

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ВОДЫ, ПРОШЕДШЕЙ ЧЕРЕЗ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ НАГРЕВАТЕЛЬ  
ЖИДКОСТИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЙ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**  
**Пасюк А.С. Email: Pasyuk638@scientifictext.ru**

*Пасюк Андрей Сергеевич – магистрант,  
отдел магистратуры,  
кафедра техники и технологии пищевых производств,  
Донской государственной технической университет, г. Ростов–на–Дону*

**Аннотация:** рассмотрены проблемы очистки воды и разработки ресурсосберегающих технологий. Рассмотрены особенности влияния микробиологических показателей на качество воды. Приведен анализ существующих способов подготовки и очистки воды, прошедшей через гидродинамический нагреватель. В настоящее время, гидродинамические нагреватели не нашли еще широкого применения. Это связано с малой изученностью данного типа оборудования и недостаточной информационной освещенностью. Предложен ресурсосберегающий способ обработки воды с целью уменьшения сроков очистки воды и снижения энергозатрат при очистке.

**Ключевые слова:** вода, нагреватель, кавитация, тепловой КПД.

**MICROBIOLOGICAL AND PARASITOLOGICAL STUDIES OF WATER PASSING  
THROUGH THE HYDRODYNAMIC LIQUID HEATER USED IN THE FOOD  
INDUSTRY**  
**Pasyuk A.S.**

*Pasyuk Andrey Sergeevich - Master Student,  
DEPARTMENT OF MAGISTRACY,  
DEPARTMENT TECHNOLOGY AND TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTION,  
DON STATE TECHNICAL UNIVERSITY, ROSTOV-ON-DON*

**Abstract:** the problems of water treatment and development of resource-saving technologies are considered. The peculiarities of the influence of microbiological indicators on water quality are considered. The analysis of existing methods of preparation and purification of water passed through the hydrodynamic heater is given. At present, hydrodynamic heaters have not yet found wide application. This is due to the poor knowledge of this type of equipment and insufficient information illumination. A resource-saving way of water treatment is proposed with the purpose of reducing the time of water purification and reducing energy consumption during purification.

**Keywords:** water, heater, cavitation, thermal efficiency.

УКД 66.10167

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.

В настоящее время для нагрева воды в пищевой промышленности, 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 пищевом производстве. Гидродинамический нагреватель жидкости показал хорошую работоспособность.

Сфера практического применения гидродинамического нагревателя очень широка, что является безусловным преимуществом для производителей гидродинамических нагревателей в современных рыночных условиях.

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

Разработкой и исследованием гидродинамических нагревателей в ДГТУ занимались Хозяев И.А., Проценко Г.И., Пройдак Н.И., Ревякин Е.В., Чистяков А.Д. и др. [1]. Были проведены исследования по работе нагревателя на коагуляции зеленого сока растений, а также на воде.

По результатам исследований были сделаны следующие выводы:

- разработанный коагулятор устойчиво работает в диапазоне перепадов температур продукта 10...60°C;
- производительность лабораторной установки в зависимости от перепада температур ( $\Delta t$ ) колеблется в пределах 70...900 кг/ч (при диаметре ротора 153 мм и ширине 40 мм);
- наиболее высокий КПД достигается при  $A_X = 15...25^\circ\text{C}$  и составляет 80...90%;
- при  $A_1 = 30^\circ\text{C}$  производительность лабораторного коагулятора составляет 200 кг/ч (первичная коагуляция), а при  $A_1 = 50^\circ\text{C}$  производительность коагулятора снижается до 70...80 кг/ч (вторичная коагуляция);
- повышение производительности и КПД при высоких перепадах температур требует дальнейших исследований по совершенствованию проточной части коагулятора, выявлению зависимости режимов его работы от частоты вращения ротора, установления математических моделей процесса, позволяющих выполнять инженерные расчеты установок с высокими технологическими показателями.

Эксперименты проводились на одной частоте вращения ротора. Количество опытов было незначительно. Как видно, рабочие характеристики нагревателя были изучены недостаточно хорошо. При предварительных исследованиях параметры подбирались эмпирически и интуитивно. Не разработана математическая модель функционирования гидродинамического нагревателя и методика его расчета.

Трудность заключается в невозможности чисто аналитически описать процессы, протекающие в гидродинамическом нагревателе. Для анализа экспериментальных данных и их обобщения необходима теория, в рамках которой и можно было бы сделать эти обобщения.

Природа разрушающего эффекта кавитации заключается в том, что в месте схлопывания каверны происходит локальное повышение давления и температуры. По данным Уилера, в материале вблизи схлопывающейся каверны температура повышается на 500 - 800°C. Схлопывание пузырька происходит в течение милли- или даже микросекунды. Гаррисон, показал, что во время схлопывания пузырька жидкости перепады давлений могут составлять до 4000 атм. Брентон доказал, что высокие давления, вызывающие разрушения, обусловлены кумулятивными струйками, образующимися при несимметричном схлопывании.

До недавнего времени кавитация рассматривалась как отрицательное явление, так как она является причиной преждевременного разрушения материала гидравлических машин. Однако, в последнее время, учеными всего мира все большее внимание обращается на другие стороны кавитации. Замечено, что кавитационные процессы способствуют интенсификации окислительных процессов, а выделяющееся при кавитации тепло поглощается жидкостью, в результате чего ее температура повышается. В настоящее время уже успешно решен вопрос о «контролируемой кавитации», смысл которой в том, чтобы обеспечить схлопывание каверн вдали от рабочих поверхностей, в глубине жидкости. Благодаря этому можно обеспечить более интенсивный нагрев жидкости и продлить срок службы машины. Оборудование такого типа описано в первой главе.

В последнее время все большее внимание уделяется также пастеризационному эффекту кавитации. Н.Е. Резник показал, что гидродинамическая кавитация неблагоприятно влияют на микрофлору, находящуюся в жидкости. Эксперименты Н.Е. Резника показали, что бактерицидный эффект проявляется уже при пятикратном прохождении жидкости через зону кавитации в течение 0,1-0,15 сек.

Разрушающее действие кавитации связано не с возникновением каверн, а с их исчезновением. Мельчайшие каверны - парогазовые пузырьки, образовавшиеся в зоне пониженного давления, - являются весьма нестойкими включениями в сплошной массе жидкости. Попадая в область повышенного давления, они моментально схлопываются. Дезинтеграция биологических клеточных структур в жидкости обусловлена как физическим воздействием на них, так и активизацией молекул кислорода, присутствующей в жидкости. Например, было замечено образование под действием кавитации в водных растворах перекиси водорода [2].

Для определения влияния кавитационных явлений на микробиологические показатели воды, прошедшей через гидродинамический нагреватель должны проводиться микробиологические исследования.

Предварительные исследования покажут, что исследуемый гидродинамический нагреватель, обладает бактерицидным и дезинтегрирующим свойством.

Наиболее рациональным режимом работы нагревателя в пищевой промышленности является работа в режиме гидродинамической кавитации, т.е. при регулировке подачи на выходе из ГДНЖ.

#### *Список литературы / References*

1. *Пирсол И.* Кавитация. Пер. с англ. Ю.Ф. Журавлева. М. «Мир», 1975. 96 с.
2. *Резник Н.Е.* Процесс воздействия звуковых и ультразвуковых колебаний в жидкости на микробиологические объекты. Труды ВИСХОМ. Вып. 59. Теоретические и экспериментальные исследования аппаратов для обработки молока на фермах. М. ВИСХОМ, 1969. С. 91–119.