

УДК
№ Г.Р. 20011769
Инв №

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

С.М.Литовский

2002

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе
**«РАЗРАБОТАТЬ И ВНЕДРИТЬ УСТАНОВКУ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЭМУЛЬГИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ И
РАСТИТЕЛЬНЫХ ЖИРОВ НА РУПП «ВИТЕБСКХЛЕБПРОМ».**
2001-Г/Б-702
(заключительный)

Научный руководитель

Начальник НИСа



В.В.Рубаник

С.А.Беликов

Витебск
2002



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель

к.т.н., с.н.с. зав. кафедрой
«Физики» УО «ВГТУ» Рубаник В.В.

Ответственный исполнитель

к.т.н., доцент, зав. кафедрой
«Прикладной и теоретической математики»
УО «ВГТУ» Джежора А.А.

Исполнители:

Ст. преподаватель кафедры
«Начертательной геометрии и инженерной
графики» УО «ВГТУ» Боталко А.П.

Главный механик Цеха №1
РУПП «Витебскхлебпром»
Беленький В.И.

Инженер-технолог Локомотивного депо
Витебск, Республиканское транспортное
предприятие Белорусская железная
дорога Лапунов С.А.

Начальник цеха №1
РУПП «Витебскхлебпром»
Расторгуева Н.А.

Младший научный сотрудник
лаборатории пластичности
и термообработки, ИТА НАНБ
Рубаник В.В. (мл.)

К.т.н., доцент кафедры «Технология и
оборудование машиностроительного
производства»
Угольников А.А.



РЕФЕРАТ

Отчёт 66 с., 19 рис., 11 табл., 35 источников.

УЛЬТРАЗВУК, ЭМУЛЬСИЯ, ВОЛНОВОД, ИНЖЕКТОР, УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР.

Объектом исследования является процесс ультразвукового эмульгирования водно-масляных эмульсий, применяемых в пищевой промышленности, в частности — для смазывания выпечных форм при производстве хлебобулочных изделий.

Цель работы - разработать технологию ультразвукового эмульгирования пищевых жиров в воде, позволяющей экономить до 50 % растительного масла, а также разработать и изготовить оборудование для осуществления данного процесса в производственных условиях.

Данная работа внедрена на РУПП «Витебскхлебпром» и в учебном процессе в лекционном курсе «Прогрессивные ресурсо- и энергосберегающие технологии», кафедра «Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки» УО «ВГТУ».

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
ЧАСТЬ I. Особенности ультразвукового воздействия	
1.1. Ультразвуковые колебания.....	8
1.2. Основные характеристики ультразвукового поля.....	10
1.3 Основные механизмы ультразвукового воздействия на жидкие среды.....	11
ЧАСТЬ II. Ультразвуковые аппараты и их применение	
2.1 Общие требования к ультразвуковым аппаратам.....	15
2.2 Ультразвуковые преобразователи	19
2.3. Генераторы ультразвуковых колебаний.....	20
2.3.1 Ультразвуковые генераторы с независимым возбуждением.....	21
2.3.2. Генераторы с самовозбуждением.....	22
2.3.3 Генераторы с автоподстройкой частоты.....	23
2.4 Волноводная система.....	24
ЧАСТЬ III. Выбор и расчет волноводной системы	
3.1 Общая характеристика волноводов.....	26
3.2. Расчет магнитострикционного преобразователя.....	27
3.3. Расчет конического концентратора с присоединенной массой.....	31
ЧАСТЬ IV. Эмульсии	
4.1 Общие свойства эмульсий.....	35
4.2. Получение эмульсий и обращение фаз.....	39
4.3 Получение эмульсий ультразвуковым диспергированием.....	41
4.4 Разрушение эмульсий.....	42
ЧАСТЬ V. Ультразвуковое эмульгирование	
5.1 Схема установки ультразвукового эмульгирования.....	43
5.2 Влияние жесткости воды на устойчивость эмульсии.....	47

5.3 Влияние температуры эмульгирования на скорость расслоения.....	52
5.4 Влияние концентрации компонентов на скорость расслоения и кинematicкую вязкость.....	55
ЧАСТЬ VI. Инжекторный способ смешивания.....	61
ЛИТЕРАТУРА	63

ВВЕДЕНИЕ

Важной научно-технической проблемой в хлебопекарной отрасли является экономия пищевых растительных жиров. Из-за большой стоимости растительного масла эта проблема становится особенно актуальной. Например, годовой расход на закупку рапсового масла для технологических целей в ценах мая 2002 года составит примерно 5321 тыс. рублей. Хочется отметить, что в данном случае имеется в виду применение растительного масла не для придания вкусовых качеств изделию, а чисто как антипригарный состав для смазывания хлебопекарных форм и подов.

В целях экономии было предложено приготовление эмульсии, состоящей из масла и воды. Но здесь столкнулись с другой проблемой — труднорастворимость в воде жировых веществ. Наиболее эффективный способ диспергирования труднорастворимых жидкостей — ультразвуковой. Полученные с его помощью эмульсии равномерны по гранулометрическому составу, имеют наибольшую дисперсность и устойчивость.

Процессы ультразвукового эмульгирования известны достаточно давно, однако широкого применения в промышленности не получили.

В результате проведенных исследований разработана технология ультразвукового эмульгирования пищевых жиров в воде, позволяющая экономить до 50 % растительного масла, разработано и изготовлено оборудование для осуществления данного процесса в производственных условиях.

До внедрения разработанной технологии ультразвукового эмульгирования на РУПП «Витебскхлебпром» использовалась технология получения водно-жировой эмульсии путем механического перемешивания растительного масла с водой с добавлением специальных эмульгирующих веществ. Эта технология была менее производительна по сравнению с предложенной ультразвуковой и более энергоемкой. Также следует отметить, что получение эмульсии с 50-процентной

концентрацией растительного масла не представлялось возможным. Достичь необходимого эффекта экономии механическим способом эмульгирования не удавалось. На территории Беларуси эмульгаторы не производятся, а их закупка осуществляется в странах ближнего зарубежья, в данном случае — на Украине. Это влечет за собой их высокую стоимость, а также трудности в заключении договоров поставок.

Нужно сказать, что полученные механическим способом эмульсии слабоустойчивы к расслоению. Напротив, водно-жировая эмульсия, полученная ультразвуковым способом, имеет большую устойчивость к коагуляции и коалесценции при той же концентрации компонентов.

Вышеперечисленные факты свидетельствуют о предпочтительности применения ультразвукового способа эмульгирования перед механическим.

Данная работа внедрена на РУПП «Витебскхлебпром» и в учебном процессе в лекционном курсе «Прогрессивные ресурсо- и энергосберегающие технологии», кафедра «Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки» УО «ВГТУ».

ЛИТЕРАТУРА.

1. *Агранат Б. А.* Основы физики и техники ультразвука: Учебное пособие для студентов вузов, 1987-352с.
2. *Агранат Б.М.* и др. Ультразвук в гидрометаллургии. М.: Metallurgy, 1969, 233 с.
3. *Агранат Б.А., Башкиров В.И., Китайгорский Ю.И., Хавский Н.Н.* Ультразвуковая технология. М., 1974.
4. *Артамонов Б.А., Волков Ю.С., Дрожалова В.И. и др.* Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Том 1. - М.: Высшая школа, 1983.
5. *Баулин И.М.* За барьером слышимости.- М.: Знание, 1971-176с.
6. *Бергман Л.* Ультразвук и его применение в науке и технике. М.ИЛ, 1957, 727с.
7. *Гершгал Д.А., Фридман В.М.* Ультразвуковая технологическая аппаратура. - М.: Энергия, 1976.
8. *Донской А.В., Келлер О.К., Кратыш Г.С.* Ультразвуковые электротехнологические установки. Л., 1982, 205 с.
9. *Ильин В.И., Экнадиосянц О.И.* К вопросу о природе распыления жидкостей в ультразвуковом фонтане // Акуст. Журн. 1966. С. 310-318.
10. *Келлер О.К., Кратыш Г.С., Лубяницкий Г.Д.* Ультразвуковая очистка. Л.: Машиностроение, 1977, 184 с.
11. *Клейтон В.* Эмульсии, их теория и техническое применение. — М., ИИЛ., 1950.
12. *Курс общей физики.* Зисман Г.А., Годес О.М. Наука. Москва, 1974.
13. *Лапунов С.А., Большаков С.В.* Ультразвуковое эмульгирование пищевых растительных жиров. Тез. докл. XXXII научн. – технол. конф. преподавателей и студентов ВГТУ. Витебск, 1999. с.46.
14. *Лапунов С.А., Бегунов М.А.* Ультразвуковое эмульгирование пищевых растительных жиров. II-я междунар. научн. конференция студентов и

аспирантов. г. Могилев. 1999. с. 35.

15. *Лапунов С.А., Аристов А.А., Рубаник В.В.* Исследование процесса ультразвукового эмульгирования пищевых растительных жиров. III-я междунауч. конф. студентов и аспирантов. г. Могилев. 2001 с.24.

16. *Лапунов С.А., Рубаник В.В.* Получение жировых эмульсий с помощью ультразвука. III-я междунауч. конф. студентов и аспирантов. г. Могилев. 2001 с.25.

17. *Лепендин Л.Ф.* Акустика.- М.: Высшая школа, 1978-448с.

18. *Майер В.В.* Простые опыты с ультразвуком.- М.: Наука, 1978-159с.

19. *Мощные ультразвуковые поля* / под ред. Розенберга Л.Д. М.: Наука, 1968, 866 с.

20. *Применение ультразвука в химико-технологических процессах.* // Сборник докладов. 1960

21. *Применение ультразвука в промышленности.* // Под редакцией Маркова А. И. –М.:Машиностроение, 1975.

22. *Рубаник В.В., Жидкевич В.И., Лапунов С.А.* Особенности ультразвукового эмульгирования пищевых растительных жиров. Материалы междунауч.-техн. конф. «Вклад вузовской науки в развитие приоритетных направлений производственно-хозяйственной деятельности, разработку экономичных и экологически чистых технологий и прогрессивных методов обучения» Часть 2. Минск, 2000.

23. *Северденко В. П.* Ультразвук и пластичность.- МН .: Наука и техника, 1976-448. Северденко В.П., Клубович В.В. Применение ультразвука в промышленности. Минск: Наука и техника, 1967, 264 с.

24. *Северденко В.П., Клубович В.В.* Применение ультразвука в промышленности. Минск: Наука и техника, 1967, 264 с.

25. *Угольников А.А., Лапунов С.А., Куртиченко А.А.* Инжекторная установка для приготовления водномасленных эмульсий. Тез. Докл. XXXIV научн. – техн. конференции преподавателей и студентов ВГТУ. Витебск. 2001. с.52.

26. *Ультразвук*// Под ред. Голянина И. П. –М.:1979-400с.

27. *Ультразвук в машиностроении* / под общ. ред. Погодина –Алексеева Г.И. — М.: ЦНИИПИ, 1966. — 204 с.

28. *Ультразвуковые преобразователи.* / Под ред. Е. Кикуня. М.:Мир,1972

29. *Ультразвуковая технология* / Под ред. Б. А. Аграната. М., 1974. 504 с.

30. *Физическая акустика. Принципы и методы.*/ У. Мэсона и Р. Терстона. М. Мир,1974

31. *Харбенко И. Г. В мире неслышимых звуков.* М.: Машиностроение,1971-284с.

32. *Хорбенко И. Г. Звук, ультразвук, инфразвук.* М.: Знание,1986-192с.

33. *Шестаков С.Д., Поландова Р.Д. Об ультразвуковом эмульгировании пищевых растительных жиров. Сборник докладов научно-технической конференции “Ультразвуковые технологические процессы — 98”, Москва: 1998, С. 81-84.*

34. *Эльпинер И.Е. Биофизика ультразвука.*-М.: Наука,1973-384с.

35. *Эльпинер И.Е. Ультразвук. Физико-химическое и биологическое действие.* М.: Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1963.

Библиотека ВГТУ

