

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРАНИЦ НЕДОПУСТИМЫХ ТЕМПЕРАТУР ТЕПЛОВЫХ АППАРАТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Кирпичников Владимир Павлович

доктор технических наук, профессор кафедры технико-экономических систем РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: vpkirpichnikov@mail.ru

Давыдов Артём Михайлович

кандидат технических наук, доцент кафедры технико-экономических систем РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: amdavydov@mail.ru

Интенсивное воздействие теплоты на человека, осуществляющего тепловую кулинарную обработку изделий на предприятиях общественного питания, оказывает существенное влияние на его здоровье и при длительном воздействии может привести к профессиональным заболеваниям. В результате аппроксимации ранее полученных авторами экспериментальных данных найдены уравнения, позволяющие определять пространственные границы зоны недопустимых температур для фритюрниц в зависимости от расстояния от аппарата и температуры окружающего воздуха в помещении при установившейся максимальной температуре фритюра. Аппроксимация экспериментальных данных велась по экспоненциальной, линейной и полиномиальной зависимостям.

Ключевые слова: температурные поля рабочей зоны, тепловое воздействие на человека.

MATHEMATIC PROCESSING OF RESULTS OF RESEARCHING THE LIMITS OF INADMISSIBLE TEMPERATURES OF THERMAL DEVICES AT PUBLIC CATERING ENTERPRISES

Kirpichnikov, Vladimir P.

Doctor of Sciences, Professor of the Department for Technical and Economic Systems of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation.

E-mail: vpkirpichnikov@mail.ru

Davydov, Artem M.

PhD, Assistant Professor of the Department for Technical and Economic Systems of the PRUE.
Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation.
E-mail: amdavydov@mail.ru

Heavy influence of warmth on a person who deals with thermal treatment of products at public catering enterprises can cause serious impact on his/her health and can result in occupational diseases. By approximation of earlier experimental data equations were found, which give an opportunity to identify the limits of the zone with inadmissible temperatures for heating equipment depending on the distance from the device and temperature of the air. Approximation of experimental data was done by exponential, linear and poly-nominal dependences.

Keywords: temperature fields of the working zone, thermal impact on person.

В связи с тем, что в последнее время общественное питание в нашей стране в основном перешло на работу с полуфабрикатами, продолжительность нахождения работника у теплового аппарата существенно возросла. Значительную часть рабочего времени работники горячего цеха проводят в непосредственной близости от теплового аппарата, находясь в ее рабочей зоне. Длительное воздействие тепловыделений от аппарата на организм человека в условиях горячих цехов приводит к серьезным заболеваниям [3]. Особое место по степени теплового воздействия на человека среди тепловых аппаратов, используемых на предприятиях общественного питания, занимают фритюрницы. Находясь в рабочей зоне фритюрницы, работник подвергается интенсивному тепловому воздействию как от разогретого воздушного потока, поднимающегося вверх, и лучистого потока инфракрасной энергии от разогретых поверхностей аппарата, так и от кипящего фритюра и дополнительно от потока паров масла и воды, образующихся в процессе жарки, особенно в момент погружения и извлечения сетки с продуктом в разогретое до температуры 160–180°C масло.

Оптимальная рабочая зона у аппарата определяется по средним антропометрическим параметрам человека (средний рост человека и средняя длина его рук).

Высота рабочей зоны около фритюрницы, согласно ГОСТу 12.2.033-78 «Рабочее место при выполнении работы стоя», составляет 1 800 мм, а глубина – 600–800 мм в зависимости от видов деятельности. В нашем случае при осуществлении технологического процесса (в момент погружения и извлечения сетки с продуктом) работник частично оказывается над жарочной ванной фритюрницы (рис. 1).

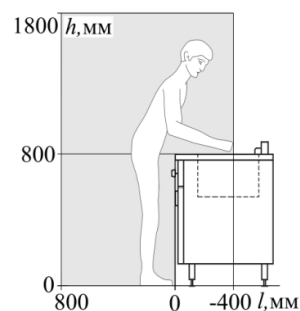


Рис. 1. Размеры рабочей зоны у фритюрницы:
 h – высота рабочей зоны; l – расстояние от передней кромки фритюрницы (глубина)

Температура в рабочей зоне, интенсивность теплового облучения и продолжительность пребывания человека в зоне повышенных температур регламентируются нормативными документами, согласно которым температура в рабочей зоне не должна превышать 28°C, а продолжительность пребывания в ней при повышенных температурах ограничена от 1 до 8 минут в

зависимости от температуры воздуха в рабочей зоне¹.

На предприятиях общественного питания в эксплуатации находится большое количество различных типов фритюрниц отечественного и зарубежного производства. Фритюрницы бывают периодического или непрерывного действия, настольного или настольного исполнения и комплектуются сетками-корзинами для продукта.

Отечественные фритюрницы используются в основном следующих типов: ФЭСМ-20, ФЭ-20, ФЭ-20-01, ФНЭ-10, ФНЭ-5, ФНЭ-40. Они различаются габаритными размерами и производительностью. Конструкция фритюрницы бескаркасная: к сварной раме, установленной на ножках, регулируемых по высоте, крепятся стальные, покрытые белой эмалью облицовки, на которые сверху устанавливается стол с вваренной в него жарочной ванной. Стол и жарочная ванна изготавливаются из нержавеющей стали. Дно жарочной ванны, к которому приварен отстойник, имеет форму усеченной пирамиды. Благодаря такой форме дна в нижней части жарочной ванны создается «холодная» зона, наличие которой улучшает условия технологического процесса.

Нагрев залитого в жарочную ванну масла осуществляется тэнами, которые закреплены в установленном на столе тэнодержателе. Конструкция тэнодержателя дает возможность поднимать тэны и вынимать их из ванны во время санитарной обработки, осмотра и ремонта фритюрницы.

Автоматическое регулирование температуры масла осуществляется с помощью температурного реле. Температура масла во фритюрнице для тепловой кулинарной обработки различных изделий находится в пределах 160–180°C. Обычно жарка продуктов производится в сетчатой корзине из нержавеющей стали, погружаемой в жарочную ванну с горячим маслом. Корзина

имеет ручки и крюк, с помощью которого она подвешивается на скобу для обеспечения стекания масла.

На предприятиях общественного питания наиболее распространена фритюрница типа ФЭСМ-20, которая и была выбрана нами в качестве объекта исследования. Измерения температуры в рабочей зоне проводились при разогреве фритюрницы на максимальной мощности до установившейся температуры 180°C в плоскости, перпендикулярной фронтальной поверхности аппарата и проходящей по его оси симметрии, что соответствует наилучшим условиям труда в рабочей зоне аппарата. По результатам экспериментальных исследований, полученных с помощью самопишущего потенциометра типа КСП, составлены температурные сетки недопустимых температур в рабочей зоне [2]. При этом в помещении температура и влажность поддерживались в заданных пределах на уровне 800 мм от пола (температура – 23–26°C, влажность – 38–42%).

С целью математической обработки полученных результатов представим на графике границы зоны недопустимых температур (28°C) в координатах h , l и t , где h – высота рабочей зоны, мм; l – расстояние от аппарата, мм; t – температура воздуха в помещении, °C. В ходе математической обработки экспериментальных данных были получены три уравнения различного типа с различной степенью сходимости. Аппроксимация велась по экспоненциальной, линейной и полиномиальной зависимостям. Это обусловлено тем, что четкая граница зоны недопустимых температур не может быть проведена, так как она занимает определенную область, где температура в различных точках одинаковая. Соответственно, различные уравнения для границы зоны недопустимых температур дают ее описание с различной точностью охвата всех точек. При этом максимальная установившаяся температура фритюра есть величина постоянная.

Аппроксимация экспериментальных данных границы зоны недопустимых тем-

¹ См.: Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.2.4.548-96 / Минздрав России. – М., 1997.

ператур фритюрницы ФЭСМ-20, представленных на рис. 2, получена в виде экспоненциальной, линейной и полиномиальной зависимостей:

$$h = 912,8 e^{-0,001 l} - 165,11(24 - t), \quad (1)$$

$$h = -1,53761 + 912,31 - 176,7(24 - t), \quad (2)$$

$$h = -0,00331^2 - 2,79631 + 872,44 - 190,64 (24 - t). \quad (3)$$

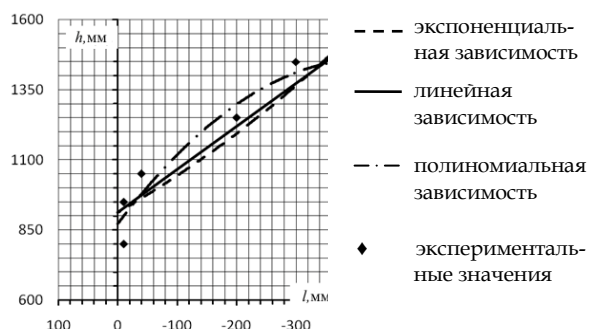


Рис. 2. Граница недопустимых температур рабочей зоны фритюрницы ФЭСМ-20 при работе на полную мощность

При этом сходимость результатов составляет 86,0, 90,24 и 94,08% соответствен-

но. В этом случае аппроксимирующая полиномиальная зависимость (3) дает более точный результат при расчете границы зоны недопустимых температур для фритюрницы ФЭСМ-20 при ее работе на полную мощность.

В результате экспериментальных исследований установлены пространственные границы зоны недопустимых температур для электрической фритюрницы ФЭСМ-20, используемой на предприятиях общественного питания.

Математическая обработка полученных результатов позволяет определять границы зоны недопустимых температур для фритюрниц аналогичного типа.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при составлении технических паспортов на электрические фритюрницы, организации рабочих мест и технологических процессов, а также при разработке нормативной документации на условия труда.

Список литературы

1. Кирпичников В. П., Давыдов А. М. Математическая обработка распределения границ недопустимых температур в рабочей зоне кухонных электроплит // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2013. – № 5 (59). – С. 68–73.
2. Кирпичников В. П., Давыдов А. М. Температурные поля рабочей зоны фритюрницы ФЭСМ-20 // Сборник научных трудов кафедры торгово-технологического оборудования. – М. : ГОУ ВПО «РЭА им. Г. В. Плеханова», 2009.
3. Медико-биологические аспекты действия на организм высокой внешней температуры : сборник научных трудов / под ред. Н. Б. Козлова. – Смоленск : СГМИ, 1989.

References

1. Kirpichnikov V. P., Davydov A. M. Matematicheskaya obrabotka raspredeleniya granits nedopustimykh temperatur v rabochey zone kukhonnykh elektroplit [Mathematic Processing of Distribution of Limits of Inadmissible Temperatures in the Working Zone of Kitchen Ovens]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2013, No. 5 (59), pp. 68–73. (In Russ.).
2. Kirpichnikov V. P., Davydov A. M. Temperaturnye polya rabochey zony frityurnitsy FESM-20 [Temperature Fields of the Working Zone of FESM-20]. *Sbornik nauchnykh trudov kafedry torgovo-tehnologicheskogo oborudovaniya* [Collection of Works of the Department for Trade and Technological Equipment]. Moscow, Plekhanov Russian University of Economics, 2009. (In Russ.).
3. Mediko-biologicheskie aspekty deystviya na organizm vysokoy vneshney temperatury, sbornik nauchnykh trudov [Medical and Biological Aspects of High Temperature Effect, collection of works], edited by N. B. Kozlov. Smolensk, SGMI, 1989. (In Russ.).