

В. А. ШЛЯПНИКОВ, д-р техн. наук, нач. отдела Института сельского хозяйства Крыма, Симферополь;

М. О. ШЛЯПНИКОВ, мл. н. с. Института сельского хозяйства Крыма, Симферополь;

И. Н. ДЕМИДОВ, д-р техн. наук, проф. НТУ «ХПИ»

СКОРОСТЬ СВОБОДНОЙ ДЕКАНТАЦИИ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ

В статье предлагается методика определения скорости свободной декантации эфирных масел, с помощью которой экспериментально определены основные параметры этого процесса. Установлено, что разделение воды и эфирного масла происходит в переходном гидродинамическом режиме ($Ar > 36$). Определены предельно допустимые скорости движения дистиллята в приемнике – разделителе при противоточном и прямоточном движении воды и эфирного масла.

Ключевые слова: эфирные масла, свободная декантация, гидродинамический режим.

Введение. Производство эфирных масел в Украине за последние годы существенно снизилось. Вместе с тем, спрос на эфирные масла как со стороны отечественных так и зарубежных потребителей остаётся достаточно высоким. Существуют и возможности для восстановления объёмов этого производства и его дальнейшего развития. Этой цели служат и работы по дальнейшему совершенствованию оборудования для производства эфирных масел.

Декантация эфирных масел относится к гидромеханическим процессам разделения жидких смесей под действием силы тяжести и, следовательно, подчиняется тем же закономерностям, что и процессы осаждения (отстаивания) широко используемые в технике.

Основной характеристикой гравитационного разделения является скорость осаждения, определяющая гидродинамику процесса. При ламинарном режиме осаждения ($Re < 2$) Стоксом [1] была получена следующая зависимость для определения скорости осаждения шарообразной частицы:

$$W = \frac{d^2 \cdot (\rho - \rho_c) \cdot g}{18 \cdot \mu}, \quad (1)$$

где d – диаметр частиц; ρ и ρ_c – удельный вес соответственно частицы и среды, кг/м^3 ; μ – вязкость среды, спз ; g – ускорение силы тяжести, м/сек^2 .

Определить численные значения скорости декантации эфирных масел по закону Стокса невозможно в следствии того, что за счет коагуляции капель эфирного масла их размер в процессе декантации непрерывно и не предсказуемо меняется.

В этой связи уравнение (1) характеризует процесс декантации эфирных масел только с качественной стороны, что недостаточно для решения практических задач.

Анализ последних исследований и публикаций. Гидродинамика процесса декантации эфирных масел не изучалась. Имеются лишь рекомендации [2, 3, 4] о скоростях движения дистиллята в приемнике – разделителе при прямоточном и противоточном движении воды и эфирного масла. При прямотоке скорость движения дистиллята должна составлять 0,001 м/с, при противотоке 0,0005 м/с. Никаких экспериментальных или теоретически обоснованных данных, подтверждающих эти параметры в литературе не обнаружено.

Формулировка целей статьи. Таким образом, необходимо накопить экспериментальные данные, определить предельно допустимые скорости движения дистиллята в приемнике – разделителе при противоточном и прямоточном движении воды и эфирного масла.

Материалы исследований. Анализ работ в области гидромеханических процессов показал, что для расчета диаметра капель эфирных масел целесообразно использовать зависимость $L_y = f(Ar)$, где L_y – критерий Лященко:

$$L_y = \frac{W_g^2 \cdot \rho^2}{\mu_1 \cdot (\rho_1 \cdot \rho_2) \cdot g}, \quad (2)$$

где W_g – скорость свободной декантации эфирного масла;

ρ_1, ρ_2 – плотность соответственно воды и эфирного масла;

μ_1 – вязкость воды.

Расчет ведется следующим образом: по уравнению (2) определяют критерий Лященко, затем по графику [5] находят значения критерия Ar соответствующее значению L_y .

Результаты исследований. Минимальный диаметр капель эфирных масел, декантирующих при скорости W_g , для которой был рассчитан критерий L_y определяют:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{Ar \cdot \mu^2}{(\rho_1 - \rho_2) \cdot \rho_1 \cdot g}}, \quad (3)$$

Скорость свободной декантации эфирных масел (движение капли эфирного масла в неподвижной среде) определяли следующим образом.

В стеклянный цилиндр рабочей высотой 1 м заполненный водой снизу через резиновый патрубок с помощью микрошприца вводилась эфирное масло. Объем разовой дозы эфирного масла составлял 10 мкл, при этом образовывалась одна капля, которая поднималась вверх. Время прохождения пути длиной 1 метр замеряли секундомером.

В результате обработки экспериментальных данных установили, что скорость декантации одной капли, например, кориандрового эфирного масла составляет $0,067 \pm 0,0015$ м/с. Однако этот показатель не может характеризовать реальный процесс, поскольку эфирное масло поступает в приемник – разделитель в диспергированном состоянии, причем диаметр капель экспериментально определить невозможно.

В этой связи методика определения скорости свободной декантации эфирных масел была изменена. Смесь эфирного масла и воды в соотношении 1:35 (что соответствует производственным данным при переработке сырья на аппаратах непрерывного действия) взбалтывали на вибростоле с частотой вертикальных колебаний $3,2 \text{ с}^{-1}$ в течении 10 сек. Полученную эмульсию вводили в стеклянный цилиндр и замеряли время прохождения пути длиной 1 м по последней визуально наблюдаемой капле эфирного масла. Эксперименты проводили при температуре 20°C . Характеристики процесса декантации эфирных масел приведены в табл. Как видно из приведенных данных табл. скорость декантации кориандрового эфирного масла из эмульсии в 5,2 раза ниже, чем скорость декантации чистого масла. Численные значения критерия Ar табл. показывают, что для всех исследованных эфирных масел процесс их декантации осуществляется в переходном режиме между ламинарным ($Ar > 36$) и турбулентным ($Ar < 83000$) и для расчета скорости декантации эфирных масел может быть использована известная зависимость [6]: $Re = 0,152 Ar^{0,715}$.

Таблица – Характеристики процесса декантации эфирных масел

Показатели	Ед. изм	Эфирное масло		
		Кориандровое	Лавандовое	Мятное
Плотность эфирного масла при 20°C.	кг/м ³	870	884	910
Скорость свободной декантации	м/с	0,0127	0,0114	0,009
Минимальный диаметр капель	мк	187	182	188
Критерий Ar	—	800	650	550

Отметим, что независимо от состава эфирных масел, их плотности и скорости декантации диаметры капель для всех эфирных масел практически одинаковы и составляют в среднем 185 микрон, что свидетельствует о едином механизме их образования.

При повышении температуры процесса декантации эфирных масел с 20 °С до 70 °С интенсивность разделения воды и эфирного масла, характеризуемая симплексом $(\rho_1 - \rho_2)/\mu_1$ возрастает в 3 раза [7], что уменьшает до 45 мк минимальный размер декантируемых капель масла и как следствие существенно повышает эффективность разделения.

Проведенные исследования позволили определить пределы допустимых скоростей движения дистиллята в приемнике – разделителе.

При прямоточном движении воды и эфирного масла скорость дистиллята для существующего способа декантации не должна превышать скорость свободной декантации более чем в 2 раза, так как в противном случае затруднен процесс коагуляции капель эфирного масла.

При противоточном движении воды и эфирного масла скорость дистиллята не должна превышать скорости свободной декантации эфирных масел, так как в противном случае будет унос эфирного масла из приемника – разделителя.

Из исследованных эфирных масел наименьшая скорость свободной декантации у мятного эфирного масла (0,009 м/с). Приняв ее в качестве лимитирующей получим, что скорость дистиллята на свободное сечение аппарата для разделения воды и эфирного масла должна составлять: при прямотоке не более 0,02 м/с, при противотоке не более 0,005 м/с.

Эти параметры больше рекомендованных ранее [2, 3, 4] соответственно в 20 и 10 раз, что позволяет при разработке новых конструкций приемников – разделителей воды и эфирного масла существенно уменьшить их объем и металлоемкость.

Выводы. Экспериментально определены основные параметры процесса декантации эфирных масел. Установлено, что разделение воды и эфирного масла происходит в переходном гидродинамическом режиме ($Ar > 36$). Определены предельно допустимые скорости движения дистиллята в приемнике – разделителе при противоточном и прямоточном движении воды и эфирного масла.

Список литературы: 1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / Касаткин А.Г. – М.: Химия, 1971. – 784 с. 2. Обухов А.Н. Технология эфиромасличного производства / Обухов А.Н., Кондрацкий А.П. – М.: Пищепромиздат, 1946. – 391 с. 3. Сидоров И.И. Технология натуральных эфирных масел и синтетических душистых веществ / Сидоров И.И., Турышева Н.А., Фалива Л.П. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 369 с. 4. Георгиев Е.В. Технология на естествените и синтетичните ароматни продукти / Георгиев Е.В. – София: Земиздат, 1995. – 420 с. 5. Справочник химика / научн. ред. Никольский Б.Н. и др. – Л.: Химия, 1966. – 1170 с. 6. Романков П.Г. Гидродинамические процессы химической технологии / Романков П.Г., Курочкина М.И. – М.: Химия, 1974. – 288 с. 7. Температурная зависимость плотности эфирных масел / Шляпников В.А., Шляпников М.О., Самсонова М.В. // Наукові праці ПФ НУБіП України «КАТУ». 2011. – Вып. 138. – С. 43–45.

Надійшла до редколегії 26.02.13

УДК 665.52

Скорость свободной декантации эфирных масел / В. А. Шляпников, М. О. Шляпников, И. Н. Демидов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2013. – № 9 (983). – С. 110–114. – Бібліогр.: 7 назв.

У статті пропонується методика визначення швидкості вільної декантації ефірних масел, за допомогою якої експериментально визначені основні параметри цього процесу. Встановлено, що розподіл води й ефірного масла відбувається в перехідному гідродинамічному режимі ($Ar > 36$). Визначені гранично припустимі швидкості руху дистилляту в приймачі-роздільнику при протитічійному і прямотічійному русі води й ефірного масла.

Ключові слова: ефірні масла, вільна декантація, гідродинамічний режим.

The article is devoted to the definition method of free decantation speed of essential oil. The main experimental parameters were determined, using this method. It is found, that separation of water and an essential oil occurs during a transitive hydrodynamical mode ($Ar > 36$). Maximum permissible speeds of of distillate moving in the receiver-divider (at counter-flow and direct-flow) were determined.

Keywords: essential oils, free decantation, hydrodynamic regime.