

# СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ВЫСОКОВЯЗКИХ И ДИСПЕРСНЫХ ЖИДКИХ СРЕД

Хмелев С.С.

Бийский технологический институт (филиал) ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (БТИ АлтГТУ)  
г. Бийск

Применение ультразвуковых колебаний высокой интенсивности позволяет реализовать или интенсифицировать различные стадии производства, переработки и модификации полимерных материалов и высокомолекулярных (ВМС) соединений. Многочисленные лабораторные исследования [1, 2] доказывают, что ультразвуковые колебания позволяют ускорять процессы полимеризации и деполимеризации, смешивания расплавов, получения консистентных смазок, красок, растворения нефтешламовых отложений, диспергирования и равномерного распределения твердых веществ в полимерных материалах и технических маслах. Одним из наиболее перспективных направлений применения ультразвуковых колебаний при создании новых полимерных материалов является диспергирование кластеров и равномерное распределение наночастиц в вязких полимерах и смолах при получении полимерных нанокомпозитов.

К сожалению, широкие возможности ультразвуковых колебаний высокой интенсивности для интенсификации различных процессов и получения новых полимерных материалов не получили широкого применения из-за отсутствия специализированного оборудования, способного обеспечить кавитационный режим обработки вязких полимерных материалов. Эти ограничения обусловлены аномально высоким затуханием ультразвуковых колебаний в вязких материалах. Такое затухание ультразвуковых колебаний в вязких средах ограничивает область распространения ультразвуковых колебаний и размеры зон, в которых интенсивность колебаний достигает значений, достаточных для реализации кавитационного процесса.

Как было показано, аномально высокое затухание УЗ колебаний в полимерных материалах, ограничивает возможности обработки больших объемов. Очевидным путем обработки вязких жидких сред является их обра-

ботка в реакторах проточного типа содержащих проточную камеру и расположенный в ней излучатель ультразвуковых колебаний. Отличительной особенностью является то, что расстояние от излучателя до отражающей стенки проточной камеры не превышает расстояния, на котором распространяющиеся в объеме ультразвуковые колебания затухнут до амплитуды, недостаточной для возникновения кавитации в данной жидкости. Такой подход условно можно назвать обработкой в «тонких слоях».

Однако, даже маленькие объемы вязких жидкостей в «тонких слоях» невозможно обрабатывать, применяя современные ультразвуковые аппараты. Необходимость создания в вязких жидкостях ультразвуковых колебаний с интенсивностью более 20 Вт/см<sup>2</sup>, для реализации кавитационного режима, обуславливает необходимость работы используемых на практике ультразвуковых аппаратов в недопустимых мощностных режимах. Повышение интенсивности колебаний за счет уменьшения поверхности излучения влечет за собой уменьшение объема единовременно обрабатываемой жидкости. Очевидным путем решения этой проблемы является одновременное использование нескольких ультразвуковых аппаратов.

Решением проблемы может стать обработка жидких вязких сред через резонансные промежутки, таким образом, что в момент возникновения колебаний на поверхности рабочего излучающего инструмента расстояние от этой поверхности до отражающей стенки реактора кратно  $\lambda/4$  в жидкости, заполняющей реактор. Когда в жидкости создается ультразвуковое поле, амплитуда давления которого превышает порог возникновения кавитации  $P_m$ , в ней возникает кавитационное облако. При этом в обрабатываемом объеме под излучающей поверхностью существенно меняются акустические свойства среды, следовательно, меняются резонанс-

ные условия. В данном случае необходимо путем перемещения рабочего излучающего инструмента менять расстояние от отражающей стенки, устанавливая резонансный размер в режиме кавитации. При такой обработке возможно достижение резонансных явлений в различных жидких средах при расстояниях, превышающих несколько  $\lambda/4$ .

Кроме параллельного соединения отдельных колебательных систем возможно построение колебательной системы с многополуволновым излучателем, представляющим собой систему из последовательно состыкованных единичных полуволновых элементов [3].

При реализации на базе такого излучателя ультразвукового проточного реактора эффективная обработка всего объема вязкой жидкости в реакторе возможна только в случае обеспечения непрерывной смены жидкости в объемах, между соседними участками излучателя большего сечения. Обеспечить такую смену в цилиндрическом объеме невозможно, даже при малой скорости протока, с учетом перемешивающего воздействия ультразвуковых колебаний и распространения колебаний за счет многократных отражений. В этом случае обработке подвергаются маленькие объемы жидкости, находящиеся между участками большего диаметра, а основной объем протекающей жидкости практически не подвергается ультразвуковому воздействию.

Устранение указанных недостатков возможно при реализации следующего технического решения, когда ультразвуковые колебания направляются непосредственно в объем камеры, обеспечивая многократные отражения УЗ колебаний от внутренней поверхности проточной камеры и участков излучателя и создания условий распространения колебаний, обеспечивающих резонансное усиление УЗ колебаний.

Использование полученных результатов, позволит создать и внедрить ультразвуковое технологическое оборудование в промышленных условиях, что обеспечит повышение эффективности процессов обработки вязких сред, но и позволит реализовать новые технологические процессы, нереализуемые в обычных условиях без УЗ воздействия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хмелев В.Н. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности, сельском и домашнем хозяйстве/ БТИ АлтГТУ. – Бийск, 2007. – 400 с.
2. Хмелев В.Н. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве/ В.Н. Хмелев, О.В. Попова. – Барнаул: АлтГТУ, 1997. – 160 с.
3. Khmelev, V.N. High Power Ultrasonic Oscillatory Systems [Текст] / V.N. Khmelev [и др.] // International Workshops and Tutorials on Electron Devices and Materials EDM'2007 / NSTU. – Novosibirsk, 2007.