

**Микромасштабные режимы массопереноса при сверхкритической флюидной экстракции в слое молотого растительного сырья**

**Научный руководитель – Егоров Андрей Геннадьевич**

***Саламатин Артур Андреевич***

*Аспирант*

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*E-mail: Arthouse131@rambler.ru*

Сверхкритическая флюидная экстракция (СФЭ) реализуется посредством фильтрации растворителя через пористый зернистый слой, который состоит из полидисперсных частиц измельченного растительного сырья, содержащего целевые извлекаемые вещества – масло. Во время экстракции растворитель проникает в сырье и растворяет в себе масло, которое затем диффундирует по внутренним межклеточным каналам и выносится фильтрующим потоком к выходному сечению аппарата [1]

Полная модель конвективно-диффузионного массопереноса в двухфазной среде состоит из двух подмоделей. Первая, макромасштабная, описывает массоперенос в масштабах аппарата и формулируется в приближении реактора идеального вытеснения. Соответствующее уравнение материального баланса принимает вид уравнения переноса с источником в правой части. Основным интерес представляет микромасштабная (внутренняя) подмодель, описывающая процессы растворения и диффузии масла внутри сырья.

Сформулирована общая внутренняя модель, учитывающая клеточное строение сырья, а также два вида сопротивления транспорту веществ из клеток сырья к поверхности частиц. Первое сопротивление обусловлено диффузией поперек клеточной мембраны, ограничивающей изначальную область локализации масла. Второе – транспортом по каналам сырья, роль которых выполняют клеточные стенки и межклеточное пространство. Отношение двух характерных времен диффузии (поперек мембраны и по каналам) равно одному из безразмерных комплексов задачи, критерий  $M$ . Второй критерий подобия задачи,  $\Theta$ , характеризует маслячность сырья.

На основе сформулированной модели проведена классификация микромасштабных режимов экстракции, которые главным образом определяются значениями критерия  $M$ . Построен главный член асимптотического разложения решения внутренней задачи при  $\Theta \rightarrow 0$ . Исследованы предельные режимы, отвечающие малым и большим значениям  $M$ , которые в литературе принято называть соответственно моделью целых и неповрежденных клеток [2] и схематизацией сжимающегося ядра [1, 3].

Показано, что в общем случае весь процесс экстракции частицы высокомасличного сырья можно разделить на три стадии. На первом этапе масло всюду существует в двух фазах: насыщенный раствор и нерастворенные капли. На втором этапе вглубь частицы продвигается фронт истощения, разделяющий внутреннюю маслосодержащую область и внешнюю зону, содержащую масло только в виде ненасыщенного раствора. На третьем этапе экстрагируется оставшееся, растворенное масло.

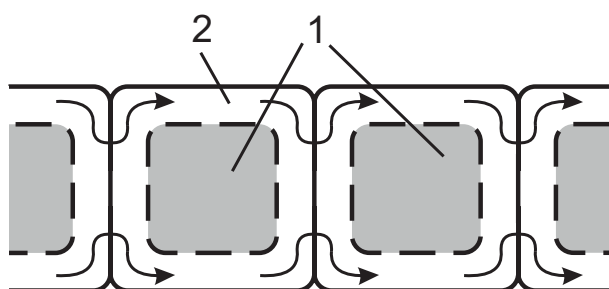
В завершение доклада обсуждаются подходы к идентификации микромасштабного режима экстракции в полидисперсном слое частиц по интегральной характеристике процесса, измеряемой в ходе лабораторного опыта.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Республики Татарстан в рамках проектов 15-41-02542 р\_поволжье\_a и 16-31-00007 мол\_a, а также за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности.

### Источники и литература

- 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) Sovova H. Rate of the vegetable oil extraction with supercritical CO<sub>2</sub>-I. Modelling of extraction curves // Chemical Engineering Science. 1994. V. 49. № 3. P. 409-414.
- 3) Goto M., Roy B.C., Hirose T. Shrinking-core leaching model for supercritical fluid extraction // J. Supercritical Fluids. 1996. V. 9. № 2. P. 128-133.

### Иллюстрации



**Рис. 1.** Схема движения веществ в растительных тканях. 1 — клетка; 2 — транспортные каналы; стрелки — диффузия по транспортным каналам; пунктирные линии — проницаемые клеточные мембраны (плазмалемма), ограничивающие начальную область локализации масла (серый цвет).