

УДК 621.9. 048.6

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Н.К. Толочко,*профессор каф. технологии металлов БГАТУ, докт. ф.-м. наук, профессор***А.Н. Челединов,***аспирант каф. технологии металлов БГАТУ*

Экспериментально исследованы особенности процессов ультразвуковой очистки. Определена зависимость продолжительности очистки от активности кавитации.

Ключевые слова: ультразвуковая очистка, продолжительность очистки, активность кавитации

The peculiarities of ultrasonic cleaning processes are investigated experimentally. The dependence of the cleaning duration on the cavitation activity is determined.

Keywords: ultrasonic cleaning, cavitation activity, cleaning duration.

Введение

В последние годы ультразвуковая (УЗ) очистка поверхностей деталей от загрязнений все шире применяется при производстве, ремонте и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники. УЗ очистка осуществляется за счет кавитации, которая образуется в моющей жидкости при распространении в ней УЗ волн. Соответственно, эффективность очистки определяется активностью кавитации a , под которой понимается ее способность оказывать разрушающее действие на загрязнения [1-3].

Величина a непосредственно оценивается по уменьшению массы загрязнений на очищаемой поверхности в единицу времени [4, 5]. Кроме того, существуют различные косвенные способы оценки a , из них наибольшее распространение получила оценка a по кавитационному давлению, измеряемому с помощью кавитометра [3, 6, 7, 8]. Величина a зависит от амплитуды колебательных смещений излучателя ζ , которая, в свою очередь, определяется выходной мощностью P УЗ генератора моечно-очистного оборудования [9, 10]. Величина a также зависит от расстояния до излучателя и свойств моющей жидкости, влияющих на характер распространения в ней УЗ волн.

Для проведения УЗ очистки следует обеспечить требуемое значение a в зоне УЗ обработки загрязненной поверхности и соответствующую ему продолжительность УЗ обработки t . В данной статье рассмотрены особенности выбора параметров a и t с учетом характера взаимосвязи между ними.

Основная часть

Для установления характера взаимосвязи между a и t были выполнены эксперименты по УЗ очистке поверхности от загрязнений. Эксперименты проводили с использованием УЗ диспергатора УДН (ультразвуковой диспергатор низкочастотный, производство БГУИР, Беларусь), работающего на частоте 22 кГц. Волновод диспергатора погружали в цилиндрический стеклянный сосуд с моющей жидкостью диаметром 45 мм. В качестве моющей жидкости служила водопроводная вода с

начальной температурой 20 °С (какие-либо специальные моющие средства не использовались). Высота столба воды в сосуде составляла 90 мм. На дне сосуда размещали пластмассовую платформу в виде диска диаметром 33 мм и толщиной 7 мм с нанесенным на нее модельным загрязнением, которое состояло из смеси глины и моторного масла марки 10W-40 (объемное отношение глины к маслу 2:1). Это загрязнение имитировало наиболее распространенные – масляно-грязевые загрязнения, которыми покрываются наружные поверхности многих деталей сельскохозяйственных и транспортных машин в реальных условиях эксплуатации. На практике толщина слоев таких покрытий может достигать до 10 мм [11]. Модельное загрязнение наносили на платформу в ее центральной части в виде слоя в форме диска диаметром 8 мм и толщиной 1 мм с помощью трафарета, который представлял собой пластмассовую пластинку с круглым отверстием. Волновод устанавливали так, чтобы размещенный на его выходном торце излучающий диск диаметром 15 мм находился в центральной части объема жидкости на расстоянии 25 мм от платформы. В ходе экспериментов варьировали выходную мощность P УЗ генератора и определяли соответствующие ей значения a , а также продолжительность УЗ обработки t , после которой происходило полное удаление загрязнения. Значения a оценивали с помощью кавитометра ИСА-4D (производство БГУИР, Беларусь), их определяли в относительных единицах по индикаторной шкале электронного блока кавитометра. При измерениях шуп кавитометра погружали в воду так, чтобы его концевая часть (гидрофон) располагалась в зоне УЗ очистки непосредственно над очищаемой поверхностью (на расстоянии 2-3 мм).

Зависимость $t(a)$ показана на рис. 1 (t уменьшается с увеличением a сначала быстро, а затем все медленнее). При $a < 25$ отн. ед. значения t чрезмерно велики, а при $a > 35$ отн. ед. – изменяются весьма незначительно. Отсюда следует, что для данных условий УЗ очистки в практическом отношении рационально выбирать a в интервале от 25 до 35 отн. ед. и, соответственно, t в интервале от 30 до 20 с.

Зависимость $t(a)$ имеет вид степенной функции:

$$t = k_a a^{-n}, \quad (1)$$

где коэффициент пропорциональности k_a и показатель степени n определяются эмпирически ($k_a > 0, n > 0$).

Следует заметить, что кривая зависимости $t(a)$ на рис. 1 подобна кривой зависимости $t(\xi)$, которая также имеет вид степенной функции:

$$t = k_\xi \xi^{-m}, \quad (2)$$

где коэффициент пропорциональности k_ξ и показатель степени m определяются эмпирически ($k_\xi > 0, m > 0$) [10, 12].

Подобие в характере зависимостей $t(a)$ и $t(\xi)$ свидетельствует о пропорциональной взаимосвязи между a и ξ , и, соответственно, между a и P , что подтверждается представленной на рис. 2 зависимостью $a(P)$, которая может быть описана линейной функцией

$$a = k_p P, \quad (3)$$

где коэффициент пропорциональности k_p определяется эмпирически ($k_p > 0$, в рассматриваемом случае $k_p = 2,5$).

Как видно на рис. 2, зависимость $a(P)$ является линейной только при $P \geq 16$ Вт. При $P < 16$ Вт a быстро уменьшается и достигает нуля при $P = 14$ Вт (это значение P является пороговым, выше его устанавливается кавитационный режим УЗ обработки [13]).

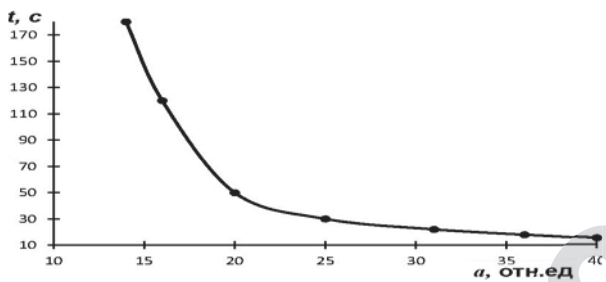


Рисунок 1. Зависимость продолжительности УЗ обработки t от активности кавитации a

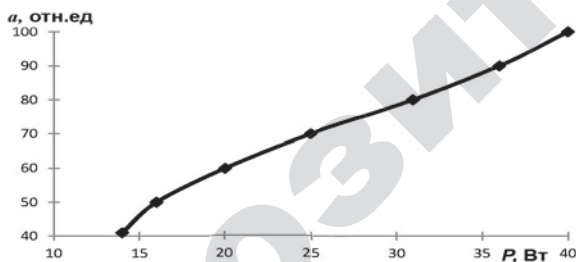


Рисунок 2. Зависимость активности кавитации a от выходной мощности P УЗ генератора

Подставляя выражение (3) в (1), получаем выражение для зависимости $t(P)$:

$$t = k P^{-n}, \quad (4)$$

где $k = k_a k_p^{-n}$.

Причины нелинейного характера зависимости $t(a)$ и соответственно зависимости $t(\xi)$ до сих пор не имеют строгого объяснения, что обусловлено сложностью явлений, сопровождающих УЗ очистку, теория которых до конца не разработана [4]. Разрушение загрязнений связывается, прежде всего, с действием кавитации, ве-

личина которого определяется количеством, размерами и динамическим поведением кавитационных пузырьков [14]. Также разрушению загрязнений способствуют инициируемые ультразвуком акустические течения, усиленное проникание моющей жидкости в поры и трещины загрязнений и другие факторы.

При выборе значений a для проведения УЗ очистки следует учитывать, что они должны быть, во-первых, больше кавитационной стойкости загрязнений r_z , иначе загрязнения не будут подвергаться кавитационному разрушению, и, во-вторых, меньше кавитационной стойкости материала очищаемых деталей r_d , иначе будет происходить нежелательное кавитационное разрушение очищенных участков поверхности деталей [10, 15]. Однако в практике очистки все же допускаются случаи, когда с целью усиления разрушающего действия кавитации на загрязнения значения a устанавливаются выше значений r_d . В этих случаях для предотвращения кавитационного разрушения деталей рекомендуется снижать a на завершающей стадии очистки, либо сокращать t [9] (при этом однако надо иметь в виду, что сокращение t приводит к неполной очистке [16]).

Заключение

Экспериментально исследованы особенности взаимосвязи между основными регулируемыми параметрами процесса УЗ очистки поверхностей деталей от загрязнений: активностью кавитации a и продолжительностью УЗ обработки t . Установлено, что зависимость $t(a)$ является нелинейной и имеет вид степенной функции. Определены интервалы изменения значений a и соответствующих им значений t , которые являются рациональными для выбора при практической реализации УЗ очистки.

Полученные экспериментальные результаты могут быть использованы при определении условий проведения эффективных очистных процессов под действием УЗ кавитации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толочко, Н.К. Особенности развития кавитации и эффективность очистных процессов в ультразвуковой ванне / Н.К. Толочко, В.С. Корко, А.Н. Челединов // Агропанорама. – 2016. – №6. – С. 30-34.
2. Толочко, Н.К. Факторы неравномерной очистки деталей машин в ультразвуковых ваннах / Н.К. Толочко, В.С. Корко, А.Н. Челединов, В.Л. Ланин // Вестник машиностроения. – 2017. – №4. – С. 82-85.
3. Исследование повышения активности кавитации и качества очистки оптических поверхностей при обработке в комбинированном ультразвуковом поле / Н.В. Дежунов [и др.] // Контенант. – 2015. – № 1. – С. 1-12.
4. Сиротюк, М.Г. Акустическая кавитация / М.Г. Сиротюк. – М.: Наука, 2008. – 271 с.
5. Юдаков, Е.Г. Разработка технологии и оборудования для ультразвуковой очистки корпусных деталей автотракторной техники: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / Е.Г. Юдаков. – Москва, 2013. – 19 с.

6. Томаль, В. Ультразвуковая очистка микрорельефных поверхностей оптоэлектронных изделий / В. Томаль, В. Ланин // Фотоника. – 2007. – №4. – С. 35-40.

7. Скворцов, С.П. Методы контроля параметров ультразвуковой кавитации / С.П. Скворцов // Наука и образование. – 2015. – № 2. – С. 83-100.

8. Маргулис, И.М. Измерение акустической мощности при исследовании кавитационных процессов / И.М. Маргулис, М.А. Маргулис // Акуст. журн. – 2005. – Т.51. – №6. – С. 802-812.

9. Агранат, Б.Л. Ультразвуковая очистка / Б.Л. Агранат, В.И. Башкиров, Ю.И. Китайгородский // Физические основы ультразвуковой технологии. Физика и техника мощного ультразвука. – М.: Наука, 1970. – Т. 3. – С. 165-252.

10. Панов, А.П. Ультразвуковая очистка прецизионных деталей / А.П. Панов. – М.: Машиностроение, 1984. – 88 с.

11. Иванов, В.П. Ремонт машин. Технология, оборудование, организация: учебн. / В.П. Иванов. – Новополоцк: ПГУ, 2006. – 468 с.

12. Приходько, В.М. Формирование эксплуатационных свойств деталей машин ультразвуковыми методами: монография / В.М. Приходько, И.А. Меделяев, Д.С. Фатюхин. – М.: МАДИ, 2015. – 264 с.

13. Голямина, И.П. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / И.П. Голямина. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – 400 с.

14. Основы физики и техники ультразвука: учеб. пос. для вузов / Б.А. Агранат [и др.]. – М.: Высш. шк., 1987. – 352 с.

15. Бернштейн, М.Л. Металловедение и термическая обработка стали: справочн.: в 3-х т. Методы испытаний для исследования / М.Л. Бернштейн, А.Г. Рахштадт: 2 изд. пер. и доп. – М.: Металлургия, 1983. – Т. 1. – 352 с.

16. Кудряшов, М.Б. Автоматизация технологического процесса ультразвуковой очистки деталей на промышленном предприятии: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.13.06 / М.Б. Кудряшов. – М., 2005. – 20 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.06.2017

УДК 339.137:664.61

АДАПТАЦИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ К УСЛОВИЯМ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ

И.А. Контровская,

доцент каф. учета, анализа и аудита БГАТУ, канд. с.-х. наук, доцент

А.Д. Радевич,

магистрант БГАТУ

В статье представлен механизм управления адаптацией предприятий хлебопечения к условиям конкурентной среды посредством выработки стратегии адаптации, показателем оценки эффективности которой является повышение конкурентного потенциала предприятия. Произведено совершенствование методики его оценки и обоснование комплекса мер, направленных на его повышение.

Ключевые слова: конкурентоспособность, хлебобулочные изделия, конкурентный потенциал, экономический механизм, адаптация, производственные факторы, качество, стратегия.

The article presents the mechanism of management of adaptation of the bread-baking enterprises to the competitive environment through the development of adaptation strategies, measure of efficiency which is increasing the competitive potential of the enterprise. Produced improved methods for evaluation and justification of a set of measures aimed at its promotion.

Keywords: competitiveness, baked goods, competitive potential, economic mechanism, adaptation, factors of production, the quality of the strategy.

Введение

Современное состояние хлебопекарной промышленности в Республике Беларусь характеризуется тенденцией снижения объемов производства. Основная причина – недостаточно развитая конкуренция, слабая диагностика конкурентных условий и невозможность соответствующего их регулирования.

Значительно большего и детального рассмотрения требуют вопросы совершенствования механизма адаптации предприятий к условиям конкурентной среды, суть которого состоит в совершенствовании стратегии адаптации.

Показателем оценки эффективности стратегии адаптации предприятий к условиям конкурентной среды может служить определение их конкурентного потенциала. В существующих методиках конкурентный потенциал предприятия составляет комплексную оценку следующих шести групп потенциалов: финансового, потенциала деловой активности, рыночного, трудового, потенциала управления бизнес-процессами, а также инновационного потенциала [1, 3].

В связи с необходимостью осуществления модернизации и привлечения дополнительного финансирования для решения производственных задач, в данных