

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СЖИГАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ТОПКАХ ЗЕРНОСУШИЛОК

А.В. Голубкович¹, д.т.н., В.А. Колос¹, к.т.н.,
В.Б. Ловкис², к.т.н., доцент, О.В. Данильчик², А.Н. Дадыко¹
¹Федеральный агроинженерный научный центр ВИМ,
г. Москва, Российская Федерация
²Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Эффективному сжиганию растительных отходов (РО) с генерацией теплоты для сушки зерна препятствует их невысокая теплота сгорания [1-3], обусловленная химическим составом и повышенной влажностью.

Наши исследования показали, что при сжигании РО с теплотой сгорания менее 10-12 МДж/кг в экспериментальном топочном устройстве мощностью 1 МВт к сушилке С-5 [1] ухудшаются условия воспламенения и разгорания факела, снижается его температура, затягивается процесс горения. Из-за пониженной температуры дымовых газов возникают отложения на поверхности уноса теплообменника, снижающие эффективность его работы.

Для энергоэффективной работы топок на РО, агрегируемых с зерносушилками, РО необходимо обосновать условия и режимы их сжигания [4]. В этой связи целью данной работы является: определение допустимой теплоты сгорания РО, ниже которой необходима подсветка; доли высокорекреакционного топлива (ВТ) на подсветку для стабильной работы топки на РО, а также для возмещения дефицита мощности при ее применении взамен топки на жидком или газовом топливе.

Основная часть

В общем случае подсветка сжигания твердого топлива необходима в случае, когда:

$$Q_n^p \leq Q_{n \text{ доп}}^p, \quad (1)$$

где Q_n^p – теплота сгорания РО, МДж/кг; $Q_{n \text{ доп}}^p$ – допустимая теплота сгорания РО, МДж/кг.

Примем в первом приближении, что меньшая теплота сгорания твердого топлива, чем жидкого или газообразного, обусловлена его балластными включениями. Критерием стабильности работы топки примем минимум потерь теплоты на нагрев балластных продуктов и испарение влаги из твердого топлива. Исходя из изложенного, допустимую теплоту сгорания РО можно выразить соотношением:

$$Q_{\text{н доп}}^{\text{р}} = \frac{Q_{\text{нз}}^{\text{р}} \Pi_o}{\Pi_s}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{нз}}^{\text{р}}$ – теплота сгорания эталонного топлива, МДж/кг; Π_o и Π_s – теплосодержание балластных продуктов сгорания соответственно РО и эталонного топлива, МДж/кг.

Теплосодержание балластных продуктов сгорания твердого эталонного топлива с учетом паров влаги на выходе топки, можно записать в следующем виде:

$$\Pi_s = \frac{A^{\text{р}} c_t \Delta t}{100} + \frac{W^{\text{р}} r}{100 - W^{\text{р}}} + \frac{W^{\text{р}}}{100} c_{\text{в}} \Delta t, \text{ кДж/кг}, \quad (3)$$

где $A^{\text{р}}$ и $W^{\text{р}}$ – содержание соответственно золы и воды, %; c_t и $c_{\text{в}}$ – соответственно теплоемкость топлива и воды, кДж/кг·°С; $\Delta t = t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}$ – разность температур продуктов сгорания на входе и выходе топки, °С; r – скрытая теплота испарения воды, кДж/кг.

Исследования показали, что при замене жидкостного или газового топочного блока зерносушилки на блок, использующий РО, в связи с меньшей удельной теплонапряженностью может снизиться его паспортная тепловая мощность, т.е. возникает необходимость подсветки. Очевидно, что в этом случае мощность топочного блока на РО следует ограничить условием работы с оптимальной мощностью, а ее дефицит восполнить подсветкой высокорекреакционным топливом, вычислив его долю по формуле:

$$\eta_o = \frac{\Delta N Q_{\text{н}}^{\text{р}}}{N_{\text{онм}} Q_{\text{н вт}}^{\text{р}}}, \quad (4)$$

где $\Delta N = N_n - N_{\text{онм}}$, МВт; N_n и $N_{\text{онм}}$ – паспортная и оптимальная мощность топочного блока, МВт.

ООО «ОКБ по теплогенераторам» разработал топочный блок ТБР-2,5 для сжигания РО, которым комплектуется зерносушилка СЗТ-30. При его испытаниях на Борисоглебском маслозаводе максимальная мощность составила 1,6 МВт при сжигании лузги подсолнечника с $Q_{\text{н}}^{\text{п}} = 15$ МДж/кг, а максимальный КПД (0,73) – в интервале $0,8 \leq N_{\text{опп}} \leq 1,4$ МВт. Приняв $N_{\text{опп}} = 1,4$ МВт, рассчитаем по формуле (4) долю газообразного ВТ ($Q_{\text{нвт}}^{\text{п}} = 34$ МДж/кг) для подсветки горения лузги с целью достижения паспортной производительности сушилки СЗТ-30 (15 т/ч) на зерне кукурузы при $N_{\text{н}} = 1,6$ МВт. Получим $\eta_{\text{o}} = 0,085$ (кг ВТ/кг РО).

Заключение

Обоснована методика и выполнены расчеты допустимой теплоты сгорания РО, получены зависимости количества высокорекреационного топлива для подсветки, обеспечивающей стабильную работу топочного блока на РО и возмещение дефицита мощности при замене им жидкостного или газового блока.

Список использованной литературы

1. Анискин В.И., Голубкович А.В. Перспективы использования растительных отходов в качестве топлива // Теплоэнергетика. – 2004. – № 5. – С. 60-65.
2. Голубев В.А., Жуков Е.Б., Симанов В.И. Альтернативные виды топлив Алтайского края в малой энергетике // Проблемы энергосбережения и энергобезопасности Сибири: Тезисы докл. Всероссийск. науч.-практ. конф. – Барнаул: 2004.
3. Колос В.А., Сапьян Ю.Н. Алгоритмы оценки энергоэффективности производства биотоплива из растительной биомассы // Инновационные технологии и техника нового поколения – основа модернизации сельского хозяйства: Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 2. – М.: ВИМ, 2011. – С. 90-94.
4. Голубкович А.В. Топки на растительных отходах: процессы, конструкции, режимы, расчеты. – М.: ГНУ ВИМ, 2011. – 172 с.