

Косачев Вячеслав Степанович

д-р техн. наук, профессор

Гукасян Александр Валерьевич

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный

технологический университет»

г. Краснодар, Краснодарский край

РЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕЧЕНИЯ МАСЛИЧНОГО МАТЕРИАЛА В ЭКСТРУДЕРЕ

Аннотация: в результате проведенных исследований установлено, что реология масличного материала описывается уравнением течения идеально-пластической модели Бингама. Анализ экспериментальных данных показал линейную зависимость аппроксимации только коэффициентов предела текучести вязкопластичного материала от гидростатического давления.

Ключевые слова: предел текучести, пластическая вязкость, структурообразование, скорость сдвига, идеально-пластическая модель Бингама.

Разработка перспективных направлений производства пищевой продукции связана с последовательным многоэтапным фракционированием [1]. Наиболее интересными в этом случае являются процессы теплопереноса, массопереноса, и фильтрации [2]. Объединяет эти процессы наличие диффузионного и реологического механизмов. Численный анализ этих процессов показывает значительное влияние консистенции на скорость переноса целевых компонентов [3]. Параметризация уравнений переноса [4] позволяет использовать физико-химические методы анализа компонентов сырья, основных и вспомогательных материалов для моделирования этих процессов. В ряде случаев математическое моделирование позволяет получить косвенные характеристики процесса [5] не наблюдаемые непосредственно. Целью данной работы является определение параметров течения пластичной массы при экструзионной переработке масличных культур. Учитывая, что измеряемая вязкость связана с процессами структурообразования при

увеличении скорости сдвига измеряемая вязкость стремится к Ньютоновской, использовали реологическую модель Бингама для интерпретации полученных результатов. В качестве экспериментального материала использовали мезгу, выходящую из жаровни и поступающую в экструдер для последующего процесса отжима растительных масел в шнековом прессе. Вязкость измеряли на ротационном вискозиметре при различном избыточном гидростатическом давлении (p , Па) до 2000 Па. Скорость сдвига в процессе измерения варьировалась, от 1 до 10 рад/сек. Данные эксперимента представлены на графике в осях скорость сдвига – напряжение сдвига (Рисунок 1).

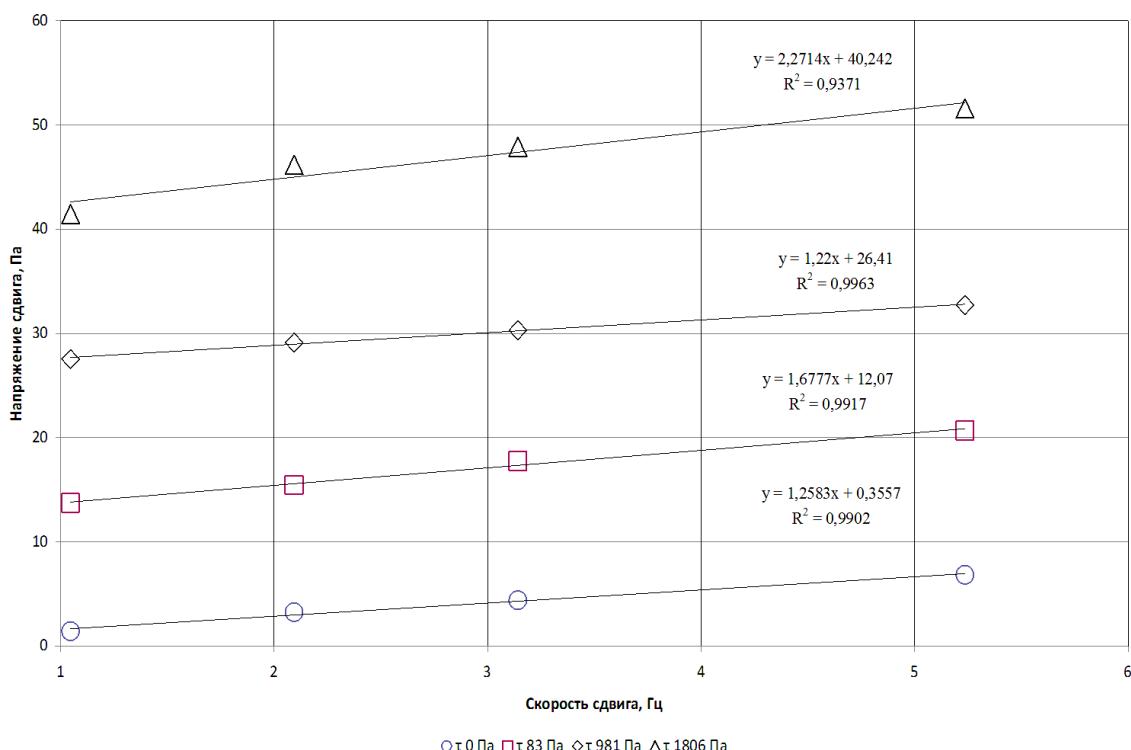


Рис.1. График консистенции при изменении гидростатического давления

Как видно из представленного графика (рисунок 1) наиболее реалистичным уравнением течения [14] является модель Бингама:

$$\tau(\dot{\gamma}) = \tau_0 + \mu_{pl} \cdot \dot{\gamma} \quad (1),$$

где τ_0 – предел текучести; μ_{pl} – пластическая вязкость; $\dot{\gamma}$ – скорость сдвига. Для определения влияния гидростатического давления на параметры Бингамовской реологической модели (1) провели статистический анализ коэффициентов линейной аппроксимации экспериментальных данных показавший зависимость

2 <https://interactive-plus.ru>

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

только предела текучести вязкопластичного материала от гидростатического давления. В результате установлено, что предел текучести масличного материала линейно изменяется в зависимости от гидростатического давления. Аппроксимация уравнения течения в рамках Бингамовской реологической модели с учетом установленного влияния гидростатического давления может быть представлена следующей зависимостью:

$$\tau(\dot{\gamma}, p) = (0,016 \cdot p + 10,604 \text{ Pa}) + (1,607 \cdot \text{Pa} \cdot \text{сек}) \cdot \dot{\gamma} \quad (2).$$

Зависимость (2) позволяет идентифицировать течение пластического слоя как масляной пленки на границе поршневого течения материала. В результате проведенных исследований установлено, что реология масличного материала описывается уравнением течения идеально-пластической модели Бингама. Предел текучести масличного материала линейно изменяется в зависимости от гидростатического давления.

Список литературы

1. Гукасян А.В. Анализ факторов процесса отжима растительного масла в шнековом прессе // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2017. – №4 (358). – С. 64–68.
2. Гукасян А.В. Совершенствование и обоснование эффективного мембранныго массообменника для экстракционного разделения жидких смесей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар, 2004.
3. Кошевой Е.П. Конденсатор / Е.П. Кошевой, В.С. Косачев, А.Г. Верещагин, А.В. Гукасян, А.А. Схаляхов. // Патент на полезную модель RUS 61401 27.11.2006.
4. Подгорный С.А. Влажностно-температурные кинетические зависимости при сушке / С.А. Подгорный, В.С. Косачев, Е.П. Кошевой, А.А. Схаляхов // Новые технологии. – 2014. – №1. – С. 43–47.
5. Схаляхов А.А. Разработка модели конденсации парогазовых смесей с полимерными поливолоконными мембранами / А.А. Схаляхов, А.Г. Верещагин, В.С. Косачев, Е.П. Кошевой / Новые технологии. – 2009. – №1. – С. 39–43.