

Определение оптимальных параметров процесса экструдирования высоконаполненных пластмасс

Р.Ф. Сагитов, к.т.н., ОАО НИПИЭП; **Е.А. Фёдоров**, нач. уст., ООО «Газпром добыча Оренбург»; **Р.Н. Касимов**, к.т.н., **С.В. Василевская**, к.т.н., Оренбургский ГУ; **И.Д. Алямов**, к.с.-х.н., **П.А. Иванов**, к.с.-х.н., Оренбургский ГАУ

Актуальность проблемы состоит в том, что в настоящее время в России большое внимание уделяется утилизации и вторичной переработке промышленных и бытовых отходов. Методы и способы переработки могут быть различными [1–3]. На наш взгляд, менее энергоёмким и экологически чистым способом переработки промышленных и бытовых отходов является экструдирование многокомпонентных смесей в пресс-экструдере для получения на выходе высококачественных облицовочных и строительных материалов.

В Оренбургском государственном университете в сотрудничестве с ОАО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем» (г. Оренбург) был проведён комплекс экспериментов по определению оптимальных параметров процесса экструдирования высоконаполненных пластмасс. На основании полученных экспериментальных результатов были построены зависимости энергоёмкости N/Q от длины фильеры l_f , мм и от процента связующих добавок C (состава компонентов) при различных угловых скоростях вращения шнека $\omega = 30 \text{ мин}^{-1}$, $\omega = 45 \text{ мин}^{-1}$, $\omega = 60 \text{ мин}^{-1}$, представленные на рисунках 1–3 [4–12].

Зависимость можно представить в виде функции:

$$N/Q = f(C, l_f, \omega). \quad (1)$$

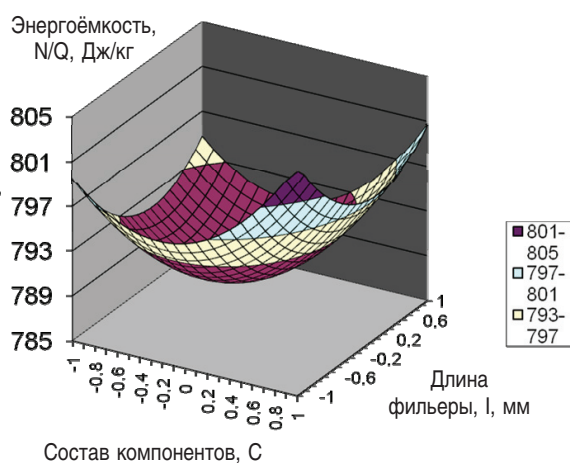


Рис. 1 – Зависимость энергоёмкости N/Q от длины фильеры l_f , от процента связующих добавок C , при угловой скорости вращения шнека $\omega = 30 \text{ мин}^{-1}$

Подвергнув зависимость [1] аппроксимации полиномом второй степени с учётом межфакторного взаимодействия и исключив из уравнения незначимые коэффициенты, получили уточнённое уравнение регрессии:

$$N/Q = 756,8066 + 2,980916X_1 - 2,3562625X_2 - 20,9961X_3 + 6,438023X_1^2 + 5,196949X_2^2 + 10,72537X_3^2, \quad (2)$$

где $X_1 = -0,05C + 1,5$;

$X_2 = 0,0333l_f^{-3}$;

$X_3 = 0,0667\omega^{-3}$.

Значимость уравнения регрессии 2 определяли по критерию Фишера [12].

Установлено, что при угловой скорости вращения шнека 60 об/мин минимальные удельные затраты энергии, которые может достичь пресс-экструдер, составляют 745 Вт·с/ч. При этом процент связующих добавок изменяется от 42 до 28%, длина фильеры от 84 до 108 мм, что обеспечивает удельные затраты энергии меньше 747 Вт·с/ч [4, 6, 8].

При угловой скорости вращения шнека 45 об/мин минимальные удельные затраты энергии составят 757 Вт·с/ч. При этом процент связующих добавок изменяется от 44 до 26%, длина фильеры – от 81 до 111 мм, что обеспечивает удельные затраты энергии меньше 758 Вт·с/ч [4, 6, 9].

При угловой скорости вращения шнека 30 об/мин минимальные удельные затраты энергии составят 785 Вт·с/ч, а процент связующих добавок изменяется от 42 до 28%, длина фильеры – от 81 мм до 108 мм, что обеспечивает удельные затраты энергии меньше 789 Вт·с/ч [4, 6, 8].

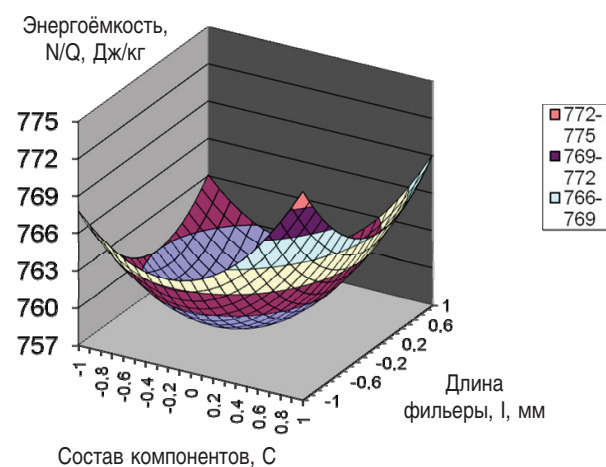


Рис. 2 – Зависимость энергоёмкости N/Q от длины фильеры l_f , от процента связующих добавок C , при угловой скорости вращения шнека $\omega = 45 \text{ мин}^{-1}$

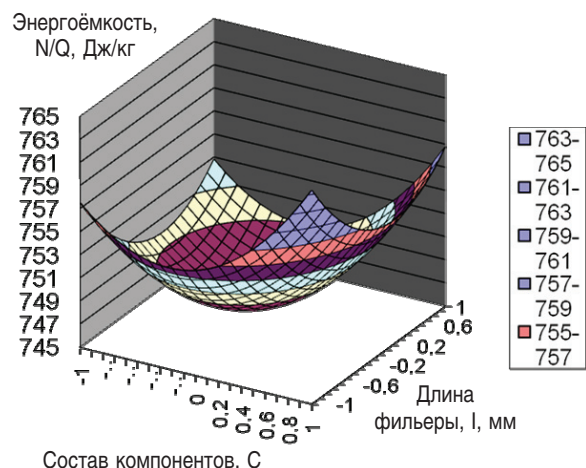


Рис. 3 – Зависимость энергоёмкости N/Q от длины фильеры l_f от процента связующих добавок C , при угловой скорости вращения шнека $\omega = 60 \text{ мин}^{-1}$

Таким образом, проанализировав зависимости энергоёмкости процесса экструдирования высоконаполненных пластмасс в зависимости от длины фильеры и содержания компонентов при трёх значениях угловой скорости вращения шнека, можно сделать вывод, что наименее энергоёмкий процесс осуществляется при угловой скорости вращения шнека 60 об/мин, проценте связующих добавок от 42 до 28%, длине фильеры — от 84 до 108 мм, причём удельные затраты энергии будут наименьшие.

Литература

1. Фёдоров Е.А., Сагитов Р.Ф. Утилизация и вторичная переработка отходов химических производств // Материалы и технологии XXI века: сб. ст. VIII Междунар. науч.-технич. конф. Пенза: Приволжский Дом знаний, 2010. С. 189–191.
2. Фёдоров Е.А., Сагитов Р.Ф. Технология получения древесно-полимерных композитов методом экструзии // Инновати-ка-2010: сб. матер. VI Всеросс. науч.-технич. конф. студен-тов, аспирантов и молодых учёных с элементами научной школы (12–16 апреля 2010 г.). Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. Т. 1. С. 188–189.
3. Фёдоров Е.А., Сагитов Р.Ф., Стародубцев А.В. Утилизация отходов деревоперерабатывающих, химических и пищевых производств методом экструзии // Современные промышленные технологии: матер. Всеросс. науч. и науч.-технич. конф. (Computer-Based Conferences). Декабрь 2009 г. Нижний Новгород: Нижегородский научный и информационно-методический центр «Диалог» (ННИМЦ «Диалог»), 2009 г. С. 31–33.
4. Полищук В.Ю., Сагитов Р.Ф., Фёдоров Е.А. и др. Теоретические основы описания процесса движения высоконаполненных пластмасс в канале шнека // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. № 4. С. 137–141.
5. Полищук В.Ю., Сагитов Р.Ф., Фёдоров Е.А. Течение высоконаполненных пластмасс в канале прессующего механизма // Труды седьмой Всероссийской научной конференции с международным участием. Ч. 2: Моделирование и оптимизация динамических систем и систем с распределёнными параметрами. Самара: СамГТУ, 2010. С. 213.
6. Полищук В.Ю., Сагитов Р.Ф., Рекун К.О. и др. Математическая модель процесса экструдирования высоконаполненных пластмасс // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. № 10. С. 165–168.
7. Фёдоров Е.А., Сагитов Р.Ф., Рекун К.О. Методика определения параметров эффекта процесса экструдирования высоконаполненных пластмасс // Прогрессивные технологии в современном машиностроении: сб. ст. VI Междунар. науч.-технич. конф. Пенза: Приволжский Дом знаний, 2010. С. 254–255.
8. Гулак М.З., Баширов В.Д., Левин Е.В. и др. Анализ распределения температуры в канале одношнекового пресс-экструдера при производстве древесно-наполненных полимерных композитов с применением древесных опилок // Вестник Ижевского государственного технического университета. 2013. Вып. № 1 (57). С. 11–13.
9. Гулак М.З., Баширов В.Д., Алямов И.Д. и др. Технология получения древесно-наполненных полимерных композитов (ДПКТ) из целлюлозосодержащего сырья методом экструзии // Проблемы развития АПК региона: сб. ст. науч.-практич. журнала. № 1 (13). 2013. С. 63–70.
10. Баширов В.Д., Барышников М.Г., Гулак М.З. и др. Экономическая эффективность внедрения нового технологического объекта // Экономика и предпринимательство. 2013. № 10 (39). С. 521–523.
11. Гулак М.З., Баширов В.Д., Левин Е.В. Современные технологии сепарирования и переработки твёрдых бытовых отходов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (47). С. 77–80.
12. Грачёв Ю.П. Математические методы планирования экспериментов. М.: Пищевая промышленность, 1979. 200 с.