

В.М. Горбатов, А.Ю. Гавриленков. ВНИИ мясной промышленности, Москва.
А.В. Гноевой, В.М. Чесноков. Московский технологический институт
мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

В настоящее время вибрационная техника широко применяется в самых разнообразных технологических процессах, таких как фильтрация, сепарирование, перемешивание, измельчение, растворение, уплотнение, сушка, транспортирование, резание и других /1-4/. Такое широкое применение вибрационной техники в современных технологических процессах, на наш взгляд, определяется следующими наиболее существенными причинами:

сокращением длительности протекания технологического процесса;
повышением качества готового продукта;
снижением сил сопротивления перемещению рабочих органов.
В мясной промышленности вибрационная техника применяется, например, для обработки субпродуктов при выделении из них белков методом экстракции, вибрационной резки кости, а также для приготовления колбасного фарша в вибрационных смесителях /2-4/.

Итак, применение вибрационной техники с одной стороны весьма заманчиво, но с другой стороны имеются и определенные трудности. К ним можно отнести шумность работы таких машин, повышенные динамические нагрузки на фундамент и сопрягающиеся детали и агрегаты, изнашиваемость деталей и узлов вибрационных машин, металлоемкость самих конструкций. Иногда приходится приводить в состояние вибрации большие технологические емкости, а для этого требуются значительные энергетические затраты. С целью устранения указанных недостатков, на кафедре "Меха-

ника и детали машин" МТИИМПа совместно с ВНИИМПОм с 1980 года проводятся работы как по совершенствованию традиционных способов и устройств воспроизведения вибрационных процессов, так и в направлении разработки принципиально новых способов и устройств, имеющих аналоги живых организмов.
Новое направление связано с применением перистальтических принципов передачи колебаний обрабатываемым средам для интенсификации ряда технологических процессов, таких например, как перемешивание, транспортирование, тепло- и массообмен; при организации их раздельного или совместного действия.
Устройства, работающие на этих принципах, привлекают меньшей шумностью работы, незначительностью динамических нагрузок на фундамент, значительно меньшей металлоемкостью конструкции, универсальностью и др. Но наряду с такой привлекательностью у таких устройств имеется один очень существенный, на наш взгляд, недостаток - это отсутствие разработанных инженерных методов расчета подобных устройств для работы с вязкопластическими средами.
Применение принципов перистальтики в различных областях науки и техники осуществляется сравнительно недавно. Так, патенты в США на эту тему появились несколько позже. В основном разбираются устройства для транспортирования различных жидкостей - насосы перистальтического принципа действия, который заключается в попеременном поперечном сжатии или пережатии гибкого шланга с жидкостью в направлении ее перемещения.
Перспективно применение перистальтических принципов и в мясной промышленности с целью снижения производственного шума и экономии металла (в частности нержавеющей стали), исключения дополнительного перетирания сырья перекачивающими насосами, излишнего контакта сырья с металлическими рабочими органами машин и агрегатов. Однако попытки непосредственного использования известных или аналогичных устройств для решения таких например задач в мясной промышленности как транспортирование колбасного фарша по трубам, перемешивание колбасного фарша и других не увенчались успехом. Так при попытках организовать транспортирование колбасного фарша по гибкому трубопроводу наблюдалось сильное прилипание фарша к его поверхности. Это приводит к увеличению усилий на проталкивание фарша и образованию застойных зон в трубопроводе. При попытках организовать в гибком трубопроводе перемешивание компонентов колбасного фарша также наблюдалось сильное прилипание фарша к стенкам трубы, образование обширных застойных зон и как следствие этого - плохое перемешивание и большие потери сырья при разгрузке. В обоих случаях имеются трудности с санобработкой полости гибкого трубопровода.

Проведенные нами экспериментальные исследования показали, что применение чисто перистальтического принципа оказывается малоэффективным для организации ряда технологических процессов или операций в вязкопластических средах, к которым относятся колбасные фарши.

Для устранения отмеченных трудностей на пути эффективного внедрения перистальтических принципов в мясо-молочную промышленность было предложено использовать обнаруженный теоретически объясненный эффект преобразования вектора предельного напряжения сдвига τ_0 в плоскости сдвига /5/. Этот эффект напоминает эффект преобразования сухого трения, обнаруженный и теоретически объясненный Н.Е. Жуковским /6/, который выражается в снижении сопротивления перемещению тела в заданном направлении, если этому телу сообщается дополнительное перемещение, составляющее с заданным некоторый угол. Проявление этого эффекта преобразования сухого трения наблюдается например при вибрационном резании кости и в мясо-резательных машинах.

Для экспериментального подтверждения и количественной оценки эффекта преобразования вектора предельного напряжения сдвига нами был создан вибровискозиметр роторационный РВВ-1. Для повышения точности воспроизведения на исследуемом образце вибраций и с целью расширения рабочего диапазона от 5 до 5000 Гц, непрерывности и плавности регулирования вибраций был использован электродинамический источник колебаний (ВЭДС-10А) и применен способ разделения колебаний с целью развязки измерительного ротора от источника колебаний. На этом приборе были проведены экспериментальные исследования колбасного фарша при сохранении температуры образца и окружающего давления. Результаты показали, что вязкость при вибрации, если неизменны температура образца и окружающее давление, остается неизменной. Теоретическое объяснение данного явления было приведено в работах А.В. Горбатова, А.В. Гноевого и др. /10/.

Обнаруженный эффект преобразования вектора предельного напряжения сдвига при сообщении движущейся вязкопластической среде дополнительного движения был использован для совершенствования и создания целого ряда волновых устройств для мясной промышленности. Например гибкие оболочки предложено одновременно с низкочастотным колебательным движением большой амплитуды приводить и в высокочастотное колебательное движение малых амплитуд. Это позволит значительно снизить усилия на проталкивание вязкопластических сред в полости гибкого канала и практически исключить наличие в нем застойных явлений и налипания на стенки канала. Примеры использования перистальтических принципов в технологии приготовления вареных колбас приведены в работе Горбатова В.М. и др. /11/.

Применение перистальтических принципов при конструировании позволило организовать сразу несколько технологических операций в едином объеме благодаря созданию принципиально новых технических устройств, обладающих одновременно и свойствами ряда обычных устройств. Например, модули, работающие на перистальтических принципах в фаршепроводе насосов и вибросмесителей, т.е. образуют принципиально новое техническое устройство насос-вибросмеситель.

В результате проведенных исследований установлено следующее:

1. Применение перистальтических принципов в мясной промышленности является актуальным и перспективным направлением в области разработки и создания новых высокопроизводительных технических устройств.
2. Применение этих принципов для вязкопластических сред стало возможным благодаря целенаправленному использованию эффекта преобразования вектора предельного напряжения сдвига как при направленном, так и вибрационном воздействии на органы технологических машин и технологических емкостей и каналов.
3. Развитие перистальтических принципов несет и большое научное значение, так как приводит к развитию и созданию принципиально новых технических устройств универсального характера и их теоретической базы.

Литература

1. Урьев Н.Б., Талейский М.А. Физико-химическая механика и интенсификация обработки пищевых масс. - М., Пищевая промышленность, 1976, с. 240.
2. Лимонов Г.Е. и др. Применение вибрационной техники для интенсификации технологических процессов в мясной промышленности. Обзорная информация, серия "Мясная промышленность". - М., ВНИИТЭИмясомолпром, 1980, 22 с.
3. Зиновьев А.В., Большаков А.С. и др. Исследование посола мяса в условиях низкочастотной вибрации. - М., Мясная индустрия СССР, 1955, № 4, с. 44-47.
4. Большаков А.С. и др. Способ посола мясных изделий, а.с. СССР № 556772, Бюл. изобр. № 17, 1977.
5. Гноевой А.В., Чесноков В.М. Эффект преобразования вектора предельного напряжения сдвига и его применение в пищевой промышленности. Труды конф. "Пути совершенствования технологических процессов и оборудования для производства, хранения и транспортировки продуктов". - М., МТИИП, май, 1981.
6. Жуковский Н.Е. Заметка о плоском расसेве. Собрание сочинений. - М., ГТТИ, 1949, т. 8, с. 515-522.

7. Гноевой А.В. Действие сложного возмущения на механическую систему с разделенными движениями: - Пробл. машиностроения. - Киев, "Наукова думка", 1983, вып. 18, с. 8-14.
8. Огибалов П.М., Мирзаджанзаде А.Х. Нестационарные движения вязкопластических сред. - М., МТУ, М7, 1977, с. 373.
9. Горбатов А.В. Реология мясных и молочных продуктов. - М., Пищевая промышленность, 1979, с. 382.
10. Горбатов А.В., Гноевой А.В., Чесноков В.М. Преобразование сил сопротивления при сложном относительном движении мясных масс в рабочих органах машин. Докл. на XXXI Европ. конгрессе научн. работн. мясной пром-сти, 1985, Болгария.
11. Горбатов В.М., Гноевой А.В., Чесноков В.М., Гавриленков А.Ю. Применение вибрационной техники для интенсификации технологических процессов приготовления вареных колбас. Докл. на XXXI Европ. конгрессе научн. работн. мясной пром-сти, 1985, Болгария.