

УСИЛЕНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ОТ ПЕРВИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ОКИСЛЕНИЯ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ

М. С. Тулиева, магистр, старший преподаватель

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана

Адсорбциондық - ультрадыбысты қондырғыда тазартылмаған кунбағыс майын тазартуда аппараттың барлық көлеміндегі дыбыс тербелістерінің таралуында бір қалыптылық байқалады. Олардың шет аймақтардағы қарқыны тербелістердің қоздырушыларына мейлінше жақын орналасқан аймақтардағыға қарағанда едәуір төмен. Бұл сорғыштардың саңылауларына қысылып қалған ауаның шығуын және процесстің тиімділігін шектейді. Адсорбциондық - ультрадыбысты қондырғының конструктивтік параметрлерін алу дірілдету әсерінің арқасында кунбағыс майын алғашқы өнімдерінен тазалау процесін жеделдетуге және күшейтуге мүмкіндік береді.

При очистке нерафинированного подсолнечного масла в адсорбционно-ультразвуковой установке наблюдается неравномерность распространения звуковых колебаний во всем объеме аппарата. Их интенсивность в периферийных зонах значительно ниже чем в зонах, располагающихся в непосредственной близости к возбудителям колебаний. Это несколько ограничивает эффективность процесса и высвобождение устьиц адсорбента от заземленного воздуха. Получение конструктивных параметров адсорбционно-ультразвуковой установки позволит усилить процесс очистки подсолнечного масла от первичных продуктов окисления с активизацией высвобождения пор и устьиц сорбента под действием вибрации.

When cleaning the crude sunflower oil in the adsorption-install ultrasonic been uneven distribution of sound waves throughout the volume of the unit. Their intensity in the peripheral zones is significantly lower than in areas located in close proximity to the agents of the oscillations. This limits the effectiveness of the process and the release of entrapped adsorbent stomata air. Obtaining of design parameters of adsorption and ultrasonic installation will enhance the process stonecrops sunflower oil from the primary oxidation products with increased release of stomatal pores and sorbent under the action of vibration

При очистке нерафинированного подсолнечного масла в адсорбционно-ультразвуковой установке наблюдается неравномерность распространения звуковых колебаний во всем объеме аппарата [1]. Их интенсивность в периферийных зонах значительно ниже чем в зонах, располагающихся в непосредственной близости к возбудителям колебаний. Это несколько ограничивает эффективность процесса и высвобождение устьиц адсорбента от заземленного воздуха.

Распространение звука связано с такими явлениями, как преломление, отражение, рассеяние, дифракция, интерференция, поглощение.

Вследствие дифракции звука на препятствиях в среде подсолнечного масла и её неоднородности имеет место рассеяние звука, так как препятствия отличаются от показателей среды сжимаемостью и плотностью. Результирующее звуковое поле может быть представлено в виде первичной и вторичной волны. При наличии множества препятствий происходит многократное рассеяние. Отличие сжимаемости малого препятствия от сжимаемости среды приводит к пульсации рассеивающего тела, причём сечение рассеяния газового пузырька в жидкости при его резонансных колебаниях во много раз превышает его поперечное сечение [2, 3].

Рассеивание звука на неоднородностях среды вызывает расплывание звукового пучка, что приводит к затуханию звука в ней по мере его распространения, это особенно сказывается на периферийных от возбудителя ультразвука участках установки для очистки подсолнечного масла.

Ауыл шаруашылық ғылымдары

Агрономия

Интенсивность звуковой волны (средняя по времени энергия, переносимая звуковой волной через единичную площадку, перпендикулярную к направлению распространения волны в единицу времени) определяет эффективность ультразвуковых технологий. При акустической кавитации и связанных с ней эффектов величина УЗ колебаний оказывает решающее воздействие на процесс возникновения кавитации и динамики кавитационных пузырьков.

Для интенсификации процесса адсорбции в этих условиях предлагается реализовать процесс взаимодействия жидкости с твёрдым зернистым материалом (сорбентом) в условиях перемещения твёрдых частиц одна относительно другой под воздействием вибрации с целью равномерного воздействия на частицы адсорбента ультразвуковым полем максимальной интенсивности [4, 5].

Перевести материал в псевдосниженное состояние возможно наложением механических колебаний на слой сыпучего материала в результате колебаний элементов аппарата или специальных вибровозбудителей [6].

Уравнение движения одиночной частицы в слое при гармонических вертикальных колебаниях можно представить в виде:

$$m_1 \left(\frac{dv_4}{dt} \right) = m_0 (\Delta - 1) [g + \alpha \omega^2 \sin(\omega t + \alpha)] \pm F_v. \quad (1)$$

где: m_1 - эффективная масса, равная сумме массы частицы m и присоединённой массы m_0 ; кг;

v_4 - скорость частицы относительно среды; мм/с

m_0 - масса среды в объёме, равном объёму частицы; кг;

$\Delta = P/g_0 = m/m_0$ - отношение плотности частицы ρ к средней ρ_0 ; кг/м³;

α и ω - амплитуда и круговая частота колебаний; мм, рад/с;

φ - начальная фаза колебаний; мм.

F_v - сила сопротивления среды относительно движению частиц, Н.

Интенсивность перемешивания частиц можно оценить величиной критерия воброожения:

$$K_v = \alpha \omega^2 / (g \pm F_v / m) \quad (2)$$

Если конструктивно принимается, что вибрация осуществляется за счёт виброизолирующих пружин, то собственная частота колебания системы на упругих опорах определяется по формуле:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{m_0}}, c^{-1} \quad (3)$$

где: m_0 - масса частей аппарата, кг

C - жидкость пружины, Н/м; жестко связанных с вибровозбудителем, включая массу последнего, кг.

При расчёте принимаем жесткость пружины равной $C=800$ Н/м.

Исходя из конструкции аппарата масса возбудителя и корзины равна $m_0=3,5$ кг.

Тогда собственная частота колебаний системы будет равна

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{800}{3.5}} = 1.53 c^{-1}$$

Исходя из условий рациональной для нашего случая виброизоляции, принимаем частоту вибрации равной

$$f \approx 10 \cdot f_0 = 15 c^{-1}$$

Исходя из проведённых ранее экспериментов средний эквивалентный диаметр продолговатых частиц сорбента принят равным $d_s=6$ мм

Оптимальная амплитуда виброперемещения для принятого объёма очищаемого масла определяется выражением

$$A = \frac{d_3}{6} = 1 \text{ мм}$$

Тогда скорость перемещения частиц в массе

$$v = A \cdot f = 15 \text{ мм/с}$$

Для определения характера движения очищаемого масла рассчитываем величину критерия Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d_3}{\nu} = \frac{15 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{60.6 \cdot 10^{-6}} = 1.5 < 2. \quad (4)$$

Следовательно, режим ламинарный.

Здесь $\nu = 60.6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ - кинетическая вязкость подсолнечного масла. Исходя из того, что режим обтекания частиц сорбента маслом ламинарный, то коэффициент сопротивления среды равен:

$$\xi = \frac{24}{\text{Re}} = \frac{24}{1.5} = 16$$

Принимаем коэффициент полезности $\varepsilon = 0.65$, а плотность частиц опоки

$$\rho_c = 1500 \text{ кг/м}^3,$$

рассчитываем массу сорбента в картридже объемом $V=15 \text{ Л}$:

$$m_c = \varepsilon \cdot \rho_c = 0.65 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 1500 = 14.6 \text{ кг}.$$

При соотношении высоты картриджа к диаметру $d_2=1$ имеем

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot h = V; \quad \pi d^2 2d = 4V; \quad d = \sqrt[3]{\frac{2V}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 15 \cdot 10^{-3}}{\pi}} = 0.21;$$

$$h = 2d = 2 \cdot 0.21 = 0.44 \text{ м}$$

В этом случае перепад давления в слое сорбента равен

$$\Delta P_c = \xi \cdot \frac{1}{d_n} \cdot \frac{v^2 \rho_m}{2} = 16 \cdot \frac{0.9}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{(15 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 920}{2} = 745 \text{ Па}, \quad (5)$$

Здесь $\rho_m = 920 \text{ кг/м}^3$ - плотность подсолнечного масла; $d_n = 2 \text{ мм}$ - диаметр поры сорбента мм;

$$l = 2 \cdot h = 2 \cdot 0.44 = 0.9 \text{ м} - \text{длина поры сорбента, мм}; \quad (6)$$

Сила сопротивления среды

Где S - площадь поперечного слоя сорбента

$$\text{Отсюда } F_c = 745 \cdot 0.023 = 16.8 \text{ Н. } S = \frac{\pi d^2}{4} \cdot (1 - \varepsilon) = \frac{\pi \cdot 0.21^2}{4} \cdot 0.65 = 0.023 \text{ м}^2.$$

$$F_c = \Delta P_c \cdot S \quad (7)$$

Амплитуда вынуждающей силы, развиваемой дебалансом определяется выражением

$$F_a = \frac{m(\omega_0^2 - \omega^2) \cdot A}{\cos \alpha} + F_c, \quad (8)$$

Где m - приведённая суммарная масса системы, кг;

$$m = m_0 + m_c + \alpha \cdot m_c = 3.5 + 14.6 + 0.3 \cdot 14.6 = 22.5 \text{ кг} \quad (9)$$

Где α - коэффициент приведения

$\omega_0 = 2\pi f_0$ - угловая частота собственных колебаний, рад/с;

$\omega = 2\pi f$ - угловая частота вибрация, рад/с;

φ - угол сдвига среднего перемещения слоя сорбента от фазы вынуждающей силы ($\approx 160^\circ$).

Тогда выражение (8) равно

$$F_a = \frac{18.1(1.53^2 - 15^2) \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{\cos 160^\circ} + 16.8 = 227 \text{ Н}$$

Статический момент массы дебаланса относительно оси вращения рассчитывается из выражения

$$K = \frac{F_a}{\omega^2} = \frac{227}{4\pi^2 \cdot 15} = 0.38H \cdot m$$

Мощность привода выбранных вибраторов равна

$$N = \frac{F_a \cdot \omega \cdot A}{S} = \frac{227 \cdot 2\pi \cdot 15 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{0.85} = 30Bm \quad (10)$$

Таким образом, получены все конструктивные параметры адсорбционно-ультразвуковой установки для очистки подсолнечного масла от первичных продуктов окисления с активизацией высвобождения пор и устьиц сорбента под действием вибрации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рудик, Ф. Я. Патент на полезную модель №81198 Россия МПК C11B3/10. Установка для очистки фритюрного жира /Ф. Я. Рудик, С. А. Богатырёв, А. М. Погосян, И. В. Симакова, Л. Ю. Скрябина; №2008/22; заявл. 07.10.2008; опубл. Бюл. – №7.
2. Варсонофьев, В. А. Вибрационная техника в химической промышленности / В. А. Варсонофьев, Э. Э. Кольман-Иванов. – М.: Химия, 1985. – 240 с.
3. Городецкий, И. Я. Вибрационные массообменные аппараты / И. Я. Городецкий, А. А. Васин, В. М. Олевский, П. А. Лупанов. – М.: Химия, 1980. – 192 с.
4. Стабников, В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств / В. Н. Стабников, В. М. Лысянский, В. Д. Попов. – М.: Агропроиздат, 1985. – 510 с.
5. Рудик, Ф. Я. Разработка технологии очистки подсолнечного масла на стадии его хранения / Ф. Я. Рудик, И. В. Симакова, И. Н. Крелина, А. М. Погосян // Хранение и подработка сырья. – 2009. - №3. – С. 14-17.
6. Быховский, И. И. Основы теории вибрационной техники / И. И. Быховский. М.: Машиностроение, 1968. – 362 с.