



УДК: 004.021

**ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ
КАЧЕСТВЕННЫХ ВТОРИЧНЫХ ГРАНУЛ С ЭКОНОМИЕЙ РЕСУРСОВ****Гагиева Раъно Тешабаевна***К.т.н., проф***Яхёев Ферузжон Алоевич***Докторант Национальный исследовательский университет «ТИИМСХ»*

Аннотация: *Статья посвящена вопросам автоматизации процесса гранулирования полиэтилена. Рассматриваются основные этапы гранулирования, включая экструзию, охлаждение, нарезку и упаковку гранул, а также современные подходы и технологии для повышения эффективности производства. Анализируются возможности применения автоматизированных систем управления для оптимизации этих процессов, повышения производительности и улучшения качества конечного продукта. Описаны ключевые задачи, связанные с внедрением автоматизации, а также предлагаются решения для их успешного выполнения.*

Ключевые слова: *Гранула, температура, контроль, вода, уровень, качество, производства, станок, оборудование, реле, программа, управления.*

ВВЕДЕНИЕ

Гранулирование полиэтилена является важным этапом в производственном процессе переработки этого материала, который представляет собой одну из наиболее распространенных синтетических полимерных материалов [1]. Процесс гранулирования включает в себя экструзию расплава полиэтилена, его охлаждение, нарезку и формирование гранул, которые затем используются для производства различных пластиковых изделий (рис.1.). Однако гранулирование полиэтилена — это сложный и многоступенчатый процесс, требующий точного контроля за рядом параметров, таких как температура, давление, скорость потока и другие.

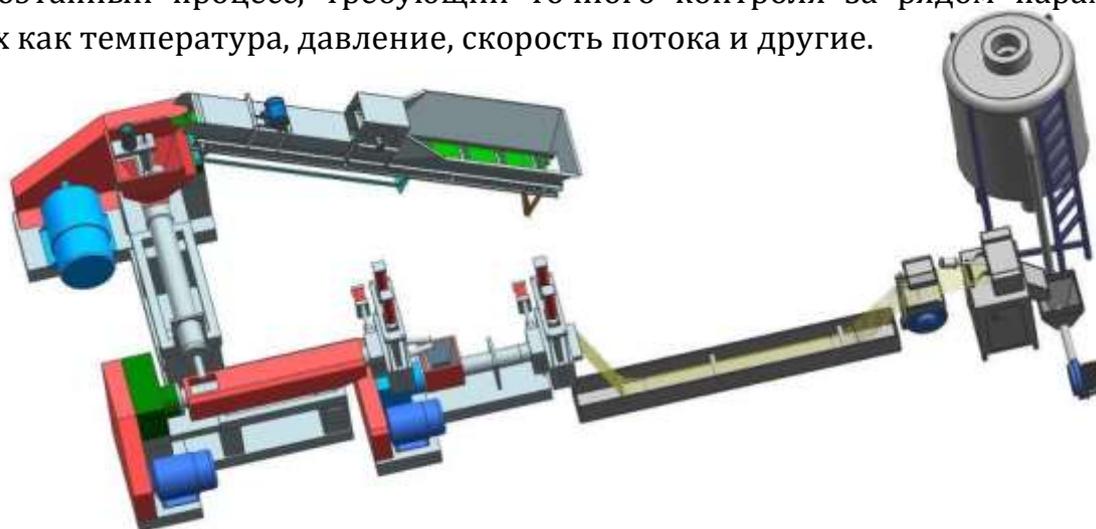




Рис.1. Технологический процесс гранулирования полиэтилена.

Чтобы повысить эффективность этого процесса и снизить влияние человеческого фактора, необходима автоматизация [2]. Внедрение автоматических систем управления позволяет оптимизировать работу оборудования, улучшить качество продукции и минимизировать производственные издержки.

Постановка задач. Для эффективной автоматизации процесса гранулирования полиэтилена необходимо решить несколько ключевых задач:

1. Мониторинг и контроль параметров процесса: автоматизированная система должна обеспечивать непрерывный контроль температуры, давления и других технологических параметров на всех стадиях гранулирования.

2. Оптимизация экструзионного процесса: требуется разработать алгоритмы для автоматической настройки и регулирования параметров экструдера, таких как скорость подачи сырья, температура расплава и скорость охлаждения (рис.3).

3. Снижение человеческого фактора: необходимо минимизировать ошибки, связанные с ручным управлением, и обеспечить автоматическое регулирование процессов в режиме реального времени [3].

4. Повышение качества продукции: автоматизация должна включать системы для контроля за качеством гранул, таких как размер и форма, чтобы гарантировать соответствие продукции заданным стандартам (рис.2.).



Рис.2. Технологическая схема качества продукции гранул, размер, форма и прозрачность.

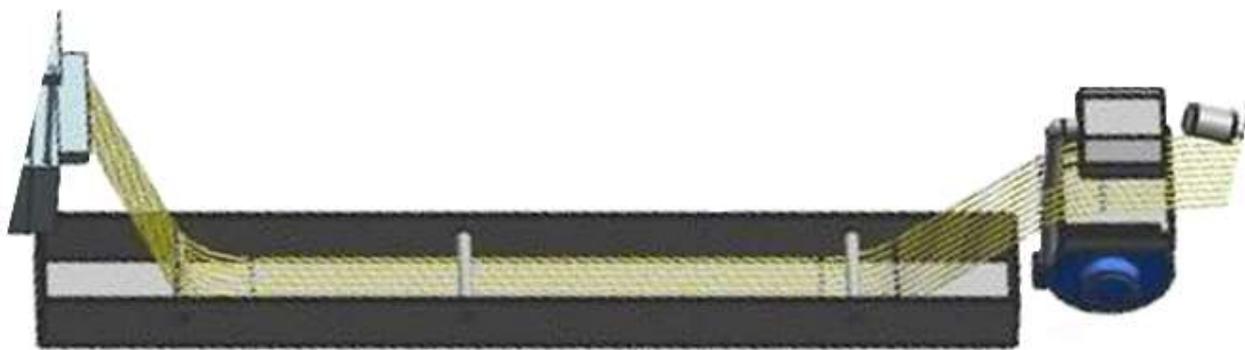


Рис.3. Технологическая схема температуры расплава и скорость охлаждения.

5. Интеграция с другими производственными процессами: необходимо обеспечить seamless интеграцию с другими этапами переработки полиэтилена, включая упаковку и транспортировку гранул.

Решение задач. Для решения вышеупомянутых задач можно предложить несколько подходов и технологий:

1. Использование сенсоров и датчиков: для мониторинга и точного контроля над процессом гранулирования применяются различные типы сенсоров (температурные, давления, скорости потока и другие) [4]. Они обеспечивают точную информацию для системы управления и позволяют оперативно корректировать параметры процесса.

2. Интеллектуальные системы управления: применение программируемых логических контроллеров (PLC) и современных систем автоматизированного управления (SCADA) позволяет интегрировать все этапы гранулирования в единую систему. Эти системы могут автоматически настраивать оборудование в зависимости от текущих условий и обеспечивать оптимальные параметры процесса.

3. Моделирование и оптимизация: использование математических моделей для моделирования экструзионных процессов позволяет прогнозировать результаты гранулирования при различных параметрах и эффективно управлять производственным процессом.

Это способствует оптимизации производительности и повышению стабильности работы оборудования.

4. Контроль качества продукции: для контроля размера и формы гранул можно использовать автоматизированные системы визуального контроля, которые на основе изображений анализируют продукцию и отклонения от стандарта [5]. Такие системы могут автоматически отбраковывать дефектные гранулы.

5. Системы обратной связи: автоматизация также может включать системы с обратной связью, которые на основе данных о текущем качестве и характеристиках продукции позволяют автоматически корректировать настройки процессов в реальном времени [6].



Программируемый терморегулятор модель W1209 предназначен для контроля температуры в диапазоне от -50°C до $+110^{\circ}\text{C}$ (рис.4). Он может работать в паре с нагревателем или охладителем. Программируемый терморегулятор оснащен трехразрядным LED дисплеем, светодиодным индикатором включения реле, тремя кнопками управления, разъемом для подключения внешнего термодатчика, клеммами «K0/K1» для подключения нагрузки и «+12V/GND» для питания платы терморегулятора. На LED дисплее отображается текущая измеряемая температура.

Код параметр	Описание параметра	Диапазон настройки	По умолчанию
P0	Режим работы терморегулятора: охлаждение (Cooling) / Нагрев (Heating)	C/H	C
P1	Гистерезис, $^{\circ}\text{C}$	0,1...15	2
P2	Верхний предел установки поддерживаемой температуры, $^{\circ}\text{C}$	110	110
P3	Нижний предел установки поддерживаемой температуры, $^{\circ}\text{C}$	-50	-50
P4	Коррекция температуры, $^{\circ}\text{C}$	-7...+7	0
P5	Задержка времени включения реле (может отличаться от выбранного в пределах $\pm 50\%$), мин.	0...10	0
P6	Верхний предел температуры отключения (защита от перегрева), $^{\circ}\text{C}$	OFF или ON (при ON от 0°C до 110°C)	OFF



Рис.4. Программируемый терморегулятор W1209

Характеристики

Диапазон измерения и программирования температуры:	-50°C ... 110°C
Точность измерения:	$0,1^{\circ}\text{C}$ в диапазоне от $-9,9^{\circ}\text{C}$ до $99,9^{\circ}\text{C}$; или $1,0^{\circ}\text{C}$ вне этого диапазона
Точность управления:	$0,1^{\circ}\text{C}$ $0,1^{\circ}\text{C}$ в диапазоне от $-9,9^{\circ}\text{C}$ до $99,9^{\circ}\text{C}$; или $1,0^{\circ}\text{C}$ вне этого диапазона



Точность гистерезиса:	0,1°C
Гистерезис:	0,1...15°C
Время обновления показаний:	0,5 секунд
Напряжение питания, В:	12 VDC
Датчик:	NTC 10K 0.5%, длина кабеля 0,3 м, водозащита
Максимальный ток нагрузки:	5A / 220VAC; 15A / 14VDC
Температура окружающей среды:	-10...60°C
Влажность окружающей среды:	20 - 85 %
Потребляемый ток:	30 мА
Потребляемый ток при работе реле:	65 мА
Способ подключения нагрузки:	электромагнитное одноканальное реле (5A/ 220VAC; 15A/ 14VDC)

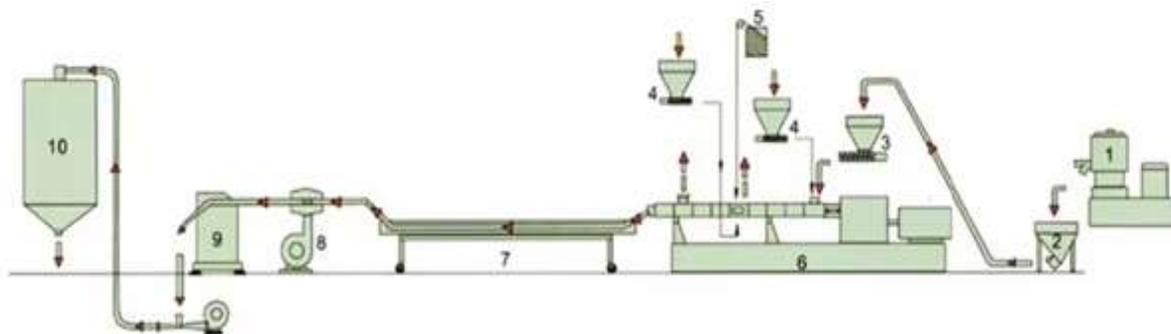


Рис.5. Технологический процесс гранулирования полиэтилена с охлаждением гранулы для резки.

1. Высокоскоростной смеситель 2. Фронтальный погрузчик 3. Главный Фидер 4. Боковой Подачи 5. Длинное стекловолокно 6. ТВИНОВСКИЙ штрангпресс винта 7. Резервуар для воды 8. Воздушный Шабер 9. Гранулятор ПСВ/10. Силоса

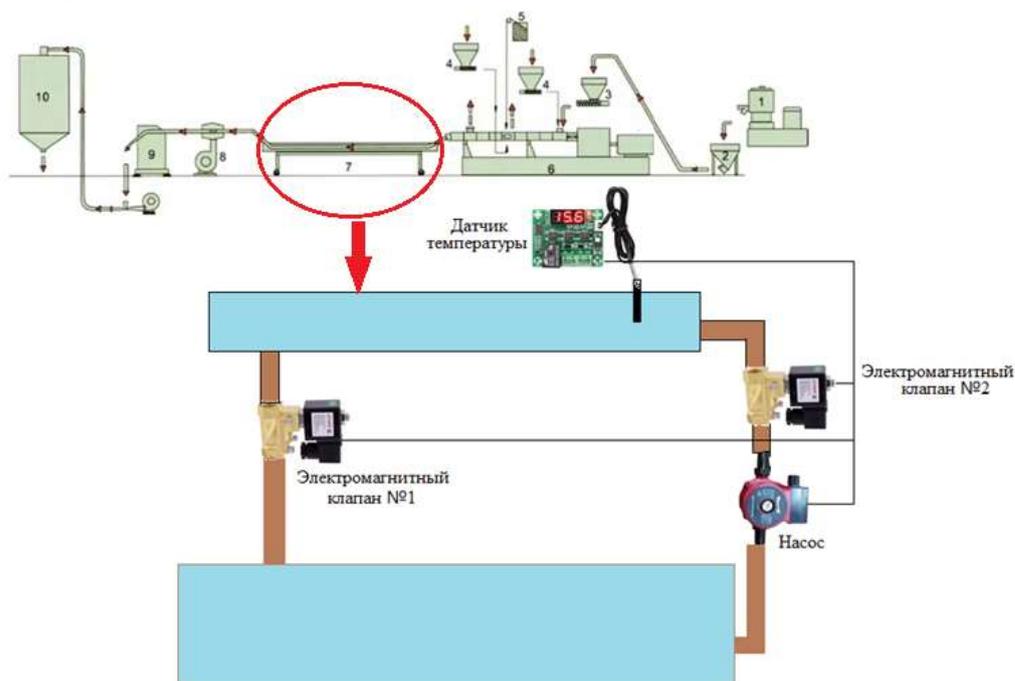




Рис.6. Автоматизированная система управления охлаждения воды для резки полиэтиленовых гранул.

Вывод. Автоматизация процесса гранулирования полиэтилена значительно улучшает эффективность производства, снижает риски ошибок, повышает стабильность работы оборудования и улучшает качество продукции. Внедрение современных технологий и систем управления позволяет решить ключевые задачи, связанные с точностью регулирования процесса, снижением влияния человеческого фактора и повышением производительности. Перспективы дальнейшего развития автоматизации в данной области включают внедрение более совершенных алгоритмов машинного обучения для предсказания и предотвращения возможных неисправностей, а также улучшение систем интеграции различных этапов переработки полиэтилена в единую автоматизированную производственную линию. Таким образом, автоматизация гранулирования полиэтилена является важным шагом в направлении повышения конкурентоспособности предприятий в условиях современного производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ubaydulayeva, Shakhnoza R. and Nigmatov, Aziz M., Development of a graph model and algorithm to analyze the dynamics of a linear system with delay, journal Proceedings - 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2020, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85086757861&doi=10.1109%2fICIEAM48468.2020.9111939&partnerID=40&md5=b0b367359704ab5733ec63162a7d568>
2. Nigmatov, Azizjon and Sherbaev, Murod and Mukhamedkhanov, Ulugbek and Yeshmatova, Barno and Yunusova, Sayyora, Automated control system and processing of object temperature parameters, volume 508 <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85190706630&doi=10.1051%2fe3sconf%2f202450805008&partnerID=40&md5=cabbdbfb330a212c5cb3c564eca3dbac>
3. Ubaydullayeva, Sh. and Nigmatov, A. and Yunusova, S. and Eshmatova, B., Automated Monitoring System for Assessment of the Current State of Groundwater, AIP Conference Proceedings, volume 2612 <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85151367101&doi=10.1063%2f5.0118280&partnerID=40&md5=81ce0b3565f43f272f462d7151acc54>
4. Ubaydulayeva, Sh. and Gazieva, R. and Nigmatov, A. Calculation of dynamic processes in relay systems of automatic control based on graph models, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, volume 883



[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091349870&doi=10.1088%2f1757-)

[899X%2f883%2f1%2f012152&partnerID=40&md5=e6a2241af570acd0ba6231ce3f4b930e](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091349870&doi=10.1088%2f1757-899X%2f883%2f1%2f012152&partnerID=40&md5=e6a2241af570acd0ba6231ce3f4b930e)

5. Gazieva, Rano and Aynakulov, Sharafidin and Nigmatov, Aziz and Rakhmankulova, Barna and Khafizov, Otabek and Ziyaeva, Sholpan, The software solution of the overload capacity of a three-phase asynchronous motor, journal 2020 International Conference on Information Science and Communications Technologies, ICISCT,

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85102143265&doi=10.1109%2fICISCT50599.2020.9351402&partnerID=40&md5=ff5509b938d44db9017034a96e686df0>

6. Gazieva, Rano and Aynakulov, Sharafidin and Ozodov, Ezoz and Nigmatov, Azizjon, Automatic diffusion mixing system for watering in regions with high water, journal International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2019,

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85082389382&doi=10.1109%2fICISCT47635.2019.9011841&partnerID=40&md5=86d8903906fab9d826cf0d226a8baf88>