*Лабораторна работа № 12*

## РОЗРАХУНОК ВЕРТИКАЛЬНОГО ВІДСТОЙНИКА

## Завдання: Розрахувати вертикальний відстійник відповідно із заданим варіантом (табл. 1).Таблиця 1

Вихідні дані

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер варіанту | Витрата стічної води  *Q*, м3/ч | Щільність частинок  *ρ*ч, кг/м3 | Діаметр частинок  *d*, мкм |
| 1 | 100 | 2200 | 15 |
| 2 | 110 | 2200 | 20 |
| 3 | 120 | 2200 | 25 |
| 4 | 130 | 2200 | 30 |
| 5 | 140 | 2200 | 35 |
| 6 | 150 | 2300 | 15 |
| 7 | 160 | 2300 | 20 |
| 8 | 170 | 2300 | 25 |
| 9 | 180 | 2300 | 30 |
| 10 | 190 | 2300 | 35 |
| 11 | 200 | 2400 | 15 |
| 12 | 210 | 2400 | 20 |
| 13 | 220 | 2400 | 25 |
| 14 | 230 | 2400 | 30 |
| 15 | 240 | 2400 | 35 |
| 16 | 250 | 2500 | 15 |
| 17 | 260 | 2500 | 20 |
| 18 | 270 | 2500 | 25 |
| 19 | 280 | 2500 | 30 |
| 20 | 290 | 2500 | 35 |
| 21 | 300 | 2600 | 15 |
| 22 | 310 | 2600 | 20 |
| 23 | 320 | 2600 | 25 |
| 24 | 330 | 2600 | 30 |
| 25 | 340 | 2600 | 35 |
| 26 | 350 | 2700 | 15 |
| 27 | 360 | 2700 | 20 |
| 28 | 380 | 2700 | 25 |
| 29 | 390 | 2700 | 30 |
| 30 | 400 | 2700 | 35 |
| Для всіх варіантів: 1) щільність рідини *ρж*= 1066 кг/м3;  2) динамічна в'язкість рідини *μж* = 1,14 ⋅10-3 Па⋅с. | | | |

При очищенні стічних вод широко поширені процеси поділу гетерогенних систем на окремі фази шляхом осадження частинок дисперсної фази дисперсійного середовища під дією різних зовнішніх сил. Так, виділення твердих частинок з рідких середовищ широко застосовуються відстійники, засновані на осадженні частинок під впливом сили тяжкості (рис. 1).

Стічна вода

Очищена вода

*D*

Шлам

Рис. 1. Схема вертикального відстійника

При русі частинки в рідині виникає опір, величина якого залежить головним чином від режиму руху, форми і поверхні частинки, що рухається.

Ламінарний режим руху має місце при малих розмірах частинок та високої в'язкості середовища, що обумовлює невеликі швидкості руху частинки.

Турбулентний режим руху частинки рідини спостерігається при великих розмірах частинок і малої в'язкості середовища, тобто при високих швидкостях руху частинок, коли все більшу роль починають грати сили інерції.

Перехід від ламінарного до турбулентного руху характеризується критичними значеннями чисел Рейнольдса Re та Архімеда Ar.

Розглянемо процес осадження твердої частки у нерухомому рідкому середовищі під дією сили тяжіння.

Якщо частка масою *m* починає опускатися під впливом сили тяжіння, через деякий проміжок часу настане динамічна рівновага: сила тяжіння дорівнюватиме силі опору середовища і частка рухатиметься рівномірно. Швидкість такого рівномірного руху частинки серед називають швидкістю осадження *wос*..

Швидкість осадження *wос*. можна розрахувати за формулою Стокса, що відповідає ламінарному режиму осадження кулястих частинок у нерухомому газоподібному або рідкому середовищі під дією сили тяжіння [6]

, (1)

де *d* – діаметр кулястої частинки (табл. 1), м;

*ρ* – густина рідини (табл. 1), кг/м3;

*ρ*ч – густина матеріалу частинки (табл. 1), кг/м3;

*μ* – динамічний коефіцієнт в'язкості середовища (табл. 1), Па⋅с;

*g* – прискорення вільного падіння, *g* = 9,81 м/с2.

Більш зручно для визначення *wос* користуватися методом Лященка, використовуючи вираз для критерію Архімеда *Аr* [6]:

. (2)

За відомим критерієм Архімеда можна визначити режим осадження та значення критерію Рейнольдса *Re*:

* для ламінарного режиму

 ; (3)

* для перехідної області осадження 36 < *Ar* < 83000

*Re* = 0,152 *Ar0,715* ; (4)

* для автомодельної області Ar > 83000

. (5)

Отже, визначивши значення критерію *Аr*,, знаходять режим осадження. Потім за виразами (3)-(5) знаходять значення *Re* і ньому визначають швидкість осадження.

Критерій Рейнольдса визначається виразом

, (6)

звідки отримаємо вираз визначення швидкості осадження *wос*, м/с:

. (7)

Наведений розрахунок *wос* відноситься до швидкості вільного осадження, при якому частинки, що осаджуються, практично не впливають на рух один одного.

При значній концентрації твердих частинок у середовищі відбувається стиснене осадження, швидкість якого менша, ніж вільного, внаслідок тертя та зіткнень між частинками.

У цій роботі розглядається вільне гравітаційне осадження твердих частинок в рідині, при якому процес осадження відбувається під дією сили тяжіння і частинки, що осаджуються, практично не впливають на рух один одного.

При орієнтовних розрахунках, враховуючи приблизно відмінність реальних умов осадження від теоретичних (стислість осадження, форма частинок, рух середовища) визначають середню розрахункову швидкість осадження *wос*, м/с:

. (8)

Поверхню осадження *F*, м2, можна знайти за формулою:

, (9)

где *Q* – об'ємна витрата стічних вод (табл. 1), м3/с.

Діаметр відстійника D, м, при відомому значенні F дорівнює::

. (10)

*Порядок розрахунку:*

1) за формулою (2) визначити критерій Архімеда Ar;

2) за відомим критерієм Архімеда визначити режим осадження та після визначення швидкості осадження методом Лященка – значення критерію Рейнольдса Re;

3) при ламінарному режимі осадження кулястих частинок швидкість осадження *wос* можна розрахувати за формулою Стокса (1);

4) при известном значении критерия Рейнольдса скорость осаждения *wос* определяется по формуле (7);

4) за відомого значення критерію Рейнольдса швидкість осадження визначається за формулою (7);

5) за формулою (8) визначити середню розрахункову швидкість осадження, м/с;

6) за формулою (9) визначити поверхню осадження *F,* м2;

7) за формулою (10) знайти діаметр відстійника *D*, м.

*Зміст звіту*

Звіт з практичної роботи повинен містити:

1) титульний лист (додаток А);

2) завдання з вихідними даними;

3) схему відстійника;

4) розрахунок відстійника;

5) висновки.