



ISSN: 2658–5782

Номер 1-2

2020

МНОГОФАЗНЫЕ СИСТЕМЫ

mfs.uimech.org

ТРУДЫ

VII Российской конференции
**«Многофазные системы:
модели, эксперимент, приложения»**,
посвященной 80-летию академика РАН
Р.И. Нигматулина

Уфа, 5–10 октября 2020 г.

Организаторы конференции:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,
Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления
Российской академии наук (ОЭММПУ РАН),
Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ),
Уфимский федеральный исследовательский центр РАН (УФИЦ РАН),
Правительство Республики Башкортостан (РБ),
Академия наук Республики Башкортостан (АН РБ),
Институт механики им. Р.Р. Мавлютова УФИЦ РАН (ИМех УФИЦ РАН)

Асимптотическое представление кривой выхода масла при сверхкритической флюидной экстракции из полидисперсного зернистого слоя молотого высокомасличного растительного сырья¹

Саламатин А.А., Егоров А.Г.

Институт механики и машиностроения ФИЦ Казанский научный центр РАН, Казань

Сверхкритическая флюидная экстракция (СФЭ) – технологический процесс извлечения ценных биологически активных соединений (БАВ) из молотого растительного сырья. При реализации СФЭ полидисперсная навеска засыпается в колонку экстракционного аппарата и формирует стационарный однородный зернистый слой, через который фильтруется растворитель. В качестве последнего, как правило, применяется CO_2 , сжатый до сверхкритического состояния [1].

Особенностью процесса на микроуровне отдельной частицы является многофазный характер распределения масла. В случае экстракции растительных жиров (триглицеридов) растворяющей способности экстрагента, как правило, недостаточно, чтобы полностью растворить целевые соединения. Предполагая высокую проводимость клеточных мембран, текущее распределение масла в индивидуальной частице описывается в рамках приближения сжимающегося ядра. Движение растворителя через слой, учитывая баланс массы по масляной компоненте, описывается одномерным уравнением конвективного переноса без учета конвективной диффузии (дисперсии) [2].

Традиционные модели процесса не учитывают полидисперсность навески молотого сырья, что оказывается существенным при интерпретации данных эксперимента и прогнозировании стоимости конечного продукта. Наблюдаемые кривые выхода масла (КВМ) – зависимость массы накопленного экстракта от времени – обычно характеризуются выраженной двумасштабностью по времени. На кривой можно выделить два характерных участка. Вначале КВМ растет линейно, что отвечает выходу из аппарата насыщенного маслом раствора. Затем концентрация масла у выходного сечения резко падает до практически нулевого значения, что отвечает медленному нелинейному росту КВМ на втором участке [3].

В представленном докладе обсуждается модель процесса, учитывающая полидисперсный характер зернистого слоя. Показано, что двумасштабность КВМ объясняется бимодальностью объемного распределения частиц по размерам. Для описания процесса достаточно рассмотреть две эффективные фракции с размерами частиц $a_1 \ll a_2$. Мелкодисперсная фракция a_1 с высокой удельной поверхностью отвечает за высокие начальные темпы роста КВМ. После ее истощения к концу линейного участка, источником масла остается лишь крупнодисперсная фракция.

Сформулированная модель в общем случае распределения частиц допускает аналитическое решение относительно КВМ. В предельном случае двухфракционного приближения получено ее асимптотическое представление в результате разложения решения по малому параметру $1/a_2$ – нормированной удельной поверхности крупной фракции. Полученные формулы предсказывают с высокой точностью продолжительность линейного роста КВМ и ее зависимость от времени на втором этапе.

Полученные теоретические результаты были успешно апробированы на представительном наборе экспериментальных данных [3, 4].

Список литературы:

- [1] Егоров А.Г., Саламатин А.А., Максудов Р.Н. Прямые и обратные задачи сверхкритической экстракции из полидисперсного зернистого слоя растительного материала // Теоретические основы химической технологии. 2014. Т. 48. № 1. С. 43–51.
- [2] Егоров А.Г., Саламатин А.А. Оптимизационные задачи в теории сверхкритической флюидной экстракции масла // Известия высших учебных заведений. Математика. 2015. № 2. С. 59–69.
- [3] Саламатин А.А., Егоров А.Г., Максудов Р.Н., Аляев В.А. Интерпретация кривых выхода извлекаемых компонентов при сверхкритической флюидной экстракции // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 22. С. 74–77.
- [4] Саламатин А.А. Оценка влияния конвективной диффузии на кинетику сверхкритической флюидной экстракции из бидисперсных зернистых слоев // Сверхкритические флюиды: Теория и практика. 2016. Т. 11. № 4. С. 41–53.

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках проектов 19-31-60013, 18-41-160001

Никонова Р.Ф. Инвариантные подмодели одноатомного газа на трехмерных подалгебрах с проективным оператором	73
Одинцев В.Н., Шиповский И.Е. Моделирование действия взрыва на метанонасыщенный угольный пласт	74
Панфилов С.В., Циркунов Ю.М. Рассеяние несферических частиц при отскоке от поверхности, обтекаемой потоком газовзвеси	75
Пахомов М.А., Терехов В.И. Гидродинамика и теплоперенос в газокапельном пристенном турбулентном потоке	76
Пашали А.А. Прогнозирование структуры течения газожидкостной смеси в рельефных трубопроводах	77
Пашали А.Ф., Михайлов В.Г. Разработка математической модели гидравлического сопротивления участка трубопровода с учетом влияния теплопереноса и структуры режимов водонефтяной смеси	78
Перебудин С.И., Перебудина Э.С., Холодова С.Е. Волны в жидкости над деформируемой поверхностью	79
Петров А.Г., Сандуляну Ш.В. Моделирование слияния газовых пузырьков в жидкости в пульсирующем поле давления	80
Рахимов А.А., Ахметов А.Т., Валиев А.А., Саметов С.П., Данилко К.В., Хайрулина Р.Р., Хисматуллин Д.Б. Экспериментальное изучение миграции раковых клеток в двухуровневом микрожидкостном устройстве	81
Рудяк В.Я., Третьяков Д.С. Теплофизические свойства наножидкостей с обычными частицами и углеродными трубками	82
Рыбакин Б.П., Кравченко М.Н., Садринов Д.Р. Численное исследование динамики кумулятивной детонации при изменении параметров оболочки пиропатрона	83
Сабитов К.Б. Колебания балки с учетом вращательного движения	84
Сайтов Р.И., Абдеев Р.Г., Абдеев Э.Р., Хабаева А.Р., Фатыхов М.А. Разработка техники и технологии свч-переработки нефтешламов	85
Саламатин А.А., Егоров А.Г. Асимптотическое представление кривой выхода масла при сверхкритической флюидной экстракции из полидисперсного зернистого слоя молотого высокомасличного растительного сырья	86
Саметов С.П., Питюк Ю.А. Экспериментальное исследование влияния акустического поля на подвижность пузырька по твердой поверхности в сдвиговом потоке	87
Сандуляну Ш.В. Силы вязкого и невязкого взаимодействия пульсирующих в жидкости двух сфер вблизи их контакта	88
Середжинова Г.И. Численное моделирование акустического рассеяния методом граничных элементов	89