

Профессор А.И. Черевко, доцент В.А. Скрыпник

(Харьков. гос. ун-т. питания и торговли) кафедра процессов, аппаратов и автоматизации пищевых производств, тел. 8-10-38-(057)-336-89-79

ассистент А.Г. Фарисеев

(ВНЗ Укоопсоюза «Полтав. ун-т эконом. и торг.») кафедра технологического оборудования пищевых производств и торговли, тел. 8-10-38-(05322)-2-04-01

## Результаты исследования массопроводности свиного мяса под воздействием теплового потока и тока электроосмоса

Изучение влияния теплового потока и тока электроосмоса на количественные параметры массопроводности свиного мяса. Обоснование частоты тока электроосмоса при двустороннем жарении свиного мяса в условиях электроосмоса.

Effect of heat flux and electroosmosis on quantitative parameters of mass conductivity pork meat has been studied. Current frequency of electroosmosis with bilateral frying pork under electroosmosis was justified.

*Ключевые слова:* массопроводность, свиное мясо, тепловой поток, электроосмос, двустороннее жарение

Жарение является одним из самых распространенных способов тепловой обработки пищевых продуктов. Жарению подвергается широкий ассортимент как натуральных, так и рубленых изделий из мяса, рыбы, овощей и теста. Сущность процесса жарения заключается в подведении к продукту теплоты в течение времени, необходимого для прогрева внутренних слоев до температуры 70-90 °С, и нагрева наружного слоя до температуры 115-135 °С, и формирования на его поверхности специфической корочки прожаривания. Наибольшей популярностью среди потребителей пользуются жареные изделия из натурального мяса, которые в подавляющем большинстве заведений ресторанного хозяйства доводятся до кулинарной готовности с использованием традиционного оборудования, имеющего ряд недостатков: неравномерность температурного поля на поверхности жарения, низкие тепловой коэффициент полезного действия [1], эксергетический и энергетический коэффициенты [2] и большой удельный расход энергоносителя, значительная длительность процесса, и, как следствие, значительные потери массы готового продукта (11-35 %).

В работе [3] авторами предложены возможные пути повышения энергоэффективности и ресурсосбережения оборудования для жарения, одним из которых является использование электроосмоса при двустороннем жарении.

Целью работы было определение влияния теплового потока и тока электроосмоса на количественные параметры массопроводности свиного мяса для обоснования частоты тока электроосмоса при двустороннем жарении.

Объектом исследований были процессы массопроводности, возникающие в свином мясе под воздействием теплового потока и при комбинированном воздействии теплового потока и тока электроосмоса. Предметом исследования были образцы, изготовленные из длиннейшей мышцы свинины.

Для исследования количественных параметров массопроводности как под воздействием теплового потока, так и под воздействием теплового потока и тока электроосмоса использовалась установка (рисунок 1), выполненная на основе модифицированного устройства Перрена [4].

Опытные образцы изготавливались из длиннейшей мышцы свинины. Мясо при помощи специальных наставок разрезалось поперек волокон на куски толщиной 0,005 м, 0,01 м, 0,015 м, из которых с помощью заостренного края стеклянного цилиндра 5 вырезались образцы площадью  $3,46 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ,  $8,04 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  и  $12,62 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ .

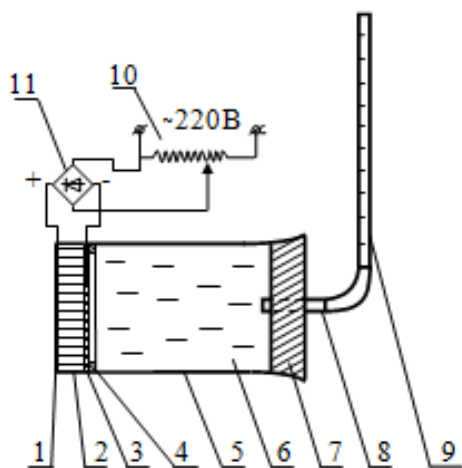


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки по определению количества перенесенного вещества в свином мясе под воздействием теплового потока и тока электроосмоса: 1 - медная пластина (герметичный электрод); 2 - опытный образец мяса, 3 - перфорированный электрод, 4 - прижимное кольцо, 5 - стеклянный цилиндр, 6 - вода, 7 - пробка, 8 - трубка, 9 - мерный капилляр, 10 - ЛАТР, 11 - диодный мостик.

Для исследования процессов массопроводности в свином мясе под влиянием теплового потока опытный образец 2 с температурой 293 К размещался в стеклянном цилиндре 5 вплотную к медной пластине 1 толщиной  $0,35 \cdot 10^{-3}$  м и прижимался перфорированной пластиной (электродом) 3 и прижимным кольцом 4 для предотвращения деформации мяса при нагревании. После этого система со стороны прижимного кольца заполнялась водой с температурой 293 К и закрывалась пробкой 7. Через пробку 7 с помощью трубки 8 к системе присоединялся мерный капилляр 9, по шкале которого и определялся объем перенесенного вещества в мясе под действием теплового потока. В качестве источника тепла использовался плоский нагревательный элемент с температурой поверхности 150 °С, который плотно прижимался к медной пластине 1. Все эксперименты по исследованию массопроводности проводились при подведенном тепловом потоке от нагревателя  $Q = 72$  Вт, который поддерживался постоянным с помощью фазового регулятора напряжений на семисторе ВТА16-600В.

Поскольку при жарении мясных изделий влага, находящаяся в месте контакта с поверхностью жарения, закипает почти мгновенно, за начало отсчета процессов массопроводности в данных исследованиях был взят момент полного ее закипания и начала интенсивного парообразования у медной пластины 1.

Для определения количества перенесенного вещества при комбинированном воздействии теплового потока и тока электроосмоса опытные образцы 2 размещались в стеклянном цилиндре 5 между медной пластиной 1 (герметичным электродом) и перфорированным электродом 3 и прижимались прижимным кольцом 4. Заполнение системы водой осуществлялось по указанной выше методике. В качестве источника тока электроосмоса использовалась электрическая сеть напряжением 220 В, которая подавалась через ЛАТР 10 (лабораторный трансформатор с плавной регулировкой напряжения) и диодный мостик 11 для преобразования переменного тока в постоянный. Подача напряжения на электроды для обеспечения электроосмоса и, соответственно, отсчет количества перенесенного вещества осуществлялись с момента интенсивного закипания влаги, находящейся у медной пластины 1.

Все эксперименты по исследованию массопроводности осуществлялись во временном диапазоне 0-5 с.

Общее влагосодержание опытных образцов определялось согласно [5] и составило  $w = 0,728$ .

В ходе исследований было установлено, что прогрев медной пластины до температуры 107-108 °С, обеспечивающей интенсивное закипание влаги, при тепловом потоке  $Q = 72$  Вт осуществлялся за 15 с. Увеличение или уменьшение величины теплового потока соответственно сокращает или увеличивает продолжительность прогрева пластины.

Согласно полученным результатам исследований (таблица 1), увеличение толщины мяса от 0,005 м до 0,015 м с площадью образцов  $S_m = 8,04 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup> при воздействии теплового потока приводит к нелинейному уменьшению количества перенесенного вещества как при горизонтальном расположении стеклянного цилиндра 5, так и при вертикальном его расположении, во временном интервале 15-20 с. Графически результаты исследования приведены на рисунке 2, из которых видно, что при длительности воздействия до 15 с происходит прогрев медной пластины 1 до температуры 107 °С, и поэтому процессы массопроводности происходят с небольшой интенсивностью. Начиная с 15 с, с момента полного прогрева пластины и интенсивного закипания влаги у пластины, наблюдается значительное увеличение количества перенесенного вещества в мясе, что, в свою очередь, связано с образованием определенного давления водяного пара со стороны поверхности нагрева.

Т а б л и ц а 1

Результаты исследования количества перенесенного вещества в свином мясе под воздействием теплового потока в зависимости от толщины и времени воздействия

$\delta_m, \text{ м}$	Количество перенесенного вещества, $V_g \cdot 10^6, \text{ м}^3$ , при продолжительности воздействия $\tau, \text{ с}$							
	5	10	15	16	17	18	19	20
горизонтальное размещение стеклянного цилиндра								
0,005	0,045	0,090	0,135	0,169	0,203	0,237	0,271	0,305
0,010	0,035	0,070	0,105	0,135	0,164	0,194	0,223	0,253
0,015	0,025	0,050	0,075	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200
вертикальное размещение стеклянного цилиндра								
0,005	0,036	0,072	0,108	0,135	0,162	0,190	0,217	0,244
0,01	0,028	0,056	0,084	0,108	0,131	0,155	0,178	0,202
0,015	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100	0,120	0,140	0,160

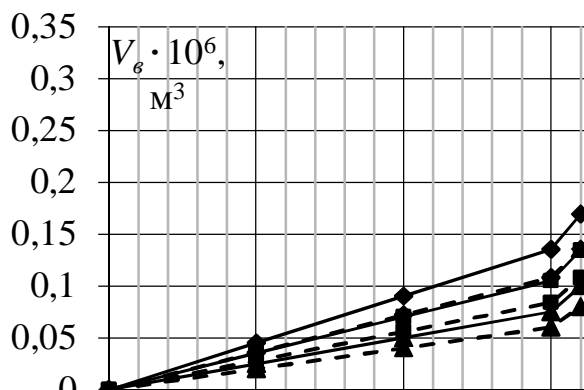


Рисунок 2 - Результаты исследования количества перенесенного вещества в свином мясе при воздействии теплового потока от толщины продукта и времени воздействия при размещении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;  
 ---- - вертикальном.

Характер зависимостей одинаков как при вертикальном, так и при горизонтальном размещении стеклянного цилиндра, но в последнем случае перенос вещества осуществляется в 1,25 раза интенсивнее. Уменьшение количества перенесенного вещества от толщины продукта можно объяснить тем, что при увеличении толщины мяса увеличивается и сопротивление движению вещества в капиллярах, щелях и порах (в дальнейшем - ЩКП) мяса. Влияние способа расположения стеклянного цилиндра объясняется тем, что при вертикальном размещении на вещество в ЩКП мяса дополнительно действует сила тяжести, которая вызывает дополнительное сопротивление переносу вещества. При горизонтальном расположении такие потери отсутствуют.

Аналитически зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе  $V_g$  под воздействием теплового потока  $Q = 72 \text{ Вт}$  с момента интенсивного закипания жидкости на протяжении 5 с от толщины опытного образца  $\delta_m$  и продолжительности нагрева  $\tau$  при постоянной его площади ( $S_m = 8,04 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ) можно представить в виде уравнения:

$$V_g = k_1 \cdot \delta_m^{-(1-w)} \cdot \tau, \text{ м}^3, \quad (1)$$

где  $k_1$  - коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств мяса; при горизонтальном расположении стеклянного цилиндра  $k_1 = 8,2 \cdot 10^{-9}$ , при вертикальном его расположении  $k_1 = 6,5 \cdot 10^{-9}$ . Эта зависимость приведена на рисунке 3.

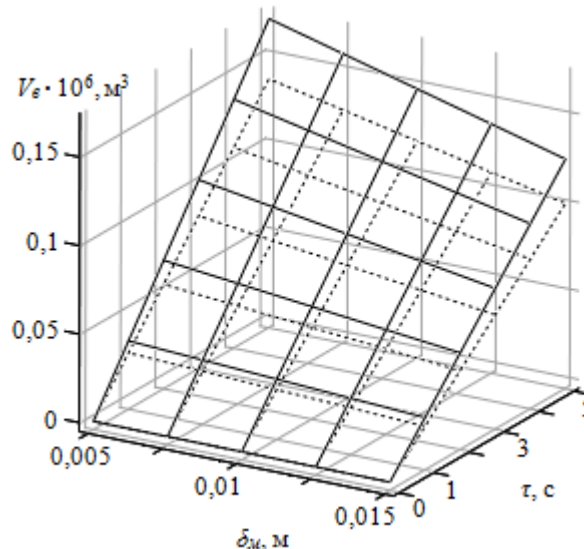


Рисунок - 3 Зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе при воздействии постоянного теплового потока от толщины мяса и времени воздействия при расположении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;  
 ---- - вертикальном.

Исследования по определению влияния площади опытного образца (использовались образцы толщиной  $\delta_m = 0,01 \text{ м}$  и площадью  $S_m = 3,46 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2, 8,04 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  и  $12,62 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ) на процессы переноса вещества при воздействии теплового потока  $Q = 72 \text{ Вт}$  от нагревателя показали (таблица 2), что количество перенесенного вещества прямо пропорционально зависит от площади опытного образца на протяжении 5 с с момента прогрева медной пластины и начала интенсивного парообразования.

Графически результаты исследований приведены на рисунке 4.

Т а б л и ц а 2

Результаты исследования количества перенесенного вещества в свином мясе при воздействии теплового потока в зависимости от площади опытного образца и продолжительности воздействия

$S_m \cdot 10^4, \text{м}^2$	Количество перенесенного вещества, $V_g \cdot 10^6, \text{м}^3$ , при продолжительности воздействия $\tau, \text{с}$							
	5	10	15	16	17	18	19	20
горизонтальное размещение стеклянного цилиндра								
3,46	0,015	0,030	0,045	0,058	0,071	0,083	0,096	0,109
8,04	0,035	0,070	0,105	0,135	0,164	0,194	0,223	0,253
12,62	0,055	0,110	0,165	0,211	0,257	0,304	0,350	0,396
вертикальное размещение стеклянного цилиндра								
3,46	0,012	0,024	0,036	0,046	0,057	0,067	0,077	0,087
8,04	0,028	0,056	0,084	0,108	0,131	0,155	0,178	0,202
12,62	0,044	0,088	0,132	0,169	0,206	0,243	0,280	0,317

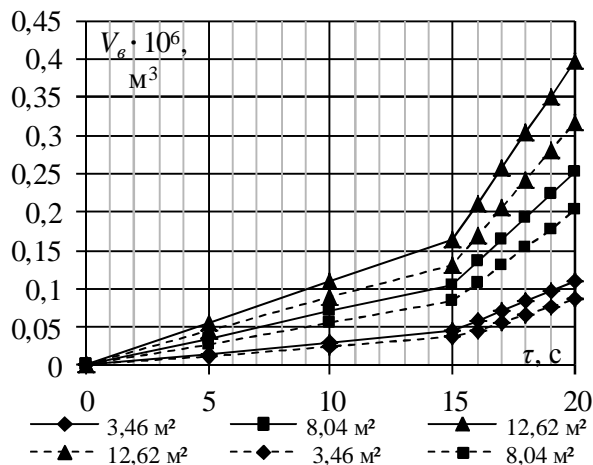


Рисунок 4 - Результаты исследования количества перенесенного вещества в свином мясе при воздействии теплового потока от площади образца и времени воздействия при расположении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;  
 ---- - вертикальном.

При воздействии постоянного теплового потока продолжительностью 0-15 с интенсивность процесса переноса вещества находится на достаточно низком уровне, а с момента полного прогрева медной пластины и интенсивного закипания жидкости значительно увеличивается. Способ расположения стеклянного цилиндра оказывает существенное влияние на количество вещества, перенесенного в мясе. Так, при одних и тех же условиях при горизонтальном расположении стеклянного цилиндра переносится в 1,25 раза больше вещества, чем при его вертикальном расположении.

Аналитически зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе под воздействием теплового потока с момента интенсивного закипания жидкости на протяжении 5 с от площади опытного образца и продолжительности воздействия можно представить в виде уравнения:

$$V_g = k_2 \cdot S_m \cdot \tau, \text{ м}^3, \quad (2)$$

где  $k_2$  - коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств мяса; при горизонтальном расположении стеклянного цилиндра  $k_2 = 36,692 \cdot 10^{-6}$ , при вертикальном его расположении  $k_2 = 29,353 \cdot 10^{-6}$ . Эта зависимость приведена на рисунке 5.

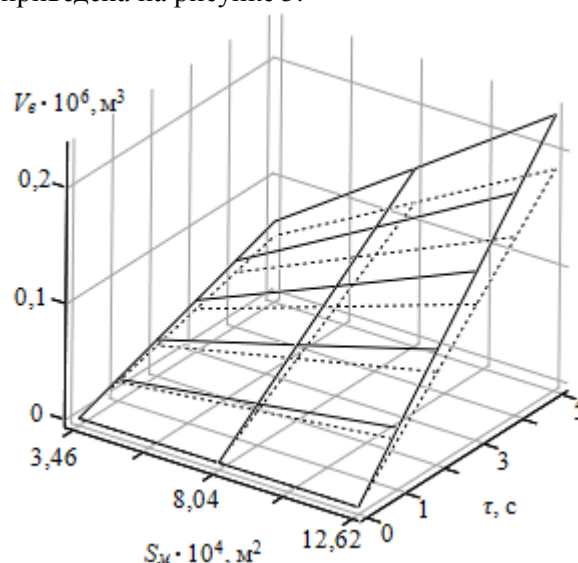


Рисунок 5 - Зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе при воздействии постоянного теплового потока от площади мяса и продолжительности нагрева при расположении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;  
 ---- - вертикальном.

Исследование влияния величины теплового потока от нагревателя и продолжительности нагрева на количество перенесенного вещества в свином мясе при горизонтальном и вертикальном расположении стеклянного цилиндра проводились с опытными образцами площадью  $S_m = 8,04 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  и толщиной  $\delta_m = 0,01 \text{ м}$ . Результаты исследований приведены в таблице 3 и на рисунке 6.

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что тепловой поток от нагревателя существенно влияет на количество перенесенного вещества. Увеличение величины теплового потока при нагреве опытных образцов и его продолжительности приводит к прямо про-

порциональному увеличению количества перенесенного вещества.

Аналитически зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе от величины теплового потока нагревателя  $Q$  и продолжительности нагрева  $\tau$  с момента полного прогрева медной пластины и интенсивного закипания пара при постоянных площади и толщине опытного образца можно представить в виде уравнения:

$$V_e = k_3 \cdot Q \cdot \tau, \text{ м}^3, \quad (3)$$

где  $k_3$  - коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств опытного образца; при горизонтальном расположении стеклянного цилиндра  $k_3 = 40,7 \cdot 10^{-9}$ ; при вертикальном его расположении  $k_3 = 32,6 \cdot 10^{-9}$ . Эта зависимость приведена на рисунке 7.

Т а б л и ц а 3

Результаты исследования количества перенесенного вещества в свином мясе от величины теплового потока нагревателя и продолжительности нагрева

Q, Вт	Количество перенесенного вещества, $V_e \cdot 10^6, \text{ м}^3$ , при продолжительности воздействия $\tau, \text{ с}$				
	1	2	3	4	5
горизонтальное размещение стеклянного цилиндра					
18	0,0074	0,0148	0,0221	0,0295	0,0369
36	0,0148	0,0295	0,0443	0,0590	0,0738
54	0,0221	0,0442	0,0664	0,0885	0,1106
72	0,0295	0,0590	0,0885	0,1180	0,1475
вертикальное размещение стеклянного цилиндра					
18	0,0059	0,0118	0,0177	0,0236	0,0295
36	0,0118	0,0236	0,0354	0,0472	0,0590
54	0,0177	0,0354	0,0531	0,0708	0,0885
72	0,0236	0,0472	0,0708	0,0944	0,1180

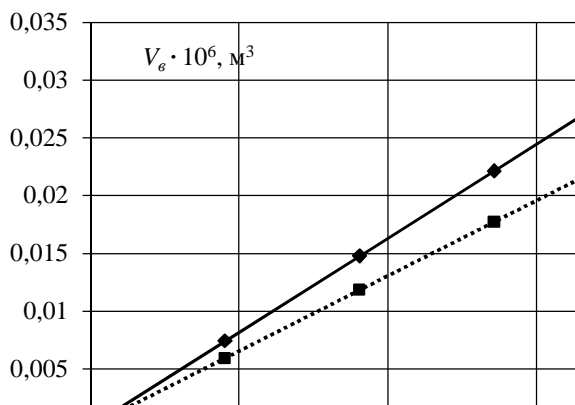


Рисунок 6 - Результаты исследования количества перенесенной вещества в свином мясе от величины теплового потока нагревателя,  $\tau = 1 \text{ с}$ , при расположении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;  
 ..... - вертикальном.

Решение системы уравнений (1-3) в данном диапазоне параметров ( $Q, S_m, \delta_m, \tau$ ), определяемыми каждым из уравнений (1), (2), (3), позволяет определить количество вещества, перенесенного в свином мясе под воздействием теплового потока нагревателя, которое аналитически может быть выражено в виде зависимости:

$$V_{em} = k_m \cdot Q \cdot S_m \cdot \delta_m^{-(1-w)} \cdot \tau, \text{ м}^3, \quad (4)$$

где:  $k_m$  - коэффициент массопроводности свиного мяса под воздействием теплового потока нагревателя,  $\text{м}^2/(\text{с} \cdot \text{Вт})$ ; в данном случае при влажности мяса  $w = 0,728$  при горизонтальном расположении стеклянного цилиндра  $k_m = 0,14087 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/(\text{с} \cdot \text{Вт})$ ; при вертикальном его расположении  $k_m = 0,11167 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/(\text{с} \cdot \text{Вт})$ .

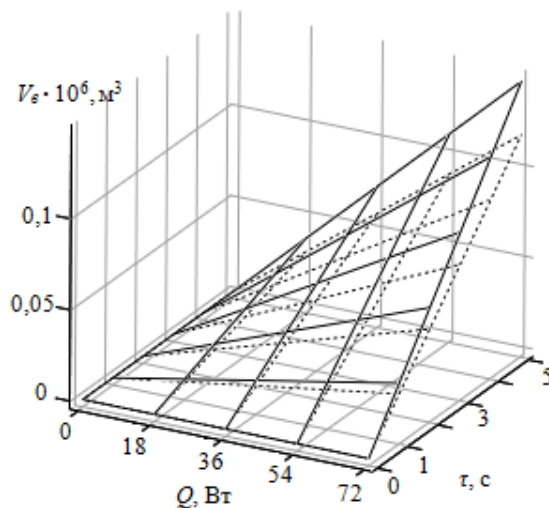


Рисунок 7 - Зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе от величины теплового потока нагревателя и продолжительности нагрева до 5 с с момента полного прогрева медной пластины и начала интенсивного парообразования при расположении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;  
 ..... - вертикальном.

Уравнение (4) с уровнем доверия 0,95 позволяет аппроксимировать полученные экспериментальные данные (таблицы 1-3).

В соответствии с уравнением (4), количество вещества (поток вещества  $J_m$ ), переносимого через единицу площади  $S_m$  в единицу времени  $\tau$  в данном диапазоне параметров зависит от величины теплового потока нагревателя, толщины образца мяса и его влажности:

$$J_m = \frac{V_{em}}{S_m \cdot \tau} = k_m \cdot Q \cdot \delta_m^{-(1-w)}, \text{ м/с}. \quad (5)$$

Результаты комбинированного воздействия во временном диапазоне 0-20 с теплового потока и тока электроосмоса от площади опыт-

ного образца мяса на количество перенесённого вещества приведены в таблице 4 и на рисунке 8.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что на протяжении 2 с воздействие теплового потока и тока электроосмоса на количество перенесенного вещества в опытных образцах накладывается друг на друга, что выражается прямопропорциональной зависимостью.

Т а б л и ц а 5

Результаты исследования количества перенесенного вещества в опытных образцах разной площади при комбинированном воздействии теплового потока и тока электроосмоса

$S_m \cdot 10^4, \text{ м}^2$	Количество перенесенного вещества, $V_e \cdot 10^6, \text{ м}^3$ , при продолжительности воздействия $\tau, \text{ с}$								
	5	10	15	16	17	18	19	20	
горизонтальное размещение стеклянного цилиндра									
3,46	0,015	0,300	0,045	0,110	0,174	0,219	0,263	0,297	
8,04	0,350	0,700	0,105	0,255	0,404	0,510	0,610	0,690	
12,62	0,550	0,110	0,165	0,399	0,634	0,801	0,957	1,083	
вертикальное размещение стеклянного цилиндра									
3,46	0,012	0,024	0,036	0,093	0,149	0,181	0,215	0,244	
8,04	0,028	0,056	0,084	0,216	0,347	0,420	0,500	0,567	
12,62	0,044	0,088	0,132	0,338	0,545	0,659	0,785	0,890	

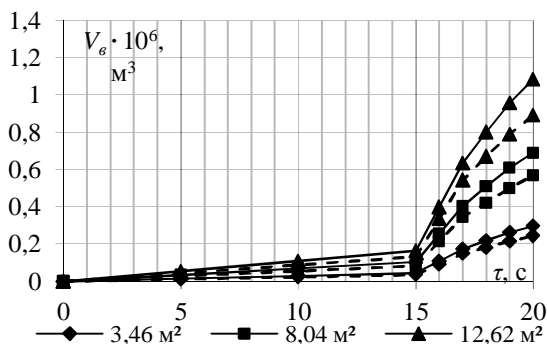


Рисунок 8 - Результаты исследования количества перенесенного вещества в опытных образцах разной площади при комбинированном воздействии теплового потока и тока электроосмоса при размещении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;  
 ---- - вертикальном.

После 2 с комбинированного воздействия характер зависимости меняется на нелинейный, что, очевидно, можно объяснить обезвоживанием слоя мяса, прилегающего к медной пластине (герметичному электроду).

В ранее проведенных исследованиях установлена закономерность переноса вещества в свином мясе под воздействием тока

электроосмоса во временном интервале 0-5 с и диапазоне разницы потенциалов  $U$  0-36 В в виде уравнения:

$$V_{e3} = k_3 \cdot U \cdot S_m \cdot \delta_m^{-w} \cdot \tau, \text{ м}^3, \quad (6)$$

где  $k_3$  - коэффициент массопроводности мяса под воздействием электрического тока; при влажности мяса ( $w = 0,728$ ) и горизонтальном расположении стеклянной трубки  $k_3 = 0,1935 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/(\text{с} \cdot \text{В})$ ; при вертикальном ее расположении  $k_3 = 0,1741 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/(\text{с} \cdot \text{В})$ .

Согласно полученным экспериментальным данным, количество перенесенного вещества под комбинированным воздействием теплового потока от нагревателя и тока электроосмоса во временном диапазоне 0-2 с можно выразить уравнением:

$$V_e = V_{em} + V_{e3} = k_m \cdot Q \cdot S_m \cdot \delta^{-(1-w)} \cdot \tau + k_3 \cdot U \cdot S_m \cdot \delta^{-w} \cdot \tau = (k_m \cdot Q \cdot \delta^{-(1-w)} + k_3 \cdot U \cdot \delta^{-w}) \cdot S_m \cdot \tau, \text{ м}^3. \quad (7)$$

Из уравнения (7) следует, что поток вещества  $J_e$ , возникающий под комбинированным воздействием теплового потока от нагревателя и тока электроосмоса, во временном диапазоне 0-2 с можно определить из уравнения:

$$J_e = \frac{V_e}{S_m \cdot \tau} = k_m \cdot Q \cdot \delta^{-(1-w)} + k_3 \cdot U \cdot \delta^{-w}, \text{ м/с} \quad (8)$$

Из уравнений (7) и (8) следует, что максимум потока вещества и количества перенесенного вещества в свином мясе под комбинированным воздействием теплового потока от нагревателя и тока электроосмоса достигается при времени воздействия 2 с. При двустороннем жарении мяса, соответственно, рациональной будет являться частота тока электроосмоса 0,5 Гц.

В результате проведенных исследований определены количественные параметры массопроводности под воздействием теплового потока от нагревателя и комбинированным воздействием теплового потока от нагревателя и тока электроосмоса; установлены закономерности возникновения потока вещества в свином мясе под воздействием теплового потока от нагревателя и комбинированном воздействии теплового потока и тока электроосмоса; обоснована рациональная частота тока электроосмоса – 0,5 Гц – при двустороннем жарении мяса в условиях электроосмоса.

ЛИТЕРАТУРА

1 Черевко, О.І. Енергетична ефективність апаратів для кондуктивного жарення м'яса [Текст] / О.І. Червко, В.О. Скрипник // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. - 2012. - № 1 (15). - С. 90-100.

2 Черевко, О.І. Ексергетичний аналіз процесу кондуктивного жарення м'яса в апаратах періодичної дії [Текст] / О.І. Черевко, В.О. Скрипник // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. - 2012. - № 2 (16). - С. 70-84.

3 Черевко, А.И. Возможные направления повышения энергоэффективности и ресурсосбережения процессов кондуктивного жарения мяса [Текст] / А.И. Черевко, В.А. Скрыпник // Техника и технология пищевых производств. - 2013. - № 2 (29). - С. 97-102.

4 Волков, В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы [Текст] / Волков В.А. - М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001. - 640 с.

5 (ISO 1442:1997, IDT) : ДСТУ ISO 1442:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод). - К.: Держспоживстандарт України, 2007. - 9 с.

REFERENCES

1 Cherevko, O.I. Energetic efficiency of devices for conductive frying of meat [Text] / O.I. Cherevko, V.O. Skrypnyk // Progressive technique and technology of food productions, restaurant economy and trade: collection of scientific papers. - 2012. - № 1 (15). - P. 90-100.

2 Cherevko, O.I. Exergetic analysis of the process of conductive frying of meat in periodic action apparatuses [Text] / O.I. Cherevko, V.O. Skrypnyk // Progressive technique and technology of food productions, restaurant economy and trade: collection of scientific papers. - 2012. - № 2 (16). - P. 70-84.

3 Cherevko, O.I. Possible directions of increase energy efficiency and resource saving processes of conductive frying of meat [Text] / O.I. Cherevko, V.O. Skrypnyk // Technique and technology of food productions. - 2013. - № 2 (29). - P. 97-102.

4 Volkov, V.A. Colloid chemistry. Surface phenomena and disperse systems [Text] / Volkov V.A. - M.: MG TU named after A.N. Kosygin, 2001. - 640 p.

5 (ISO 1442:1997, IDT) : State Standard of Ukraine ISO 1442:2005 Meat and meat products. Method for determination of moisture content (control method). - K.: Derzhspozhivstandart of Ukraine, 2007. - 9 p.