

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).

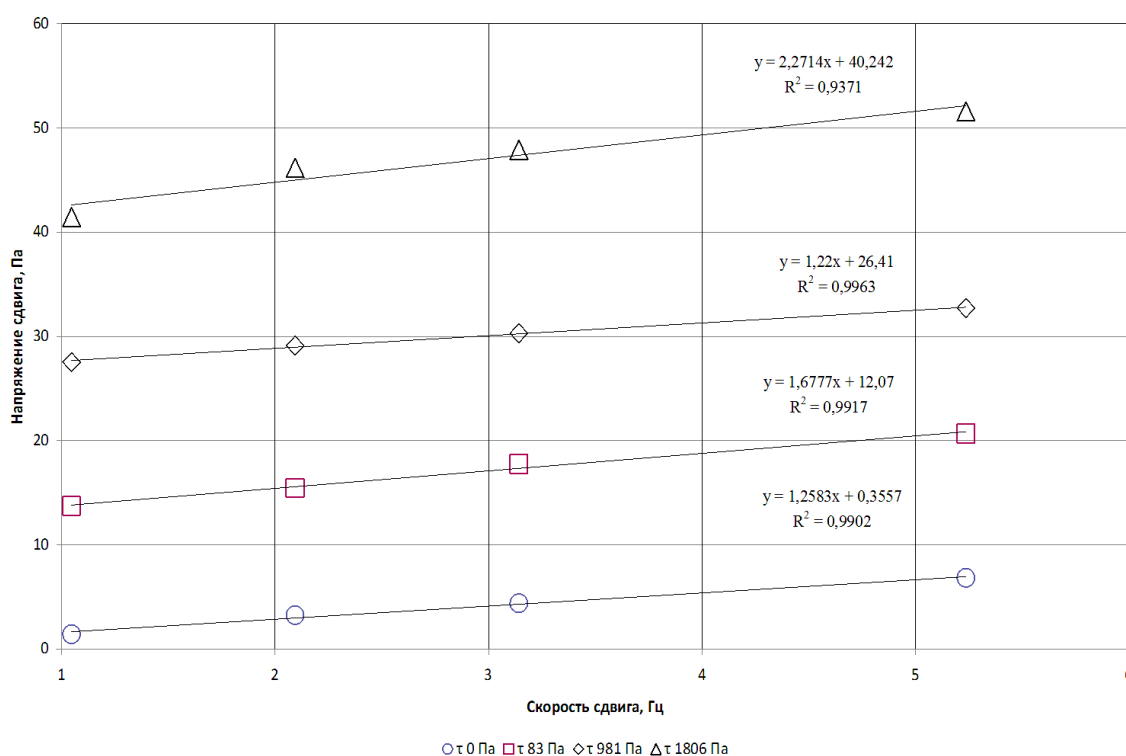


Рис.1. График консистенции при изменении гидростатического давления

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

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

где τ_0 – предел текучести; $\mu_{пл}$ – 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

только предела текучести вязкопластичного материала от гидростатического давления. В результате установлено, что предел текучести маслячного 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:

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

Зависимость (2) позволяет идентифицировать течение пластического слоя как масляной пленки на границе поршневого течения материала. В результате проведенных исследований установлено, что реология маслячного материала описывается уравнением течения идеально-пластической модели Бингама. Предел текучести маслячного 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 мембранного 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. Схяхов. // 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. Схяхов // Новые технологии. – 2014. – №1. – С. 43–47.
5. Схяхов А.А. Разработка модели конденсации парогазовых смесей с полимерными полуволоконными мембранами / А.А. Схяхов, А.Г. Верещагин, В.С. Косачев, Е.П. Кошевой / Новые технологии. – 2009. – №1. – С. 39–43.