диаметр частиц в м, определяется по формуле:

$$d_3 = \frac{1}{\sum \frac{x_i}{d_i}}$$

где x_i , d_i – содержание в долях и средний диаметр частицы для каждой фракции соответственно.

Re_0 – критерий Рейнольдса для начала псевдооживления определяется по формуле:

$$Re_0 = \frac{A}{1052 \sqrt{A}}$$

Вторая критическая скорость или скорость уноса v_6 определяется по формуле (1), и критерий Рейнольдса вычисляется по формуле:

$$Re = \frac{A}{1805 \sqrt{A}}$$

Критерий Архимеда определяется по формуле:

$$Ar = g \frac{d_3^3 (\rho_T - \rho_2) \rho_2}{\mu_2^2}$$

ЗАДАЧА № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ МЕШАЛКИ СМЕСИТЕЛЯ

Определить мощность, потребляемую открытой мешалкой с шестью плоскими лопатками, которая вращается с частотой n при смешивании компонентов смеси в аппарате диаметром D . При заданной плотности жидкого компонента $\rho_{ж} = 1070$ кг/м³, вязкостью $\mu_{ж}$ содержание твердой фазы φ . Плотность твердых частиц $\rho_T = 1400$ кг/м³. Представить графическую зависимость (для пяти точек) изменения мощности от переменного параметра, указанного в задании полужирным шрифтом. Сделать вывод.

№ вар.	n, c^{-1}	$D, м$	φ	$\mu_{ж}, Па \cdot с$
1	0,5..5	1,2	0,3	0,02

№ вар.	n, с ⁻¹	D, м	φ	μж, Па·с
2	4,7	0,5..1,2	0,3	0,02
3	4,7	1,2	0,1..0,5	0,02
4	4,7	1,2	0,3	0,001..0,02
5	6..10	1	0,4	0,05
6	5	1,1	0,2..0,5	0,045
7	6	0,8	0,4..0,8	0,2
8	8	1..1,5	0,45	0,3
9	10	0,5	0,2..0,5	0,03
0	1	1,5	0,6	0,02..0,045

Мощность, потребляемая мешалкой определяется по формуле:

$$N = E u_m^3 d_m^5 V_m$$

где d_m – диаметр мешалки, м; Eu_m – критерий Эйлера для рассматриваемой мешалки, который может быть определен из следующих соотношений:

для чисел Рейнольдса $Re < 70$

$$Eu_m = 4,28 Re^{0,6}$$

для чисел Рейнольдса $70 < Re < 40000$

$$Eu_m = 151 Re^{0,2}$$

для чисел Рейнольдса $Re > 40000$

$$Eu_m = 1$$

Число Рейнольдса определяется из выражения:

$$Re_m = \frac{\rho_c n d^2}{\mu_{жс}}$$

где ρ_c – плотность суспензии

Список литературы

1. Кавецкий Г.Д., Касьяненко В.П. Процессы и аппараты пищевой технологии –М.: КолосС, 2008. -591с.
2. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств–М.: КолосС, 2008. -750с.