

631.3
Т13 ✓
Министерство агропромышленного комплекса Украины



Т Р У Д Ы

Таврической государственной
агротехнической академии

Выпуск 2
Т о м 12

Улучшение показателей тепловых двигателей
и ресурсосбережение

Тематический научно-технический сборник

Мелитополь — 1999 г

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Таврическая государственная агротехническая академия

* Шандунский аграрный университет (Китай)

Эффективность сельскохозяйственного производства в значительной мере зависит от использования его побочной продукции. Одним из видов утилизации побочной продукции растениеводства является ее переработка на органические удобрения. Способы утилизации растительных отходов в качестве удобрений многообразны: непосредственное внесение в почву, переработка с использованием различных физико-механических приемов, химических реагентов или биологических методов. Однако наиболее распространенным и рациональным способом переработки растительных отходов остается получение удобрений в естественных полевых условиях (буртовой способ компостирования) [1]. Совершенствование данного способа связано с разработкой термодинамической модели, позволяющей оптимизировать процесс трансформации растительного вещества.

Процессы, происходящие в буртах, можно описать путем совместного решения уравнений теплового баланса и теплопередачи. В общем виде это можно записать так:

- уравнение теплового баланса

$$Q^{TB} = m_1 \cdot c_1 (T_1'' - T_1') = m_2 \cdot c_2 (T_2'' - T_2') ; \quad (1)$$

- уравнение теплопередачи

$$Q^{TP} = k \cdot F \cdot (T_{CP} - T_{OC}) \cdot \tau, \quad (2)$$

где Q^{TB} - количество теплоты в тепловом балансе, Дж;

m_1 - масса исходного продукта, кг;

m_2 - масса конечного продукта, кг;

c_1, c_2 - соответствующие теплоемкости, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$;

T_1', T_2' - начальные температуры исходного материала и компоста, К;

T_1'', T_2'' - соответственно конечные температуры, К;

Q^{III} - количество теплоты переходящей в окружающую среду, Дж;

$T_{\text{ср}}, T_{\text{ос}}$ - средняя температура в бурте и температура окружающей среды, К;

k - коэффициент теплоотдачи, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$;

F_B - площадь поверхности бурта, м^2 ;

τ - время трансформации вещества, с.

Поскольку в реальном процессе трансформация вещества сопровождается потерей энергии, то уравнение теплового баланса необходимо представить относительно полезной энергии конечного продукта (компоста) в виде:

$$Q_2 = Q_1 - Q_3 - Q_4 - Q_5 - Q_6^{\text{III}}, \quad (3)$$

где Q_2 - количество энергии в готовом компосте, Дж;

Q_1 - исходное количество энергии в растительном сырье, Дж;

Q_3 - потери энергии от химико-биологических реакций, Дж;

Q_4 - потери энергии из-за неравномерности измельчения исходного сырья, Дж;

Q_5 - потери энергии с газообразными продуктами, Дж;

Q_6 - потери теплоты в окружающую среду, Дж.

Уравнение теплового баланса (3) удобнее привести к удельным величинам $\frac{Q_i}{m} = q_i$:

$$q_2 = q_1 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6, \quad (4)$$

где $q_1 \dots q_6$ - соответствующие составляющие теплового баланса, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

Наибольший интерес представляет величина q_3 (Q_3) - количество теплоты, выделяющееся в результате жизнедеятельности микроорганизмов, которое приводит к саморазогреву субстрата в бурте и ускорению его переработки. Именно эту величину необходимо подставлять в левую часть уравнения теплопередачи (2). Решив его относительно F_B , найдем площадь поверхности бурта:

$$F_B = \frac{Q_3}{k \cdot (T_{CP} - T_{OC}) \cdot \tau} \quad (5)$$

Из теории теплообмена [2] известно, что эта площадь будет различна для буртов с разными формами и наименьшей будет для сферы или цилиндра. При существующих средствах механизации бурты удобнее формировать в виде полуцилиндра со сферическими торцевыми частями (рис.1). Тогда можно уточнить площадь бурта F_B с учетом формул для вычисления коэффициентов теплопередачи.

Передача теплоты для цилиндрической части бурта графически представлена на рис. 2, а для сферической на рис. 3.

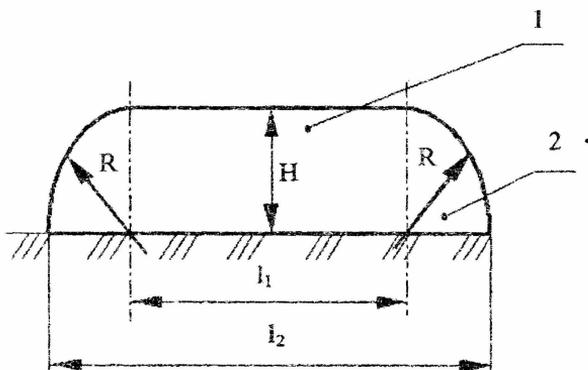


Рис. 1 - Схема бурта для определения тепловых потерь в процессе компостирования:

1- цилиндрическая часть бурта ;

H – высота цилиндрической части бурта, м;

2- сферическая часть бурта;

R – радиус сферической части, м;

l_1 – длина цилиндрической части, м;

l_2 – общая длина бурта, м.

Значение коэффициента теплоотдачи k для средней части бурта определится по формуле :

$$k_L = \frac{1}{\sum \frac{1}{2\lambda_i} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1} + \frac{1}{2\alpha \cdot R_2}}, \quad (6)$$

где R_1 , R_2 – радиусы среднего и наружного слоев, м,
а для торцевых сферических частей бурта

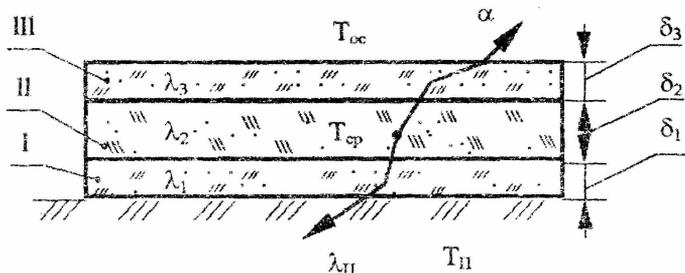


Рис. 2 – Схема процесса теплопередачи в цилиндрической части бурта:

I – теплоизолирующий слой вблизи земли;

II – реагирующий средний слой;

III – теплоизолирующий верхний слой;

$\delta_1, \delta_2, \delta_3$ – толщины слоев;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – коэффициенты теплопроводности слоев

компоста, $\frac{Вт}{м \cdot К}$;

$$k_{сф} = \frac{1}{\sum \frac{1}{4\lambda_i} \cdot \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) + \frac{1}{4\alpha \cdot R_2^2}} \quad (7)$$

Общее значение радиуса R можно найти, зная толщину нижнего теплоизолирующего слоя, толщину реагирующего слоя и толщину верхнего изолирующего слоя. Используя приведенную методику расчета, можно получить высоту бурта $H=R$, обеспечить необходимые для жизнедеятельности бактерий температуры $T_{сп}$ в реагирующем слое (для мезофильных бактерий

+27 °С, для термофильных бактерий +60 °С) и определить эффективности переработки побочной продукции растениеводства в буртах по формуле:

$$\eta_{\text{эф}} = \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{q_3 - q_4 - q_5 - q_6}{100} \quad (8)$$

Из (8) следует, что повысить эффективность процесса компостирования можно путем уменьшения потерь $q_3 \dots q_6$. Так, например, q_4 можно значительно уменьшить применяя более эффективные методы разрушения исходного сырья, позволяющие увеличивать удельную контактную поверхность, а потери q_6 – укрывая бурты материалом с низким коэффициентом теплопроводности λ (например солома, лиственной опад и т.п.). Потери от уноса газообразных продуктов жизнедеятельности бактерий можно уменьшить, применяя полиэтиленовый полог. Установка датчиков температуры может позволить поддерживать ее оптимальные значения на каждом этапе переработки и контролировать продолжительность реакции.

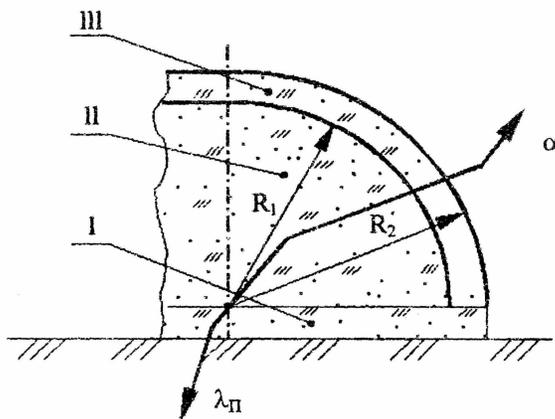


Рис. 3 – Схема к определению процесса теплопередачи в сферической части бурта.

ВЫВОДЫ

1. Полученная термодинамическая модель позволяет определять рациональные пути совершенствования процесса деструкции органического вещества при буртовом способе компостирования.
2. Для использования модели с целью оптимизации процесса

диструкции необходимо проведение дополнительных исследований по определению некоторых энергетических параметров и эмпирических коэффициентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазановская И. Н., Орлов Д. С., Попов П. Д. Теория и практика использования органических удобрений. М.: Агропромиздат, 1987. - 96 с.
2. Леонтьев А. И. Теория тепломассообмена. - М., 1979. - 495 с.

УДК 636.2

А. В. Гвоздев, к. т. н.,
К. О. Самойчук

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОТИВОТОЧНО-СТРУЙНОГО ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА

Таврическая государственная агротехническая академия

Очевидные достоинства процесса гомогенизации, такие как увеличение питательной ценности молока и сливок, улучшение вкуса и консистенции продуктов, значительное уменьшение отхода жира в сыворотку, обуславливают широкое применение данного процесса в цельномолочной, молочноконсервной и сыродельной промышленности.

В настоящее время для гомогенизации применяют клапанные, ультразвуковые и центробежные гомогенизаторы. Наиболее распространенными из них являются клапанные. Принцип их работы заключается в следующем. При подаче жидкости в узкий кольцевой зазор, образуемый гомогенизатором, под давлением 10-20 МПа, она приобретает скорость, необходимую для ее дробления на мелкие капельки. Такие гомогенизаторы обеспечивают удовлетворительное качество гомогенизации, однако при высокой металлоемкости имеют значительные энергозатраты, низкий коэффициент полезного действия (к. п. д.) и высокое рабочее давление.

Принцип действия центробежного гомогенизатора основан на интенсивном перемешивании жидкости между двумя вращающимися дисками, имеющими кольцевые выступы [1]. Имея небольшие размеры, такой тип гомогенизатора требует высокой точности изготовления деталей и недостаточно измельчает продукт.

В ультразвуковых гомогенизаторах дробление частиц продукта

складається підсумкова таблиця результатів проведеного якісного та кількісного аналізу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гудій І.В., Шиян П.С., Корольок Т.О. Методи аналізу складних харчових сумішей// Харчова промисловість. – 1996. - № 2. – С. 20-22.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Струтинский В., Петренко В. Закономерности циркуляционного движения среды в полости контейнера при вибрационной обработке деталей. 3
2. Струтинский В., Петренко В. Расчет кинематических колебаний контейнера при вибрационной обработке деталей. 13
3. Стефановский А.Б., Снижко Е.В. Об использовании критериальных уравнений усредненного теплообмена рабочего тела ДВГТ при разработке перспективных модификаций нагревателя. 28
4. Аулін В.В., Ауліна Т.М., Магопєць О.С. Тепло- і окалиностійкість зміцнених шарів на деталях. 33
5. Наливайко В.Н., Якименко С.Н., Шепеленко И.В. Расчет объема поверхности, полученного после вибораскатывания. 37
6. Митин В.Н., Деревенчук А.А. Экспериментальные исследования процесса отделения пера от луковичы щеточно-паризирующим устройством овощеуборочного комбайна ТАКИ-18. 40
7. Чулаков Р.Є., Кобєць А.С. Стан і перспективи розвитку українського цукрового комплексу. 46
8. Караев А.И., Стручаев Н.И., Ши Лин. Элементы термодинамической модели процесса трансформации растительных отходов сельскохозяйственного производства. 56
9. Гвоздев А.В., Самойчук К.О. Техническое обоснование противоточно-струйного гомогенизатора молока. 61
10. Гвоздев А.В., Кузьменко А.Н. Анализ принципов действия машин для мойки сырья. 65
11. Кюрчев В.Н., Волошина А.А., Кюрчев С.В. Моделирование изменения пропускной способности распределительных систем в процессе работы. 70
12. Найдьш В.М., Караев А.И. Формирование рациональных механизированных технологических систем для агропромышленного комплекса. 77
13. Кувачев В.П. О совершенствовании методов оценки самовоспламеняемости дизельных топлив. 82