

Исследование температурно-влажностных характеристик зоны «свежести» бытовых холодильных приборов

В.Н Плескачев, С.Н. Алехин, С.П. Петросов.

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства
«Донской государственный технический университет»
(ИСО и П (филиал) ДГТУ в г. Шахты)*

Аннотация: Статья посвящена исследованию температурно-влажностных характеристик зоны «свежести» бытового холодильного прибора. В статье приведены результаты измерений температурно-влажностных характеристик в секции «свежести» в бытовом холодильнике-морозильнике «Indesit BIA181 NF». Полученные результаты экспериментальных исследований показали, что температурно-влажностные параметры воздуха в зоне «свежести» находятся в более широком диапазоне в сравнении с требуемыми их рациональными значениями, что является причиной снижения качества хранения охлажденных продуктов.

Ключевые слова: зона «свежести», «нулевая зона», температурно-влажностные характеристики, бытовой холодильник, охлаждение продуктов.

Одним из важных вопросов совершенствования бытовой холодильной техники в настоящее время является повышение качества хранения охлаждённых и замороженных продуктов [1]).

Для решения данного вопроса в современных холодильных приборах всё большее применение находят, так называемые, зоны «свежести».

По функциональному признаку зоны «свежести» делят на две группы:

- 1) зоны «влажной свежести» – для хранения продуктов растительного происхождения (овощей, фруктов, зелени) (при температуре от 0 до +1 °С и влажности воздуха около 95% [2], **Ошибка! Источник ссылки не найден.**];
- 2) зоны «сухой свежести» (или «нулевая зона») – для хранения продуктов животного происхождения (мяса, птицы, рыбы) (при температуре от -1 до 0 °С и влажности воздуха не более 50 % [2], 3).

Как показал анализ требуемых условий хранения охлаждённых продуктов [4, 6, 7], для сохранения их высокого качества необходимо, чтобы диапазон перепада температуры и влажности был минимальным [8].

Однако, современное конструктивное решение систем охлаждения и поддержания требуемых температурно-влажностных характеристик воздуха в зонах «свежести» не предусматривает, в основном, наличие устройств, которые бы обеспечивали требуемые параметры в установленных диапазонах.

С целью оценки реального диапазона значений температурно-влажностных характеристик воздуха в зонах «свежести» были проведены испытания по его определению для различных режимов работы бытового холодильника. В качестве испытуемого холодильного прибора был выбран холодильник-морозильник «Indesit BIA181 NF», имеющий в своём составе секцию «свежести» для хранения охлаждённых мясных продуктов, которая по конструктивному исполнению является наиболее типичной для бытовых холодильных приборов.

Общий вид такого холодильника-морозильника представлен на рис. 1.

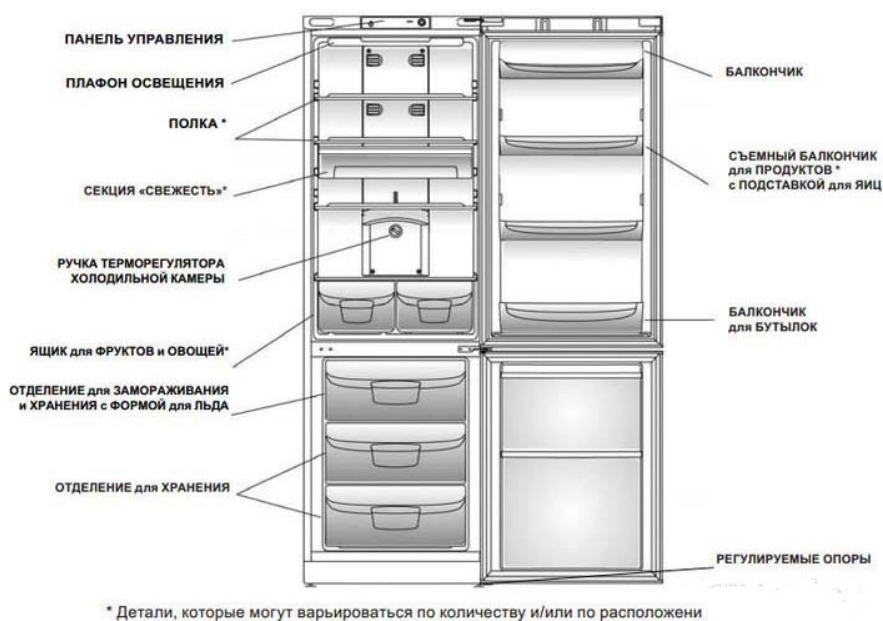


Рис. 1. – Общий вид холодильника-морозильника «Indesit BIA181 NF»

Секция «свежести» представляет собой контейнер, расположенный в средней части холодильной камеры и ограниченный сверху и снизу пластмассовыми стенками. Передняя часть секции имеет откидную пластмассовую прозрачную дверцу. Необходимая температура в секции обеспечивается путём принудительной подачи холодного воздуха через отверстия в задней стенке секции (рис.2), поступающего от испарителя морозильной камеры.



Рис. 2. – Отверстия на задней стенке секции «свежести» для подачи холодного воздуха

Согласно паспорту на холодильник-морозильник «Indesit BIA181 NF» температура в секции «свежести» должна быть на 3-5 градусов ниже температуры холодильной камеры.

Температура в холодильной камере автоматически регулируется в соответствии с установкой терморегулятора, расположенного на задней стенке холодильной камеры (рис.1), путём перекрытия управляемой заслонкой канала подачи холодного воздуха от испарителя морозильной камеры.

Температура в морозильной камере задаётся с помощью терморегулятора, рукоятка которого расположена на панели управления холодильного прибора (рис.1), и автоматически поддерживается путём включения и выключения компрессора.

Для определения температуры и влажности в секции «свежести» использовался измерительный прибор PC sensor-USB Hygrometer Thermometer TEMPerHUM, который устанавливался в средней части секции (рис.3). Характеристики прибора приведены в таблице № 1.



Рис. 3. – Схема установки измерительного прибора в секции «свежести»

Таблица № 1

Характеристики измерительного прибора PC sensor-USB Hygrometer
Thermometer TEMPerHUM

| Наименование параметра | Значение |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Диапазон измеряемой температуры, °С | -40~+85 |
| Точность измерения температуры, °С | ±0.5 |
| Диапазон измеряемой влажности, % | 0~100 |
| Точность измерения влажности, % | ± 4.5 |
| Напряжение, В | 4~6 |
| Поддержка Windows, | XP / VISTA/ 7 / 8.0 /8.1 |
| Габаритные размеры, см | 6,2 x 1,7 x 1,1 |
| Масса, г | 22 |

Испытания проводились для трёх установок терморегулятора режима работы холодильной камеры (минимальное охлаждение, среднее и максимальное) и трёх установок терморегулятора режима работы морозильной камеры (минимальное замораживание, среднее и максимальное).

Показания фиксировались не менее чем за три полных цикла в соответствии с ГОСТ 16317–87. (Приборы холодильные электрические бытовые. Общие технические условия. Срок действия с 01.07.88 по 01.01.94).

На рис.4-6 показаны полученные графики зависимости температуры $t = f(\tau)$ и влажности $\varphi = f(\tau)$ в секции «свежести» при различных установках терморегуляторов холодильной (Min – минимальная установка, Med – средняя установка, Max – максимальная установка) и морозильной камер.

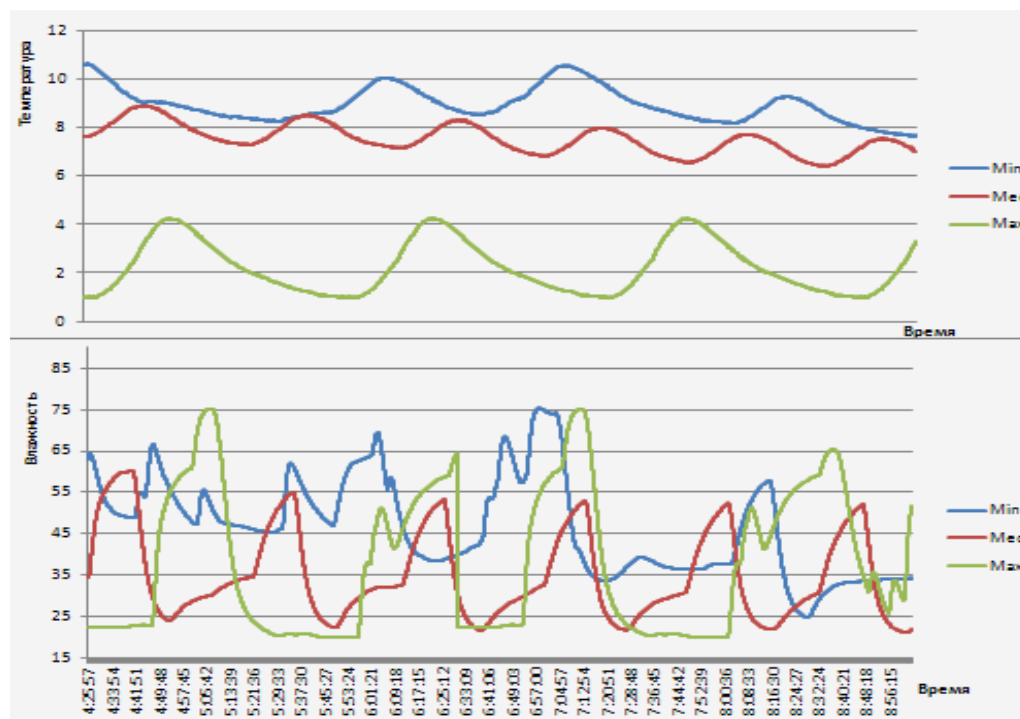


Рис. 4. – Графики температуры и влажности при максимальном положении терморегулятора морозильной камеры

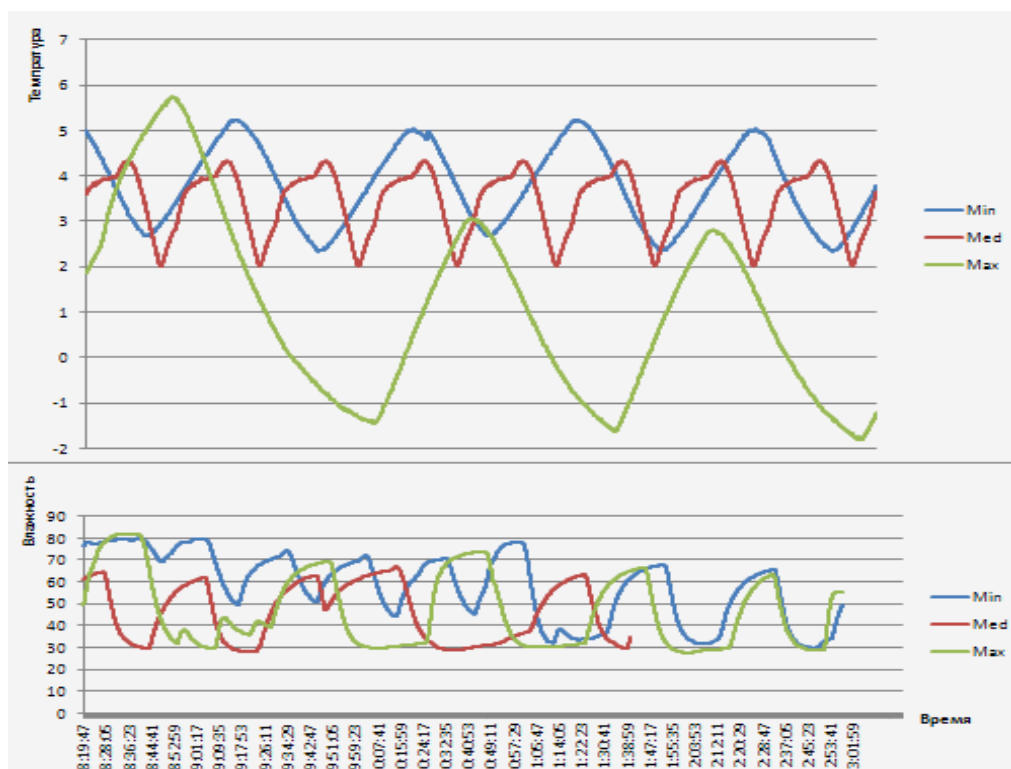


Рис. 5. – Графики температуры и влажности при среднем положении терморегулятора морозильной камеры

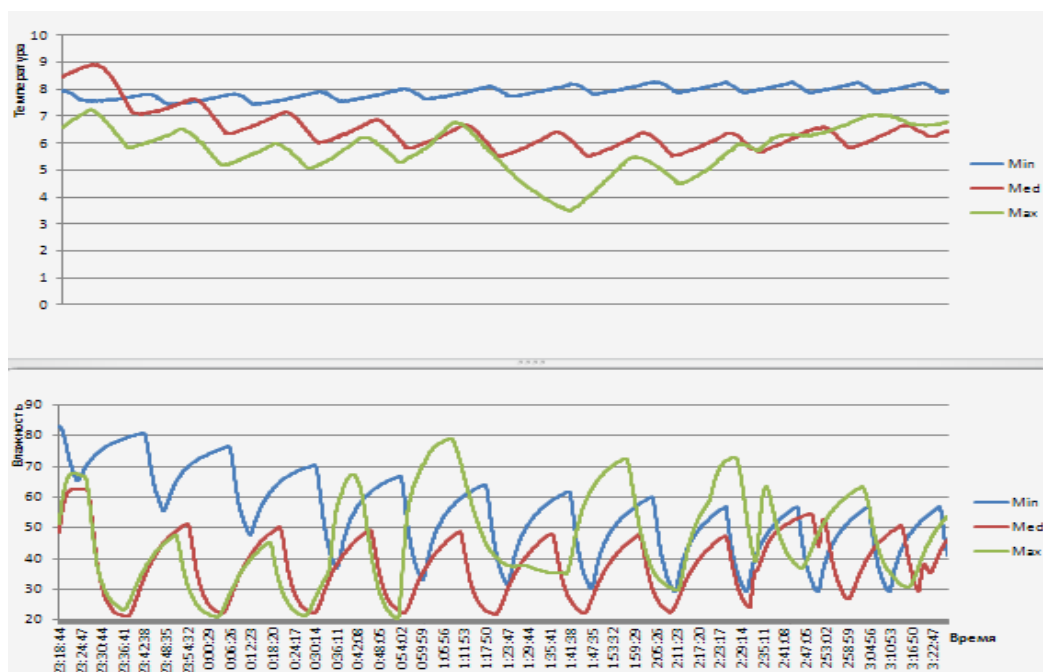


Рис. 6. – Графики температуры и влажности при минимальном положении терморегулятора морозильной камеры

Анализ полученных экспериментальных зависимостей позволил сделать следующие выводы.

Графики имеют выраженный колебательный характер. Полученные на графиках локальные минимумы зависимостей $t = f(\tau)$ и $\varphi = f(\tau)$ соответствуют моменту отключения компрессора холодильного прибора, максимумы – моменту включения. Периоды между двумя ближайшими минимумами (максимумами) характеризуют полный рабочий цикл холодильного прибора. При включении компрессора холодильного прибора происходит понижение температуры в секции «свежести» за счёт принудительной подачи в неё охлажденного воздуха по воздуховодам от испарителя морозильной камеры. Влажность воздуха при этом в секции «свежести» снижается за счет контакта потока воздуха с холодными поверхностями (ребрами) испарителя, на которых происходит процесс конденсации с последующей кристаллизацией влаги на поверхности испарителя [4, 9].

При отключении компрессора холодильного прибора происходит повышение температуры, так как завершаются термодинамические процессы, направленные на снижение и поддержание нижнего предела температуры. Влажность при этом повышается за счет контакта воздуха с поверхностью испарителя морозильной камеры, на которой будет происходить образование влаги в результате частичной оттайки испарителя [5, 9].

При установлении с помощью терморегулятора более низкой температуры в холодильной камере соответственно понижается и температура в секции «свежести», что справедливо для максимальной и средней установки терморегулятора морозильной камеры (рис. 4, 5). При минимальной же установке терморегулятора морозильной камеры

температура в секции «свежести» практически не зависит от установки терморегулятора холодильной камеры (рис.6).

Влажность воздуха в секции «свежести» практически не зависит от установки терморегулятора холодильной камеры, однако, незначительно повышается при изменении установки терморегулятора морозильной камеры от максимальной к минимальной.

В результате испытаний были получены следующие экспериментальные данные:

а) значения температурных показателей в секции «свежести»:

- при максимальной установке терморегулятора морозильной камеры температура для различных режимов работы холодильной камеры изменялась в пределах $+1,3...+10,4$ °С, перепад температур составил $0,9...1,8$ °С;

- при средней установке терморегулятора морозильной камеры температура для различных режимов работы холодильной камеры изменялась в пределах $-1,9...+8,0$ °С, перепад температур составил $0,6...2,1$ °С;

- при минимальной установке терморегулятора морозильной камеры температура для различных режимов работы холодильной камеры изменялась в пределах $+3,6...+8,1$ °С, перепад температур составил $0,2...1,4$ °С;

б) значения влажностных показателей в секции «свежести»:

- при максимальной установке терморегулятора морозильной камеры влажность для различных режимов работы холодильной камеры изменялась в пределах $18...75$ %, перепад влажности составил $15...57$ %;

- при средней установке терморегулятора морозильной камеры влажность для различных режимов работы холодильной камеры изменялась в пределах $30...80$ %, перепад влажности

составил 14...50 %;

- при минимальной установке терморегулятора морозильной камеры влажность для различных режимов работы холодильной камеры изменялась в пределах 21...81 %, перепад влажности составил 21...60 %.

Таким образом, сравнивая полученные значения температурно-влажностных характеристик с требуемыми параметрами, можно сделать вывод, что перепад температур в основном соответствует требуемому диапазону. Вместе с тем, температура, практически при всех установках терморегуляторов не соответствует значениям требуемой температуры для хранения продуктов животного происхождения. Исключение составляет режим работы холодильного прибора при максимальной установке терморегулятора холодильной камеры и средней установке терморегулятора морозильной камеры (рис.5), однако, в этом случае диапазон разброса температур может превышать допустимые значения.

Наиболее близкие значения влажности наблюдаются в режиме работы холодильного прибора при максимальной установке терморегулятора морозильной камеры (рис.4).

Вместе с тем, во всех случаях диапазон разброса влажности превышает допустимые значения.

Полученные результаты экспериментальных исследований наглядно подтверждают сделанные предположения о том, что в холодильных приборах рассматриваемого типа, в отличие от рекламируемых функций, хотя и повышается в некоторой степени качество хранения продуктов, однако, не обеспечиваются в полном объеме требуемые температурно-влажностные характеристики воздуха в зонах «свежести».

Следовательно, дальнейшим шагом для решения задачи повышения качества хранения продуктов является разработка технических решений, направленных на создание специальных устройств, обеспечивающих

требуемые температурно-влажностные характеристики воздуха в зонах «свежести» в части их диапазона и абсолютных значений, путем управления распределением температурного поля и влажности воздуха в зоне «свежести» [10].

Литература

1. С.А. Большаков Холодильная техника и технология хранения продуктов питания: Учебник для сту. Выс. Уч.заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2003–304 с.
2. Alechin S. N., Kutsowa E.L., Pleskatschew W. N., Zum Thema der Qualitätssicherung bei Lagerung von Lebensmitteln in modernen Kühlgeräten // Журнал Молодой ученый №3 2015г. с 83-85.
3. Зоны свежести» в современных холодильниках URL: //wizardfrost.ru/info/Zony_svejesti_v_sovremennyx_xolodilnikax (дата обращения: 17.02.2015).
4. Зона свежести и нулевая зона в холодильниках. Понятия, отличия и принцип работы URL: imagin.net.ua/recommendations/fresh_zone/ (дата обращения: 15.03.2015).
5. Фролов С.В., Куцакова В.Е., Кипнис В.Л. Тепло - и массообмен в расчетах процессов холодильной технологии пищевых продуктов. М.: Издательство: Колос-Пресс, 2001.– 114 с.
6. Honikel K.H. Funktionelle Lebensmittel Möglichkeiten bei Fleisch. Mitteilungs - blatt - der - Bundesanstalt - fuer - Fluscforschung - Kulmbach. -2000. 25 p.
7. YIO. Redmend G., McGeehin B., Henchion M., Sheridan J., Froy D., Cowan C. Commercial systems for ultra-rapid Chilling of lamb. // University college Dublin, 2001. 38 p.



8. Лалетин В.И. Математическое описание законов движения потока воздуха, свободно истекающего из камеры бытового холодильного прибора. «Инженерный вестник Дона», №4, 2011 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2011/607
9. Максимов Г.А. Проектирование процессов кондиционирования воздуха. Москва: Высшая школа. 1961–100 с.
10. Дресвянникова Е.В., Лекомцев П.Л., Савушкин А.В. Возможности регулирования процессов тепловлажностной обработки в массообменных аппаратах при воздействии электрического поля. «Инженерный вестник Дона», №1, 2014 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2235.

References

1. S.A. Bol'shakov. Kholodil'naya tekhnika i tekhnologiya khraneniya produktov pitaniya [Refrigeration and food storage technologies]: Uchebnik dlya stu. Vys. Uch.zavedenij. M.: Izdatel'skij tsentr «Akademiya», 2003. 304 p.
2. Alechin S. N., Kutsowa E.L., Pleskatschew W. N., Zhurnal Molodoj uchenyj №3 2015g. p 83-85.
3. Zony svezhesti» v sovremennyh holodil'nikah URL: wizardfrost.ru/info/Zony_svejesti_v_sovremennyx_xolodilnikah.
4. Zona svezhesti i nulevaya zona v holodil'nikah. Ponyatiya, otlichiya i princip raboty. URL: imagin.net.ua/recommendations/fresh_zone/.
5. Frolov S.V., Kutsakova V.E., Kipnis V.L. Teplo - i massoobmen v raschetakh protsessov kholodil'noj tekhnologii pishhevykh produktov [Heat - and mass transfer processes in the calculation of refrigeration food technology]. M.: Izdatel'stvo: Kolos-Press, 2001. 114 p.



6. Honikel K.H. Funktionelle hebensmittel Moglichkeiten bei Fleisch. Mitteilungs - blatt - der - Bundesanstalt - fuer - Fluscforschung - Kulmbach. 2000. 25 p.
7. YIO. Redmend G., McGeehin V., HENCHION M., Sheridan J., Froy D., Cowan C. Commercial systems for ultra-rapid Chilling of lamb. University college Dublin, 2001. 38 p.
8. Laletin V.I. Inženernyj vestnik Dona (Rus), №4, 2011 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2011/607.
9. Maksimov G.A. Proektirovanie protsessov konditsionirovaniya vozdukha [Designing processes of air conditioning]. Moskva: Vysshaya shkola. 1961. 100 p.
10. Dresvyannikova E.V., Lekomtsev P.L., Savushkin A.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), №1, 2014 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2235.