

на автореферат диссертации Зиборова Дмитрия Михайловича «Обоснование применения водных растворов пропиленгликоля в качестве универсального теплоносителя в тепловом оборудовании предприятий питания», представленной в диссертационный совет Д212.196.07 при ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств

На предприятиях общественного питания, в пищевой и консервной промышленности важное место занимают процессы тепловой обработки, как свежего сельскохозяйственного сырья, так и предварительно подготовленного или переработанного, с целью доведения его до состояния готовности к потреблению человеком или длительного хранения. Процессы термообработки (варка, жарка, автоклавирование, выпаривание, перегонка и др.) пищевых сред реализуются в технологических аппаратах самых разных конструкций, наиболее характерными общими недостатками которых являются: значительная металлоемкость и стоимость оборудования, высокая энергоемкость реализуемых в нем процессов, существенная конструктивная и эксплуатационная сложность аппаратов тепловых цехов, жесткие требования к технике безопасности и квалификации персонала, сравнительно невысокий срок службы оборудования из-за его работы с химически агрессивными средами при высоких давлениях и температурах и из-за этого активно протекающих в нем коррозионных процессов в конструкционных материалах. В связи с этим, научные исследования, направленные на совершенствование существующих конструкций аппаратов тепловой обработки пищевого сырья для предприятий общественного питания, которые позволяют полностью или частично устранить перечисленные их недостатки при обеспечении высокой технологической и экономической эффективности модернизируемого оборудования, являются актуальными производственными задачами, одному из направлений решения которых посвящен автореферат рассматриваемой диссертации Зиборова Д.М.

Основную научную новизну работы составили: экспериментальные данные температурных характеристик новых теплоносителей для пищеварочных и жарочных аппаратов, представляющих собой водные растворы с разными концентрациями пропиленгликоля; рекомендуемые для практического использования значения концентраций пропиленгликоля в разработанных теплоносителях; вычисленные по результатам экспериментальных исследований теплообменные коэффициенты для пищеварочного аппарата на стандартном теплоносителе (водяной пар) и теплоносителях с разной концентрацией пропиленгликоля в водных смесях, на основании сопоставимости величин которых подтверждена возможность использования разработанного теплоносителя в тепловом оборудовании предприятий общественного питания; результаты экспериментальной проверки установки, подтвердившие работоспособность теплового технологического оборудования с применением в качестве промежуточного теплоносителя водных растворов пропиленгликоля; сопоставленные экспериментальные зависимости характера теплообмена в экспериментальной установке, работающей на воде и на новом теплоносителе.

Анализ содержания глав диссертации, судя по автореферату, свидетельствует о её целостности, завершённости и достаточном уровне апробации.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. В описаниях глав диссертации в автореферате и в основных выводах и результатах работы (стр.25-26) не нашло отражение решение задачи исследований, поставленной в п.1 (стр.5).

2. В автореферате научная новизна диссертации (стр.6) сформулирована неправильно – в виде констатации фактов проведенных исследовательских работ, при этом не указана их научная результативность и то, какие новые знания получены соискателем.

3. В описании главы 2 (стр.9) и в п.2 основных выводов и результатов по работе (стр.25) говорится, что для водных растворов солей: NaCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, щелочей: KOH, NaOH, а также для этиленгликоля (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>) и пропиленгликоля (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub>) аналитически определены теплоемкость, теплопроводность, кинематическая вязкость, температура кипения

и кристаллообразования и их зависимости от температуры для данных теплоносителей, однако, в автореферате числовые значения этих физических величин отсутствуют.

4. Рекомендация для исследования и практического использования пропиленгликоля в качестве теплоносителя в тепловом оборудовании предприятий общественного питания сделана на основе сравнения экспериментально полученных величин скоростей выпадения кристаллов из исследуемых водных растворов солей, щелочей, этиленгликоля и пропиленгликоля в процессе кипения (стр.9), при том цифровых значений скоростей выпадения кристаллов в автореферате не приведено, что недопустимо, так как именно на этих данных обосновывается выбор теплоносителя, являющегося одним из предметов исследования автора в диссертации.

5. В описании главы 2 автореферата (стр.8-11) не сказано, содержались ли в исследуемых на предмет выявления температуры кипения водных растворов теплоносителей с разными концентрациями пропиленгликоля (рис. 1 стр.11) антикоррозионные, антипенные, стабилизирующие и др. функциональные химические добавки.

6. Из схемы экспериментальной установки, представленной на рис.2 (стр.13), не ясно, как контролируется уровень теплоносителя во внутреннем пространстве рубашки котла.

7. На рис. 6 (стр.17) представлены зависимости температур, полученных в процессе исследований на экспериментальной установке (рис.2 стр.13), от продолжительности ее разогрева для теплоносителя «100% пропиленгликоль», при этом вертикальная шкала «Температура на термомпарах Т1-Т10, °С» на рис. 6 охватывает диапазон температур от 0 до 140°С, что сомнительно, т.к. температура кипения чистого пропиленгликоля  $t_{кип}^{nc} = 189^{\circ}C \approx T7$  (стр.10). В тоже время, на рис.5 (стр.17) показаны аналогичные графики зависимостей для теплоносителя «80% раствор пропиленгликоля», при этом вертикальная шкала на рис. 5 охватывает диапазон температур от 0 до 200°С, что тоже сомнительно, поскольку величины температур нагрева и кипения для разбавленных водных растворов пропиленгликоля должны быть ниже, чем у чистого пропиленгликоля.

8. На рис. 3-6 автореферата (стр.17) показаны десять графиков зависимости  $t_{Ti} = f(\tau)$ , где  $i = 1, 2, 3, \dots, 10$ , при этом из них только семь обозначены в подрисуночных надписях.

9. На рис. 9 (стр.20) представлены два графика зависимости, между которыми наблюдается явление гистерезиса в изменении величины теплового потока в экспериментальной установке ( $q_3, \text{Вт/м}^3$ ) и в серийных котлах ( $q_{шт}, \text{Вт/м}^3$ ) от разницы температур парогазовой смеси и стенки варочного сосуда ( $\Delta t, ^{\circ}C$ ) для теплоносителя «вода». Причины возникновения гистерезиса между экспериментальными кривыми  $q = f(\Delta t)$  на рис.9 желательно объяснить.

10. На рис. 10 (стр.21) показаны графики зависимости  $\alpha_{см} = f(t_{ж})$ , на которых максимальная температура жидкости в пищеварочном сосуде в эксперименте ограничена  $t_{ж}^{max} = 90^{\circ}C$ . Процесс варки обычно происходит при  $t_{ж} = 100^{\circ}C$ , поэтому принятое в опытах ограничение в  $90^{\circ}C$  нуждается в пояснении.

11. Среди найденных и исследованных теплофизических свойств смесей пропиленгликоля с водой нет данных об изменениях коэффициента теплового расширения и удельной теплоты парообразования в зависимости от концентрации основного вещества (пропиленгликоля) в водном растворе, при том, что именно эти характеристики теплоносителя являются важными при проектировании и эксплуатации разных типов теплообменников и пароводяных рубашек пищеварочных котлов и жарочного оборудования.

12. В автореферате отсутствуют основные справочные данные по физическим, химическим и теплотехническим свойствам «100% пропиленгликоля», который в чистом виде и в водных смесях предлагается использовать в качестве теплоносителя для теплового оборудования предприятий общественного питания. Кроме того, в работе нет упоминаний о стоимости, технической безопасности и доступности на рынке пропиленгликоля для предприятий пищевого машиностроения, что важно для оценки экономической эффективности его внедрения и для обеспечения простоты эксплуатации тепловых аппаратов, использующих пропиленгликоль в производстве.

13. Приведенная в описании главы 3 автореферата методика проведения экспериментальных исследований (стр.13-16) изложена непоследовательно и не системно, в ней пропущен ряд



важных данных. В первую очередь, не перечислен весь набор частных методик проведения экспериментальных исследований, разработанных автором (изучение работы теплового аппарата в режиме пищеварочного котла и жарочной установки; исследование тепловых процессов при полном и частичном заполнении рубашки теплоносителем; с герметичной и не герметичной рубашкой; выявление эффективности работы оборудования на смесевых теплоносителях с разной концентрацией пропиленгликоля в воде и др.), и не раскрыта их (методик) сущность, цели и задачи проведения, а также особенности реализации опытов по данным методикам. Не приведены и необоснованны числовые значения и диапазоны изменения варьируемых в опытах факторов, не выделены параметры оптимизации изучаемых процессов нагрева и принятые в опытах допущения, не названы измеряемые в экспериментах физические величины и периодичность их записи и т.д.

Кроме того, отсутствуют объединенные в таблицу цифровые значения, вычисленные по экспериментальным данным по всем типам опытов, коэффициентов теплопередачи от теплоносителя к нагреваемой среде ( $K$ , Вт/м<sup>2</sup>·К), коэффициентов теплоотдачи от теплоносителя к стенке варочного сосуда ( $\alpha_{см}$ , Вт/м<sup>2</sup>·К), коэффициентов теплоотдачи от стенки варочного сосуда к нагреваемой пищевой среде ( $\alpha_{ж}$ , Вт/м<sup>2</sup>·К), по результатам анализа которых дается рекомендация об использовании в тепловой аппаратуре предприятий общественного питания в качестве теплоносителя водных растворов пропиленгликоля с разной концентрацией последнего и делается заключение о работоспособности и эффективности применения этих теплоносителей (стр.16).

В целом, диссертационная работа Зиборова Дмитрия Михайловича, судя по автореферату, хотя и нуждается в пояснении некоторых полученных результатов и выводов, отвечает требованиям действующего Положения о порядке присуждения учёных степеней, а её автор заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств.

Ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией  
био энерготехнологий подразделения СКНИИМЭСХ  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
кандидат технических наук (специальность 05.20.01)  
e-mail: elektro\_skniimesh.rashn@mail.ru, тел.: 8-(863-59)-42-2-80  
347740, ул. им. Ленина, 14, г. Зерноград, Ростовская область

Максименко  
Владимир  
Андреевич  
10.08.2017г.

Младший научный сотрудник лаборатории  
био энерготехнологий подразделения СКНИИМЭСХ  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»  
e-mail: buhantsov.k@gmail.com, тел.: 8-(951)-538-13-87  
347740, ул. им. Ленина, 14, г. Зерноград, Ростовская область

Буханцов  
Кирилл  
Николаевич  
10.08.2017г.

Подпись, должность и учёную степень Максименко В.А., подпись и должность Буханцова К.Н. удостоверяю

ВРИО заместителя директора  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
доктор технических наук старший научный сотрудник



В.И. Пахомов

Полное наименование и почтовый адрес: Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Аграрный научный центр «Донской» (СКНИИМЭСХ ФГБНУ «АНЦ «Донской»); 347740, ул. им. Ленина, 14, г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация, e-mail: vniptim@gmail.com, тел./факс: 8-(863-59)-42-2-80