

УДК 661.183.2

Си Тху Аунг, Со Вин Мьинт, Клушин В.Н.

ОСОБЕННОСТИ ДЕСТРУКЦИИ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ – ОТХОДА ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ СОЮЗ МЬЯНМА И ЕЕ КАРБОНИЗАТА

Си Тху Аунг, аспирант кафедры промышленной экологии;

Со Вин Мьинт, аспирант кафедры промышленной экологии;

Клушин В.Н., д.т.н., профессор, профессор кафедры промышленной экологии, e-mail: klouch@muctr.ru; тел. 8-499-978-89-01;

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
125047, Москва, Миусская пл., д. 9

Полученные авторами термограммы рисовой шелухи – отхода лущения урожая риса в Республике Союз Мьянма и твердого продукта ее пиролиза сопоставлены с таковыми, имеющимися в доступных источниках научно-технической информации. Констатированы существенные различия в процессах термической и термоокислительной деструкции таких отходов, образующихся в различных географических районах Земли, и твердых продуктов их пиролиза.

Ключевые слова: рисовая шелуха; ее карбонизаты; термография; термограммы; защитная и воздушная атмосферы

FEATURES OF DEGRADATION OF RICE HUSKS - WASTE OF FIRM OF THE REPUBLIC OF THE UNION OF MYANMAR AND ITS CARBONIZE

Si Thu Aung, Saw Win Myint, Klushin V.N.

Russian chemical technology university named after D.U. Mendeleev, Moscow, Russia

Thermograms, obtaining by the authors, of rice husks - waste peeling of the rice harvest in the Republic of the Union of Myanmar and the solid product of the pyrolysis plotted with those existing in the available sources of scientific and technical information. Determine the significant differences in the processes of thermal oxidative degradation of such waste generated in the different geographical regions of the Earth, and the solid products of pyrolysis.

Key words: rice husk; its carbonizes; thermography; thermograms; protective and atmospheric air

Сведения, опубликованные в доступной научно-технической литературе относительно термического поведения отходов лущения риса в виде рисовой шелухи (РШ) в защитной и окислительной атмосферах, весьма противоречивы. Столь же неоднозначны таковые для получаемых из них твердых продуктов – карбонизатов. Между тем важность этой информации для переработки таких отходов, в частности, на углерод-минеральные адсорбенты весьма значима, так как позволяет существенно сократить затраты на выполнение соответствующих исследований. Ниже представлены термограммы РШ, отобранной на одном из пищевых предприятий Республики Союз Мьянма (рис. 1), и карбонизата (К), полученного путем ее пиролиза при нагревании с интенсивностью 15 °С/мин. до 650 °С и последующей изотермической выдержки при этой температуре в течение 30 мин. (рис. 2). Оба материала использованы в виде порошков фракции < 400 мкм. Шкала температур Т (верхняя часть термограмм, где располагаются также кривые дифференциального термического анализа ДТА и дифференциальной термогравиметрии ДТГ) соответствует 0-900 °С. Расстояния между соседними горизонталями нижней части термограмм, где фиксированы изменения массы (кривые термогравиметрии ТГ) испытуемых

веществ, включают 10 делений (на рисунках не показаны).

Сопоставление данных рис. 3.1 с аналогичными сведениями, приведенными, в частности, в работах [1-3], указывает на существенные отличия термического поведения исследуемой РШ, как в защитной атмосфере, так и в условиях ограниченного доступа воздуха к тонкому порошку этого вещества, находящегося в помещенном в печь дериватографа тигле.

Так, при общей схожести кривых ТГ1 и ДТГ1 рис. 1 и кривых ТГ и ДТГ рис. 17 работы [1], в которой представлены полученные в атмосфере азота спектры термогравиметрического анализа РШ, отобранной в Краснодарском крае, кривую ДТА1 рис. 1 характеризуют эндотермический эффект с минимумом при ~120 °С и экзотермический эффект в области ~160-600 °С со слабо выраженным максимумом в районе ~350-400 °С, тогда как на кривой ДТА названного рис. 17 указанный эндотермический эффект вообще отсутствует (возможно, в силу малой величины навески РШ, составляющей ~100 мг), но имеется слабо выраженный эндотермический эффект с минимумом в районе ~380 °С на фоне общего растянутого экзотермического проявления в области ~125-650 °С с четким максимумом при ~510 °С.

Существенны и различия в характере термического разложения исследуемого образца РШ и таковых, отобранных в ряде возделывающих рис стран, при их нагревании в условиях ограниченного доступа воздуха в тигель печи дериватографа. Так, в работе [2] в виде рис. 3 представлена названная типичной термограмма РШ, возможным источником

которой (из-за отсутствия в тексте работы необходимого уточнения) являются Приморский край, Краснодарский край и Южный Вьетнам. Ее отличия от термограммы рис. 1, полученной в условиях ограниченного доступа воздуха, заключаются в следующем.

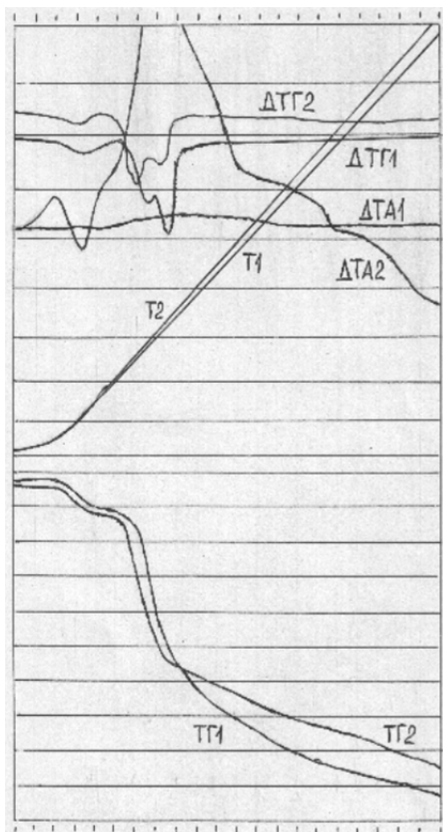


Рис. 1. Термограммы РШ в атмосфере азота (1, навеска 536,4 мг) и воздуха (2, навеска 481,2 мг), шкала ТГ 200 мг

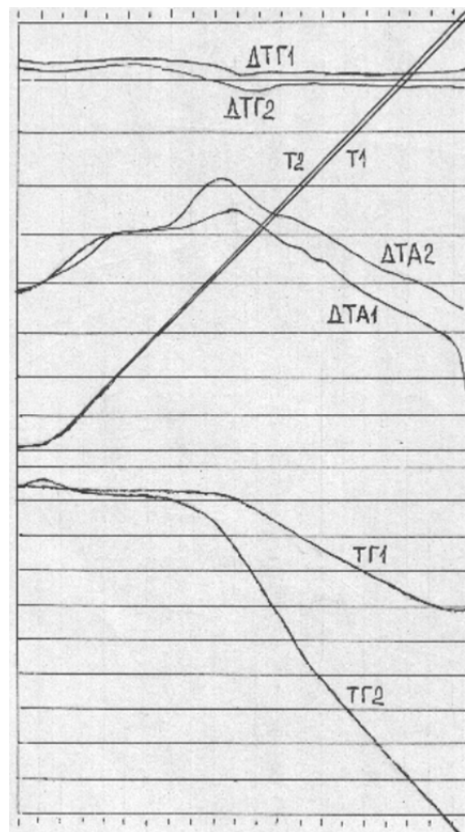


Рис. 2. Термограммы К из РШ в атмосфере азота (1, навеска 135,8 мг, шкала ТГ 200 мг) и воздуха (2, навеска 232,4 мг, шкала ТГ 100 мг)

Кривую ТГ в температурной области выше ~ 200 °С, соответствующей наиболее значимой потере образцом массы, характеризует трехступенчатый распад в отличие от четырехступенчатого, фиксированного кривой ТГ2 рис. 1. При этом интенсивность разложения на третьей ступени возрастает по сравнению с таковой второй ступени указанной области, тогда как интенсивность разложения на третьей ступени кривой ТГ2 рис. 1 в этой области, напротив, сокращается по отношению ко второй ступени. Кроме этого, несколько смещены по температуре перегибы обеих сопоставляемых кривых ТГ.

Существенные различия имеют и кривые ДТГ этих термограмм. Минимум первого отклонения вниз кривой ДТГ рис. 3 [2] соответствует ~ 70 °С, тогда как таковой кривой ДТГ2 рис. 1 приходится на ~ 100 °С. Абсолютный минимум комплексного второго отклонения вниз этой же кривой рис. 3 [2] близок ~ 280 °С, а у кривой ДТГ2 рис. 1 он имеет место при ~ 250 °С. Различающимся температурам отвечают и перегибы данных отклонений. Кроме этого, кривую ДТГ рис. 3 [2] отличает треть

отклонение вниз достаточно сложной формы в области $\sim 350-600$ °С, отсутствующее на кривой ДТГ2 рис. 1.

Резко отличны и кривые ДТА рассматриваемых термограмм. Кривую ДТА рис. 3 [2] характеризует весьма слабая экзотермика в области $\sim 20-250$ °С, несколько увеличивающаяся в районе $\sim 250-320$ °С. При ~ 350 °С она начинает еще более возрастать, следуя зависимости сравнительно сложной формы, имеющей максимум около ~ 470 °С, после чего весьма интенсивно затухает вплоть до ~ 570 °С и далее до 800 °С не демонстрирует каких либо тепловых эффектов. Совершенно иную форму имеет кривая ДТА2, представленная на рис. 1.

Весьма четкие отличия от кривой ТГ2 рис. 1 свойственны термогравиметрической кривой рис. 2, приведенного в работе [3] и характеризующего РШ, выращенную на равнине Красной реки во Вьетнаме. Авторы этой статьи соотносят температурный интервал $\sim 250-350$ °С, соответствующий максимальной интенсивности и максимальной величине потери образцом массы в окислительной атмосфере (39,9 %), с разложением лабильного

органического вещества РШ. Последующий интервал кривой ТГ рис. 2 (до 800 °С) характеризуют два участка: прогрессивно замедляющееся и существенно менее интенсивное сокращение массы (~350-500 °С) и еще менее интенсивная равномерная ее потеря на участке ~500-800 °С. Кривой же ТГ2 рис. 1 в температурной области выше ~350 °С присущи три линейных участка: первый с существенно сокращенной интенсивностью (до ~600 °С), второй с еще более сокращенной интенсивностью (до ~765 °С) и третий с несколько увеличенной интенсивностью (до ~900 °С).

Результаты выполненного сопоставления указывают на весьма существенные различия термографических характеристик образцов шелухи риса, выращенного на чеках значительно удаленных друг от друга географических районов. Это обстоятельство, вероятно, может в той или иной степени сказываться как на показателях рациональных условий переработки исследуемой РШ на углерод-минеральные адсорбенты методом парогазовой активации, так и на комплексе характеристик целевых и побочных продуктов этой переработки.

Наряду с этим сопоставление термограммы рис. 2, характеризующей нагрев образца карбонизата РШ в атмосфере азота, с таковыми, приведенными на рис. 17 в работе [1] для карбонизатов РШ (углерод-минеральных композитов), полученных при температурах пиролиза сырья 450, 500, 550 и 600 °С, позволяет констатировать большие различия и в их термическом поведении.

Так, в частности, сравнение названной термограммы рис. 2 образца карбонизата, полученного из РШ при конечной температуре 650 °С, с термограммой рис. 17 работы [1] для карбонизата РШ, полученного при температуре пиролиза 600 °С, указывает, что ход и форма кривых ТГ, ДТГ и ДТА обоих образцов не совпадают. Кривую ТГ данного образца (рис. 17) отличает практически равномерный спад в области ~150-800 °С, тогда как на кривой ТГ1 рис. 2 в этом температурном интервале имеется два участка с резко различной интенсивностью потери массы. Кривую ДТГ названного образца рис. 17 характеризует лишь единственное отклонение вниз с минимумом, несколько превышающим 100 °С, а кривая ДТГ1 рис. 2 имеет два таких отклонения. Кривая ДТА рассматриваемой термограммы рис. 17 указывает на слабое, длительное и не имеющее явно выраженных перегибов экзотермическое проявление с нечетким максимумом в области ~300-400 °С. Кривая же ДТА1 рис. 2 демонстрирует наличие так же растянутой, но весьма значительной экзотермики,

имеющей ряд перегибов и гораздо более четко выраженный абсолютный максимум в указанной температурной области.

Таким образом, и карбонизат, являющийся продуктом пиролиза использованной в настоящей работе РШ, характеризуют существенные отличия в термическом поведении от карбонизатов, полученных в сопоставимых условиях из шелухи риса, выращенного в других географических районах Земли, что, повидимому, может сказываться, как на рациональных условиях его активации водяным паром, так и на выходе и характеристиках пористой структуры и поглотительной способности получаемого целевого продукта. Показатели пористой структуры и поглотительных свойств карбонизата и углерод-минерального адсорбента, полученных авторами из использованной ими РШ, охарактеризованы в работах [4] и [5].

Данные выполненных термографических исследований использованы авторами для предварительной оценки рациональной области температурного воздействия на РШ при ее переработке путем пиролиза и таковой на полученный из нее карбонизат при исследовании процесса его активации водяным паром.

Список литературы

1. Елецкий П. М. Синтез и исследование углерод-кремнеземных нанокompозитов, мезо- и микропористых материалов из высокозольной биомассы: дис. канд. хим. наук. – Новосибирск, 2009. – 115 с.
2. Холомейдик А. Н. Получение, состав и свойства кремний- и углеродсодержащих продуктов переработки плодовых оболочек риса: дис. канд. хим. наук. – Владивосток, 2016. – 136 с.
3. Способ получения активированного угля и диоксида кремния из рисовой шелухи [Электронный ресурс]: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1408911852> (дата обращения: 22.02.17).
4. Оценка качества отходов переработки риса и кокосовых орехов в республике Мьянма как сырья для производства активных углей // Химическая промышленность сегодня, 2016, № 2, С. 20-25.
5. Исследование пористой структуры активного угля из рисовой шелухи // Сорбционные и хроматографические процессы, 2017, т. 17, № 1, С. 916-923.