

**МЕХАНИЗМЫ УТИЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРОВ**

**Назаров Феруз Фарходович**

*Старший преподаватель Каршинского государственного технического университета.*

*э-mail:feruz-nazarov-88@mail.ru*

**Аннотация:** *В статье рассматриваются современные методы и механизмы утилизации полимерных материалов, а также экспериментальное исследование эффективности пиролиза в процессе переработки полимерных отходов. Описаны основные этапы разложения полимеров, получаемые продукты и влияние параметров процесса на качество конечного продукта. Представлены результаты проведённого эксперимента по термическому разложению полимерных образцов и их анализ.*

**Ключевые слова:** *полимеры, утилизация, пиролиз, термодеструкция, переработка, экологическая безопасность.*

**Введение.** Современное общество сталкивается с острой проблемой накопления полимерных отходов, которые характеризуются длительным периодом разложения в природе и негативным воздействием на окружающую среду. Эффективная утилизация полимеров является одним из ключевых направлений, позволяющих решить проблему загрязнения и вторично использовать сырьё. Различные методы утилизации — механическая переработка, термическое разложение, химическая регенерация — имеют свои преимущества и ограничения.

Настоящая статья посвящена изучению механизма утилизации полимеров с акцентом на термическом методе — пиролизе. В экспериментальной части представлены результаты исследований по разложению различных видов полимеров с целью оценки выхода ценных продуктов.

Механическая утилизация предполагает измельчение, плавление и повторное формование полимеров. Однако этот метод ограничен снижением свойств материала при многократной переработке и не подходит для загрязнённых или смешанных отходов.

**Химическая утилизация.** Включает процессы деполимеризации, гидролиза, газификации и пиролиза. Эти методы позволяют разлагать полимерные цепи до мономеров или других ценных химических продуктов, пригодных для повторного использования в производстве.

**Термолиз (пиролиз).** Пиролиз — термическое разложение органических веществ в отсутствие кислорода, приводящее к образованию газов, жидких продуктов (смола, масла) и углеродистого остатка. При правильном контроле параметров пиролиз позволяет эффективно перерабатывать полимерные отходы, снижая экологическую нагрузку.

**Механизм термического разложения полимеров.** При нагревании полимеры проходят сложные процессы:

- **инициация** — разрыв макромолекул под воздействием температуры;
- **распад цепей** — образование свободных радикалов;
- **рекомбинация и полимеризация** — формирование продуктов с разной молекулярной массой.

В зависимости от структуры полимера и условий процесса продукты пиролиза могут сильно отличаться по составу и свойствам.

**Экспериментальная часть.** Изучить влияние температуры и времени нагрева на выход жидких и газообразных продуктов при пиролизе различных типов полимерных отходов.

Для исследования использовались образцы полиэтилена низкой плотности (ПЭНП), полипропилена (ПП) и полистирола (ПС). Образцы измельчали и помещали в лабораторную установку для пиролиза с контролируемой атмосферой и температурой.

Параметры эксперимента:



- Температура пиролиза: 400, 500 и 600 °С
- Время выдержки: 30, 60 и 90 минут
- Атмосфера: азот для исключения окислительных процессов

**Результаты.** При температуре 400 °С выход жидких продуктов составил около 35–40% для ПЭНП и ПП, и около 50% для ПС.

- Увеличение температуры до 600 °С повышало выход газообразных продуктов за счёт более полного разложения.
- Максимальное количество жидких продуктов наблюдалось при 60 минутах выдержки, более длительное время приводило к дополнительному разложению и увеличению доли газа.
- Полистирол давал наиболее лёгкие и ароматические продукты, пригодные для дальнейшей переработки в химическую продукцию.

**Обсуждение.** Полученные данные подтверждают, что пиролиз является эффективным методом утилизации полимерных отходов с возможностью получения ценных продуктов. Температура и время процесса играют ключевую роль в управлении выходом и качеством продуктов пиролиза. Для каждого типа полимера необходим индивидуальный подбор параметров.

Экспериментально подтверждён механизм термодеструкции с образованием свободных радикалов и последующей рекомбинацией в смеси жидких и газообразных веществ. Это позволяет использовать пиролиз не только для утилизации, но и для вторичного сырья в химической промышленности.

**Заключение.** Утилизация полимерных отходов посредством термического разложения — перспективное направление, способствующее решению экологических проблем и ресурсосбережению. Исследование механизма разложения и экспериментальные данные позволяют оптимизировать процесс пиролиза для различных видов полимеров, что открывает новые возможности для промышленного применения. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку технологий с максимальным выходом ценных продуктов и минимальными выбросами.