

2. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии / В.В. Бирюков. – М.: Колос, 2004. – 296 с.
3. Мельничук М.Д. Біотехнологія рослин : підручник / М.Д. Мельничук, Т.В. Новак, В.А. Кунах. – К.: Поліграф-Консалтинг, 2003. – 520 с.
4. Сельскохозяйственная биотехнология : учебник / В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова, С.В. Дегтярев и др. : под ред. В.С. Шевелухи. – М.: Высшая школа, 1998. – 416 с.
5. Елинов Н.П. Основы биотехнологии / Н.П. Елинов. – Санкт-Петербург: Наука, 1995. – 600 с.
6. *Encyclopedia of Physical Science and Technology* ; 3rd Edition : Biotechnology / Editor Robert A. Meyers. – London: Academic Press Edition : 3rd, 2001. – 911 p.
7. *Engineering and Manufacturing for Biotechnology Series : Focus on Biotechnology* / Hofman, M. ; Thonart, P. (Eds.) – Springer, 2001. – Vol. – 4496 p.
8. Новітні технології біоенергоконверсії : монографія / [Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк, В.О. Дубровін, А.І. Ємець, Г.М. Забарний, Г.М. Калетник, М.Д. Мельничук, В.Г. Мироненко, Д.Б. Рахметов, С.П. Циганков]. – К: "Аграр Медіа Груп", 2010. – 360 с.
9. Режим доступу: <ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/kbbe/docs/about-kbbe.pdf>.

*Рассмотрены основные направления развития биотехнологий в АПК Украины. Приведена типичная схема биотехнологического производства в условиях аграрного сектора. Обоснована классификация биотехнологического оборудования агропромышленных производств.*

***Биореактор, биотехнология, оборудование, классификация.***

*Basic directions of agricultural biotechnologies development in Ukraine are considered. A typical chart of biotechnological production in the conditions of agricultural sector is brought. Classification of biotechnological equipment of agroindustrial productions is reasonable.*

***Bioreactor, biotechnology, equipment, classification.***

УДК 665.3:531.31

## **КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ ВІДСТОЮВАННЯ ВІДЖАТОЇ ОЛІЙНОЇ МАСИ**

**Г.А. Голуб, доктор технічних наук  
М.Ю. Павленко, аспірант\***

*Розроблена кінетична модель процесу відстоювання віджатої соняшникової олійної маси.*

***Відстоювання, кінетика, седиментація, олія, осад.***

\*Науковий керівник – доктор технічних наук Г.А. Голуб

© Г.А. Голуб, М.Ю. Павленко, 2012

**Постановка проблеми.** Виробництво рослинної олії – це багатоопераційна технологія, яка вимагає очистки олійної маси шляхом фільтрації. Без цієї операції олія не буде відповідати нормативним показникам. Але фільтрація – це енергозатратний, металомісткий та відносно дорогий метод очистки олійної маси. Альтернативою може бути процес отримання чистої рослинної олії шляхом осадження механічних решток, восків, смол та інших речовин, що присутні в сирій олійній масі.

**Аналіз останніх досліджень.** Дослідженням процесу відстоювання рідин, як методом їх очистки займалися: Кавецький Г.Д., який встановив, що в обертовому потоці на підвішену частинку діє відцентрова сила, під дією якої частинка рухається від центру до стінки апарату зі швидкістю, рівній силі осадження [2]; Стабніков В.Н., який розрахував, виходячи із особливостей руху твердих частинок в рідкому середовищі, критеріальне рівняння для розрахунку процесу осадження [3]; Шалугін В.С., який проаналізував відстійники та встановив, що осадження під дією відцентрової сили ефективніше, ніж відстоювання під дією сили тяжіння [5]. Суттєвий вклад в розробку кінетичних рівнянь гідролітичного перетворення вуглеводнів вніс Холькін Ю.І. [4]. Кінетичні рівняння для опису процесу ферментації органічної речовини у процесі виробництва компостів та субстратів використано також у роботі [1]. Однак на даний час у доступних джерелах відсутні літературні дані щодо опису за допомогою кінетичних рівнянь осадотворення під час відстоювання віджатої олійної маси.

**Мета досліджень.** На основі дослідження процесу відстоювання віджатої соняшникової олійної маси отримати кінетичне рівняння, що характеризує швидкість осадотворення.

**Результати досліджень.** Технології виробництва олії постійно удосконалюються в напрямку зменшення питомої енергомісткості та поліпшення якості продукції. Вважаючи, що швидкість відстоювання віджатої соняшникової олійної маси та утворення осаду під час седиментації пропорційна об'єму осаду, кінетичне рівняння седиментації осаду в диференційній формі буде мати вигляд [1]:

$$\frac{dV}{d\tau} = -k(V - V_{гр}), \quad (1)$$

де  $V$  – об'єм осаду на поточний момент часу седиментації, м<sup>3</sup>;

$V_{гр}$  – граничний об'єм осаду, який утворюється під час седиментації олії, м<sup>3</sup>;

$k$  – параметр процесу седиментації олії, який характеризує її швидкість, год.<sup>-1</sup>;

$\tau$  – час седиментації олії, год.

Провівши математичні перетворення рівняння (1)

$$\frac{dV}{V - V_{GP}} = -k d\tau;$$

та інтегрування диференційного рівняння отримаємо:

$$\ln(V - V_{GP}) = -k\tau.$$

У межах зміни об'єму осаду від початкового значення до поточного, одержимо однопараметричне рівняння процесу седиментації осаду, яке визначає об'єм осаду на поточний момент часу:

$$\begin{aligned} \frac{\ln(V - V_{GP})}{\ln(V_0 - V_{GP})} &= -k\tau; \quad \frac{V - V_{GP}}{V_0 - V_{GP}} = \exp(-k\tau); \\ V - V_{GP} &= (V_0 - V_{GP})\exp(-k\tau); \\ V &= V_{GP} + (V_0 - V_{GP})\exp(-k\tau), \end{aligned} \quad (2)$$

де  $V_0$  – початкове значення об'єму невідстояної олії, м<sup>3</sup>.

В той же час кількість олії, яка відстоялася на поточний момент часу, становить:

$$V_0 - V = V_0 - V_{GP} - (V_0 - V_{GP})\exp(-k\tau) = (V_0 - V_{GP})[1 - \exp(-k\tau)]. \quad (3)$$

Привівши кількість відстояної олії на поточний момент часу до початкового значення об'єму не відстояної олії, одержимо формулу для визначення рівня відстоювання олії на поточний момент часу

$$\frac{V_0 - V}{V_0} = \frac{(V_0 - V_{GP})}{V_0} [1 - \exp(-k\tau)] = \alpha = \alpha_0 [1 - \exp(-k\tau)], \quad (4)$$

де  $\frac{(V_0 - V_{GP})}{V_0}$  – максимальний рівень відстоювання олії в процесі

седиментації, відносних одиниць.

Експериментально встановлено, що максимальний рівень відстоювання олії під час седиментації становить 0,82%, тоді кінетичне рівняння процесу відстоювання олії (4) буде мати вигляд:

$$\alpha = 0,82 [1 - \exp(-k\tau)]. \quad (5)$$

Розрахунок параметра процесу седиментації олії, який характеризує її швидкість, проведемо згідно методики [4] та на основі експериментальних даних за формулою:

$$k = \exp\left(\frac{N^{-1}}{\sum Y - \sum Z}\right), \quad (6)$$

де  $N$  – кількість вимірів;

$$Y = \ln\left(\ln \frac{1}{1 - \beta}\right);$$

$$Z = \ln \tau; \quad \beta = \frac{\alpha}{\alpha_0}.$$

Вихідні дані та розрахунок приведені в табл. 1. Розрахунки показали, що для процесу седиментації олії швидкість відстоювання осаду становить  $k = 0,0921 \text{ год}^{-1}$ .

### 1. Розрахунок параметра відстоювання олії.

$\alpha$ , відносних одиниць	$\tau$ , діб	$\alpha_0$ , відносних одиниць	$\beta = \alpha\alpha_0^{-1}$	$(1 - \beta)^{-1}$	$Y = \ln(\ln(1 - \beta)^{-1})$	$Z = \ln \tau$
0,08	1		0,10	1,11	-2,23	0,00
0,17	2		0,21	1,26	-1,47	0,69
0,29	3		0,35	1,55	-0,83	1,10
0,46	6		0,56	2,30	-0,18	1,79
0,55	12	0,82	0,67	3,04	0,11	2,48
0,67	24		0,82	5,61	0,54	3,18
0,77	48		0,94	15,67	1,01	3,87
0,81	72		0,99	135,92	1,59	4,28
0,82	96		1,00	1171,48	1,96	4,56

Таким чином, в остаточному вигляді, кінетичне рівняння процесу седиментації олії буде мати вигляд:

$$\alpha = 0,82 [1 - \exp(-0,0921\tau)] \quad (7)$$

У графічному вигляді кінетичне рівняння (7) приведено на рис. 1.

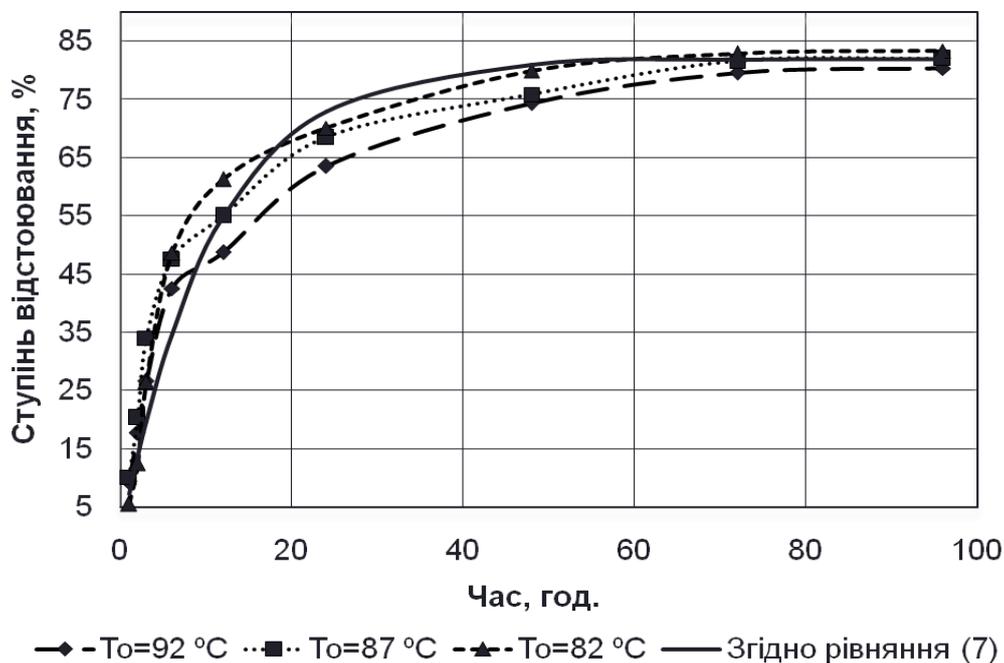


Рис. 1. Кінетика процесу седиментації.

Встановлено, що з першої до третьої години швидкість відстоювання незначна. У подальшому швидкість руху лінії розділу олії і осаду збільшується, після другої доби процес утворення осаду сповільнюється. Упродовж третьої доби відбувається процес освітлення олії.

Швидкість відстоювання віджатої соняшникової олійної маси знайдемо як диференціал рівняння (3) по часу:

$$\frac{d(V_0 - V)}{d\tau} = \gamma k(\alpha_0 V_0) \exp(-k\tau). \quad (8)$$

де  $\gamma$  – коефіцієнт перерахунку, мм/мл.

Аналіз показав, що упродовж першої доби швидкість відстоювання соняшникової віджатої олійної маси висока, з першої по другу добу вона сповільнюється, а з другої по четверту – мінімальна з остаточним наближенням до 0 (рис. 2).

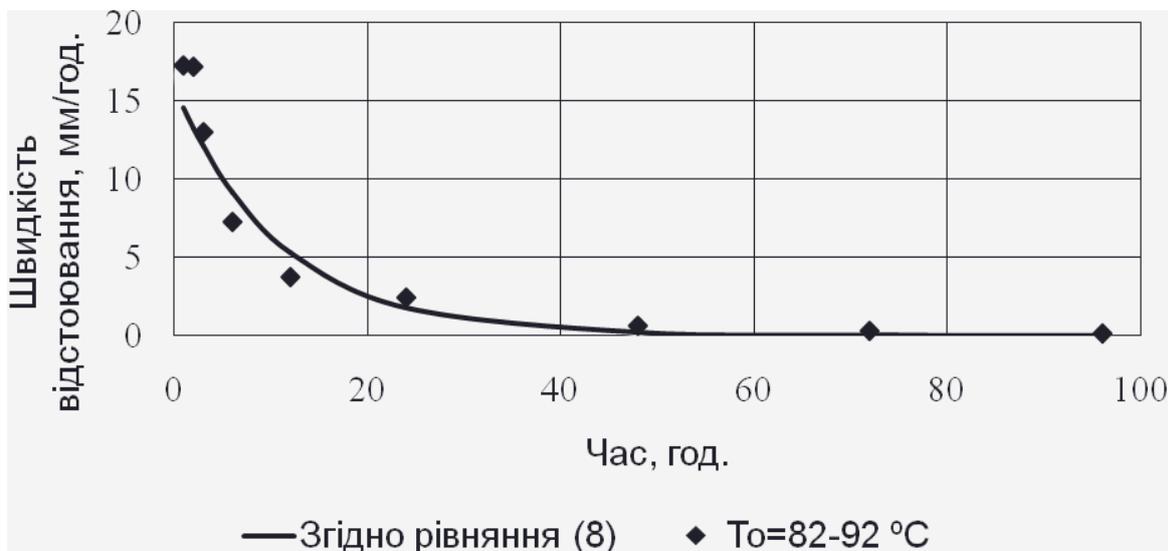


Рис. 2. Залежність швидкості відстоювання віджатої соняшникової олійної маси від часу.

**Висновок.** Таким чином, розроблено кінетичні рівняння процесу седиментації олії, які можуть бути використані для визначення конструктивних параметрів відстійників віджатої олійної маси.

### Список літератури

1. Голуб Г.А. Агропромислове виробництво їстівних грибів / Г.А. Голуб // Механіко-технологічні основи. – К.: Аграрна наука, 2007. – С. 66–74.
2. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевых технологии / Г.Д. Кавецкий, Б.В. Васильев ; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2000. – С. 124–139.
3. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств / [под ред. В.Н. Стабникова]. – К.: Вища школа, 1982. – С. 21–28.
4. Холькин Ю.И. Технология гидролизных производств / Ю.И. Холькин. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 496 с.

5. Шалугін В.С. Процеси та апарати промислових технологій : навчальний посібник / В.С. Шалугін, В.М. Шмандій ; М-во освіти і науки України, Кременчуцький державний політехнічний університет імені Михайла Остроградського. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – С. 59–77.

*Разработана кинетическая модель процесса отстаивания отжатой подсолнечной масляной массы.*

***Отстаивание, кинетика, седиментация, масло, осадок.***

*The kinetic model of process of defending of the wrung out sunflower oily mass is developed.*

***Defending, kinetics, sedimentation, butter, sediment.***

**УДК 621.873**

## **ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РОЗГОНУ ОДНОМАСОВОЇ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ВРАХУВАННЯМ СИЛ ОПОРУ**

***В.С. Ловейкін, доктор технічних наук  
Ю.О. Ромасевич, кандидат технічних наук***

*Приведено розв'язання оптимізаційної задачі керування рухом динамічної системи. Критеріями оптимізації виступають інтегральні функціонали з підінтегральними виразами „енергій” прискорень та ривків системи із врахуванням сили опору. Розв'язання оптимізаційних задачі виконується методом варіаційного числення. Рівняння Ейлера-Пуассона розв'язується при симетричних та несиметричних крайових умовах.*

***Оптимізація перехідних режимів, одномасова динамічна модель, сила опору.***

**Постановка проблеми.** До сучасних механізмів і машин пред'являються високі вимоги щодо продуктивності, економічності, енергоефективності, надійності тощо. Для забезпечення цих вимог необхідно певним чином обирати режими їх руху. Одним із способів виконати такий вибір є синтез потрібного режиму руху із забезпеченням різноманітних додаткових умов, наприклад: необхідно обрати режим руху механізму при забезпеченні мінімуму середнього значення квадрату прискорення деякої ланки механізму. Це дозволяє експлуатувати механізм при якнайменших динамічних навантаженнях, які виникають у елементах машини. Зменшення

© В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, 2012