

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ

Ангельев Ф.А. Топоров А.А.
Донецкий национальный технический университет

Каменноугольная смола (коксовая смола, каменноугольный дёготь) один из продуктов коксования каменных углей; вязкая чёрная жидкость с характерным фенольным запахом, плотность 1120—1250 кг/м³, выход при коксовании ~3% от массы угля. Первоначально каменноугольная смола была отходом газового производства. Впоследствии в ней были открыты многие ароматические углеводороды и их производные, которые со 2-й половины 19 в. используются в качестве сырья для синтеза красителей, лекарственных веществ и др. продуктов.

Каменноугольная смола представляет собой смесь преимущественно би- и полициклических ароматических углеводородов, а также полициклических систем с гетероатомами в кольцах. Сумма этих веществ составляет около 95 % компонентов смолы. Кроме них в смоле содержатся 1-2 % фенолов, 2-3 % органических оснований, преимущественно ряда хинолина и акридина. Общее число веществ в смоле составляет около 10 тысяч, из которых идентифицировано более 500 веществ. Приблизительно 50 % смолы составляет некипящая фракция - пек, представляющий собой смесь поликонденсированных полициклических ароматических углеводородов и продуктов их полимеризации. Наиболее важными показателями качества смолы с точки зрения ее переработки являются содержание компонентов, не растворимых в хинолине, влагосодержание и зольность.

По какой бы схеме ни перерабатывалась смола, ее подготовка к переработке начинается с усреднения, обезвоживания и обеззоливания, что осуществляется уже на стадии конденсации и охлаждения химических продуктов в цехах улавливания и в хранилищах цеха смолпереработки. Обезвоживание смолы до переработки необходимо, прежде всего, для того, чтобы снизить содержание минеральных солей, которые останутся в пеке, кроме того, вода усложняет технологию переработки смолы. Окончательное обезвоживание смолы достигается в испарителе I после нагрева ее в трубчатой печи (в конвекционной части) до 130 °С. Для связывания кислых корродирующих аппаратуры компонентов солей аммония перед печью в смолу вводят водный раствор карбоната натрия в количестве, отвечающем содержанию «связанных» солей аммония. Обезвоженная смола далее нагревается в трубчатой печи (в радиантной части) до требуемой температуры однократного испарения, чтобы все фракции, выкипающие до 360 °С, в условиях работы испарителя II, отделить от пека, получить его с заданной температурой размягчения. Далее пары всех фракций разделяются путем фракционной конденсации в колоннах на серию фракций с увеличивающимся пределом температур кипения. Величина отбора фракций, выход пека и его качество зависят от температуры нагрева смолы. Различия в оформлении непрерывных технологических схем переработки смолы заключаются в следующем: а) в степени нагрева сырой смолы и обезвоженной в теплообменниках (насколько утилизируется тепло фракций и пека); б) в конструкциях трубчатых печей и числе потоков в печи, соответствующем количеству используемых колонн; в) в давлении фракционирования.

Трубчатая печь предназначена для нагрева каменноугольной смолы до необходимой технологически температуры. В двухконтурных печах смола

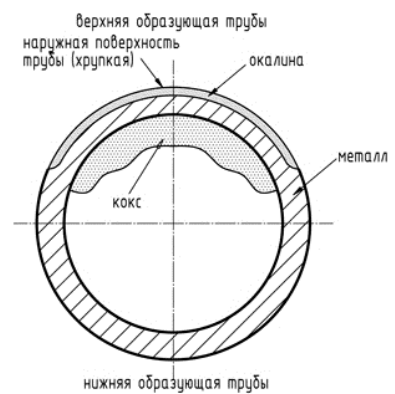
первоначально нагревается до 130°C. Это необходимо для обезвоживания смолы, поступающей во второй контур для нагрева до необходимой для ректификации температуры 400°C. Рабочими средами в трубчатой печи выступают каменноугольная смола и коксовый газ. Сложные условия работы трубчатой печи обусловлены высокими температурами и использованием коксового газа. Диаметр труб в трубчатке – 127x1. Длина – 12м. Температура смолы на входе в змеевик 110°C, на выходе – 400°C.

Тепло может передаваться тремя различными способами, отличающимися друг от друга физическими особенностями, — теплопроводностью, конвекцией и излучением. В трубчатой печи происходит сложный процесс передачи тепла от раскаленных газов к жидкости, текущей в трубах, причем здесь имеют место все 3 способа теплопередачи. Эту передачу тепла можно разделить на теплоотдачу от газов внешней поверхности трубы, теплопередачу через стенку трубы и на теплоотдачу от внутренней поверхности труб протекающей по ней жидкости.

Специфика работы трубчатых печей объясняет наличие деграционных процессов, таких как: окалинообразование, закоксовывание, высокотемпературная коррозия. Окалинообразование — самопроизвольный химический процесс, движущей силой которого является термодинамическая неустойчивость металлов в кислородсодержащей среде при заданных условиях эксплуатации: давлении, температуре, составе среды и др.

Окалинообразование является наиболее распространенным случаем газовой коррозии, происходящей при высокой температуре. Высокая температура поверхности труб вызывает термическое разложение прилегающих к ним слоев углеводородного сырья, в результате чего образуется твердый пористый продукт — кокс, отлагающийся на внутренней поверхности труб. С увеличением температуры поверхности труб змеевика вероятность коксообразования увеличивается. Отложившийся в печных трубах слой кокса является плохим проводником тепла, поэтому коэффициент теплопередачи от дымовых газов к сырью снижается, уменьшается количество передаваемого жидкости тепла, снижается теплосъем с поверхности металла, что приводит к перегреву стенок труб. Стойкость сталей к коррозии в газовых средах при высокой температуре зависит от их состава и состава газов, температуры и длительности ее воздействия, скорости нагрева и охлаждения, наличия напряжений. В большей степени этому виду изнашивания подвержены центральные части труб радиантной камеры печи. Повреждение металла усиливается при наличии в газовой среде коррозионноагрессивных по отношению к металлу труб компонентов. При наличии в дымовых газах сероводорода, диоксида и триоксида серы, водяного пара, оксида ванадия (V) и других компонентов, защитные пленки на жаропрочных сталях разрушаются, что снижает долговечность материала печных труб. Воздействие указанных веществ на материал змеевика проявляется при температуре металла, превышающей 400°C, и быстро возрастает с увеличением температуры. Такие деграционные процессы сопровождаются характерными дефектами: прогар, хрупкое разрушение, сквозные свищи, отдулины.

Все вышеперечисленные дефекты и деграционные процессы вызывают нарушения технологии, что приводит к авариям. Из-за недостаточного прогрева, смола из первого контура попадает во второй с неиспарившейся водой. Резкий нагрев воды в смоле вызывает резкое повышение внутритрубного давления, что приводит к расколу труб по образующей, утечке смолы и аварийной остановки производства.



ЗАЯВКА НА ДОПОВІДЬ

на XXI Всеукраїнську наукову конференцію аспірантів і студентів
«Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних
ресурсов»

ВНЗ	Донецький національний технічний університет
Секція	8 - Проблеми екологічної безпеки
Назва доповіді	Анализ технологических и деградационных процессов в трубчатой печи
Автори доповіді-студенти (ПІБ, курс, група, факультет, кафедра)	<i>Ангельев Федор Александрович</i> 5 курс, група МХП–10м Факультет инженерной механики и машиностроения Кафедра «Машины и аппараты химических производств»
Науковий керівник (вчене звання, науковий ступень, посада, факультет, кафедра)	<i>Топоров Андрей Анатольевич</i> доцент, канд. техн. наук Факультет инженерной механики и машиностроения Кафедра «Машины и аппараты химических производств»
Адреса для листування	83047, м. Донецьк, ул. Клайпеды, д. 19, кв. 25
Телефони для спілкування (в т.ч. мобільний):	050-47-806-47
E-mail	angelfedor@yandex.ru

Ангельев Федор Александрович
Донецкий национальный технический университет
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В
ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ
Научный руководитель: А.А. Топоров