

Список использованных источников

1. Материаловедение и технология металлов; учебник / под редакцией Г.П. Фетисова - М.: Высш.шк., 2008. - 640 с.
2. Восстановление деталей машин; М.: Машиностроение, Н.В. Молодых, А.Н. Зенкин, 1989 г.
3. Детали машин и основы конструирования. Передачи. М.: ИКЦ «Академкнига», Балдин В.А., Галевко В.В., 2006 г.

УДК 534.2

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА ЖИДКОСТИ

Лаппо Н.М., ст. преп., Галаганова В.Н., студ., Шишкина К.Н., студ.

Витебский государственный технологический университет,

г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассмотрены результаты теоретических и экспериментальных исследований в области ультразвуковой кавитации и акустических течений, рассмотрены эффекты, возникающие в жидкостях при прохождении ультразвуковых волн.

Ключевые слова: ультразвук, кавитация, ультразвуковое диспергирование, эмульгирование, капиллярные эффекты.

В последние годы ультразвук начинает играть все большую роль в научных исследованиях. Успешно проведены теоретические и экспериментальные исследования в области ультразвуковой кавитации и акустических течений, позволившие разработать новые технологические процессы, протекающие при воздействии ультразвука в жидкой фазе.

В медицине чаще всего используют взаимодействие ультразвуковых волн с жидкостями (приготовление суспензий и аэрозолей, эмульсий в фармакологии; очистка инструментария; воздействие на человеческие ткани, в значительной мере содержащие жидкости - кровь, лимфа и т. п.). Поэтому следует подробнее рассмотреть эффекты, возникающие в жидкостях при прохождении ультразвуковых волн. При интенсивности ультразвука более $0,3 \text{ Вт/см}^2$ в жидкой среде возникают следующие явления: 1) генерирование и передача тепла, возникающие вследствие потерь энергии, неизбежных при распространении ультразвуковых колебательных процессов; 2) кавитация, обуславливающая эрозию материалов, диспергирование, гомогенизацию, эмульгирование, ускорение диффузионных процессов; 3) акустические течения - стационарные вихревые микро - и макропотоки жидкости, возникающие в ультразвуковом поле при колебаниях воздушного пузырька вблизи поверхности твёрдого тела; 4) химические эффекты - ускорение различных химических реакций, деполимеризации, электрохимических процессов; 5) диффузионные эффекты - интенсификация процессов проникновения молекул и атомов через стенки клеток, пористые мембраны и фильтры, уменьшение толщины пограничного слоя на поверхности раздела «жидкость - твёрдое тело»; 6) механические эффекты, заключающиеся прежде всего в эрозии поверхности материалов, помещённых в озвучиваемую жидкость. Эрозия возникает вследствие действия давлений, создаваемых при захлопывания кавитационных микропузырьков. Эти эффекты используются для удаления различных загрязнений, диспергирования и гомогенизации; 7) эффект вакуума - в фазе разрежения колеблющейся среды снижается температура кипения жидкости, что ускоряет сушку порошкообразных и пористых материалов при пониженной температуре; 8) капиллярные эффекты - под воздействием ультразвука значительно повышается скорость и уровень подъёма жидкости в капиллярах облегчается её проникновение в пористые и другие неоднородные материалы.

Кавитация возникает в жидкости там, где происходят местные понижения давления, следствием чего являются локальные разрывы на расстояниях несколько микрометров. При гидродинамической кавитации на вращающихся лопастях турбин, насосов, корабельных

винтов образование разрывов происходит вследствие быстрого турбулентного течения жидкости. При акустической кавитации причиной местных разрывов жидкости служат гармонически меняющиеся давления, возникающие при распространении ультразвуковых волн. При низких интенсивностях ультразвукового поля ($0,3 \text{ Вт/см}^2$) образуются мелкие пузырьки диаметром до $0,1 \text{ мм}$, скапливающиеся в узлах стоячей волны и сохраняющиеся здесь некоторое время. Первопричиной их являются выделившиеся газы, которые коагулировали в пузырьки. Под действием периодически меняющегося давления пузырьки пульсируют и изменяют свой объём в соответствии с частотой изменения звукового давления. При повышении интенсивности ультразвука часть растворившихся газов начинает выделяться, сливаясь в крупные пузырьки, поднимающиеся к поверхности. Происходит дегазация. Описанный процесс называется газовой или псевдокавитацией. В дегазированной жидкости происходит истинная кавитация. Для разрыва идеальной жидкости необходимо преодолеть силы межмолекулярного взаимодействия. Реальные жидкости в зависимости от температуры, гидростатического давления и содержания примесей имеют меньшие предельные напряжения разрыва. Так, реальная вода имеет прочность на разрыв не более 28 МПа , а идеальная – 160 МПа . Поэтому для реальных жидкостей порог кавитации – минимальное значение акустического давления, необходимого для образования кавитационных полей, всегда ниже теоретической прочности идеальной жидкости. При захлопывании кавитационного пузырька возникает локальное кратковременное повышение температуры до нескольких тысяч градусов, а также местное повышение давления. Поскольку таких пузырьков образуется до нескольких миллионов в секунду, образуется кавитационная область, где действие указанных факторов весьма значительно. Захлопывание кавитационных разрывов вызывает образование ударных волн, которые создают в ближайшей зоне давления, в 100 раз превышающие первичное давление акустического поля.

Ультразвук применяют для ускорения растворения веществ. При этом наблюдается снижение доли осадка, идёт процесс растворения труднорастворимых веществ. Ультразвук позволяет не применять специальные растворители. В ультразвуковом поле, возбуждаемом в жидкой среде, возникает переменное давление частиц, переменный поток в направлении распространения колебательного процесса, кавитация и др. Важнейшим нелинейным эффектом в ультразвуковом поле является кавитация. Кавитация ускоряет протекание ряда физико-химических процессов, в том числе и растворения. Использование ультразвуковой обработки позволяет до двух порядков ускорить растворение растворимых веществ, в 10 — 30 раз — медленно растворимых, в 3 — 5 раз — малорастворимых. Например, сахар в воде с ультразвуком растворяется в 10 раз быстрее, чем обычным способом, камфора в подсолнечном масле — в 50 раз. При воздействии ультразвука на среду динамическая вязкость полярных жидкостей уменьшается, микротрещины и поры в твердом веществе разветвляются, увеличиваются их размеры и глубина. При использовании ультразвука как средства интенсификации процесса растворения существенное значение имеют микропульсации растворителя, в особенности, если длина волны сопоставима с размерами твердых частиц или размерами микротрещин, пор, капилляров. Растворение с ультразвуком применяется в фармацевтике, пищевой промышленности, производстве удобрений. Путем растворения могут быть получены различные водные, спиртовые, масляные растворы кристаллических веществ, растворы сухих и густых экстрактов, сиропов, пигментов и т. п., растворы ароматических, дезинфицирующих веществ, фотографические и другие растворы. Ультразвуковое диспергирование позволяет получать высокодисперсные (средний размер частиц — микроны и доли микрон), однородные и химически чистые смеси (суспензии) твердых частиц в жидкостях. Диспергирование суспензий осуществляется при воздействии ультразвука на агрегаты твердых частиц, связанных между собой силами слипания, спекания или спайности. При ультразвуковом диспергировании суспензий дисперсность продукта увеличивается на несколько порядков по сравнению с традиционным механическим измельчением. Ультразвуковое диспергирование и эмульгирование происходят под действием интенсивных ультразвуковых волн, вызывающих дробящее действие кавитации и турбулентное движение жидкостей. Для диспергирования используют специальные приборы — ультразвуковые диспергаторы. Применение ультразвукового эмульгирования особо актуально для трудно смешиваемых жидкостей. Например, при смешивании нефтепродуктов, масел, жиров с водой. Этим методом удается получить стойкие эмульсии не смешивающихся обычными способами жидкостей. Ультразвуковое эмульгирование позволяет получать высокодисперсные, практически однородные и химически чистые эмульсии. Для протекания ультразвукового эмульгирования необходима

кавитация, условия возникновения и протекания которой определяют основные зависимости эмульгирования от интенсивности и частоты ультразвука, температуры, давления, наличия растворенных газов и т.п. Процессы акустического эмульгирования перспективно использовать при мыловарении, при обезвоживании сырой нефти и очистке нефтяных емкостей и танкеров, в технологии производства пищевых продуктов (сливочного масла, маргарина), при получении битумных (асфальтовых) эмульсий, при переработке эмульсий натурального каучука, получения консистентных смазок, охлаждающих жидкостей для металлообработки, при производстве эмульсионных красок (водо-дисперсионных, водоземлюльсионных и латексных) и т.д. Ультразвук ускоряет и качественно улучшает процесс гомогенизации. Под действием ультразвука оболочки жировых шариков (так называемые липидные оболочки) разрываются, шарики теряют устойчивость и делятся. Ультразвуковая обработка позволяет не только гомогенизировать молочный жир, с ее помощью можно диспергировать в молоке различные добавки, например, растительный жир, сиропы, порошки, в том числе диспергировать сухое молоко, разрушая комки сухого вещества и ускоряя его растворение.

Список использованных источников

1. <http://www.uzo.matrixplus.ru/ultramedbio04.htm>
2. <https://superbotanik.net/referati/referaty-po-fizike/referat-ultrazvuk-i-ego-primenenie>
3. http://otherreferats.allbest.ru/physics/00216326_0.html

УДК 531.312.1

КИНЕТОСТАТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ МАЛЫХ КОЛЕБАНИЙ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

Локтионов А.В., д.т.н., проф., Рубик С.В., студ.

Витебский государственный технологический университет,

г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. Изложен кинетостатический метод расчета уравнения движения малых колебаний маятника с заданной начальной угловой скоростью его движения. При этом использована основная формула условия равновесия рассматриваемой механической системы. Принцип Даламбера используется применительно и к ползуну. Получены уравнение свободных колебаний маятника и закон движения ползуна в зависимости от времени и заданной начальной угловой скорости вращения маятника.

Ключевые слова: маятник, колебания, уравнения движения, эллиптический маятник, условия равновесия, принцип Даламбера, уравнение колебаний маятника, закон движения ползуна.

В работах [1, 2] получено дифференциальное уравнение гармонических колебаний эллиптического маятника, состоящего из ползуна, шарика и стержня. Для решения использовано уравнение Лагранжа. При этом принято, что на маятник не действует сила тяжести и потенциальная энергия системы равна нулю. Установлено, что при исследовании следует рассматривать сложное движение эллиптического маятника.

В работе [3] предложено установить максимальное давление ползуна на горизонтальную плоскость в зависимости от угла отклонения маятника и рассмотреть кинетостатический метод расчета уравнения движения малых колебаний маятника.

В работе изложен кинетостатический метод расчета уравнения движения малых колебаний маятника с заданной начальной угловой скоростью его движения. При этом использована основная форма условий равновесия рассматриваемой механической системы, состоящей из ползуна, шарика и стержня, и принято, что на маятник действуют силы тяжести ползуна и шарика.

Для расчета реакции ползуна составлена расчетная схема. Принцип Даламбера используется применительно и к ползуну. Получены уравнение свободных колебаний маятника и закон движения ползуна в зависимости от времени и заданной начальной угловой скорости вращения маятника.

Рассмотрим эллиптический маятник, который состоит из ползуна, перемещающегося без трения по горизонтальной прямой, и шарика, подвешенного к ползуну нерастяжимым