

# ЭФФЕКТИВНАЯ И ЭКОЛОГИЧНАЯ СИСТЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ ШИН МЕТОДОМ ПИРОЛИЗА

Камалетдинов И.И.

*Камалетдинов Ильдан Ильдарович - магистрант,  
Альметьевский государственный технологический университет Высшая школа нефти,  
г. Альметьевск, Республика Татарстан*

**Аннотация:** в современном мире утилизация и переработка автомобильных шин приобретают огромное экологическое и экономическое значение. Ведь с увеличением числа автомобилей растёт и их число, изношенные шины становятся источником длительного загрязнения окружающей среды. Более того, резина огнеопасна и не разлагается биологически, благодаря своей высокой стойкости к природным факторам, таким как солнечный свет, влага и кислород. А куча шин представляет собой удобное место для обитания колоний грызунов и насекомых, многие из которых являются источником инфекционных заболеваний.

**Ключевые слова:** утилизация и переработка шин, пиролиз резины.

## EFFICIENT AND ECO-FRIENDLY WASTE TYRE PYROLYSIS RECYCLING SYSTEM

Kamaletdinov I.I.

*Kamaletdinov Ildan Ildarovich - Master's student,  
ALMETYEVSK STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY HIGHER SCHOOL OF PETROLEUM  
ALMETYEVSK, REPUBLIC OF TATARSTAN*

**Abstract:** in today's world, the disposal and recycling of car tires is of great environmental and economic importance. After all, as the number of cars increases, so does their number, and used tires become a source of long-term environmental pollution. What's more, rubber is flammable and non-biodegradable, thanks to its high resistance to natural factors such as sunlight, moisture, and oxygen. And a pile of tires is a convenient habitat for colonies of rodents and insects, many of which are a source of infectious diseases.

**Keywords:** tire utilization and recycling, rubber pyrolysis.

УДК 662.76.035

В установке пиролиза шин из предварительно измельченного резинового порошка путем термического крекинга (рисунок 1) получают мазут, фракционированный технический углерод и горючий выхлопной газ. Газ, в свою очередь, повторно используется в качестве горючего сырья для процесса пиролиза, что позволяет существенно экономить на горючих материалах.

В соответствии с непрерывным процессом, разработанное оборудование представляет собой «автоматическую систему непрерывного крекинга с внутренним вращением», которая относится к инновационной системе и в основном включает в себя следующее оборудование: питатель непрерывного действия, роторный крекинг-реактор непрерывного действия, шлакоуловитель, конденсатор, дезодоратор, систему непрерывной очистки дымовых газов и т.д.

Установка пиролиза шин представляет собой полностью закрытую систему с высокой степенью автоматизации управления. Подача и выгрузка шлака не требуют ручного управления, а выполняется автоматически, поэтому окружающая среда не подвергается загрязнению, а сама система является безопасной и экологически чистой.

Основная конструкция корпуса реактора непрерывного действия представляет собой систему, в которой внешний корпус реактора не вращается, а внутри реактора установлен вращающийся шнек с челночной конструкцией для продвижения перерабатываемых масс. Внутренний вкладыш реакционного котла вращается на 360° в корпусе печи, обернутом теплоизоляционным слоем, и равномерно нагревается.

Спроектированные спиральные лопасти шнека внутри корпуса реактора позволяют сырью проходить вдоль внутренней стенки реактора и напрямую контактировать с поверхностью теплопередачи. Применение данной конструкции обеспечивает быстрый теплообмен, равномерный нагрев и постоянную скорость растрескивания резинового порошка[4].

Топка реакционного котла использует камеру сгорания для нагрева воздуха и теплообмена. Основная дизельная горелка используется при первоначальном запуске и до выхода реактора на рабочий режим, после этого поддержание температуры осуществляется за счёт сжигания газа. Неконденсируемый горючий газ, полученный в результате пиролиза, рециркулируется и используется для поддержания температуры реактора через горелку. Нагретый горячий воздух нагревает стенки реактора для теплообмена. Пламя горения не контактирует с печью, снижая давление в печи. Нагрев на внешней стороне реакторного шнека обеспечивает длительную работу установки и продлевает срок службы. Дымовые газы после сжигания

выхлопных газов эффективно очищаются, чтобы соответствовать стандартам защиты окружающей среды[5].

Реакционный котел и питатель приводятся в действие двигателями с частотным регулированием, которые могут регулировать время пребывания сырья в реакционном котле в соответствии с условиями крекинга сырья, чтобы достичь требуемой мощности переработки и оптимальных параметров условий крекинга, при котором полученное сырье соответствует требованиям. При необходимости можно достичь полного расщепления резинового порошка и повысить выход пиролизного топлива.

Технический углерод, полученный в процессе распада резинового порошка, непрерывно выгружается из реактора по конвейеру через выпускное отверстие и перемещаясь охлаждается в транспортировочном шнеке до температуры, при которой его можно сразу упаковывать и собирать, что экономит время на охлаждение и повышает эффективность производства.

В резервуаре для временного хранения применяется конструкция внутреннего змеевика, обеспечивающая быстрое снижение температуры конденсированного пиролизного масла. Это позволяет избежать повреждения масляного насоса, вызванного высокой температурой выходного сырья, и повысить безопасность персонала, контактирующего с масляным баком.

Ключом к полностью непрерывной переработке резинового порошка является непрерывная подача сырья в реактор во время процесса крекинга, выгрузка шлака и обеспечение того, чтобы крекинг-нефть и газ не просачивались через входное отверстие и отверстие для выпуска шлака. Решение данной задачи представлено в автоматизированной системе подачи и загрузки. Сочетание уплотняющей конструкции шнека для шлака и уплотнительной набивки предотвращает утечку нефти и газа при производстве и обеспечивает безопасную работу установки.

Установка оснащена инновационным устройством «двойного гидрозатвора выхлопных газов». В дополнение к водяному затвору, обычно установленному в системе, дополнительно настраивается «предохранительный водяной затвор», чтобы предотвратить выброс нефти и газа из реакционного котла. Для недопущения экологических проблем, устройство двойного водяного затвора специально разработано с возможностью максимальной конденсации нефти и газа, выбрасываемых через «безопасный водяной затвор», а затем выхлопной газ поступает в печь для сжигания, который не только снижает потери выбросов нефти и газа, но и разумно использует тепловую энергию сгорания выбрасываемых нефти и газа.

Пиролизная установка оснащена инновационной двойной системой очистки выхлопных газов «система удаления запаха и очистка дымовых газов». После использования этой технологии неконденсирующийся горючий газ, образующийся в процессе генерации, удаляется системой дезодорации. Пройдя через систему дезодорации удаляется резкий запах газа, проходит предварительную очистку, а затем подается в реактор для сжигания в качестве дополнительного источника тепла. Образовавшиеся запыленные дымовые газы проходят через систему очистки дымовых газов, где удаляются вредные компоненты и сажи в дымовых газах, что соответствует стандартам защиты окружающей среды [1].

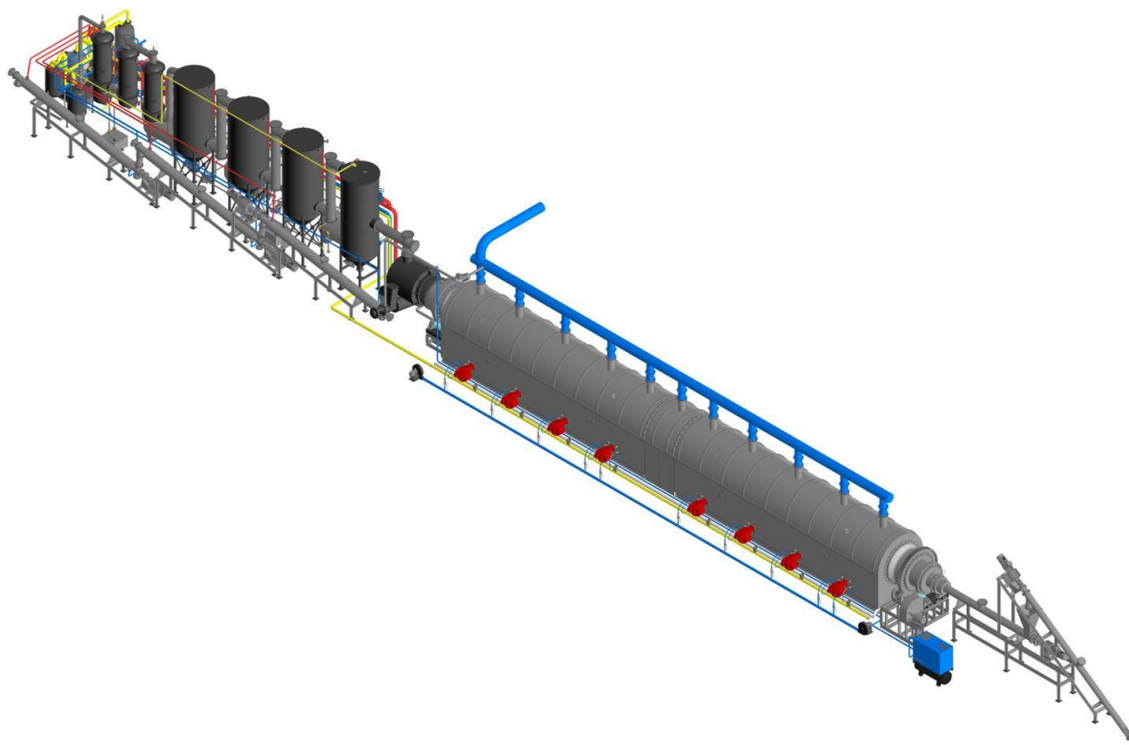


Рис. 1. 3D модель установки пиролиза.

### *Список литературы / References*

1. Процесс пиролиза углеводородов Т.Р. Просочкина, А.П. Никитина, Е.Ф. Трапезникова [и др.]. — Уфа: УГНТУ, 2020. — 91 с. — ISBN 978-5-7831-2091-6.
2. Солодова Н.Л. Пиролиз углеводородного сырья / Н.Л. Солодова, А.И. Абдуллин. — Казань: КНИТУ, 2007. — 239 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.
3. Алехнович А.Н. Распределение воздуха и топлива по горелкам котлов: монография / А.Н. Алехнович. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. — 128 с. — ISBN 978-5-9729-1262-9.
4. Бирюков В.В. Оборудование нефтегазовых производств: учебник / В.В. Бирюков, А.А. Штанг. — Новосибирск: НГТУ, 2016. — 514 с. — ISBN 978-5-7782-3009-5.» (Бирюков В.В. Оборудование нефтегазовых производств: учебник / В.В. Бирюков, А.А. Штанг. — Новосибирск: НГТУ, 2016. — ISBN 978-5-7782-3009-5.
5. Ветошкин А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления / А.Г. Ветошкин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-507-47210-9.
6. Ветошкин А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления / А.Г. Ветошкин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — ISBN 978-5-507-47210-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/342770> (дата обращения: 12.03.2024).