

УДК 681.5:621.315

СИСТЕМА КОМБИНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЕМ В ЭКСТРУДЕРЕ ПРИ НАЛОЖЕНИИ ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДНЫХ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ

Ю.В. Митрошин

Самарский государственный технический университет
Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Разработана автоматическая система комбинированного управления давлением в экструдере при наложении полимерной изоляции проводных кабелей связи. Система обеспечивает стабилизацию давления расплава полимера в формующем инструменте экструдера путем компенсации основного возмущающего воздействия, вызываемого конструктивными особенностями экструдеров, – пульсирующего градиента давления расплава полимера на выходе экструдера. Тем самым обеспечивает стабильность мгновенной производительности экструдера и диаметра изоляции кабельной жилы.

Ключевые слова: кабели связи, экструзия, расплав полимера, давление, комбинированное управление.

Отличительной чертой работы шнековых экструдеров при изолировании проводных кабелей является наличие возмущающего воздействия – пульсирующего градиента давления расплава полимера в формующем инструменте (кабельной головке) экструдера, вызванного вращением шнека, что обуславливает гармонические изменения мгновенной объемной производительности экструдера и, соответственно, периодические нерегулярности диаметра изоляции кабельной заготовки [1–4]. Используемые в настоящее время на практике конструктивные методы для уменьшения описываемого эффекта путем увеличения отношения длины шнека к его диаметру или применение специально спроектированных насадок на торцевую часть шнека принципиально не решают проблемы.

Как отмечалось в [5], основными проблемами при автоматизации технологического процесса изолирования проводных кабелей связи являются:

- недостаточная точность стабилизации температуры расплава полимера в выходной зоне экструдера;
- отсутствие управления температурой воды в охлаждающих ваннах;
- отсутствие регулирования пульсирующего градиента давления в формующем инструменте, что приводит к гармоническим нерегулярностям диаметра изолированной кабельной жилы вследствие циклических колебаний производительности экструдера.

С той поры только первая задача получила достойное решение. Была разработана система распределенного управления температурой расплава полимера в зоне дозирования одночервячного экструдера, позволившая гарантировать точность регулирования температуры не хуже $\pm 0,5$ °C (0,3 % от заданного значения) [6].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект 15-08-04209-а).

Юрий Владимирович Митрошин, аспирант.

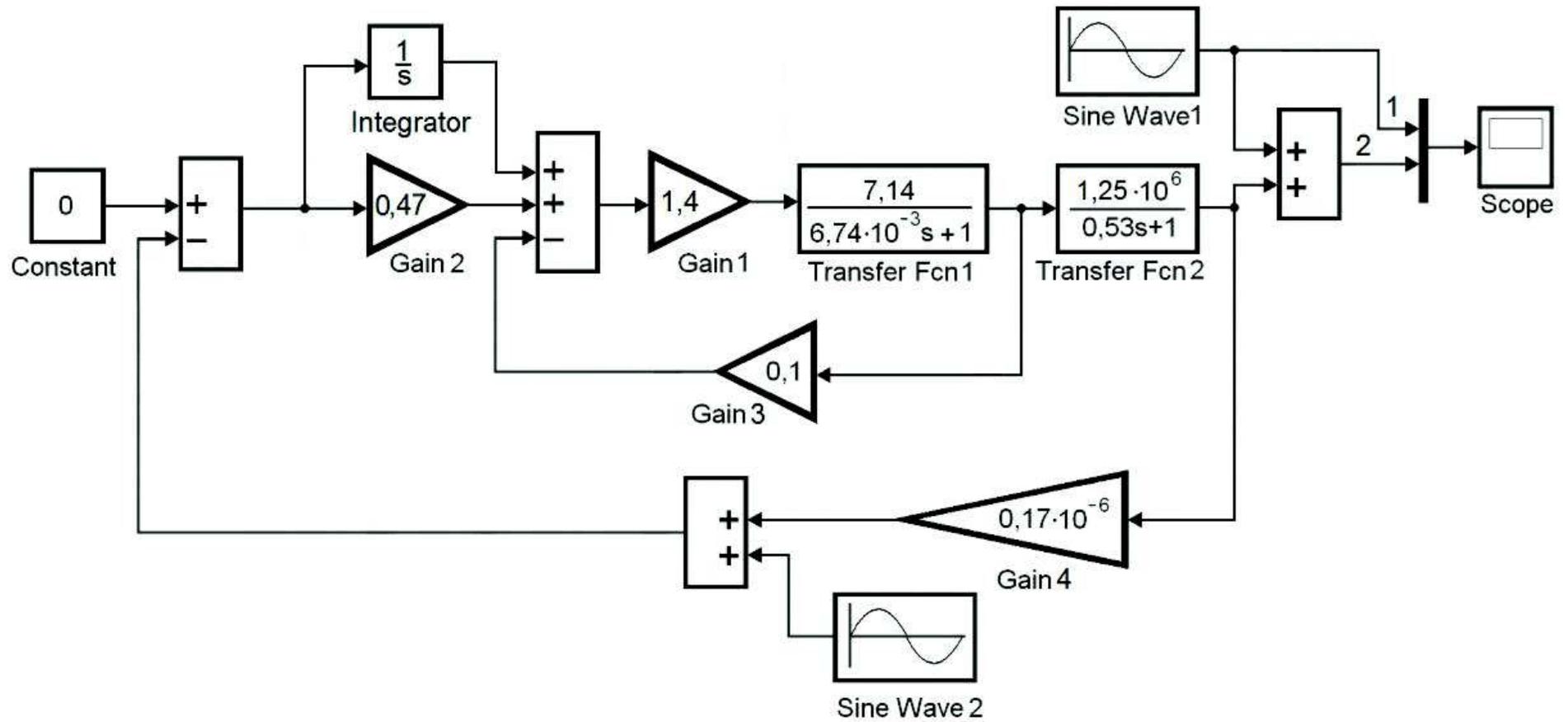


Рис. 1. Модель системы комбинированного управления давлением в кабельной головке шнекового экструдера в Matlab/Simulink

Для обеспечения стабильной производительности экструдера, которая может оцениваться по его объемной производительности либо по удельной весовой производительности (массе изоляции на единицу длины кабельной жилы), необходимо в ходе наложения изоляции поддерживать постоянным давление расплава полимера в формующем инструменте прессы [7].

В [7] отмечается, что при регулировании наложения изоляции проводных кабелей связи по сравнению с традиционным регулированием числа оборотов шнека для поддержания постоянства производительности экструдера регулирование рабочего давления имеет существенное преимущество.

В [1] показано, как параметры пульсирующего градиента давления расплава полимера в формующем инструменте могут быть определены экспериментально.

Целью настоящей работы была разработка системы комбинированного управления давлением в кабельной головке экструдера, обеспечивающей стабилизацию мгновенной объемной производительности экструдера и тем самым регулярность диаметра изоляции, накладываемой на медный проводник.

Модель системы комбинированного управления давлением в кабельной головке шнекового экструдера в Matlab/Simulink приведена на рис. 1.

На рис. 2 показана реакция системы на единичное управляющее воздействие при наличии аддитивного нерегулируемого возмущения на выходе.

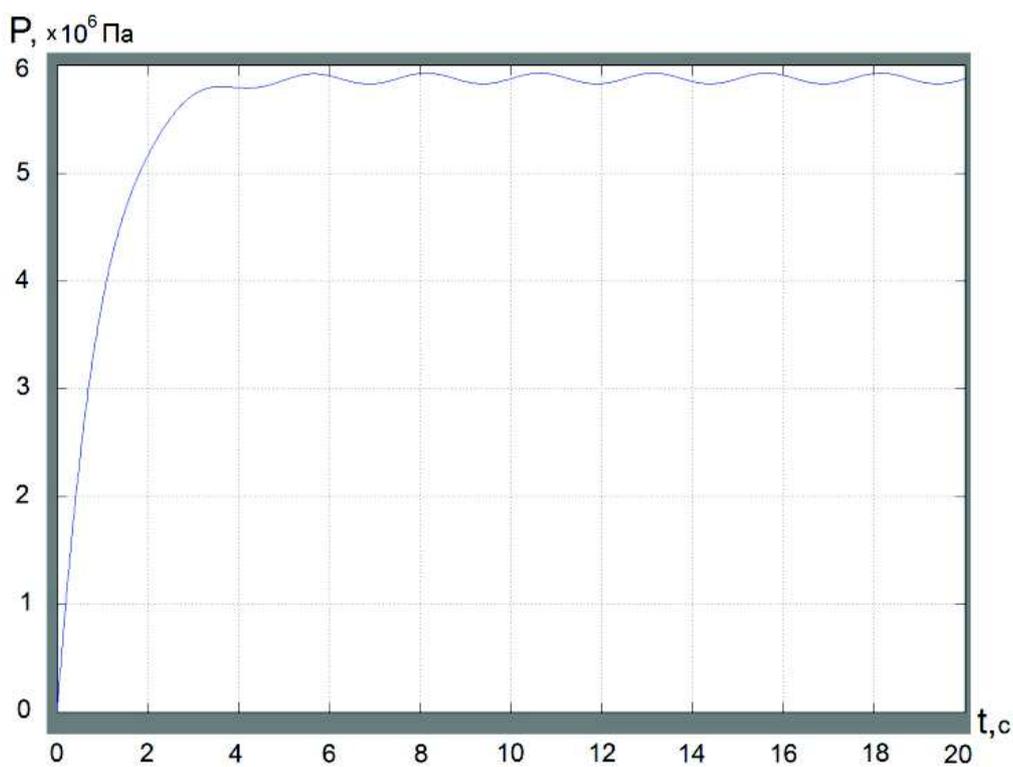


Рис. 2. Реакция системы на единичное управляющее воздействие при наличии аддитивного нерегулируемого возмущения на выходе

На рис. 3 продемонстрирована эффективность разработанной системы управления давлением расплава полимера.

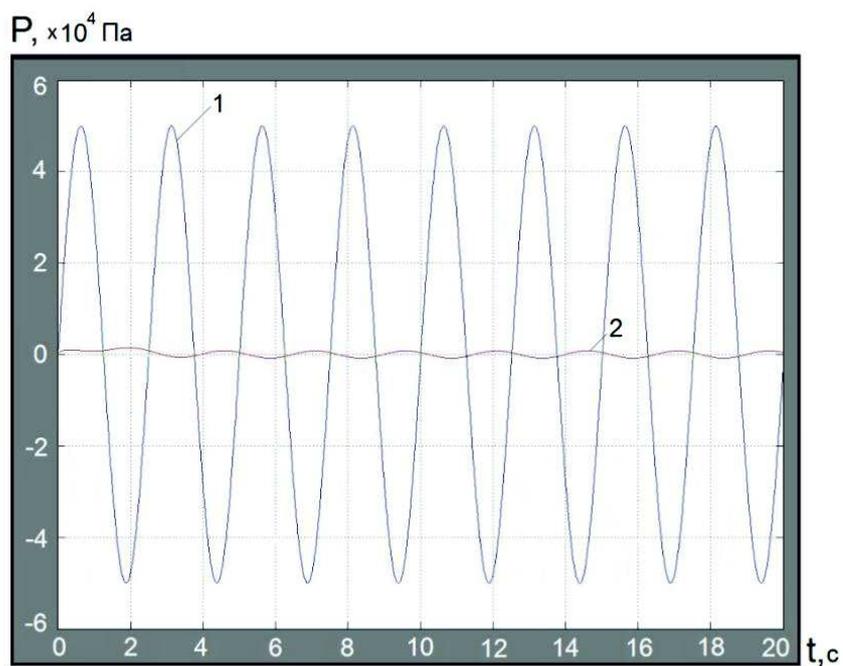


Рис. 3. Эффективность работы системы стабилизации давления в кабельной головке шнекового экструдера: 1 – возмущающее воздействие; 2 – стабилизированное давление

На рис. 4 показана реакция системы на единичное управляющее воздействие с учетом компенсации возмущения.

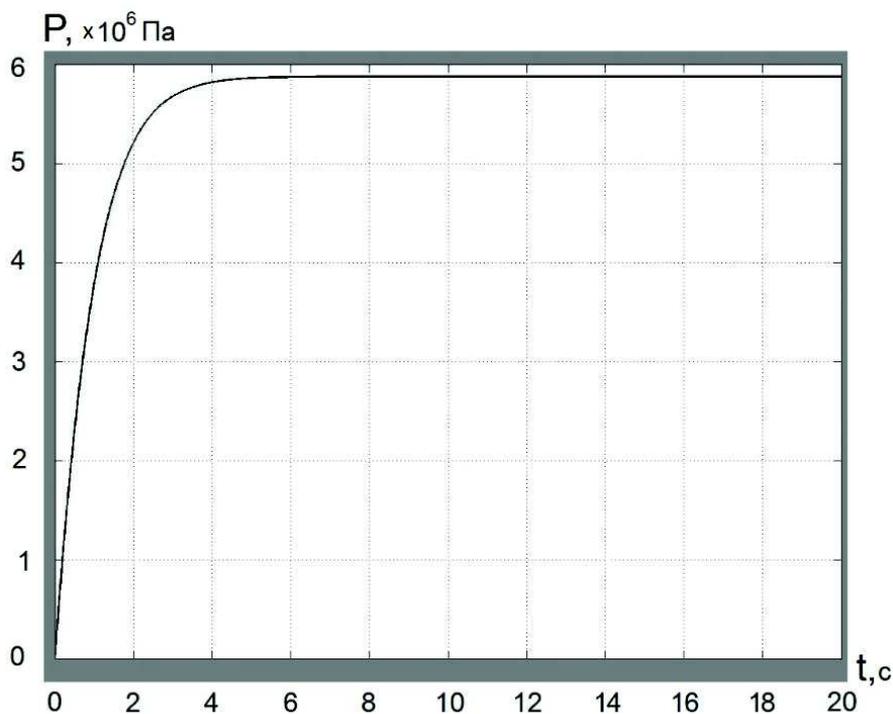


Рис. 4. Реакция системы на единичное управляющее воздействие с учетом компенсации возмущения

При работе системы комбинированного управления давлением амплитуда его пульсаций в кабельной головке уменьшается в 62,5 раза ($0,8 \cdot 10^3$ Па вместо $5 \cdot 10^4$ Па). Соответственно, уменьшаются пульсации мгновенной производительности экструдера и нерегулярности диаметра изоляции жилы кабеля.

На технологической операции наложения сплошной изоляции на медный

проводник основным параметром качества, влияющим на нестабильность эксплуатационных характеристик кабеля, является диаметр изолированной жилы [8].

Таким образом, разработанная система комбинированного управления давлением в кабельной головке экструдера обеспечивает стабилизацию его мгновенной объемной производительности в процессе изолирования проводных кабелей связи и, соответственно, повышение регулярности диаметра изолированной жилы кабеля, что в конечном итоге обеспечивает гарантированное достижение заданного эксплуатационного параметра качества изготавливаемого кабеля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Marinov S., Steller R.* Erfassung der Schmelzeströmung in Extrusionsdüsen bei pulsierendem Druckgradienten. – *Plaste und Kautschuk*, 1985, Bd. 32, № 9, s. 346–349.
2. *Митрошин В.Н.* Регулирование давления расплава полимера в зоне дозирования одночервячного экструдера при пульсирующем градиенте давления // *Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки.* – 2011. – № 1 (29). – С. 39–44.
3. *Митрошин В.Н., Митрошин Ю.В., Кулешова Д.И.* Использование системного подхода при автоматизации многооперационных технологических процессов производства кабелей связи // *Информационные, измерительные и управляющие системы (ИИУС-2012): Материалы III Международной научно-технической конференции (Самара, 29–31 мая 2012 г.).* – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – С. 43–48.
4. *Митрошин В.Н., Кулешова Д.И.* Разработка системы управления процессом изолирования кабелей связи, обеспечивающей достижение требуемого эксплуатационного качества продукции // *Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки.* – 2015. – № 1(45). – С. 71–77.
5. *Paton C.* Dynamic size control in an extrusion line. – *Wire Industry*, 1972, December, p. 992–994.
6. *Нечаев А.С., Митрошин В.Н.* Структурное и численное моделирование распределенного управления температурой расплава полимера в зоне дозирования одночервячного экструдера // *Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки.* – 2013. – № 2 (38). – С. 26–32.
7. *Reiner T., Bohmann J.* Prozessorgeregeltes ummanteln elektrischer Leiter. – *Drahtwelt*, 1986, Jg.72, № 5, s. 138–141.
8. *Митрошин В.Н.* Автоматизация технологических процессов производства кабелей связи. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 140 с.

Статья поступила в редакцию 9 июня 2016 г.

PRESSURE COMBINED CONTROL SYSTEM IN AN EXTRUDER AT IMPOSING POLYMERIC INSULATION

Y. V. Mitroshin

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya str., Samara, 443100, Russian Federation

Automatic control pressure system in the extruder was developed applying for the process of polymer insulation of wired communication cables. The system provides a polymer melt pressure stabilization in the forming extruder tool by compensating the main disturbance caused by extruder design features – a pulsating pressure gradient of polymer melt at the outlet of the extruder. This ensures the stability of the instant productivity of the extruder and the diameter of insulation of the cable core.

Keywords: communication cables, extrusion, a polymer melt, pressure, combined control.