Ашуралиев Эмиль Себзалиевич. Обоснование параметров и повышение эффективности функционирования гидродинамического нагревателя жидкости сельскохозяйственного назначения : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01.- Ростов-на-Дону, 2002.- 328 с.: ил. РГБ ОД, 61 03-5/369-3

ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи



**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО НАГРЕВАТЕЛЯ ЖИДКОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского

хозяйства»

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель доктор технических наук, профессор Хозяев И.А.

Ростов-на-Дону - 2002

ОГЛАВЛЕНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 5](#bookmark1)

1. [СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ 8](#bookmark2)
   1. [Потребление воды в сельскохозяйственном производстве 8](#bookmark3)
   2. Установки для нагрева воды и получения пара, применяемые в сельском хозяйстве 14
   3. Пастеризационные установки, применяемые в животноводстве 14
   4. [Аэро- и гидродинамические нагреватели 14](#bookmark4)
      1. Принцип действия 14
      2. Аэродинамические нагреватели 15
      3. Классификация существующих конструкций гидродинамических нагревателей 17
      4. [Пастеризационные установки на основе гидродинамического нагревателя 22](#bookmark5)
   5. Сравнительные характеристики рассмотренных нагревательных и пастеризационных установок 24
   6. [Теоретические исследования в данной области 25](#bookmark6)
      1. Теоретические исследования гидродинамических нагревателей 25
      2. Рабочая характеристика гидродинамической муфты 27
   7. Цель и задачи исследований 27
   8. [Выводы 28](#bookmark8)
2. ТЕОРИЯ РАБОТЫ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО НАГРЕВАТЕЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ 29
3. Рабочий процесс в гидродинамическом нагревателе жидкости 29
4. Основные положения теории 30
5. [Баланс энергии гидродинамического нагревателя 30](#bookmark9)
6. Баланс удельной энергии потока 31
7. Тепловыделение от трения в зазоре между корпусом и ротором 45
8. Уравнение баланса мощности гидродинамического нагревателя 50
9. [Математическая модель функционирования гидродинамического нагревателя 52](#bookmark16)
10. [Влияние геометрических параметров на рабочий процесс 56](#bookmark18)
11. Коэффициент полезного действия нагревателя 58

2.7 Кавитация в нагревателе 60

[2.8. Выводы 62](#bookmark21)

1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 63
   1. Цель и задачи экспериментальных исследований 63
   2. [Выбор отклика в экспериментах 64](#bookmark22)
   3. Выбор факторов 65
   4. Методика определения параметров косвенным путем 69
   5. Планирование эксперимента 72
   6. [Описание экспериментальной установки и оборудования 75](#bookmark27)
   7. Свойства применяемых жидкостей 78
   8. Теоретическое определение возможных потерь тепла вследствие теплообмена с окружающей средой 79
   9. Проведение экспериментов при регулировке подачи на выходе 79
      1. Результаты экспериментов 79
      2. Расчет ошибки измерений 98

3.9.3 Результаты опытов на гидродинамическом нагревателе с диаметром ротора 200 мм 98

1. Уточненная математическая модель функционирования нагревателя. 100
2. Проверка адекватности построенной модели 102
3. [Расчет кавитационной устойчивости нагревателя 104](#bookmark31)
   1. Эксперименты при регулировке подачи воды на входе в нагреватель. 105
   2. Опыты на масле 109
   3. Микробиологические и паразитологические исследования воды, прошедшей через гидродинамический нагреватель 113
   4. Анализ результатов экспериментов 116
   5. [Выводы 117](#bookmark35)
4. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО НАГРЕВАТЕЛЯ 119
   1. Конструкция и теоретический расчет характеристики нового нагревателя. 119
   2. [Проведение экспериментов 129](#bookmark40)
   3. Сравнение характеристик базового и нового типа нагревателей 132
   4. [Выводы 133](#bookmark41)
5. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.... 134
   1. Применение гидродинамического нагревателя жидкости сельскохозяйственного назначения в животноводческих комплексах 134
   2. Методика расчета гидродинамических нагревателей по формулам подобия 138
      1. Методика расчета нагревателей типа ГДНЖ-1 139
      2. Методика расчета гидродинамического нагревателя новой конструкции (ГДНЖ-2) 146
   3. Примеры расчета гидродинамических нагревателей по формулам подобия 147
      1. Пример расчета базового образца гидродинамического нагревателя (ГДНЖ-1) 147
      2. [Пример расчета ГДНЖ-2 по формулам подобия 150](#bookmark44)

[5.4 Бизнес-план производства гидродинамических нагревателей 150](#bookmark45)

1. [Внедрение результатов исследований 151](#bookmark46)
2. [Выводы 152](#bookmark47)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 153

ЛИТЕРАТУРА 155

**ВВЕДЕНИЕ**

Вода - один из важнейших факторов, влияющих на здоровье и продуктив­ность сельскохозяйственных животных. Она является одним из основных мате­риалов клеток живого организма и участвует во многих биологических процес­сах, протекающих в организме животных. Обмен веществ возможен только при условии, когда питательные вещества и продукты обмена растворены и нахо­дятся в движении. Главным растворителем для них служит вода. С водой в раз­личные части тела доставляются питательные вещества, и с ней же из организ­ма животных уносятся ненужные и вредные для него продукты обмена. Значи­тельное количество воды животные выделяют через легкие, через поры кожи в виде пота, через почки с мочой, через вымя с молоком. Вода участвует в термо­регуляции организма и является составной частью молока, на образование 1 кг которого расходуется 3 кг воды. Недостаток воды в организме животного пере­носится значительно труднее, чем голод. Животное при этом теряет аппетит, и даже при самых лучших кормовых рационах у него появляется слабость, сни­жается масса и продуктивность.

Воду в животноводческих фермах используют для поения скота, приготов­ления и транспортировки кормов, удаления навоза, мойки посуды и оборудова­ния, подмывания животных, отопления помещений, удовлетворения санитарно­гигиенических потребностей персонала и других целей. Все это обуславливает значительное потребление как холодной, так и горячей воды животноводче­скими фермами. Особое внимание уделяется как качеству, так и температуре воды. Использование для поения животных и приготовления кормов недобро­качественной воды вызывает заболевание животных и гибель молодняка вслед­ствие отравления.

В настоящее время, для нагрева воды в сельском хозяйстве, в основном, ис­пользуются всевозможные котлы, теплообменники и электроводонагреватели. В большинстве своем - это аппараты косвенного нагрева. В них нагрев воды и других жидкостей происходит через промежуточный теплоноситель: нагретое тело, горячие газы, пар и пр. Такой способ нагрева имеет некоторые недостат­ки, основными из которых являются пониженный КПД процесса нагрева, высо­кая металлоемкость, образование накипи на греющей поверхности, сложность конструкции, потребность в дополнительном оборудовании (насосы, вытяжные системы, сложная автоматика и т.д.) ограниченные возможности по плавному регулированию тепловыделения, загрязнение окружающей среды, пожаро- и взрывоопасность и пр.

Разрешение этих вопросов возможно при применении аппаратов непосред­ственного нагрева жидкости. К таким аппаратам относится гидродинамический нагреватель жидкости. Нагрев жидкости в нем происходит за счет диссипации энергии при ее движении в рабочей полости нагревателя, благодаря чему он лишен перечисленных выше недостатков.

Гидродинамический нагреватель жидкости может работать в условиях ин­тенсивной кавитации. При этом наблюдается значительное снижение микро­флоры, находящейся в воде, т.е. он обладает обеззараживающим свойством, благодаря чему гидродинамический нагреватель можно использовать в целях нагрева и дополнительного обеззараживания воды при подаче ее для поения молодняка и приготовления кормов. Гидродинамический нагреватель жидкости показал хорошую работоспособность при коагуляции зеленого сока растений [79].

Сфера практического применения гидродинамического нагревателя очень широка, что является безусловным преимуществом для производителей гидро­динамических нагревателей в современных рыночных условиях. Это предпри­ятия пищевой, целлюлозно-бумажной промышленности, домохозяйства и т.д.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, гидродинамические нагре­ватели до сих пор недостаточно сильно распространены в мире. Это связано с недостаточной изученностью данного типа оборудования.

Сотрудниками ДГТУ был разработан гидродинамический нагреватель жид­кости первоначально для коагуляции зеленого сока растений [1]. Помимо этого, он показал хорошую работоспособность также и как нагреватель жидкости. Однако разработанный нагреватель не был исследован.

В данной работе приведены результаты исследований гидродинамического нагревателя. В результате исследований была построена математическая мо­дель его функционирования, определена зависимость его рабочих характери­стик от режимов работы, определено влияние гидродинамической кавитации на микрофлору, находящуюся в воде, прошедшей через нагреватель. На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований, а также изу­чения аналогичных машин была предложена усовершенствованная конструк­ция нагревателя, имеющего больший тепловой КПД и тепловыделение при той же массе.

На основе разработанной математической модели, результатов проведенных экспериментальных исследований и применения теории размерности и подобия была разработана методика расчета гидродинамических нагревателей базовой и усовершенствованной конструкций, позволяющая на практике определять гео­метрические и кинематические параметры нагревателя при заданном требуе­мом тепловыделении и перепаде напоров.

В работе предложены варианты использования гидродинамического нагре­вателя жидкости не только в сельском хозяйстве, но и в линиях розлива пище­вых жидкостей.

На основе проведенных исследований разработан бизнес-план производства гидродинамических нагревателей.