

біоресурсів і природокористування України.- К.: ВЦ НУБіП України, 2014.- Вип. 194, ч1.- С. 164-174.

7. Гевко Р.Б., Клендій О.М. Методика проведення досліджень шнекового транспортера із запобіжним пристроєм // Сільськогосподарські машини: Збірник наукових статей. Вип. 24.- Луцьк: Ред.- вид. Відділ Луцького НТУ, 2013.- С. 67 - 75.

8. Hevko R.B., Yazlyuk B.O., Liubin M.V., Tokarchuk O.A., Klendii O.M., Pankiv V.R. (2017) - Feasibility study of the process of transportation and stirring of mixture in continuous-flow conveyers, INMATEH: Agricultural engineering, vol.51, no.1, pg.10-20.



Голуб Геннадій

д.т.н., професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ

Цивенкова Наталія

к.т.н., доцент

Ярош Ярослав

к.т.н., доцент

Житомирський національний агроекологічний університет
м. Житомир

МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРА В ПРОЦЕСІ СУШІННЯ ЗЕРНОВИХ

За результатами математичного узгодження геометричних параметрів камери газоутворення з фізико-хімічними властивостями біомаси, з якої вироблено генераторний газ, та кореляцією їх з експериментальними даними розроблено інженерну методику розрахунку камери газоутворення і газогенератора на соломі-січці для забезпечення енергопотреб зерносушарки.

Газогенератор спроектовано для забезпечення роботи зерносушарки шахтної ЗШ-1000 з метою реалізації енергозберігаючої технології сушіння зернових, бобових, масляничних культур сім'яного, продовольчого і фуражного призначення за рахунок агенту сушіння, який складається з повітря та топкових газів, отриманих в результаті спалювання генераторного газу в топці зерносушарки [3]. Базовий зерносушильний комплекс складався з: зерносушарки шахтної ЗШ-1000, норії Н-10, димової труби, трубопроводу для

відведення димових газів, бункеру завантаження та вивантаження зерна, прямопотокового газогенератора, завантажувального пристрою з шнековою подачею сировини в зону газоутворення з попереднім її ущільненням [1].

Технічні характеристики шахтної зерносушарки ЗШ-1000: продуктивність – $P=1$ т/год (при зменшенні вологості з $W_1=19\%$ до $W_2=13,5\%$, температурі навколишнього середовища 20°C і відносній вологості 75%); зернова місткість (пшениці) – $M_{\text{зерн.мат}}=3$ т; об'єм зерна – $V_{\text{зерна}}=3,9$ м³; максимальна температура агенту сушіння – $t_{\text{с.а.}}=85^\circ\text{C}$; робоча температура агенту сушіння $t_{\text{с.а.}}=45^\circ\text{C}$; витрати соломи на газоутворення – 30...40 кг/год; вологість соломи (не більше) – 30 %; початкова температура зерна $T_{\text{м1}}=20^\circ\text{C}$; кінцева температура зерна $T_{\text{м2}}=\text{на } +4^\circ\text{C вище } t \text{ оточ. серед.}$; сумарний ккд $\eta_{\text{суш}}=90\%$; сумарний ККД топки на ГГ $\eta_{\text{T}}=85\%$; час сушіння одного завантаженого об'єму зерна $\Delta\tau=3$ год; сумарна встановлена потужність електрообладнання – 10,5 кВт; габарити – 8,2×2,8×7,2 м.

Фізико-хімічні параметри соломи-січки наступні: вологість – до $W^{\text{P}}=30\%$ зольність – $A^{\text{P}}=6,5\%$; склад сухої маси – $C^{\text{P}}=44,43\%$, $H^{\text{P}}=5,86\%$, $O^{\text{P}}=44,43\%$; $N^{\text{P}}=0,52\%$, $S^{\text{P}}=0,11\%$; нижча теплота згорання – $Q_{\text{H}}^{\text{P}}=9,7$ МДж/кг [2].

За вище зазначених умов отримаємо наступний склад і параметри генераторного газу (ГГ): склад сухого ГГ – $\text{CO}=15,21\%$, $\text{H}_2=26,14\%$, $\text{CO}_2=15,54\%$, $\text{N}_2=38,71\%$, $\text{CH}_4=4,4\%$; кількість сухого ГГ, отримана з 1 кг палива – $v_{\text{с}}=1,65$ м³/кг; вища теплота згорання ГГ – $Q_{\text{B}}^{\text{ГГ}}=6,33$ МДж/м³; середня теплоємність ГГ при температурі 400°C – $c_{\text{с.с.}}=1,4$ кДж/(м³·°C); температура ГГ $t_{\text{с.с.}}=500^\circ\text{C}$; густина генераторного газу – $\rho_{\text{с.с.}}=0,998$ кг/м³.

Результати розрахунків геометричних параметрів прямопотокового газогенератора, адаптованого до соломи-січки пшениці представлено в табл. 1.

При виконанні розрахунків діаметр фурменого поясу $D_{\text{к}}$ збільшено з 0,3 м до 0,34 м з врахуванням стандартного кроку $l_{\text{ф}}$ встановлення фурм 0,11 м та умов забезпечення необхідних витрат повітря $V_{\text{нов}}$ на процес газоутворення з розрахунку кількості $n=10$ шт фурм та їх діаметру $d_{\text{ф}}=0,012$ м при швидкості газів дуття $\omega = 18$ м/с. Період роботи газогенератора, без чищення зольника, прийнято рівним трьом годинам для забезпечення повного висушування одного завантаження сушарки з масою зерна 3 т. Коефіцієнт пропорційності площ m прийнято рівним 4,5 і встановлено дослідним шляхом, виходячи з вимоги забезпечення максимального розкладання смол в процесі газоутворення.

При конструюванні камери враховано необхідну вимогу до забезпечення температури в зоні відновлення не менше 800°C , скорочено надлишкові простори навколо камери газоутворення з температурою $500-600^\circ\text{C}$, в яких може протікати зворотна реакція $\text{CO}\rightarrow\text{CO}_2$, що значно погіршує якість газу.

За інженерною методикою виготовлено камеру газоутворення зі сталі 12Х1МФ (0,12 вуглецю, 1% хрому, 1% молібдену і ванадію). Враховано раціональне розташування фурм та їх кількість для забезпечення обсягу повітря на процес газоутворення $V_{\text{нов}}=41$ м³, а також їх раціональне заглиблення в шар соломи-січки (осьове переміщення фурми $\Delta=34$ мм) для запобігання нагріванню

стінок камери до температур початку пластичної деформації матеріалу.

Таблиця 1

**Результати розрахунків геометричних параметрів прямопотокового
газогенератора, адаптованого до соломи-січки пшениці**

Назва показника	Позна-чення	Розмір-ність	Значення
Теоретична кількість сухого повітря, що витрачається для горіння ГГ	L_0	кг/кг	1,9
Витрати ГГ зерносушаркою на процес сушіння зерна	$П_{V_{2,2}}$	м ³ /год	64
Кількість тепла, витрачена на випаровування кілограму вологи	q	кДж/кг	330
Кількість вологи, випареної в сушарці	W	кг/год	55
Годинні витрати соломи-січки	G_n	кг/год	40
Витрати повітря на процес газоутворення	$V_{нов}$	м ³	41
Площа попереч. перерізу фурменого поясу	F_k	м ²	0,091
Діаметр фурменого поясу камери	D_k	м	0,340
Діаметр горловини камери	d_z	м	0,16
Діаметр прямого конуса камери	$d_{н.к.}$	м	0,28
Відстань від фурменого поясу до горловини	h_z	м	0,136
Висота прямого конуса камери	$h_{н.к.}$	м	0,1
Швидкість дуття повітря	ω	м/с	18
Кількість фурм	n	шт	10
Крок встановлення фурм	l_ϕ	м	0,11
Діаметр фурм	d_ϕ	м	0,012
Період завантаж. газогенератора соломою	τ_0	год	1,5
Об'єм бункера газогенератора	V_0	м ³	0,42
Висота бункера	h_0	м	1,7
Робота газогенератора без чищення зольника	τ_z	год	3
Кількість відходів з палива	δ	%	6
Об'єм зольника газогенератора	V_z	м ³	0,05
Висота зольника	h_z	м	0,18
Діаметр корпусу газогенератора	$D_{корп}$	м	0,6

За результатами випробовувань техніко-експлуатаційні показники роботи зерносушарки ЗШ-1000, оснащеної прямопотоковим газогенератором на соломи-січці пшениці, відповідають її технічним характеристикам. Продуктивність зерносушарки за зерном пшениці склала 1 т/год, за продовольчим зерном кукурудзи – 0,74 т/год, за фуражним зерном кукурудзи – 0,9 т/год. Питомі приведені витрати тепла сушаркою при сушінні зерна пшениці (продовольчий режим) 2856 кДж/кг. вип. вол., при сушінні кукурудзи (продовольчий режим) – 2688 кДж/кг. вип. вол., при сушінні кукурудзи (фуражний режим) – 2690 кДж/кг. вип. вол. Підвищені витрати теплоти на процес сушіння, порівняно з технічною характеристикою сушарки пояснюються циклічністю її роботи. Найвища температура нагрівання зерна становила 335 К (на фуражному режимі), найменша – 311 К (на продовольчому

при сушінні пшениці).

Список використаних джерел

1. БРИГ. Зерносушилка КС-1. URL : www.brig-zerno.com.ua/продукт_Зерносушилка-КС-1
2. Голуб Г. А., Лук'янець В. О., Субота С. В. Теплота згоряння та умови спалювання соломи. Нац. науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» УААН, 2010. № 8. С. 49-52.
3. Пат. № 80582 Україна, МПК С10J 3/00. Газогенератор / Цивенкова Н. М., Голубенко А. А. ; заяв. і патентовласники Цивенкова Н. М., Голубенко А. А. – № u 2012 12030 ; заявл. 19.10.2012 ; Бюл. № 11.



Гордійчук Іван

к.т.н., доцент

Подільський державний аграрно-технічний університет
м. Кам'янець-Подільський

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВОЛОГІСНИМИ РЕЖИМАМИ МІКРОКЛІМАТУ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

При моделюванні автоматичної системи керування температурно-вологісними режимами мікроклімату тваринницьких приміщень використані наступні числові значення передаточних функцій об'єкта автоматизації:

$$\begin{aligned} W_{11}(p) &= \frac{0,58}{93p+1}; & W_{22}(p) &= 1,3 \frac{1-137,7p}{(93p+1)(15p+1)}; \\ W_{21}(p) &= \frac{0,3}{(93p+1)(15p+1)}; & W_{12}(p) &= \frac{1,3}{93p+1}. \end{aligned}$$

Дотримуючись раніше викладеної схеми дослідження, спочатку розглянемо ізолювання системи керування температурно-вологісними режимами мікроклімату тваринницького приміщення.

З аналізу структурної схеми ізольованих систем керування виходить, що по температурному каналі об'єктом автоматизації є аперіодична ланка $W_{11}(p)$ першого порядку. Налаштування ПІ-регулятора R_{11} потрібно здійснювати по номограмах. Відповідно до заданих значень параметрів передаточної функції