

Abstract

With the emergence of new types of transmissions, the increase of the maximum speeds of wheeled tractors and the application of anti-lock systems, the study of the process of braking of the wheeled tractors with hydrovolumetric and mechanical transmissions has become a burning issue. The article represents the dynamics of the braking process of the wheeled tractors FENDT 900 VARIO with an anti-lock system when running forward and reverse and with a trailer. The article shows the block diagram and the mathematical model of the transmission of tractors FENDT 900 VARIO, as well as the physical and the mathematical models of braking of the wheeled tractors FENDT 900 VARIO. The mathematical models of the braking of the wheeled tractors FENDT 900 VARIO with an anti-lock system when driving forward and reverse, and with a trailer permit to study the effect of the service and emergency braking, of the types of braking system and operating conditions on kinematic, force and energy parameters of the hydrovolumetric and mechanical transmission, as well as the braking efficiency.

Keywords: mathematical model, braking, wheeled tractor, anti-lock system hydrovolumetric and mechanical transmission

Вивчається природа виникнення в рідиноагрегатній складовій під дією зовнішнього ультразвукового випромінювання зон концентрації звукової енергії у вигляді циліндричної каустики. Окреслюються умови високої інтенсивності тепломасообміну робочого середовища з одночасною повною ліквідацією застійних зон

Ключові слова: зона каустики, просторовий резонанс

Изучается природа возникновения в жидкоагрегатном составе под действием внешнего ультразвукового излучения зон концентрации звуковой энергии в виде цилиндрической каустики. Очерчиваются условия высокой интенсивности тепломассообмена рабочей среды наряду с полным устранением застойных зон

Ключевые слова: зона каустики, пространственный резонанс

УДК 636:631.223.018

ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛОМАСООБМЕНА ФОРМИРОВАНИЕМ ЗОН КАУСТИК

В. В. Карачун

Доктор технических наук, профессор

В. Н. Мельник

Доктор технических наук, профессор*

*Кафедра биотехники и инженерии

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

пр. Победы, 37, г. Киев, Украина, 03056

Контактный тел.: (044) 454-94-51

E-mail: karachun11@i.ua

1. Введение

Исследования относятся к области промышленной биотехнологии, в частности, посвящены анализу путей повышения эффективности процесса тепломассообмена в жидкоагрегатном объеме культуральной основы при производстве биологически активных сред и вакцин. Качество и интенсивность процесса тепломассообмена являются прочным фундаментом неизменного повышения производительности изготовления продукта.

2. Анализ состояния проблемы и постановка задачи исследований

Для решения задачи тепломассообмена широкое применение нашли механические перемешивающие

устройства [1, 2], магнитные [3, 4], комплексные, обеспечивающие одновременно и аэрацию, и массообмен с использованием механических устройств и без их привлечения [5].

Одни из этих методов обладают очевидными преимуществами, другие – менее очевидными. Объединяет их одно – нет устранения пассивных зон в рабочей жидкости. Опять таки, регулировка интенсивности процесса перемешивания слоев не представляется возможной в широком диапазоне. Наконец, механические перемешивающие устройства создают постоянную опасность нарушения стерильности рабочей жидкости.

Целью исследований является раскрытие возможностей пространственного резонанса в рабочем объеме культуральной жидкости в виде формирования зон ее повышенной возбудимости, обеспечивающей этим не только желаемую интенсивность процесса, но и гарантирующих отсутствие «мертвых» зон волны.

3. Фокусировка энергии ультразвукового излучения

Суть явления поясним на анализе работы газ-лифтного барботажного аппарата, который имеет вертикально расположенный цилиндрический корпус с технологическими патрубками и помещенную внутри него циркуляционную трубу, под которой установлен аэратор. Снаружи, на боковую поверхность корпуса, действует пучок ультразвукового излучения в виде диффузного поля и генерирует в материале корпуса круговые U_φ и поперечные колебания W

$$U_\varphi(t, z, \varphi) = 4 \exp i \omega_1 t \int_{\varepsilon_1=0}^{\pi/2} \int_{\varepsilon_2=0}^{\pi/2} \left[b_1^{(1)} z^2 (1-z)^2 \sin \varphi \cos z + b_1^{(2)} z^2 (1-z)^2 \cos \varphi \sin z \right] \times \cos \varepsilon_1 \sin \varepsilon_1 \cos \varepsilon_2 \sin \varepsilon_2 d\varepsilon_1 d\varepsilon_2 ; \tag{1}$$

$$W(t, z, \varphi) = 4 \exp i \omega_1 t \int_{\varepsilon_1=0}^{\pi/2} \int_{\varepsilon_2=0}^{\pi/2} \left[c_1^{(1)} z^4 (1-z)^4 \cos \varphi \cos z + c_1^{(2)} z^4 (1-z)^4 \sin \varphi \sin z \right] \times \cos \varepsilon_1 \sin \varepsilon_1 \cos \varepsilon_2 \sin \varepsilon_2 d\varepsilon_1 d\varepsilon_2 ; \tag{2}$$

под действием звуковой волны

$$P_1 = P_{10} \exp i \left[\omega t - \vec{k}_0 \vec{R}_0(z, \varphi) \right], \tag{3}$$

где P_{10} - давление в падающей волне; $\vec{k}_0 = \vec{n} \frac{\omega}{c}$ - волновой вектор; c - скорость звука; \vec{R}_0 - радиус-вектор точки поверхности.

Эти колебания будут излучать в жидкость достаточно широкий пучок звуковых волн, которые вызовут резонанс совпадения фаз у нескольких видов звуковых волн, вследствие чего появятся зоны возбуждения, где будет наблюдаться резкая концентрация энергии излучения на поверхность радиуса r_1 и r_2 в промежутке между корпусом и циркуляционной трубой.

Изучим вначале действие круговой волны. Считая корпус оболочки больших волновых размеров, т.е. принимая $kR \gg 1$, где k - волновое число, допустимо рассматривать отдельно взятый элемент ее внутренней поверхности как пластину, скорость продольных волн в которой совпадает с круговой скоростью оболочки

$$\dot{U}_\varphi(t, z, \varphi) = 4i\omega \exp i \omega_1 t \int_{\varepsilon_1=0}^{\pi/2} \int_{\varepsilon_2=0}^{\pi/2} \left[b_1^{(1)} z^2 (1-z)^2 \sin \varphi \cos z + b_1^{(2)} z^2 (1-z)^2 \cos \varphi \sin z \right] \times \cos \varepsilon_1 \sin \varepsilon_1 \cos \varepsilon_2 \sin \varepsilon_2 d\varepsilon_1 d\varepsilon_2 . \tag{4}$$

Если $\dot{U}_\varphi > c_0$, тогда бегущая вдоль параллели волна будет излучать в жидкость звуковую волну, направление которой с вектором скорости $\dot{U}_\varphi(t, z, \varphi)$ составит угол α :

$$\sin \alpha = \frac{c_0}{\dot{U}_\varphi} .$$

В результате, значительная часть энергии звуковой волны будет сосредотачиваться вблизи окружности r_1

$$r_1 = R \cos \alpha .$$

Если принять для конкретности

$$R = 1 \text{ м}, \quad \dot{U}_\varphi(t, \varphi, z) = 6 \cdot 10^3 \text{ м/с},$$

$$\dot{W}(t, \varphi, z) = 3 \cdot 10^3 \text{ м/с}, \quad a_{c_0} = 2 \cdot 10^3 \text{ м/с},$$

тогда

$$r = 0,95 \text{ (м)} .$$

По той же причине поперечная волна будет приводить к концентрации энергии вблизи окружности радиуса r_2 (рис. 1):

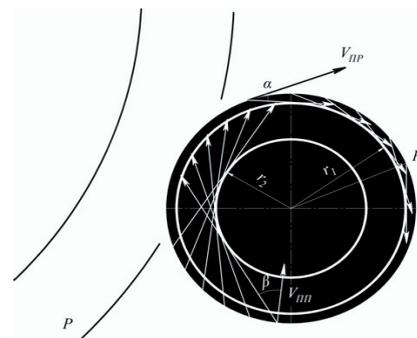


Рис. 1. Фокусировка энергии акустического излучения в оболочке с жидкостью

$$\sin \beta = \frac{c_0}{\dot{W}(t, \varphi, z)} = 0,66;$$

$$r_2 = R \cos \beta = 0,76 \text{ (м)} .$$

Классифицировать рассматриваемое явление можно как, своего рода, аберрацию звуковых волн. У безабберационных конструкций, как известно, каустическая поверхность обращается в точку.

Наличие зон возбуждения вызвано совпадением скорости следа падающей волны со скоростью волн генерируемых в оболочке.

4. Выводы

Результаты могут быть использованы в биотехнологии для повышения производительности промышленного изготовления биологически активных сред и вакцин. Как показывают экспериментальные исследования, поверхность зон каустик в поперечной плоскости конфокальны внутренней поверхности оболочки корпуса. Таким образом, *круговая каустика* в нашем случае будет конфокальна с окружностью внутренней поверхности корпуса.

Следует отметить, что в жидкости могут также наблюдаться и радиальные полосы концентрации энергии звукового излучения, как следствие интерференционных явлений, чередующиеся с темными участками (акустическая тень). Хотя они и не так интенсивны.

Таким образом, волновое совпадение, как видно, будет приводить к существенно более интенсивному теплообмену.

Література

1. Karachun, V.V. Mass-Exchange and Aeration in Bioreactors [Текст]: моногр. / V.V. Karachun, M.S. Trivailo, V.N. Mel'nick. – «Корнійчук», 2012. – 128 с.
2. Патент № 29484, Україна, МПК (2006), С12М3/00. Апарат для культивування клітин [Текст] / Тривайло М.С., Карачун В.В., Мельник В.М., Сабол С.Ф., Шибецький В.Ю.; заявл. 10.10.2007; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1. – 1 с.
3. Патент № 29485, Україна, МПК (2006), С12М3/00. Апарат для культивування клітин [Текст] / Тривайло М.С., Карачун В.В., Мельник В.М., Бородій Ю.П., Кривець О.О.; заявл. 10.10.2007; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1. – 1 с.
4. Патент № 29483, Україна, МПК (2006), С12М3/00. Апарат для культивування клітин [Текст] / Тривайло М.С., Карачун В.В., Мельник В.М., Холявік О.В., Пахолко С.А.; заявл. 10.10.2007; опубл. 10.01.2008; Бюл. № 1. – 1 с.
5. Мельник, В.М. Масообмін і аерація в біореакторах [Текст] / В.М. Мельник, М.С. Тривайло, В.В. Карачун. – К.: «Корнійчук», 2009. – 96 с.

Abstract

The article discloses the nature of possible formation in the fluid-aggregate culture medium of the fermenter of concentration zones of energy of space and vibrational motion of mass in the form of the cylindrical caustic, generated by sound vibrations of a case under the influence of the external ultrasonic radiation, and the formation of the high-intensity heat-mass exchange of the working medium along with with the global elimination of passive areas and deadzones.

Under the assumption of a significant wave size of the fermenter, applying the methods of ray acoustics we have outlined the caustic surfaces. We have pointed out the possibility of the formation of less represented radial bands of active energy of the medium as a result of the spectra interference.

The results could be used in biotechnology to improve the performance of industrial production of biologically active media and vaccines.

We have outlined a real possibility of using the phenomenon of the wave coincidence to smooth the temperature gradient over the entire volume of the fermenter.

Key words: caustic zone, spatial resonance

УДК 621.87

ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ДЕМПФЕРА В СТІЛІВІЙ СИСТЕМІ САМОХІДНОГО КРАНА

О.С. Подоляк

Кандидат технічних наук

Кафедра металорізального обладнання і транспортних систем

Українська інженерно-педагогічна академія

вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003

Контактний тел.: (057) 733-78-18

E-mail: podoliak09@rambler.ru

В статті знайдені закономірності, які впливають на процес гасіння коливань під час підйому вантажу. Теоретично обґрунтовано місце встановлення демпфера в стріловій системі самохідних кранів

Ключові слова: динамічні коливання, зусилля, демпфер, вантаж, стрілова система

В статье найдены закономерности, которые влияют на процесс гашения колебаний при подъеме груза. Теоретически обосновано место установки демпфера в стреловой системе самоходных кранов

Ключевые слова: динамические колебания, усилия, демпфер, груз, стреловая система

1. Вступ

Під час роботи стрілових самохідних кранів виникають повздовжні коливання в металоконструкції і канатах

стрілової системи, що приводить до зменшення втомлювальної міцності і погіршує умови нормальної експлуатації крана. Найбільших значень коефіцієнт динамічності набуває при підйомі вантажу з жорсткої основи.