

ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СТЕРИЛИЗАЦИИ В АВТОКЛАВАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

**Н. В. Митрейкин, В. Б. Маркович, В. А. Яшин, В. В. Соколов,
И. М. Блувштейн, Ю. И. Дмитриев**

За последние годы в нашей стране возросло производство рыбных консервов, расширился их ассортимент, повысились вкусовые качества, улучшился внешний вид. Однако аппараты для стерилизации консервов и технология их производства продолжают сдерживать рост производительности технологических линий по производству консервов.

В настоящее время продолжительность процесса стерилизации составляет 40—70% общего цикла производства консервов. Поэтому интенсификация процесса стерилизации является основным направлением, по которому ведутся работы. Одним из основных путей интенсификации процесса стерилизации является разработка и внедрение новых режимов стерилизации. Наиболее перспективно он решается сокращением продолжительности подъема и снижения температуры путем увеличения скорости ее изменения. Существующие режимы стерилизации предусматривают подъем температуры до значения температуры стерилизации в течение 15—20 мин.

На судах типа «Наталья Ковшова» с успехом применяются режимы, при которых время подъема температуры до значения температуры стерилизации осуществляется за 2—8 мин, что позволяет сократить время общей стерилизации на 7—13 мин.

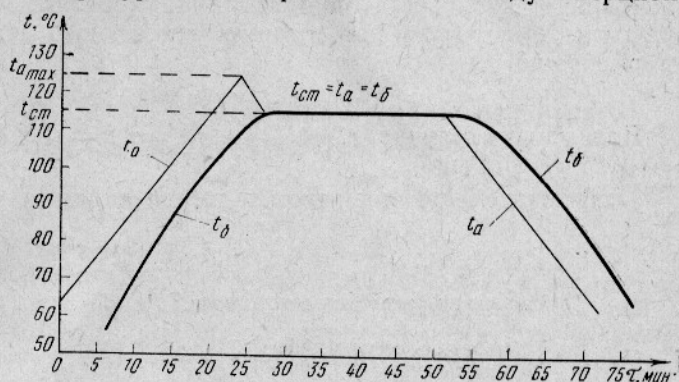
Скорость снижения температуры в автоклаве ограничена допустимым перепадом давления в автоклаве и в консервной банке. При эффективном контроле и регулировании перепада давления можно резко уменьшить время охлаждения. Как показали исследования, температура в различных точках автоклава может отличаться от температуры стерилизации на 8°С. В существующих формулах время стерилизации завышено за счет того, что эффект стерилизации рассчитывается по наименее прогреваемым точкам автоклава. Следовательно, модернизация существующих и разработка новых типов автоклава, в которых будет достигнуто равномерное распределение температуры, также позволит сократить общее время цикла стерилизации.

За последнее время большое распространение получил способ высокотемпературной (120—130°С) стерилизации, который позволяет сократить общее время цикла стерилизации, а также повысить качество консервов.

Ограниченное применение способа высокотемпературной стерилизации в обычных автоклавах объясняется перегревом продукта в наружных слоях, что ведет к ухудшению его качества. Для устранения перегрева продукта в наружных слоях и сокращения общего времени цикла стерилизации применяются ротационные автоклавы, в которых происходит вращение корзин с банками. Это увеличивает равномерность прогрева консервов и создает равномерное температурное поле автоклава.

Существующие автоклавы периодического действия находят широкое применение. Для повышения коэффициента использования этих автоклавов, устранения перегрева продукта в наружных слоях и сокращения общего времени цикла стерилизации предлагается способ (см. рисунок), по которому в конце участка повышения температуры в автоклаве последняя ($t_{a\max}$) превышает температуру стерилизации ($t_{ст}$) в зависимости от вида продукта и типа тары на 8—12° С. На участке повышения температуры в автоклаве температура в консервной банке ввиду инерцион-

Закон изменения температуры по предлагаемому способу стерилизации.



ности банки отстает от температуры в автоклаве на 10—15° С в зависимости от вида продукции и типа тары. Повышение температуры в автоклаве на 8—12° С позволяет к концу участка повышения температуры в автоклаве достигнуть температуры в центре банки на 2—4° С ($t_{ст} - t_b = 2 - 4^\circ \text{С}$) меньше температуры стерилизации. После участка повышения температуры в автоклаве осуществляется ее понижение до температуры стерилизации. Несмотря на то, что температура в автоклаве понижается, температура в центре консервной банки продолжает увеличиваться, ввиду того, что в любой момент времени на этом участке температура в автоклаве превышает температуру в центре банки ($t_a > t_b$) и увеличивается до тех пор, пока температура в автоклаве и в центре консервной банки не станет равна температуре стерилизации ($t_a = t_b = t_{ст}$). В момент равенства прекращается понижение температуры и начинается участок выдержки при температуре стерилизации. Время выдержки на этом участке, определяемое эффектом стерилизации, сокращается в результате достижения температуры стерилизации в центре банки в начале этого участка.

Предлагаемый способ стерилизации консервов осуществлен на примере стерилизации зеленого горошка. Значения температуры в центре консервной банки снимали с интервалом в 3 мин начиная от температуры 95° С и соответственно рассчитывали значения переводных коэффициентов K_F . Для определения величины температуры, на которую нужно повысить температуру в автоклаве выше температуры стерилизации, использованы следующие расчеты [3].

Изменение температуры в центре банки для консервов, обладающих равномерным температурным полем, определяют по уравнению

$$t_b - t_a = (t_{b_0} - t_{a_0}) e^{-m(\tau - \tau_0)} - e^{-m\tau} \int e^{m\tau} F(\tau) d\tau, \quad (1)$$

где t_b и t_a — температура в банке и в автоклаве;

m — скорость нагревания консервов, 1/ч;

τ_0 — время начальное, ч;

τ — время текущее, ч;

$F(\tau)$ — функция изменения температуры в автоклаве при $t_a = F(\tau) =$

$$= b(\tau - \tau_0) - t_{a_0};$$

b — скорость изменения температуры в автоклаве, °С/ч.

Из уравнения (1) получаем

$$t_a - t_0 = \frac{b}{m} \left[(t_{0_0} - t_{a_0}) + \frac{b}{m} \right] e^{-m(\tau - \tau_0)} \quad (2)$$

для участков повышения и понижения температуры в автоклаве.

Получив экспериментальным путем значения разности $t_{0_0} - t_{a_0}$ для каждого участка понижения температуры в автоклаве до температуры стерилизации и учитывая, что для конца данного участка $t_0 = t_a = 0$, из выражения (2), определим время охлаждения τ до $t_{ст}$. Зная время охлаждения τ и скорость понижения температуры на данном участке, находим температуру, на которую необходимо повысить температуру стерилизации

$$t_{a_{max}} - t_{ст} = b\tau. \quad (3)$$

Для нашего случая $t_{0_0} - t_{a_0} = -14^\circ \text{C}$; $b = 160^\circ \text{C/ч}$; $m = 10 \text{ 1/ч}$; $\tau = 0,0625 \text{ ч} = 3,75 \text{ мин}$; $t_{a_{max}} - t_{ст} = 10^\circ \text{C}$.

Испытаны следующие режимы стерилизации

	По известному способу	По предлагаемому способу
Начальная температура консервов, °C	63	63
Температура стерилизации, °C	116	116
Время, мин		
повышения температуры	20	23,75
понижения температуры до температуры		
стерилизации	40	3,75
охлаждения	20	20
стерилизации	80	71

Цикл стерилизации по предлагаемому способу сократился на 9 мин, что составляет 11% от длительности цикла по известному способу.

Эффект стерилизации определяем из выражения

$$F = \int K_F d\tau = (K_{F_{95^\circ}} + K_{F_2} + \dots + K_{F_{98^\circ}}) d\tau$$

Для известного способа $F = 9,8505$. Для предлагаемого способа с сокращенным циклом стерилизации на 9 мин $F = 9,9255$.

Вывод

Выполнить перечисленные задачи можно при наличии эффективной системы автоматического контроля и регулирования. Для этого необходимо подойти к решению проблемы комплексов, т.е. необходимо создать автоматический регулируемый автоклав с оптимальными статическими и динамическими характеристиками.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогачев В. И., Цейтлин И. М. Интенсификация процесса стерилизации консервов. М., ЦНИИТЭИпищепром, 1972. 28 с.
2. Видев К. И. Математическое описание процесса измерения температуры в консервах. — Пер. из «Lebensmittel Industrie», 1963, № 9, с. 6—15.
3. Бабарин В. П., Мазохина Н. Н. Современное состояние и перспективы развития техники стерилизации консервов. М., ЦНИИТЭИпищепром, 1975. 37 с.
4. Терентьев А. В. Основы комплексной механизации обработки рыбы. М., «Пищевая промышленность», 1969. 434 с.

SUMMARY

The intensification of sterilization in autoclaves of periodic action is achieved on account of the following: shortening of the periods of raising and dropping temperature; space distribution of the temperature in the entire autoclave; application of high-temperature sterilization in rotary autoclaves; application of a new method of sterilization. Estimates and experimental data obtained when the method was tested are presented.