

УДК 664.3

## Описание устройства и расчёт маслообразователей – вотаторов типа МСО

Д-р техн. наук Николаев Л.К. [lev.nikolaew@yandex.ru](mailto:lev.nikolaew@yandex.ru)

Денисенко А.Ф.

д-р техн. наук Николаев Б.Л.

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО*

*Институт холода и биотехнологий*

*191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

*В статье приведено описание устройств современных маслообразователей-вотаторов МСО, а также даны формулы для расчёта основных параметров маслообразователей-вотаторов.*

**Ключевые слова:** маслообразователи-вотаторы, масло, высокожирные сливки, устройство, расчёты.

---

## Device description and calculation of iasloobrazovatelej-type votatorov INC

*D.Sc. Nikolaev L.K., Denisenko A.F., D.Sc. Nikolaev B.L.*

*Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics.*

*Institute of Refrigeration and Biotechnology*

*191002, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

*This article describes the modern devices masloobrazovatelej-votatoryov INC, and provides a formula to calculate main parameters masloobrazovatelej-votatoryov.*

**Key words:** butter churn-votators, butter, cream, vysokožirnye device, the calculations.

---

Маслообразователи-вотаторы типа МСО предназначены для производства всех видов сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок.

Изготавливаются такие маслообразователи следующих типов: МСО-100.1; МСО-100.2; МСО-100.3; МСО-100.3М; МСО-100.6 и МСО-100.6М.

Цифры стоящие после 100 означают число секций в маслообразователе, а буква М свидетельствует о том, что данный маслообразователь модернизирован.

В статье приводится описание следующих маслообразователей-вотаторов МСО-100.2; МСО-100.3 и ; МСО-100.6.

**Маслообразователь-вотатор МСО-100.2** имеет две цилиндрические секции (рис.1) расположенные в одной плоскости, что создает удобства при эксплуатации его.

Основные технические характеристики маслообразователя - вотатора МСО-100.2 приведены в таблице 1.

Показатели

Таблица 1

Производительность при выработке, кг/час, не менее	
сливочного масла крестьянского или любительского	400
сливочного масла бутербродного	300
Режим работы	непрерывный
Потребление за час работы при выработке крестьянского масла	
электроэнергии, не более, кВт	4,0
воды ледяной, не более, м <sup>3</sup> /час	8
Габаритные размеры, не более, мм	
длина	
	1600
ширина	
	1300
высота	
	1200
Масса, не более, кг	
	550

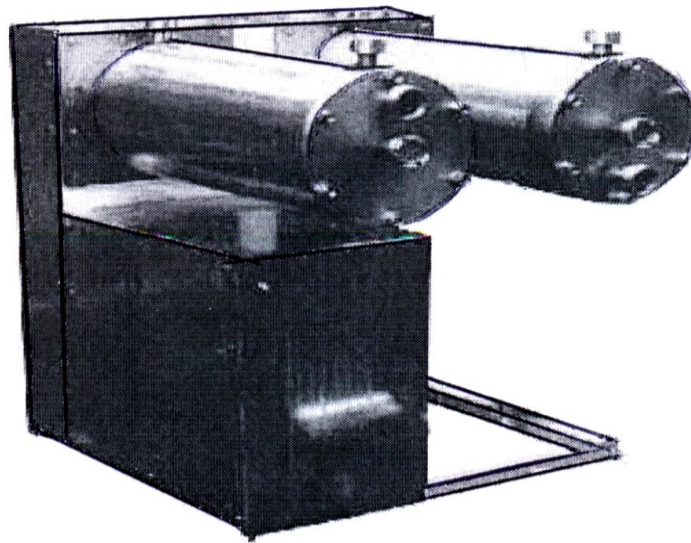


Рис.1. Маслообразователь-вотатор МСО-100.2

Маслообразователь-вотатор МСО-100.2 по сравнению с маслообразователь-вотатором МСО-100.1 имеет производительность в 4 раза больше.

**Маслообразователь-вотатор МСО-100.3** оснащён тремя цилиндрами, каждый из которых имеет индивидуальный привод от мотор-редуктора. Расположение цилиндров на различной высоте вызывает определённые неудобства при эксплуатации маслообразователя, что имеет место при разборке и сборке нижнего цилиндра, когда достаётся и устанавливается барабан-вытеснитель (рис.2).

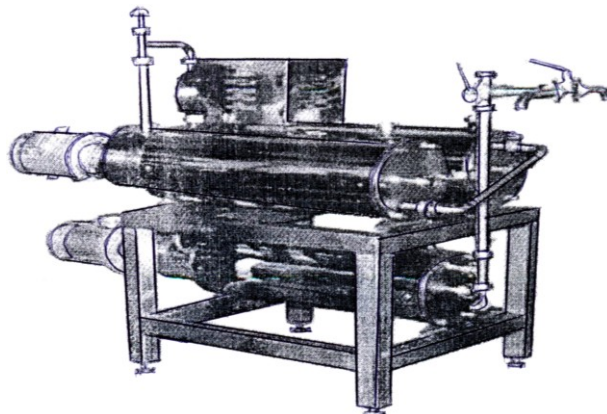


Рис.2. Маслообразователь-вотатор МСО-100.3

Основные технические характеристики маслообразователя - вотатора МСО-100.3 приведены в таблице 2.

## Показатели

## Таблица 2

Производительность при выработке, кг/час,	
сливочного масла крестьянского или любительского	1000
сливочного масла бутербродного	800
Режим работы	непрерывный
Потребление за час работы при выработке крестьянского масла	
электроэнергии, не более, кВт	18,7
воды ледяной, (1...4 град.) не более, м <sup>3</sup> /час	25
рассола, (5...10град.) не более, м <sup>3</sup> /час	10
Габаритные размеры, не более, мм	
длина	1765
ширина	900
высота	1500
Масса, не более, кг	750

В процессе работы маслообразователя - вотатора МСО-100.3 расходуется сравнительно большой объём ледяной воды с температурой  $1 \div 4$  °С – до 25 м<sup>3</sup>/ч

### ***Маслообразователь-вотатор МСО-100.6***

Маслообразователь-вотатор МСО-100.6 (рис.3) применяется при выработке больших объёмов масла. Наличие семи секций при расположении по высоте всего лишь в двух плоскостях удобно при эксплуатации маслообразователя.

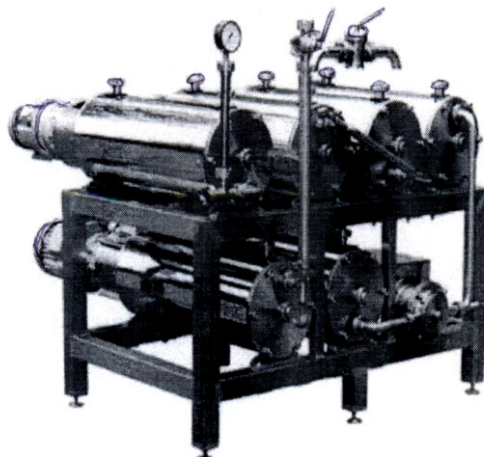


Рис.3. Маслообразователь-вотатор МСО-100.6

Основные технические характеристики маслообразователя - вотатора МСО-100.6 приведены в таблице 3.

Показатели

Таблица 3

Производительность при выработке, кг/час,	
сливочного масла крестьянского или любительского	2000
сливочного масла бутербродного	1700
Режим работы	непрерывный
Потребление за час работы при выработке крестьянского масла	
электроэнергии, не более, кВт	27,4
холода, не более, кВт	140
Габаритные размеры, не более, мм	
длина	1900
ширина	1350
высота	1300
Масса, не более, кг	1600

Каждая секция маслообразователя - вотатора МСО-100.6 имеет индивидуальный привод.

В процессе производства масла методом преобразования высокожирных сливок осуществляется термомеханическая обработка их.

Интенсивность охлаждения высокожирных сливок согласно Суркова В.Д. описывается уравнением:

$$G[c_1(t_n - t_{п}) + c_2(t_{п} - t_{к})] = F[K_n \Delta t_{ср.н} + K_v \Delta t_{ср.в}], \quad (1)$$

где  $G$  – количество высокожирных сливок, кг;

$c_1$  и  $c_2$  – соответственно теплоёмкость продукта перед кристаллизацией жира в период кристаллизации, дж/(кг·град);

$t_n$  – температура высокожирных сливок при входе в первую секцию маслообразователя, °С;

$t_{п}$  – температура продукта перед кристаллизацией, °С;

$t_{к}$  – температура масла на выходе из маслообразователя, °С;

$F$  – поверхность охлаждения маслообразователя, м<sup>2</sup>;

$K_H$  и  $K_B$  – соответственно коэффициенты теплопередачи в первой и второй секциях двухсекционного маслообразователя,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$ ;

$\Delta t_{\text{ср.н}}$  и  $\Delta t_{\text{ср.в}}$  – соответственно средняя разность температур между продуктом и хладоносителем в первой и второй секциях.

Коэффициент теплоотдачи от высокожирных сливок к охлаждающей поверхности маслообразователя в первом приближении можно определять по формуле:

$$\alpha_{\text{пр}} = \frac{ch\rho}{\tau} (Q/Q_1), \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град}) \quad (2)$$

где  $c$  – теплоёмкость высокожирных сливок,  $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$ ;

$h$  – толщина пристенного слоя высокожирных сливок,  $\text{м}$ ;

$\rho$  – плотность высокожирных сливок,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$Q, Q_1$  – соответственно теплосодержание пристенного слоя до и после охлаждения;

$\tau$  – продолжительность охлаждения каждого пристенного слоя высокожирных сливок при двух ножах (скребках):

$$\tau = \frac{1}{2 \cdot 60n}, \text{ ч} \quad (3)$$

где  $n$  – частота вращения барабана вытеснителя с ножами (скребками),  $\text{об}/\text{мин}$ .

Ориентировочные значения коэффициентов теплопередачи:

для двухсекционного маслообразователя  $K, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$

в первой секции 520 – 280

во второй 175 – 90

для двухсекционного маслообразователя

в первой секции 560 – 410

во второй 370 – 300

в третьей секции 370 – 300

Производительность маслообразователя ориентировочно можно определить по формуле:

$$G = \frac{V\rho}{\tau} 3600, \text{ кг/ч}, \quad (4)$$

где  $V$  – объём кольцевых зазоров между рабочим цилиндром и барабаном вытеснителем,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  – средняя плотность продукта,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\tau$  – продолжительность пребывания продукта в маслообразователе, сек.

Приближённо можно считать, что  $\tau \approx 3 \div 6$  мм.

Расходуемая энергия в маслообразователе в первом приближении определяется по формуле:

$$E = E_0 + E_1 = \pi d z \mu \frac{v_c^2}{\theta} + S z Z v_c, \text{ Дж} \quad (5)$$

где  $E_0$  – энергия расходуемая на обработку продукта;

$E_1$  – энергия расходуемая на движение ножей (скребков);

$d$  – диаметр рабочего цилиндра, м;

$Z$  – длина рабочего цилиндра, м;

$\mu$  – вязкость продукта,  $\text{Па}\cdot\text{с}$ ;

$S$  – усилие среза, н;

$\theta$  – толщина пристенного слоя, м;

$v_c$  – окружная скорость ножей (скребков),  $\text{м/с}$ ;

$Z$  – число ножей (скребков).

## Список литературы:

1. Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н., Панфилов В.А., Ураков О.А. Машины и аппараты пищевых производств. В 3 кн. Кн 1. – М.: Колос, 2009. – 610с. Кн.2 – М.: Колос, 2009. – 847с. Кн 3. – М.: Колос, 2009. – 551с.
2. Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.П. Технологическое оборудование молочной промышленности. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1983, – 432 с.