

УДК 664.2.032.1

RESEARCH SPONTANEOUS COMBUSTION OF BIOMASS IN PROCESS OF THERMAL DECOMPOSITION

*Zolotovska O., Tesliuk H.
Dnipro State Agrarian and Economics University*

The development of biofuel production at the intersection of agriculture and energy is the most important trend of applied developments in recent years. The structure of Ukraine's fuel balance is close to the world's: solid fuel (coal) makes up one third of all fuel, the hydrocarbon part (oil, gas) – two thirds. Ukraine can cover only 20% of its needs in natural gas and 10% in oil at the expense of its explored own resources. Every year, the production of certain types of fuel decreases, while the demand for them increases.

One of the main directions of energy policy implementation in the country is the formation of a fuel and energy balance (FEB), which would correspond to Ukraine's own reserves of fuel and energy resources (FER) and world trends in the use of energy carriers. The second problem of FER is outdated technologies and equipment on which Ukrainian industry is based. In Ukraine, 89 kg of conventional fuel is used for one dollar of production. This is 3–5 times more than in developed countries. At the same time, dependence on fuel supplies from other countries has been 60% in recent years. Reducing the level of energy dependence is primarily influenced by measures to reduce the share of total imports of renewable energy sources, as well as improving their use. Therefore, it is necessary to carefully consider and take into account the state of the world energy market, world energy as a whole, the prospects for their development and the role of Ukraine in the global world market.

During last decades sunflower has occupied significant sown areas among industrial crops in Ukraine, which are mainly located in agricultural enterprises of the Steppe and Forest-Steppe [1]. It is known that raw sunflower husk has several disadvantages such as low heating value and bulk density, high moisture, and volatile matter contents [2]. Several case studies have shown that for effective

use of biomass as energy, feedstock in thermochemical conversion processes requires pretreatment [3].

Crop residues biomass can also be processed in torrefaction, gasification and liquefaction processes [4].

It is known that the high volatility of the biomass material provides numerous advantages associated with a low ignition temperature and retention of ignition over a longer period of time [5]. An increase in volatile substances led to increase the heating value of the feedstock. The sunflower husk calorific value is 3500-4000 Cal/kg being supplied through burning. The thermal reactivity of the sunflower seed husk is extremely higher than that for the other samples (hazelnut shell, rice husk, and olive refuse) under investigated conditions. The volatilization stage is characterized by the release of volatiles caused by the decomposition of hemicellulose and cellulose and partial decomposition of lignin [6].

This work aims to study the role and composition of volatile components in the process of thermal destruction and ignition of the sunflower seed husk biomass.

Thermal destruction of sunflower husks begins at a temperature of 29-30°C. The main decomposition of volatile components and evaporation of water occurs in the range of 40-150°C. The process speed is low, on average 5.5%/min. The maximum rate (8.7-8.84%/min) was observed at a temperature of 79-91°C. The weight loss at this stage is small and amounts to 8.3%. The process of volatile components decomposition is accompanied mainly by endothermic reactions with the most pronounced effects in the temperature range of 61-79°C. The process of decomposition of the main components of sunflower husk takes place in the tempera The growth of gas emission is directly caused by the rise in the pyrolysis temperature in the range of 200-500°C. This is due to an increase in the concentration of hydrogen and methane and to a lesser extent it depends on heavy hydrocarbons. The roots of this effect are associated with a more complete decomposition of biomass particles. The volume of pyrolysis gas increases by 1.04; 1.21; 1.3 and 1.61 times at temperatures of 260, 320, 380 and 420, respectively, compared with the volume of the gas mixture at a temperature of 220°C [7]. Meanwhile, a noticeable decrease in the yield of carbon dioxide and nitrogen (undesirable impurities in the fuel gas) occurs in the temperature range of 280-500°C. The amount of hydrocarbons in the resulting gas mixture also increases with increasing temperature and reaches a maximum at a temperature of 420°C, exceeding this value corresponding to a temperature of 200°C by 2.1 times. The chemical content of the test gas is shown in Table 1.

Table 1

Components	H ₂	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂	C _n H _m	H ₂ S	A
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Concentration	22.70	16.20	20.80	19.12	2.29	15.54	2.65	0.70

Chemical content of pyrolysis gas. Some crop residues, olive cake and sunflower husk are predicted to have a high risk of low temperature ignition. The determination of the critical condition for self-ignition was carried out at a constant temperature of 490°C and various initial pressures of the mixture (100-300 kPa). The analysis of thermo-barograms showed that the heating of the gas mixture occurs mainly in the process of puffing. Insufficient heating of the gas to the level of the reactor temperature at the moment of closing the valve was 1-2% and depended both on the pressure and the diameter of the reactor. The completion time of gas heating after closing the valve did not exceed the ignition delay in the entire studied temperature range of 200-600°C.

The transition from a smooth increase in pressure of 90 kPa to an explosive one (in the range of 300-400 kPa) occurred when the initial pressure of the mixture after the injection into the reactor changed by 1-10%. This transition depends on the chemical content and temperature of the gas mixture. The composition of the gas can be controlled by adjusting the pressure pulsations and the ignition temperature of the gas mixture. The flash point changes with increasing pressure.

References

1. Cherednichenko, O., (2020). Current state and development of specialized enterprises – producers of sunflower. Modern management review. Vol. XXV, 27 (2), pp.7-13, doi: 10.7862/rz.2020.mmr.11, Rzeszów / Poland.

2. Bala-Litwiniak, A. & Zajemska, M., (2020). Computational and experimental study of pine and sunflower husk pellet combustion and co-combustion with oats in domestic boiler. Renew Energ, Vol. 162, pp. 151-159. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.07.139>, Netherlands.

3. Zajemska, M., Urbanczyk, P., Poskart, A., Urbaniak, D., Radomiak, H., Musial, D., Golanski, G., Wylecial, T., (2017). The impact of co-firing sunflower husk pellets with coal in a boiler on the chemical composition of flue gas. E3S Web of Conferences, Vol. 14, pp.1-7, Krakow, Poland.

4. Zolotovs'ka, O., Kharytonov, M., Onyshchenko, O., (2016). Agricultural residues gasification, dependency of main operational parameters of the process on feedstock characteristics. INMATEH Agricultural Engineering, Vol.50 (3), pp. 119-126. Bucharest / Romania

5. Sivabalan, K., Hassan, S., Ya, H., Pasupuleti, J., (2021). A review on the characteristic of biomass and classification of bioenergy through direct combustion and gasification as an alternative power supply. Journal of Physics: Conference Series, Vol.1831, pp.1-23, doi:10.1088/1742-6596/1831/1/012033. United Kingdom.

6. Tibola, F.L., de Oliveira, T.J. P., Ataide, C.H., Cerqueira, D.A., Sousa, N.G., Cardoso, C.R., (2022), Temperature - programmed pyrolysis of sunflower seed husks: application of reaction models for the kinetic and thermodynamic calculation. Biomass Conversion and Biorefinery. pp. 1-18, <https://doi.org/10.1007/s13399-021-02297-w>. Germany.

7. Zolotovska, O., Kharytonov, M., Rula, I., Martynova, N., Roubík, H. (2022), The role of volatile components in the process of thermal destruction and ignition of the sunflower husk biomass. INMATEH Agricultural Engineering, Vol.66 (1), pp. 331-339. Bucharest / Romania.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
Механіко-технологічний факультет
Кафедра сільськогосподарських машин
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



Київ – 2024

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42

З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.

Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.

Тонха О.Л. – д.с.-г.н., проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.

Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.

Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.

Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.

Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.

Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.

Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.

Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.

Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.

Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.

Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.

Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.

Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».

Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.

Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.

Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.

Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.

Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.

Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.

Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.

Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.

Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».

Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.

Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».

Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.

Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.

Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.

Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.

Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».

Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.

Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.

Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.

Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.