

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Петровского Эдуарда Аркадьевича на диссертационную работу

Шамгулова Романа Юрьевича

«Конструктивно-технологическое совершенствование барабанно-винтового агрегата для агломерирования технического углерода термолитной технологии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21 - «Машины, агрегаты и технологические процессы»

Актуальность темы диссертации

В современном мире непрерывно растущие требования к переработке техногенных материалов, энергоэффективности и экологичности технологических процессов ориентируют ученых и инженеров к поиску новых конструктивно-технологических решений в области разработки новых технологий и технических средств, в том числе при утилизации органических ТКО. Одной из важных проблем данной области является получение качественных конечных продуктов со стабильными физико-механическими характеристиками и физико-химическими свойствами, а также возможность их дальнейшей реализации в различных технологиях, в том числе инновационных. Учитывая вышеизложенное, необходима разработка специального оборудования, позволяющего проводить комплексное физико-механическое воздействие на перерабатываемые материалы. Переработка органических коммунальных и промышленных отходов способом низкотемпературного термолитиза позволяет получать жидкое и газообразное углеводородное топливо и технический углерод (ТУ). Последний, является полидисперсным материалом. Данное обстоятельство ограничивает его применение в различных технологических процессах и вызывает необходимость его агломерирования. Низкая насыпная плотность ТУ, требует создания агрегата непрерывного действия с энергоэффективными рабочими органами. Необходимо учитывать и другие специфические особенности: пыление, пористость, гидрофобность и др.

при создании разработке аппаратов для его агломерирования. Поэтому тема представленной на отзыв диссертационной работы является **актуальной**.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, списка литературы и приложений на 25 листах. Текст работы изложен на 200 страницах машинописного текста и включает 80 рисунков, 23 таблицы, 15 приложений. Список литературы содержит 163 источника.

Во введении проводится обоснование актуальности темы диссертации, отражены научная новизна, практическая значимость и достоверность полученных результатов.

В первой главе проанализированы отечественные и зарубежные результаты научно-технических разработок и исследований в области совершенствования оборудования для агломерирования полидисперсных материалов; определены недостатки существующих конструкций, а также перспективные направления развития грануляторов. Оценен вклад и обобщены результаты известных ученых в области исследований процессов гранулообразования. Сформулирована цель научных исследований и поставлены задачи для её достижения.

Во второй главе разработана механо-реологическая модель процесса гранулообразования, учитывающая физико-механические характеристики агломерируемого материала, а также стадийность технологического процесса. Получены аналитические выражения постадийных процессов агломерирования технического углерода термолизной технологии в барабанно-винтовом агрегате (БВА). Получены аналитические выражения, определяющие основные технологические параметры БВА, зависящие от физико-механических характеристик и специфических свойств агломерируемого материала. Теоретически обосновано использование вращающихся винтообразных рабочих органов в сочетании с параллельным вращением камеры агломерирования. Представлены аналитические выражения для расчета

энергосиловых параметров агрегата.

В третьей главе представлены методики проведения лабораторных исследований. Разработана и создана стендовая установка барабанно-винтового агрегата. Описаны используемые при проведении лабораторных исследований характеристики измерительного оборудования. Представлены физико-механические характеристики и физико-химические свойства технического углерода термолизной технологии, получаемого из различных техногенных материалов. Для регрессионного анализа функциональных зависимостей приведены методики полного факторного эксперимента по ЦКОП-2³, а также используемые методики обработки результатов экспериментальных исследований многофакторного планирования эксперимента.

В четвертой главе проведено многофакторное планирование эксперимента функциональной зависимости: прочности слоя сухих гранул ТУ – $\sigma_{сл}$, кПа; плотности слоя сухих гранул ТУ – $\rho_{сл}$, кг/м³; относительного сопротивления истиранию сухих гранул ТУ – $\mathcal{E}_{ист}$, %; процентного выхода товарных гранул $d_{гр}=(2\div 5)\cdot 10^{-3}$ м – $Q_{тг}$, %, от исследуемых параметров: количества связующего в агломерируемом материале – $C_{св}$, %; коэффициента заполнения БВА – $\varphi_{зап}$; частоты вращения вала винтовых лопастей БВА – $n_{в.овл}$, об/мин. Приведены результаты исследования полученных функциональных зависимостей. Установлены рациональные значения варьируемых параметров, обеспечивающих получение максимальных значений выходных показателей: прочности $\sigma_{сл}=(220\div 250)$ кПа и плотности $\rho_{сл}=(630\div 670)$ кг/м³ слоя; процентного выхода товарных гранул ($Q_{тг} = 83\%$), относительного сопротивления истиранию гранулята ($\mathcal{E}_{ист} = 60\%$). Определены области рациональных значений варьируемых параметров: содержание связующего $C_{св} = (17 \div 19\%)$; коэффициент заполнения камеры агломерирования $\varphi_{зап} = (0,18 \div 0,2)$; частота вращения вала ОВЛ $n_{в.овл} = (30 \div 50)$ об/мин.

В пятой главе представлены результаты опытно-промышленных

испытаний технологического модуля, включающего установку низкотемпературного термолиза и БВА, которые подтвердили целесообразность применения в конструкции агрегата винтовых лопастей различного геометрического профиля. Для установки низкотемпературного термолиза определены технологические параметры, обеспечивающие получение ТУ со стабильными физико-механическими характеристиками. Исследованы адсорбционные свойства ТУ, подтверждающие возможность дальнейшего его использования в качестве адсорбента. Приведены результаты экономического эффекта от использования научно-технических разработок.

Оценка содержания диссертации

Текстовая часть диссертации сбалансирована и подкрепляется графиками, таблицами и формулами, стиль изложения материала выдержан в рамках существующих требований, предъявляемых к научным работам. Цель и задачи соответствуют актуальным направлениям проведения исследований в выбранной области научных знаний.

Основным достоинством представленной работы является ее научно-техническая значимость и практическая ориентированность. Полученные в проведенных диссертационных исследованиях результаты позволяют повысить эффективность процессов переработки органических техногенных отходов с получением конечной продукции в виде агломерированного технического углерода.

Оценка научной новизны диссертации

Основные результаты, полученные автором: механо-реологическая модель постадийного процесса агломерирования полидисперсных материалов с низкой насыпной плотностью; аналитические выражения, описывающие процессы постадийного агломерирования полидисперсных частиц, согласно механо-реологической модели; условия образования микрогранулята при его объемно-пространственном перемещении в спиралевидном устройстве и его последующем упрочнении в режиме рециклинга двухзаходными винтовыми

лопастями (ДВЛ); уравнения для расчета винтообразных траекторий движения гранул в камере агломерирования и зоны воздействия на них со стороны ОВЛ; методы расчета основных кинематических, конструктивно-технологических, энергосиловых и теплотехнических параметров патентозащищенной конструкции БВА, обладают научной новизной и имеют большое значение для развития теории и практики проектирования технологического оборудования для агломерирования полидисперсных, поризованных материалов с низкой насыпной плотностью, обладающих высоким пылеобразованием.

Практическая значимость результатов работы

Практическая значимость результатов работы подтверждается успешной опытно-промышленной реализацией научно-технических разработок и технико-технологических решений в малотоннажном технологическом модуле для комплексной переработки ТМ и получения агломерированного ТУ с регламентированными характеристиками в условиях действующего производства индустриального партнера ООО «ТК «Экотранс». Полученные результаты проведенных исследований, призваны обеспечить высокую эффективность процессов переработки органических техногенных отходов и агломерирования технического углерода термолизной технологии.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации

Материалы диссертационной работы прошли апробацию на конференциях различного уровня, рассмотрены и одобрены на заседании кафедры механического оборудования, опубликованы в 28 научных работах, в том числе – 3 в журналах из рекомендуемого перечня ВАК, 6 в рецензируемых изданиях, включённых в перечень Scopus. По результатам проведенных исследований получено 3 патента на изобретения РФ, 3 Евразийских патента на изобретение, 2 свидетельства Ноу-Хау.

Обоснованность и достоверность результатов работы

Обоснованность и достоверность результатов работы и сделанных

выводов не вызывают сомнений, так как они базируются на использовании точного измерительного и технологического оборудования, применения современного программного обеспечения, аттестованных методик исследований, использования многочисленных экспериментальных данных, а также сопоставимых с результатами теоретических и экспериментальных исследований, их подтверждением в производственных условиях.

Основные вопросы и замечания

Несмотря на высокий уровень работы и успешное решение поставленных задач к диссертации Шамгулова Р.Ю. есть следующие замечания:

1. Одним из основных критериев оценки качества гранулята указывается относительное сопротивление гранул истиранию, выраженное в процентах (уравнение 3.5). Автором указывается, что данные значения определялось для высушенного гранулята, однако в работе не указано в каком случае целесообразно использовать продукцию в увлажненном или высушенном состоянии.

2. Другим критерием оценки качества гранулята является процентный выход товарных гранул (2÷5 мм). Однако существуют различные отрасли промышленности, где применяются более крупные гранулы. Автору стоило бы указать технологические возможности получения в разработанном агрегате гранул и большего размера.

3. Целесообразно было бы указать в работе какие из технических параметров в БВА варьируются и в каких пределах.

4. При разработке механо-реологической модели использовались классические элементы идеальных тел Ньютона, Бингмана, Шведова и др., объединенные в соответствующие модели. Целесообразно было бы указать на каких стадиях они реализуются? В том числе, какие процессы отражают данные модели в БВА.

5. Разработанная автором патентозащищенная конструкция БВА относится к малотоннажным агрегатам (автореферат рисунок 2, стр. 11).

Однако для промышленного производства высокопроизводительные агрегаты. Не ясно до какой максимальной производительности можно довести ваш агрегат. И как данная производительность коррелируется с термореактором переработки органических ТКО.

6. В данной диссертационной работе используется технический углерод термолизной технологии, чем это обусловлено? Как обеспечиваются стабильные физико-механические характеристики ТУ, получаемого в термореакторе? Какие механо-технологические параметры при этом используются?

7. В тексте диссертации имеются отдельные опечатки и неточности, которые переданы соискателю для учета в дальнейшей работе.

Однако указанные замечания не носят принципиального характера и не изменяют общей положительной оценки работы.

Заключение

Диссертационная работа Шамгулова Р.Ю., соответствует требованиям п. 9 - 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842) и паспорту специальности 2.5.21 – «Машины, агрегаты и технологические процессы»: п. 1. Разработка научных и методологических основ, технических и технологических требований к проектированию и созданию новых машин, агрегатов и технологических процессов. 9. Разработка научных и методологических основ проектирования и практической реализации технологических процессов и способов получения и обработки материалов, обеспечивающих экологическую безопасность, экономию материальных и энергетических ресурсов, формирующих комплекс свойств, качество и расширяющих номенклатуру изготавливаемой продукции.

Диссертация Шамгулова Романа Юрьевича «Конструктивно-технологическое совершенствование барабанно-винтового агрегата для агломерирования технического углерода термолизной технологии» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой изложены новые

