

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЗИНОВОГО УПЛОТНЕНИЯ С ПИЩЕВЫМ ДОПУСКОМ И ЕГО ВНЕДРЕНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

М. В. Хомич<sup>1</sup>, В. М. Голуб<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Инженер-механик ОАО «Савушкин продукт», магистрант Брестского государственного технического университета, Брест, Беларусь  
<sup>2</sup> К. т. н., доцент, заведующий кафедрой «Машиноведение» Брестского государственного технического университета, Брест, Беларусь;  
 e-mail: wmgolub@gmail.com

## Реферат

В статье представлены результаты определения оптимального резинового уплотнения с пищевым допуском для фасовочно-термоформовочного автомата HASSIA THM и его внедрение на производстве.

**Ключевые слова:** уплотнения с пищевым допуском; модернизация и совершенствование конструкций машин; композиционные материалы.

## DETERMINATION OF OPTIMAL RUBBER SEAL WITH FOOD TOLERANCE AND ITS IMPLEMENTATION IN PRODUCTION

M. V. Khomich, V. M. Golub

## Abstract

The article presents the results of determining the optimal rubber seal with food tolerance for the HASSIA THM filling and thermoforming machine and its implementation in production.

**Keywords:** seals with food tolerance; modernization and improvement of machine structures; composite materials.

## Введение

Технология современного пищевого производства становится все более сложной, ее эффективность, в первую очередь, зависит от применяемого оборудования, все более модернизированного. Пищевая промышленность остается самой крупной и жизненно важной отраслью экономики. В условиях рыночной экономики эффективность отраслей пищевой промышленности достигается за счет высокой специализации производства и совершенствования расходных материалов.

В условиях модернизации и совершенствования конструкций ответственных узлов, особый интерес представляют современные композиционные материалы, что объясняется возможностью их широкого применения и обеспечивает высокое качество выпускаемой продукции.

## Объект исследования

Данная работа направлена на определение оптимального резинового уплотнения с пищевым допуском на станции стерилизации покрывной пленки автомата HASSIA THM, где производится всестороннее обеззараживание крышки из фольги.

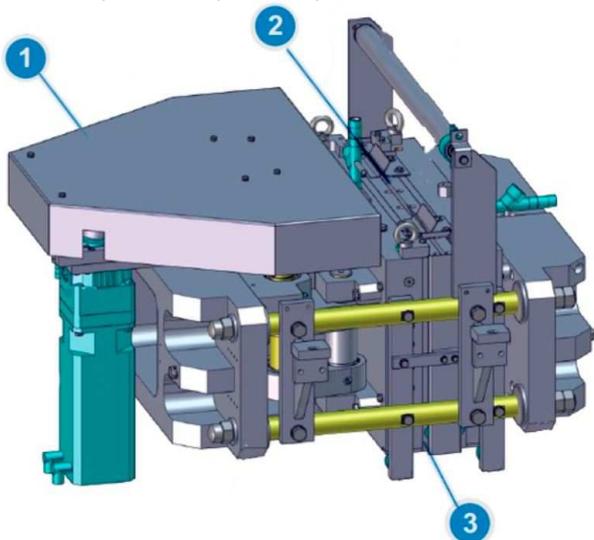


Рисунок 1 – Станция стерилизации фольги крышки

Рассмотрим на трёхмерной модели данный узел – станция стерилизации (рисунок 1, п. 1). Фольга в тактовом режиме протягивает-

ся через две запечатывающие плиты (рисунок 1, п.1-2 и рисунок 3). После окончания транспортировки фольги через плиты пневматический цилиндр закрывает стерилизационную камеру (рисунок 1, п. 2). Для уплотнения служит кольцо круглого сечения. После закрытия камеры открываются впускные паровые клапаны, и в стерилизационной камере создается давление пара (0,3 бар). Обе половины стерилизационной камеры (рисунок 1, п.3) подогреваются паром через клапан регулировки давления [1].

## Проблематика

Дорогостоящее оригинальное кольцевое уплотнение круглого сечения выхаживает малый срок эксплуатации, поэтому, для экономии была поставлена задача найти оптимальное резиновое уплотнение без ущерба качества продукции.

Критерии поиска материала: температура до 140-150 °С; давление пара 0,3 бар; характер воздействия нагрузки и нагрева на уплотнение – постоянный.

## Производственные испытания

Уплотнение автомата HASSIA THM (рисунок 2, п. 1) устанавливается в прижимные плиты (рисунок 2, п.2 и рисунок 3). Плиты совершают возвратно-поступательные движения с периодичностью 30 тактов в мин. 20 часов в сутки. Во время сжатия плит между уплотнениями (рисунок 2, п. 1) покрывная фольга стерилизуется паром. Уплотнения работают на сжатие – разжатие, т. е. имеется динамическая нагрузка.

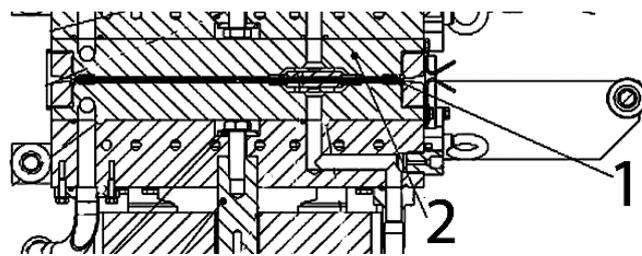


Рисунок 2 – Эскиз узла стерилизации фольги крышки

Для испытания было выбрано и закуплено три образца:

1. Силикон красный шнуровой 15,0-70-11 пар красн. ТУ ВУ 391474896.002-2017.

Шнуры предназначены для уплотнения неподвижных разъемных соединений с давлением рабочей среды до 1,0 МПа. Изготавлива-

ются из силиконовой резины. Преимущества: устойчивы к разбавленным кислотам и щелочам с концентрацией не более 20%; устойчивы к любым атмосферным воздействиям, например, мороз, осадки, резкая смена температуры, ультрафиолет, озон и прочие; не токсичны, без запаха и вкуса.

Таблица 1 – Характеристика силикона красного

Характеристики	Значение
Внешность	Непрозрачный, матовый
Условная прочность при растяжении не менее, МПа	5,1
Относительное удлинение при разрыве не менее, %	300
Прочность на разрыв, кН/м	9,8
Номинальное значение твердости ед. Шору	60±5
Относительное удлинение при разрыве, %	400
Изменение твердости после старения в течение 24 часов, не более ед. Шора при температуре 200 °С	7

2. Силикон синий шнуровой RBB-2100-60 Base (Durometer, translucent, general purpose, uncatalyzed Silicone Rubber Base).

Специальный состав из силиконовой резины может быть смешан с другими основами из силиконовой резины для производства материалов с модифицированными твердомерами. Преимущества: является силиконом широкого назначения; хорошая прозрачность; хорошие характеристики экструзии. Разработано в соответствии со стандартом BgVV, XV и FDA 21 CFR 177.2600. Подходит для контакта с пищевыми продуктами [2].

Таблица 2 – Характеристика силикона синего шнурового RBB-2100-60

Характеристики	Значение
Внешность	Полупрозрачный, глянцевый
Номинальное значение твердости ед. Шору	61
Предел прочности, МПа	11
Прочность на разрыв, кН/м	22
Относительное удлинение при разрыве, %	400
Установлено на сжатие через 22 часа при 177 °С, %	30

3. Резина черная AP 310 (Ethylene-propylene-diene rubber (EPDM)).

Эта смесь EPDM демонстрирует отличную стойкость к горячей воде и водяному пару, а также хорошую стойкость к множеству кислот, щелочных растворов и окислителей. Кроме того, этот материал имеет отличную низкую температурную гибкость, вплоть до -50 °С. Соответствует требованиям FDA. Преимущества: отличная гибкость при низких температурах до -50 °С; хорошая устойчивость к водным средам; хорошая устойчивость ко многим средам CIP; хорошая стойкость к горячей воде и водяному пару; очень хорошая устойчивость к старению и озону; хорошая гибкость при низких температурах; ограниченная устойчивость к растительным и животным маслам и жирам [3].

Таблица 3 – Характеристика резины черной AP 310

Характеристики	Значение
Внешность	Непрозрачный, глянцевый
Номинальное значение твердости ед. Шору	70 ± 5
Предел прочности, МПа	11
Прочность на разрыв, кН/м	-
Относительное удлинение при разрыве, %	165
Установлено на сжатие через 24 часа при 100 °С, %	18

#### Полученные результаты

Произвелась замена уплотнений на двух плитах станции стерилизации (рисунок 3). Автомат отработал на каждом из выше представленных уплотнений рабочую смену (20 часов) при стандартных параметрах автомата. Производился осмотр уплотнений каждый час в течение смены.



Рисунок 3 – Плита верхняя стерилизации фольги крышки с уплотнением

Первые два материала показали износ, подвержены быстрому разрушению (крошение), что недопустимо в данном узле машины, т. к. продукты износа могут попасть в производимую продукцию.



Рисунок 4 – Износ силиконового уплотнения на плите стерилизации фольги

Третий вариант уплотнения (EPDM) показал иные показатели: умеренная вдавливаемость на прижимных плитах без разрушения с частичной деформацией.

#### Заключение

Результаты исследования показали, что силиконы не подходят для динамических нагрузок в высокотемпературной среде без разрушения (крошения). Материал EPDM успешно показал себя как уплотнение, работающее при динамических нагрузках и высокой температуре без разрушения структуры, что обеспечит стабильный выпуск высококачественной продукции.

На практике, в рамках производственного исследования был определен наилучший безопасный материал, который соответствует высочайшим требованиям современного пищевого производства ОАО «Савушкин продукт».

#### Список цитированных источников

1. Каталог запасных запчастей Hassia Verpackungsmaschinen GmbH, 2017. – 343 с.
2. Каталог производителя. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.xiameter.com](http://www.xiameter.com). – Дата доступа : 06.08.2020.
3. Каталог производителя. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.cog.de](http://www.cog.de). – Дата доступа : 10.08.2020.

#### References

1. Katalog zapasnyh zapchastej Hassia Verpackungsmaschinen GmbH, 2017. – 343 s.
2. Katalog proizvoditelya. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : [www.xiameter.com](http://www.xiameter.com). – Data dostupa : 06.08.2020.
3. Katalog proizvoditelya. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : [www.cog.de](http://www.cog.de). – Data dostupa : 10.08.2020.

Материал поступил в редакцию 28.10.2020