

УДК 539.217 2:66.084

Экстрагирование растительного сырья с периодическим интенсивным гидродинамическим режимом

Д-р техн. наук **Е. В. ИВАНОВ**

ivanov-maximov@yandex.ru

РНЦ «Прикладная химия»

193232, Санкт-Петербург, ул. Крыленко, 26, литер А

Канд. тех наук **Н. А. МАТВЕЕВА**

matveevanatalja2007@rambler.ru

Университет ИТМО

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Рассмотрен процесс экстрагирования целевых компонентов из растительного сырья с применением роторно-пульсационного и планетарного аппаратов, обеспечивающих интенсивное гидродинамическое воздействие на сырье. Роторно-пульсационный аппарат представляет собой двухступенчатый аппарат с наружным диаметром второго ротора, равном 100 мм, с прорезями в роторе и статоре шириной 4–1,5 мм. Производительность аппарата по воде составляла приблизительно $\nu = 0.4–0.8$ л/с. Планетарный аппарат периодического действия имел следующие характеристики: число барабанов — 3; объем барабана — 0,62 л; диаметр барабана — 110 мм; скорость вращения водила — 448 об/мин; скорость вращения барабанов — 550 об/мин; центробежное ускорение на окружности вращения барабанов — 28g. В каждый барабан загружался один ролик из нержавеющей стали диаметром 57 мм. Исследовалась кинетика экстрагирования флавоноидных соединений из измельченных сухих и предварительно намоченных плодов боярышника (средний размер частиц — 1,8 мм), измельченных травы зверобоя (средний размер частиц — 1,7 мм) и корней солодки (средний размер частиц — 2,4 мм). В качестве экстрагента использовали 40% (об.) водный раствор этилового спирта. Соотношение массы сырья к массе экстрагента в зависимости от вида сырья и типа экстрактора варьировалось от 1:12 до 1:50. Аппараты периодически включали на непродолжительное время, после чего отключали на 5–10 мин. Продолжительность работы аппаратов выбиралась из условия обработки всех частиц сырья в течение $\approx 10–60$ с. Суммарная продолжительность интенсивного гидродинамического воздействия на сырье составляло 3–20% от общей продолжительности процесса экстрагирования. Применение такой технологии позволило не менее чем в 5 раз снизить расходы энергии, уменьшить измельчение сырья и выход балластных веществ в извлечение. Продолжительность фильтрации суспензии после прерывистой работы роторно-пульсационных и планетарных аппаратов была в 5–14 раз ниже, чем при их непрерывной работе при одной и той же суммарной продолжительности процесса.

Ключевые слова: экстрагирование, растительное сырье, экономия энергии, роторно-пульсационный аппарат, планетарный аппарат.

Plant raw material extraction with periodic intensive hydrodynamic regime

D. Sc. **E. V. IVANOV**

ivanov-maximov@yandex.ru

RSC «Applied Chemistry»

193232, Russia, St. Petersburg, Krylenko Str., 26A

Ph. D. **N. A. MATVEEVA**

matveevanatalja2007@rambler.ru

University ITMO

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosova str., 9

The article deals with extracting process of target components from plant raw material rotary-pulsation and planetary apparatus which provide intense hydrodynamic impact on the raw material. The rotary-pulsation apparatus is represented by two-stage machine with the outer diameter of the second rotor of 100 mm, with the slots in the rotor and stator being 4–1.5 mm wide. Water output of the device is approximately 0.4–0.8 l/s. Planetary batch apparatus has the following characteristics: the number of drums — 3; drum capacity — 0.62 liters; drum diameter — 110 mm; carrier rotation speed — 448 rev/min; drum rotation speed — 550 rev/min; centrifugal force on the circumference of the drum rotation — 28g. One 57 mm diameter stainless steel roller is placed in each drum. Flavonoid compounds extraction kinetics from crushed dry and pre-wetted hawthorn fruit (average particle size — 1.8 mm), St. John's wort chopped herbs (average particle size — 1.7 mm) and licorice root (average particle size — 2.4 mm) is analyzed. 40% (vol.) aqueous ethyl alcohol is used as the extractant. The weight ratio of extractant to the one of the raw material depending on raw material and extractor type is from 1:12 to

1:50. Apparatus are periodically switched on briefly and then switched off for 5–10 minutes. The apparatus operation time is selected on the basis of raw material particles processing conditions for ≈10–60 seconds. The total duration of intensive hydrodynamic impact on the raw materials is from 3 to 20% of the total extraction process duration. This technology allows power consumption to be at least 5 times less, reducing raw material grinding size and ballast substances output. After the intermittent operation of the rotary-pulsating and planetary apparatus the duration of suspension filtration is 5–14 times lower than at their continuous operation, total process duration being the same.

Keywords: extraction, plant raw material, energy saving, rotary pulsation apparatus, planetary apparatus.

Недостатком многих способов экстрагирования целевых компонентов (ЦК) из растительного сырья является их большая продолжительность и низкая скорость процесса, в особенности на заключительной «регулярной» стадии [1–3]. Гидродинамические способы интенсификации процесса экстрагирования в основном базируются на результатах, вытекающих из теории изотропной турбулентности [4], согласно которой скорость массообменного процесса определяется величинами пульсационных составляющих скорости u' и давления p' турбулентного потока.

Исходя из этого, предложен ряд аппаратно-технологических решений, в том числе применение роторно-пульсационных (РПА) [1, 2, 5–8] и планетарных аппаратов (ПА) [3, 11–12], во многом аналогичных по конструкции планетарным мельницам [11]. Гидродинамические режимы в этих аппаратах позволяют инициировать в крупных порах частиц конвективный массоперенос [3] и, тем самым, существенно увеличить скорость процесса.

РПА может быть либо погружен в перерабатываемую суспензию, находящуюся в емкостном аппарате (рис. 1), либо установлен в циркуляционном контуре (рис. 2), состоящем из емкостного аппарата, РПА, трубопроводов, арматуры и, при необходимости, циркуляционного насоса. Как правило, РПА работает в течение всего процесса экс-

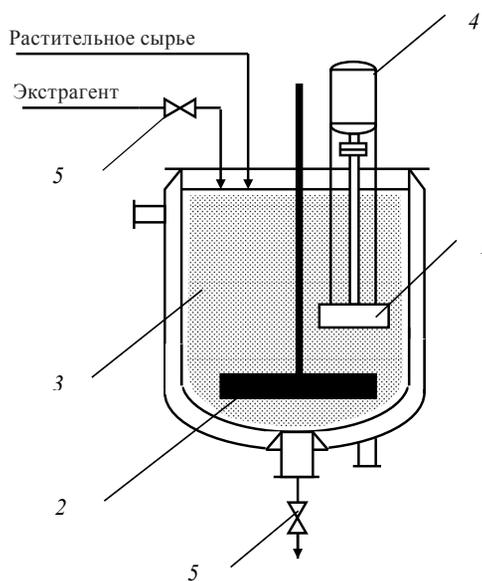


Рис. 1. Экстрагирование с использованием РПА погружного типа: 1 — РПА; 2 — мешалка; 3 — емкостной аппарат с перерабатываемой суспензией; 4 — электродвигатель; 5 — арматура

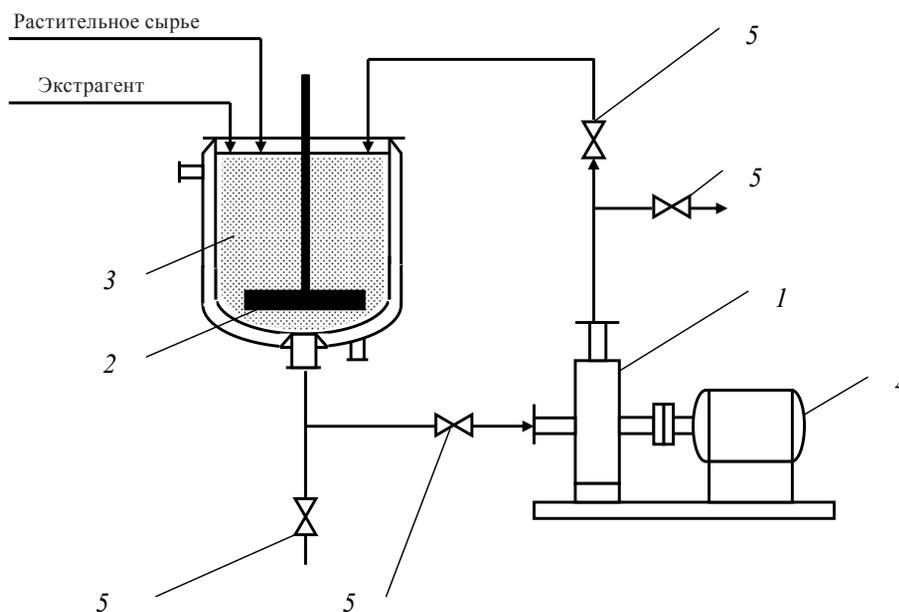


Рис. 2. Экстрагирование с использованием РПА в циркуляционном контуре: 1 — РПА; 2 — мешалка; 3 — емкостной аппарат с перерабатываемой суспензией; 4 — электродвигатель; 5 — арматура

трагирования. Способ позволяет значительно сократить продолжительность экстрагирования (до 15–60 мин), однако сопровождается большим расходом энергии (в расчете на 1 м³ перерабатываемой суспензии ≈ 270 кВт/м³), интенсивным измельчением сырья и, как следствие, высоким выходом балластных веществ в извлечение и низкой скоростью фильтрации суспензии.

Значительные ускорения, реализованные в ПА, позволяют увеличить скорость движения твердых частиц относительно экстрагента и, как следствие, интенсифицировать внешний массообмен. В тоже время высокие давления на растительное сырье со стороны тел, загруженных в барабаны ПА, а также высокая частота отжимающих воздействий на сырье интенсифицирует внутренний массоперенос. Экспериментальные исследования показали, что процесс экстрагирования растительного сырья в ПА протекает с высокой скоростью и характеризуется большими выходами ЦК в извлечение — 70–85% за 5–20 мин [3, 9]. Недостатком данного способа являются высокие удельные (в расчете на 1 м³ перерабатываемой суспензии) затраты энергии, которые составляют ≈ 60–65 кВт/м³. Экстрагирование в ПА, также как и в РПА, сопровождается интенсивным измельчением сырья.

Задачей данного исследования стало разработка технологии экстрагирования в аппаратах с интенсивным гидродинамическим режимом, таких как РПА или ПА, обеспечивающей высокую скорость процесса, снижение расхода энергии на его проведение и уменьшение измельчения растительного сырья.

На заключительной «регулярной» стадии экстрагирования ЦК остается либо в ядрах (центральных областях) частиц (при экстрагировании во внутридиффузионном режиме), либо на значительном расстоянии от транспортных пор (при экстрагировании в диффузионно-конвективном режиме). Дальнейшее увеличение выхода ЦК в извлечение происходит только за счет молекулярной диффузии и расход энергии на обработку сырья становится неэффективным. Интенсификация процесса на этой стадии возможна за счет дискретного перераспределения ЦК в объемах частиц путем их кратковременного отжима или в результате обработки сырья в поле СВЧ [12–14]. В данной работе рассматривался вариант, когда перераспределение ЦК в объемах частиц происходило в результате молекулярной диффузии в периоды отключения аппаратов с интенсивными гидродинамическими режимами — РПА и ПА.

Сущность технологии заключается в том, что РПА или ПА включают периодически на непродолжительное время, после чего их отключают на 5–10 мин. Продолжительность работы РПА и ПА выбирается из условия обработки всех частиц сырья в течение ≈ 10–60 с. Суммарная продолжительность работы аппаратов с интенсивным гидродинамическим режимом составляет 3–20% от общей продолжительности экстрагирования. В результате достигается значительная экономия энергии, растительное сырье измельчается меньше, ниже выход в экстракт балластных веществ, выше скорость фильтрования суспензии.

Рассмотрим примеры использования данной технологии.

Пример 1. Исследование кинетики экстрагирования флавоноидных соединений (в пересчете на рутин) из измельченных плодов боярышника [14–17] (средний размер частиц — 1,8 мм) 40% (об.) водным раствором этилового спирта осуществлялось на установке, изображенной на рис. 2 (без мешалки), при соотношении сырье:экстрагент, равном 1:30. Объем суспензии составлял $V = 2,2$ л. РПА включали на 15 с, после чего выдерживали смесь без перемешивания в течение 5–10 мин. Затем вновь включали РПА на 15 с, выдерживали суспензию в течение 5–10 мин и т. д. РПА представлял собой двухступенчатый аппарат с наружным диаметром второго ротора, равном 100 мм, с прорезями в роторе и статоре шириной 4–1,5 мм. Производительность РПА по воде составляла приблизительно $v = 0,4–0,8$ л/с. Таким образом, суспензия при ее прохождении через РПА обрабатывалась в течение $V/v = 2,8–5,5$ с.

На заключительной стадии процесса (кривые 2 и 3, см. рис. 3) РПА в обоих случаях не работал. Полученные результаты свидетельствуют о том, что суммарный выход в извлечение флавоноидных соединений через 25 мин экстрагирования в РПА, как при его непрерывной, так и периодической работе приблизительно одинаков. В данных исследованиях затраты энергии на экстрагирование в РПА при его непрерывной работе были в 20–33 раза выше, чем при периодической работе. Кроме того, продолжительность фильтрации суспензии после 25 мин прерывистой работы роторно-пульсационного аппарата была в 8–14 раз ниже, чем при непрерывной работе роторно-пульсационного аппарата.

Пример 2. Исследование кинетики экстрагирования флавоноидных соединений (в пересчете на рутин) из измельченной травы зверобоя [15–18] (средний размер частиц — 1,7 мм) 40% (об.) водным раствором этилового спирта осуществлялось на установке, изображенной на рис. 1 (без мешалки), при соотношении сырье:экстрагент, равном 1:50. Объем суспензии составлял $V = 12$ л. РПА включали на 1 мин, после чего выдерживали смесь без перемешивания в течение 5–10 мин. Затем вновь включали РПА на 1 мин, выдерживали суспензию в течение 5–10 мин и т. д. РПА имел характеристики, близкие к характеристикам РПА, описанным в примере 1. Производительность РПА по суспензии составляла приблизительно $v = 0,7$ л/с. Таким образом, вся суспензия при ее прохождении через РПА обрабатывалась в течение $V/v \approx 17$ с.

Экспериментальные данные приведены на рис. 4. На заключительной стадии процесса (кривые 2 и 3) РПА в обоих случаях не работал. Из графика видно, что суммарный выход в извлечение флавоноидных соединений через 25 мин экстрагирования в РПА, как при его непрерывной, так и периодической работе приблизительно одинаков. Безусловно, проведение процесса экстрагирования с несколькими длительными паузами намного рациональнее непрерывной обработки. В данных исследованиях затраты энергии на экстрагирование в РПА при его непрерывной работе были в 5–8,3 раз выше, чем при периодической работе. Продолжительность фильтрации суспензии после 25 мин прерывистой работы РПА была в 5–9 раз ниже, чем при непрерывной работе РПА.

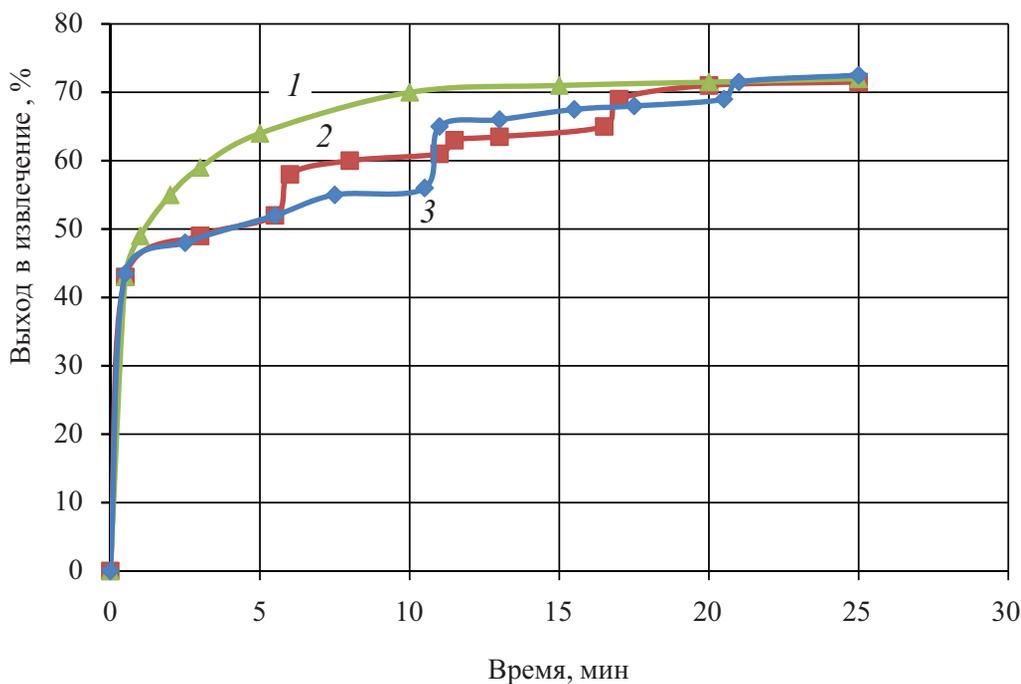


Рис. 3. Кинетика экстрагирования флавоноидных соединений из измельченных плодов боярышника в РПА при его непрерывной и периодической работе: 1 — РПА работает непрерывно; 2 — РПА выключался 3 раза на 5 мин; 3 — РПА выключался 2 раза на 10 мин

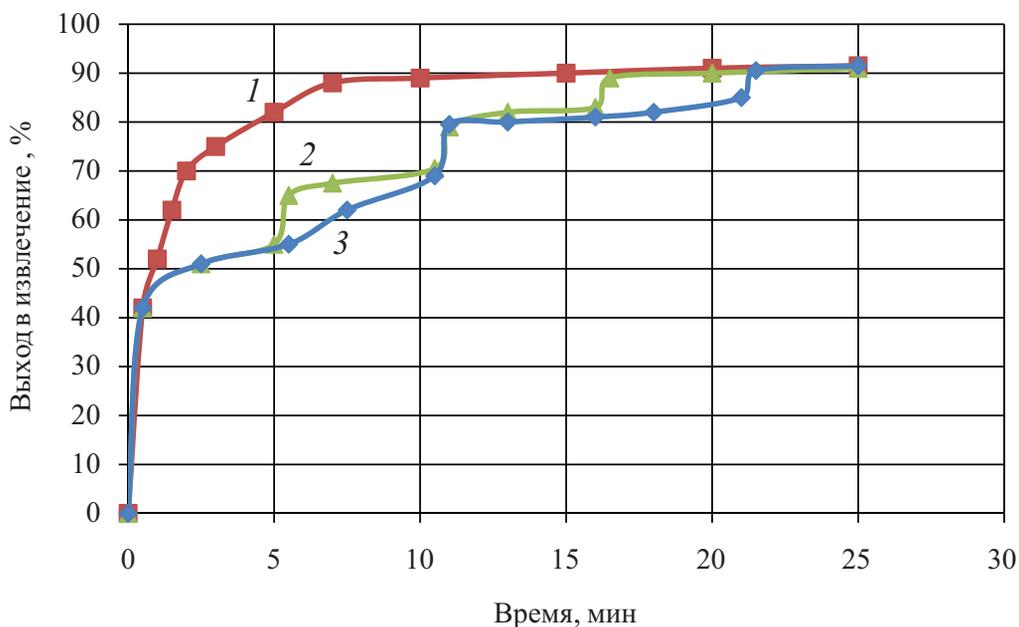


Рис. 4. Кинетика экстрагирования флавоноидных соединений из измельченной травы зверобоя в РПА при его непрерывной и периодической работе: 1 — РПА непрерывно работает; 2 — РПА выключался 3 раза на 5 мин; 3 — РПА выключался 2 раза на 10 мин

Пример 3. ПА периодического действия имел следующие характеристики: число барабанов — 3; объем барабана — 0,62 л; диаметр барабана — 110 мм; скорость вращения водила — 448 об/мин; скорость вращения барабанов — 550 об/мин; центробежное ускорение на окружности вращения барабанов — 28g; масса роликов — 0,895 кг; диаметр роликов — 57 мм; материал барабанов и роликов — сталь нержавеющей.

Исследовалась кинетика экстрагирования флавоноидных соединений (в пересчете на рутин) из измельчен-

ных (средний размер частиц — 1,8 мм) предварительно намоченных плодов боярышника [16–19] 40% водным раствором этилового спирта. Массовое соотношение плоды: экстрагент составляло 1:12, коэффициент заполнения барабанов перерабатываемой суспензией — 50%. В барабаны помимо сырья и экстрагента загружали ролики в количестве 1 шт/барабан.

ПА включали на 30 с. За вычетом времени разгона и остановки аппарата продолжительность обработки суспензии на расчетном режиме составляла 15–20 с.

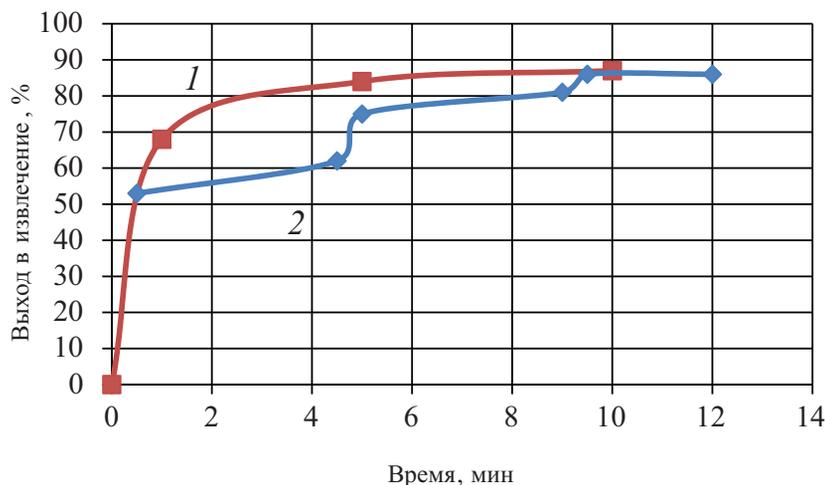


Рис. 5. Кинетика экстрагирования флавоноидных соединений из плодов боярышника в ПА при его непрерывной и периодической работе: 1 — ПА работает непрерывно; 2 — ПА выключался 2 раза на 4 мин

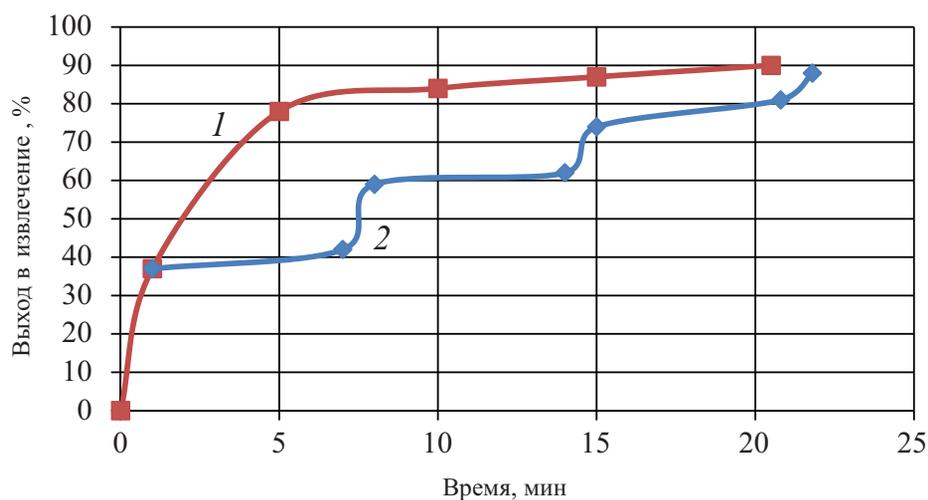


Рис. 6. Кинетика экстрагирования флавоноидных соединений из корня солодки в ПА при его непрерывной и периодической работе: 1 — ПА работает непрерывно; 2 — ПА выключался 3 раза на 6 мин

Выдерживали паузу в течение 4 мин и включали аппарат на 30 с, вновь выдерживали паузу в течение 4 мин и включали аппарат на 30 с. Экспериментальные данные по кинетике непрерывного и прерывистого экстрагирования приведены на рис. 5.

На заключительной стадии процесса (кривая 2, рис. 5) ПА не работал. Полученные результаты свидетельствуют о том, что суммарный выход в извлечение флавоноидных соединений через 10 мин экстрагирования в ПА, как при его непрерывной, так и периодической работе приблизительно одинаков (86%). В данных исследованиях затраты энергии на экстрагирование в ПА при его непрерывной работе были в 6,7 раза выше, чем при периодической работе. Кроме того, суспензию плодов боярышника после 10 мин непрерывного экстрагирования не удалось разделить фильтрованием, в то время, как после прерывистого экстрагирования — она разделялась.

Пример 4. Для экспериментов использовалась опытная установка, описанная в примере 3. Исследовалась кинетика экстрагирования флавоноидных соединений (в пересчете на рутин) из измельченных (средний размер частиц — 2,4 мм) предварительно намоченных корней солодки [15–18] 40% водным раствором этилового спирта. Массовое соотношение корня солодки:экстрагент составляло 1:12, коэффициент заполнения барабанов перерабатываемой суспензией — 50%. В барабаны помимо сырья и экстрагента загружали ролики в количестве 1 шт/барабан.

ПА включали на 1 мин. За вычетом времени разгона и остановки аппарата продолжительность обработки суспензии на расчетном режиме составляла приблизительно 45–50 с. Выдерживали паузу в течение 6 мин и включали аппарат на 1 мин, вновь выдерживали паузу в течение 6 мин, включали аппарат на 1 мин и т. д. Эксперименталь-

ные данные по кинетике непрерывного и прерывистого экстрагирования показаны на рис. 6 (см. стр. 20).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что суммарный выход в извлечение флавоноидных соединений через 21 мин экстрагирования в ПА, как при его непрерывной, так и периодической работе приблизительно одинаков (соответственно, 87,1 % и 87%). В данных исследованиях затраты энергии на экстрагирование в ПА при его непрерывной работе были в 5,3 раз выше, чем при периодической работе. Продолжительность фильтрации суспензии после 21 мин прерывистой работы ПА была в 6–8 раз ниже, чем при непрерывной работе ПА.

Список литературы

1. Аксельруд Г. А., Лысянский В. М. Экстрагирование (система твердое тело — жидкость). — Л.: Химия, 1974. 256 с.
2. Лысянский В. М., Гребенюк С. М. Экстрагирование в пищевой промышленности. — М.: Агропромиздат, 1987. 187 с.
3. Бабенко Ю. И., Иванов Е. В. Экстрагирование. Теория и практические приложения. — СПб.: Профessional, 2009. 334 с.
4. Davies J. T. A physical interpretation of drop sizes in homogenizers and agitated tanks, including the dispersion of viscous oils // *Chemical Engineering Science*. 1987. Vol. 42, No 7. P. 1671–1676.
5. Балабудкин М. А. Роторно-пульсационные аппараты в химико-фармацевтической промышленности. — М: Медицина, 1983. С. 145–155.
6. Долинский А. А., Басок Б. И. Роторно-импульсный аппарат. 1. Импульсные эффекты локального адиабатического вскипания и кавитации жидкости // *Промышленная теплотехника*. 1998. Т. 20, № 6. С. 7–10.
7. Долинский А. А., Басок Б. И. Роторно-импульсный аппарат. 2. Локальный импульсный нагрев жидкости // *Промышленная теплотехника*. 1999. Т. 21, № 1. С. 3–5.
8. Долинский А. А., Иванецкий Г. К. Принципы разработки новых энергосберегающих технологий и оборудования на основе методов дискретно импульсного ввода энергии // *Промышленная теплотехника*. 1997. Т. 19, № 4–5. С. 13–25.
9. Иванов Е. В., Швырев М. В., Минина С. А., Кочнев В. Г. Способ экстрагирования лекарственного растительного сырья в планетарном аппарате // *Хим.-фарм. журнал*. 2004. Т. 38, № 11. С. 29–32.
10. Иванов Е. В., Бабенко Ю. И., Мошинский А. И., Абиев Р. Ш. Растворение и экстрагирование в системе твердое тело-жидкость // *Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химической технологии*. Т. 2. — СПб.: НПО «Профessional», 2006. С. 442–523.
11. Вареных Н. М., Веригин А. Н., Джангирян В. Г. и др. Химико-технологические агрегаты механической обработки дисперсных материалов. — СПб: СПбУ, 2002. 482 с.
12. Швырев М. В., Иванов Е. В., Минина С. А. Интенсификация процессов экстрагирования лекарственно растительного сырья при переменном давлении в системе // *Материалы международной научно-практической конференции*. — СПб.: Издательство СПХФА. 2004. С. 214–217.
13. Иванов Е. В. Влияние дискретного перераспределения извлекаемого компонента в частицах сырья на процесс экстрагирования // *Вестник Воронежского ГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация*. 2006. № 2. С. 47–50.

14. Остриков А. Н., Горбатова А. В. Исследование кинетики процесса перемешивания спредов при переменном теплоподводе // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2015. № 2 (64). С. 10–13.
15. ГОСТ 24027.0–80. Сырье лекарственное растительное. Правила приемки и методы отборки проб.
16. Государственная фармакопея СССР. Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. МЗ СССР. 11-е изд., доп. — М.: Медицина, 1989. 400 с.
17. Курочкин Е. И. Лекарственные растения. 6-е изд., испр. и доп. — Самара: АВС, 2001. 560 с.
18. Лекарственные растения Государственной Фармакопеи / Под ред. И. А. Самылиной, В. А. Северцева. — М.: АНМИ, 1999. 488 с.

References

1. Aksel'rud G. A., Lysyanskiy V. M. Extraction (system a solid body — liquid). Leningrad, Khimiya, 1974. 256 p. (in Russian)
2. Lysyanskiy V. M., Grebenyuk S. M. Extraction in the food industry. Moscow, Agropromizdat, 1987. 187 p. (in Russian)
3. Babenko Yu. I., Ivanov E. V. Extraction. Theory and practical applications. — SPb.: Professional, 2009. 334 p. (in Russian)
4. Davies J. T. A physical interpretation of drop sizes in homogenizers and agitated tanks, including the dispersion of viscous oils. *Chemical Engineering Science*. 1987. Vol. 42, No 7. P. 1671–1676.
5. Balabudkin M. A. The rotor and pulsation devices in chemical pharmaceutical industry. — M: Meditsina, 1983. p. 145–155. (in Russian)
6. Dolinskii A. A., Basok B. I. Rotor and pulse device. 1. Pulse effects of local adiabatic boiling up and cavitation of liquid. *Promyshlennaya teplotekhnika*. 1998. Vol. 20, No 6. p. 7–10. (in Russian)
7. Dolinskii A. A., Basok B. I. Rotor and pulse device. 2. Local pulse heating of liquid. *Promyshlennaya teplotekhnika*. 1999. Vol. 21, No 1. p. 3–5. (in Russian)
8. Dolinskii A. A., Ivanitskii G. K. The principles of development of new energy saving technologies and the equipment on the basis of methods of discretely pulse input of energy. *Promyshlennaya teplotekhnika*. 1997. Vol. 19, No 4–5. p. 13–25. (in Russian)
9. Ivanov E. V., Shvyrev M. V., Minina S. A., Kochnev V. G. Way of extraction of medicinal vegetable raw materials in the planetary device. *Khim.-farm. zhurnal*. 2004. Vol. 38, No 11. p. 29–32. (in Russian)
10. Ivanov E. V., Babenko Yu. I., Moshinskii A. I., Abiev R. Sh. Dissolution and extraction in system a firm body liquid. *Novyi spravochnik khimika i tekhnologa. Protsessy i apparaty khimicheskoi tekhnologii*. 2006. Vol. 2. p. 442–523. (in Russian)
11. Varenikh N. M., Verigin A. N., Dzhangiryan V. G. i dr. Chemical and technological units of machining of disperse materials. — SPb: SPbU, 2002. 482 p. (in Russian)
12. Shvyrev M. V., Ivanov E. V., Minina S. A. Intensification of processes of extraction lekarstvenno vegetable raw materials with a variable pressure in system /Materials of the international scientific and practical conference. — SPb.: Izdatel'stvo SPkHFA. 2004. p. 214–217. (in Russian)
13. Ivanov, E. V. Influence of discrete redistribution of the taken component in raw materials particles on extraction process. *Messenger of the Voronezh GU. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2006. No 2. p. 47–50. (in Russian)

14. Ostrikov A. N., Gorbatova A. V. The study of the kinetics of the mixing process spreads at variable heat supply / *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta enzhenernih tekhnologiy* [Proceedings the Voronezh state University of engineering technologies]. 2015. No. 2 (64). P. 10–13. (in Russian)
15. GOST 24027.0–80. Raw materials the medicinal vegetable. Acceptance procedures and methods of a sampling of tests. (in Russian)
16. State pharmacopeia of the USSR. Vol. 2. General methods of the analysis. Medicinal vegetable raw materials. MZ USSR. 11th prod., additional. — M.: Meditsina, 1989. 400 p. (in Russian)
17. Kurochkin E. I. Herbs. 6th prod., corr. and additional. — Samara: AVS, 2001. 560 p. (in Russian)
18. Herbs of the State Pharmacopoeia / Under the editorship of I. A. Samylinoi, V. A. Severtseva. — M.: ANMI, 1999. 488 p. (in Russian)

Статья поступила в редакцию 18.06.2015

Требования к рукописям, представляемым в журнал «Вестник МАХ»

- В начале статьи, слева – УДК;
- после названия статьи – авторы с указанием места работы и контактной информации (e-mail);
- отдельно указываются ключевые слова на русском и английском (не более десяти);
- одновременно со статьей представляется аннотация на русском и английском языках. Аннотация должна содержать от 150 до 250 слов (приблизительно 700 печатных знаков). Аннотация должна быть полноценной и информативной, не содержать общих слов, отражать содержание статьи и результаты исследований, строго следовать структуре статьи. Аннотация на английском языке – не калька, она отличается от русского варианта и представляет собой качественный литературный перевод. Таким образом, аннотация позволяет решить, следует ли обращаться к полному тексту статьи. Сведения, содержащиеся в заглавии статьи, не должны повторяться в тексте аннотации. Следует избегать лишних вводных фраз, например, «автор статьи рассматривает...». Исторические справки, если они не составляют основное содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения в аннотации не приводятся.
- статьи представляются набранными на компьютере в текстовом редакторе Word 97-2007 на одной стороне листа через 1,5 интервала, размер шрифта 14.
- объем статьи не более 15 страниц (формат А4, вертикальный, 210x297 мм; поля: левое - 2 см, правое - 2 см, верхнее - 2 см, нижнее - 2 см);
- иллюстрации представляются на магнитном носителе в следующем формате: растровые - TIFF-CMYK-300 dpi, TIFF-BM-800 dpi, векторные - EPS-CMYK4
- формулы и отдельные символы набираются с использованием редактора формул MathType (Microsoft Equation). (не вставлять формулы из пакетов MathCad и MathLab).
- в статьях необходимо использовать Международную систему единиц (СИ);
- Список литературных источников должен быть оформлен по ГОСТу и содержать ссылки только на опубликованные работы. Для цитируемых статей из журналов следующее описание: фамилия и инициалы авторов, полное название статьи, через двойной слэш название журнала, год, том, номер, диапазон страниц. Для книг: фамилия и инициалы авторов, точное название книги, место издания (город), издательство, год, количество страниц. Номера ссылок в тексте должны идти строго по порядку их цитирования и заключаться в квадратные скобки. Количество пристатейных ссылок не менее 10-15

Статьи, оформленные с нарушением правил, редакцией не принимаются и возвращаются авторам без рассмотрения по существу. Автор гарантирует отсутствие плагиата и иных форм неправомерного заимствования результатов других произведений.

Данные об аффилировании авторов (author affiliation).

На отдельной странице и отдельным файлом: – сведения об авторах на русском и английском языках: фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, звания (звания в негосударственных академиях наук и почетные звания не указывать), должности основного места работы (учебы); наименование и почтовые адреса учреждений, в которых работают авторы, e-mail.

Статьи принимаются на магнитном носителе и в печатном экземпляре или высылаются на электронный адрес редакции vestnikmax@rambler.ru

Плата за публикации не взимается

Дополнительная информация для авторов на сайте <http://vestnikmax.com>