

УДК 641.53.09

Ободович А.Н., Давыденко Б.В., Недбайло А.Н.

Институт технической теплофизики НАН Украины

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МАЙОНЕЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ДИСКРЕТНО-ИМПУЛЬСНОГО ВВОДА ЭНЕРГИИ

Розглянуто існуючу технологію приготування столового майонезу. Запропоновано енергозберігаючу технологію з застосуванням методу дискретно-імпульсного введення енергії. Показано, що запропонована технологія дозволить скоротити тривалість процесу, знизити енерговитрати, зменшити матеріаломісткість та необхідні виробничі площі.

Рассмотрена существующая технология приготовления столового майонеза. Предложена энергосберегающая технология с применением метода дискретно-импульсного ввода энергии. Показано, что предлагаемая технология позволит сократить продолжительность процесса, снизить энергозатраты, уменьшить материалоемкость и необходимые производственные площади.

The existing technology of table mayonnaise preparation is observed. The energy-saved technology with application discrete-pulse input of energy method is offered. It is shown, that the offered technology allows reduce the process duration, decrees the power and material consumption and minimize occupied floor space as well.

При периодическом способе производства майонеза применяются следующие операции: подготовка рецептурных компонентов, приготовление майонезной пасты, приготовление майонезной эмульсии, гомогенизация, расфасовка и упаковка.

Технологическая схема производства майонеза представлена на рис. 1. В смеситель малой емкости 2 из бака 1 подают нагретую воду. После этого в смеситель засыпают сухое молоко, соль, сахар и пищевую соду. Всю массу тщательно перемешивают, нагревают и выдерживают до полного растворения сухого молока. Затем смесь охлаждают, вводят сухой яичный порошок, а из бачка 9 подают предварительно запаренную горчицу и тщательно перемешивают до образования однородной майонезной пасты.

Для получения «грубой» майонезной эмульсии приготовленную пасту охлаждают и насосом 3 через фильтр 4 перекачивают в большой смеситель 6, куда из емкости 5 при непрерывном перемешивании подают растительное масло. Для более полного диспергирования майонезную эмульсию пропускают через гомогенизатор 7 [1]. Недостатками данной технологии является большая продолжительность процесса, низкая производительность, высокая металлоемкость и энергопотребление.

Целью работы является совершенствование технологии и оборудования приготовления майонеза с применением метода дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ).

Метод ДИВЭ нашел широкое применение в различных отраслях промышленности, в том числе при приготовлении тонкодисперсных эмульсий. Реализуется он посредством роторно-пульсационного аппарата (РПА). В РПА одновременно осуществляются принципы работы роторных смесителей, дезинтеграторов и дисмембраторов, центробежных и вихревых насосов, коллоидных мельниц, а также жидкостных сирен радиального типа.

Общеизвестно, что РПА состоят из корпуса и набора рабочих органов: ротора и двух статоров, представляющих собой цилиндры со сквозными равномерно расположенными на поверхности пазы. Межцилиндровый зазор между статором и ротором составляет величину, не превышающую 0,1 мм. При вращении ротора со скоростью от 3000 до 4500 об./мин. происходит быстрое совпадение пазов ротора и статоров, что позволяет обрабатывать среду со скоростью сдвига потока $(1...500) 10^3 \text{ c}^{-1}$ и частоте пульсации 3...30 кГц [2]. Технологическая схема энергосберегающей технологии приготовления майонеза с применением метода ДИВЭ представлена на рис. 2.

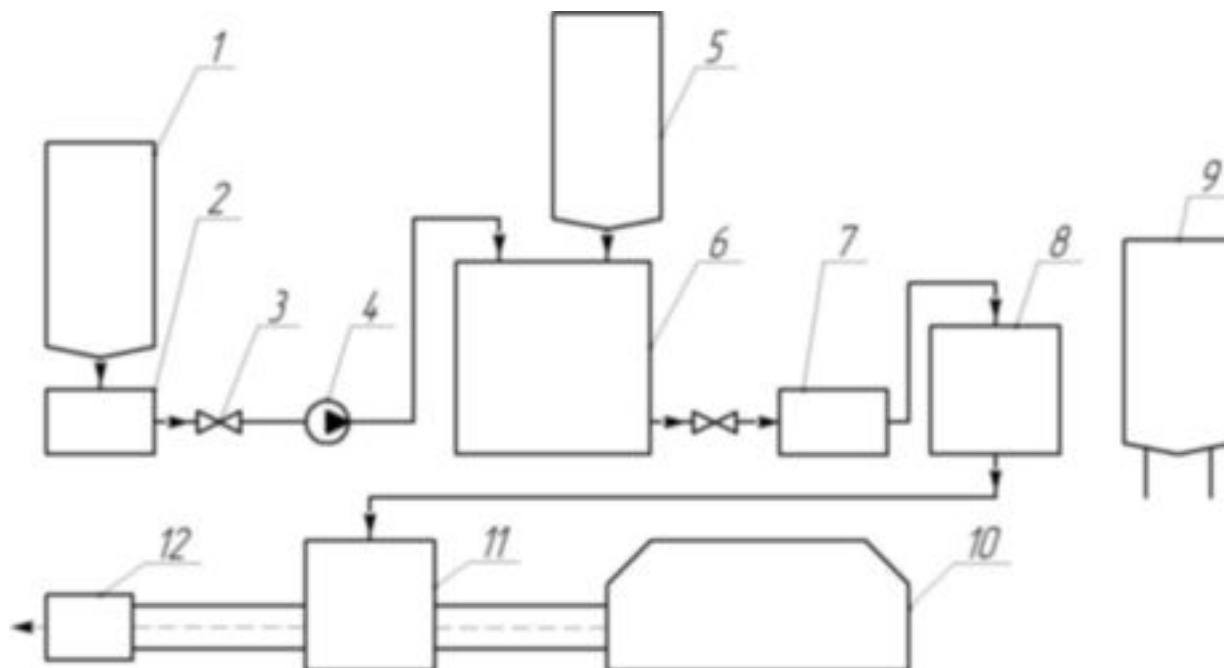


Рис. 1. Существующая технологическая схема производства майонеза периодическим способом:
 1 – бак для воды; 2 – малый смеситель; 3 – насос; 4 – фильтр; 5 – емкость для масла;
 6 – большой смеситель; 7 – гомогенизатор; 8 – емкость для готовой продукции;
 9 – бачок для запаривания горчицы; 10 – банкомоечная машина;
 11 – разливочный автомат; 12 – закаточный автомат.

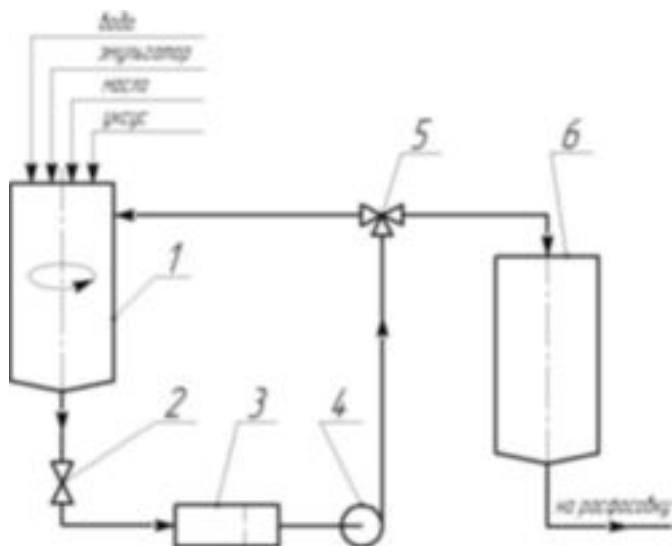


Рис. 2. Технологическая схема энергосберегающей технологии приготовления майонеза периодическим способом с применением метода ДИВЭ:
 1 – купажный аппарат; 2 – задвижка;
 3 – ловушка; 4 – РПА; 5 – трехходовой кран;
 6 – сборник готовой продукции.

В купажный аппарат 1, снабженный пропеллерной мешалкой и нагревательными элементами, подают воду, эмульгатор, масло, уксус. В аппарате происходит предварительное перемешивание рецептурных компонентов.

После этого открывают задвижку 2, и майонезная масса через фильтр 3 поступает в рабочую зону 4 РПА. Последний может работать как в прямоточном режиме, так и в режиме рециркуляции. Режимы регулируются за счет трехходового крана 5. Приготовленный майонез поступает в сборник готовой продукции 6 и затем подается на расфасовку. В РПА проходят процессы перемешивания, диспергирования, гомогенизации. Одним из основных показателей работы РПА является скорость сдвига потока обрабатываемой среды [3]. Она вычисляется по формуле

$$\gamma = \frac{\omega \cdot R}{\delta},$$

где ω – угловая скорость вращения ротора;

R – радиус от центра вала электродвигателя до внутренней поверхности ротора;

δ – зазор между статором и ротором.

Скорость сдвига потока можно менять, изменяя зазор или угловую скорость. Одним из основных показателей качества майонеза является степень дисперсности и размер жировых шариков. Зависимость степени дисперсности майонеза от скорости сдвига потока в РПА представлена в табл. 1. Дан-

ные таблицы свидетельствуют о том, что обработку майонезной эмульсии целесообразно проводить при скорости сдвига потока $(20 \dots 30) \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$. При такой обработке жировые шарики размером более 10 мкм отсутствуют. Количество жировых шариков до 2 мкм составляет около 90%.

Табл. 1. Зависимость степени дисперсности майонеза от скорости сдвига потока при обработке в РПА

Скорость сдвига потока, с^{-1}	Степень дисперсности (%) в зависимости от размеров жировых шариков, мкм					
	до 2	2...4	4...6	6...8	8...10	свыше 10
$1 \cdot 10^3$	60,3	15,5	10,0	3,2	6,0	5,0
$10 \cdot 10^3$	82,1	6,7	4,0	3,4	1,8	2,0
$20 \cdot 10^3$	87,2	7,8	4,0	0,7	0,3	—
$30 \cdot 10^3$	91,2	7,5	0,7	0,4	0,2	—
$40 \cdot 10^3$	93,4	5,3	0,9	0,2	0,2	—
$50 \cdot 10^3$	97,0	2,7	0,2	0,1	0,2	—

Дальнейшее увеличение скорости сдвига потока незначительно влияет на степень дисперсности, но увеличивает энергозатраты.

Поскольку майонез применяется в кулинарной практике в качестве приправы как к холодным, так и к горячим блюдам и действующими техническими условиями его хранения и транспортирование обусловлено температурой не ниже $0 \text{ }^\circ\text{C}$, то представляло интерес изучить влияние температуры в интервале $0 \dots 60 \text{ }^\circ\text{C}$ на его структурно-вязкостные свойства. На рис. 3 показана зависимость эффективной вязкости майонеза от температуры. Из рисунка видно, что с повышением температуры свойства структуры майонеза изменяются. Например,

вязкость неразрушенной структуры майонеза уменьшается от $67,0 \text{ Па}\cdot\text{с}$ (при $0 \text{ }^\circ\text{C}$) до $14,7 \text{ Па}\cdot\text{с}$ (при $60 \text{ }^\circ\text{C}$). С повышением температуры вязкость неразрушенной структуры майонеза падает, что может быть объяснено уменьшением внутримолекулярного, межмолекулярного взаимодействия и ослаблением сил сцепления между частицами дисперсной фазы.

Нами был проведен сравнительный анализ по производительности, потребляемой мощности, производственным площадям, продолжительности цикла существующей и предлагаемой технологии приготовления майонеза. Данные представлены в табл. 2.

Табл. 2 Сравнительный анализ производственных показателей приготовления майонеза по существующей и предлагаемой технологиям

Производственные показатели	Существующая технология	Предлагаемая технология
Производительность, кг/ч	100	1000
Потребляемая мощность, кВт	5,5	3
Производственные площади, м^2	10	5
Продолжительность цикла, ч	3	0,3

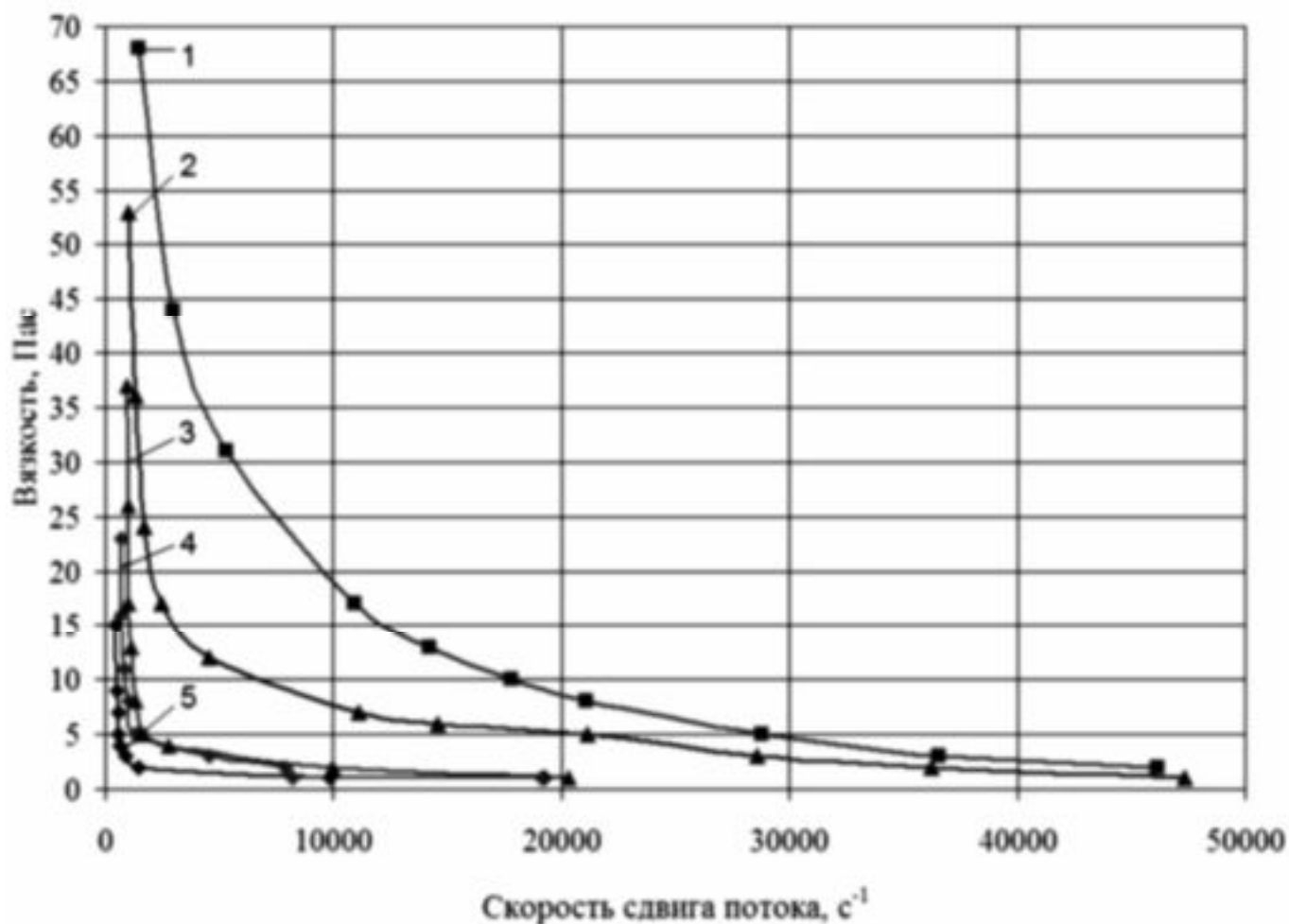


Рис. 3. Зависимость эффективной вязкости столового майонеза от скорости сдвига потока при температуре, °С: 1– 0; 2 – 10; 3 – 20; 4 – 40; 5 – 60.

Из табл. 2 следует, что предлагаемая технология по сравнению с существующей позволит увеличить производительность линии в 10 раз, уменьшить энергозатраты в 1,5...2,0 раза, сократить производственные площади в 2 раза, снизить продолжительность процесса в 10 раз. При этом качество майонеза соответствует требованиям ГОСТ.

Выводы

На основании проведенных исследований установлено, что применение метода ДИВЭ, реализуемого за счет РПА в технологии приготовления майонеза, позволит увеличить производительность в 10 раз, уменьшить энергозатраты в 1,5...2,0 раза, сократить производственные площади в 2 раза, снизить продолжительность процесса в 10 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Нестерова И.Н. Майонезы. – С.-Пб: ГИОРД, 2000. – 80 с.
2. Басок Б.И. Оборудование для получения и обработки высоковязких дисперсных сред / Б.И. Басок, А.П. Гартвиг, А.Р. Коба, О.А. Горячев / Пром. теплотехника. – 1996. – Т. 18, № 1. – С. 50 – 56.
3. Ободович О.М. Розроблення науково-технічних основ процесів перемішування і диспергування рідинних гетерогенних систем та їх апаратурне забезпечення. Автореф. дис. докт. техн. наук: 05.18.12. / Національний університет харчових технологій. – К.: 2009. – 38 с.

Получено 09.10.2009 г.