

АНАЛІЗ ВИПРОБУВАНЬ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА НА СОЛОМІ КТ-601М ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

Тетівник Г.О., н.с., Козлов Ю.Ю., інж.

Харківська філія УкрНДІПВТ імені Л. Погорілого

Шуляк М.Л., д.т.н., доц., Єсіпов О.В., к.т.н., доц.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

У статті приведені результати державних приймальних випробувань теплогенератора на соломі КТ-601М проведених в Харківській філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. За результатами випробувань встановлено, що теплогенератор на соломі КТ-601М відповідає вимогам проекту Технічних умов, нормативній документації з безпеки і ергономічності. За економічними показниками і доступністю обслуговування теплогенератор не поступається виробам інших фірм та може бути впроваджений у виробництво.

Вступ. Одними з найбільш актуальних завдань, що стоять перед державою останніми роками, є скорочення споживання дорогого імпортного палива – природного газу, а також збільшення частки використання відновлюваних джерел енергії. Солома є перспективним джерелом енергії як у світі, так і в Україні. Протягом останніх років в Україні спостерігається тенденція поступового зростання використання теплогенераторів на твердих видах палива для підготовки сушильного агента в зерносушильних установках різних типів, а також для підігрівання повітря в будь-яких інших технологічних процесах. В якості палива використовуються тюки соломи, дрова, тріска, зерновідходи і т.д.. Стале використання соломи, як виду палива, для регіональних підприємств дозволить зменшити енергетичну залежність та забезпечити використання місцевого ресурсного потенціалу. Перехід на використання соломи в якості палива буде найбільш актуальним для підприємств, які мають свою сировинну базу. Також необхідно зазначити, що перешкодою для використання соломи в якості палива служить обмежена кількість придатних для її спалювання топків. Солома може використовуватись в якості палива, проте існують деякі перешкоди, що викликані неоднорідністю сировини, з точки зору хімічного складу та фізичних властивостей. Це викликає певні труднощі, як в процесі спалювання, так і емісії компонентів, які є побічними продуктами процесу. Солома – складний вид палива.

Мета роботи є аналіз та узагальнення результатів експериментальних досліджень показників роботи теплогенератора для спалювання соломи визначення доцільності впровадження теплогенераторів на соломі КТ-601М у виробництво.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В Україні існує обладнання й демонстраційні проекти з ефективного використання соломи для

теплопостачання. Але, як зазначено в роботі [1], вітчизняних теплогенераторів широкого типорозмірного ряду для спалювання соломи на ринку опалювального обладнання недостатньо. У наукових джерелах експериментальні дослідження енергетичних і екологічних показників котлів для спалювання соломи практично не проводять. У літературі [2] наводять рекомендації щодо теплотехнічних випробувань водогрійних котлів із періодичним спалюванням цілих тюків соломи. Огляд наукових джерел показав також, що у відкритому доступі рекомендацій з проектування теплогенераторів на соломі немає [3].

У світі накопичено достатньо великий досвід використання рослинних відходів сільськогосподарського виробництва, в першу чергу соломи, в енергетичних цілях. Лідером цього сектора біоенергетики є Данія. Технології виробництва енергії з соломи активно розвиваються також в Китаї. Компанія DP CleanTech в період 2006-2012 рр. впровадила в країні 34 електростанції на соломі загальною потужністю 1200 МВт_е [4-6].

Опис об'єкта випробувань. Теплогенератори на соломі КТ-601М (рис.1) призначені для підготовки сушильного агента в зерносушильних установках різних типів, а також для підігрівання повітря в будь-яких інших технологічних процесах. В якості палива використовуються тюки соломи діаметром до 1,8 м. Можуть також використовуватися дрова, тріска, зерновідходи і т.д. [7].

Теплогенератор складається з двох блоків – топкової камери і теплообмінника.

Камера згоряння (рис.2) виконана у формі циліндра, яка футерована вогнетривкою цеглою ША-5, ША-44. З одного боку камера має круглої форми люк для закладання тюків соломи. З іншого боку камери згоряння в нижній частині є отвір який переходить в зольник. Камера зольника виконується при підготовці фундаменту під теплообмінник.



Рис. 1 – Загальний вигляд теплогенератора зібраного у технологічну лінію



Рис. 2 – Загальний вигляд камери згоряння

Теплообмінник являє собою конструкцію трубчастого типу, в якому три пучка вертикальних труб з'єднані між собою. Теплообмінник триходовий, тобто димові гази проходять тричі по трубах перш ніж вийти з теплообмінника.

Перший пучок труб розділений на дві частини – верхню і нижню. Нижня частина виконана з жароміцної нержавіючої сталі марки AISI402, вона має шнек в нижній частині, що полегшує процес чищення теплообмінника і люк в бічній частині для доступу всередину теплообмінника.

Нижня частина першого пучка прикручена болтами, для цього є відповідні фланці. Вона може замінюватися. Так як вона приймає найбільше теплове навантаження, з часом вона прогорить і деформується (близько 5 років в залежності від інтенсивності роботи). Її можна замінити, це істотно подовжує термін служби теплогенератора.

Інша частина теплообмінника виконана в формі цільної зварної конструкції.

У верхній частині теплообмінника є швидкоз'ємні люки для доступу і чищення трубного простору.

Електрообладнання теплогенератора складається з:

1. Вентилятор димосос ВЦ14-46, електродвигун 5,5 кВт /1500 хв⁻¹;
2. Вентилятор, що нагнітає ВВД, електродвигун 7,5 кВт / 3000 хв⁻¹;
3. Привід шнека теплообмінника – мотор-редуктор ЗМП 40-90-225-G-

110ЦУЗ, електродвигун 2,2 кВт

4. Шафа управління.

Шафа управління (рис.3) забезпечує автоматичну підтримку заданої температури теплоносія на виході з теплообмінника.



Рис. 3 – Шафа управління

Принцип роботи теплогенератора. Тюки подаються за допомогою навантажувача. При закладці чергової тюка соломи залишки золи проштовхуються новим пакунком соломи і через отвір випадають в зольник. Таким чином відбувається самоочищення камери горіння.

В топку по повітроводам подається повітря для підтримки процесу горіння. Для цього використовується вентилятор ВВД. Процес горіння регулюється автоматично подачею повітря в камеру горіння. При досягненні заданої температури оберти вентилятора зменшуються, тим самим кількість кисню необхідного для горіння подається менше і процес горіння сповільнюється, при падінні температури – обороти вентилятора збільшуються.

Таблиця 1. – Характеристики теплогенератора на соломі КТ-601М

№ п/п	Показник	Значення показника за даними	
		проекту ТУ	випробувань
1	Номінальна теплопродуктивність при спалюванні соломи, кВт	1500	1500
2	Встановлена потужність, кВт: - вентилятор димотяг - нагнітаючий вентилятор - привод шнека теплообмінника	5,5 7,5 2,2	5,5 7,5 2,2
3	Маса з футеруванням, кг	18000, не більше	18000

Випробування проведені на відповідність вимогам проекту ТУ У 28.21-40272954-001:2017 «Теплогенератор на соломі КТ-601М».

Місце проведення випробувань: ФГ «Поліський колос», с. Ружин, Турійський р-н, Волинська обл. Показники, які характеризують умови проведення випробувань, наведені в табл. 2 [7].

Таблиця 2 – Умови проведення випробувань

№ п/п	Показник	Значення показника за даними		Висновок щодо відповідності
		проекту ТУ	випробувань	
1	Характеристики мікроклімату: – температура повітря, °С – відносна вологість, % – атмосферний тиск, кПа	УХЛІ ГОСТ 15150	від + 1 до + 6 від 65 до 81 від 97,6 до 100,2	Відповідає

Аналіз показників умов проведення випробувань. Умови проведення випробувань відповідають вимогам нормативної і технічної документації.

Відповідність технічних параметрів теплогенератора на соломі КТ-601М проектним технічним умовам наведені в таблиці 3 [7].

Енергетична оцінка. За енергетичними показниками обладнання теплогенератора відповідає вимогам проекту Технічних умов, є надійним та якісним в умовах експлуатації. Електрообладнання підібрано вірно, воно забезпечує стабільний режим роботи, відповідає умовам економічної витрати електроенергії табл. 4 [7].

Оцінка конструкції машини. По якості виконання і надійності конструкції, технологічного процесу, підготовки сушильного агенту та підігрівання повітря, зручності та простоти обслуговування, технічним параметрам теплогенератор, комплект відповідних механізмів та обладнання не поступається аналогічному обладнанню вітчизняних та зарубіжних фірм.

Конструкція комплексу виконується з уніфікованих, стандартизованих елементів, є такою що легко монтується; відповідно ГОСТ 27.410 теплогенератор відноситься до виробів групи II, вид 1, що відновлюється. Під час проведення випробувань недоліків в конструкції та виконанні теплогенератора не виявлено.

Таблиця 3 – Технічні параметри теплогенератора

№ п/п	Показник	Значення показника згідно з даними		Висновок щодо відповідності
		проекту ТУ	випробувань	
1	Номінальна теплопродуктивність при спалюванні соломи, кВт	1500	1500	Відповідає
2	Витрата палива при номінальній теплопродуктивності, кг/год.	не більше 600	545	Відповідає
3	Температура продуктів згоряння на виході з теплообмінника, °С,	не більше 110	105	Відповідає
4	Коефіцієнт корисної дії (ККД), %	не менше 80	81	Відповідає
5	Робоча напруга (частота), В (Гц)	380 (50)	380 (50)	Відповідає
6	Встановлена потужність, кВт: - вентилятор димотяг - нагнітаючий вентилятор - привод шнека теплообмінника	5,5 7,5 2,2	5,5 7,5 2,2	Відповідає
7	Розміри топкової камери, мм: - довжина - внутрішній діаметр - діаметр люку для завантаження тюків соломи	не менше 3500 1900 2220	3505 1910 2225	Відповідає
8	Габаритні розміри теплогенератора, мм: - довжина - ширина - висота	не більше 8500 2350 2900	8490 2340 2890	Відповідає
9	Маса з футеруванням, кг, не більше	18000	18000	Відповідає

Таблиця 4 – Показники енергетичної оцінки

№ п/п	Показник	Значення показника згідно з даними		Відповідність
		проекту ТУ	випробувань	
1	Встановлена потужність, кВт: - вентилятор димотяг - нагнітаючий вентилятор - привод шнека теплообмінника	5,5 7,5 2,2	5,5 7,5 2,2	Відповідає
2	Споживана потужність, кВт	немає даних	14,6	Відповідає умовам експлуатації
3	Коефіцієнт завантаження електродвигунів	немає даних	0,7 < K ₃ < 1 K ₃ = 0,96	Відповідає

Аналіз результатів випробувань. Теплогенератор на соломі КТ-601М був прийнятий на випробування у зібраному в технологічну лінію для сушіння зерна стані у ФГ «Поліський колос», с. Ружин, Турійський р-н, Волинська обл. у грудні 2017 року. Під час первинної технічної експертизи встановлено:

– теплогенератор відповідає вимогам технічної документації, нормативної документації на теплогенератори на твердому паливі;

– теплогенератор не поступається за своїми технічними характеристиками аналогічним виробам інших фірм;

– теплогенератор може використовуватися для підготовки сушильного агенту та підігрівання повітря, згідно своєму призначенню за технічних умов у всіх кліматичних зонах, передбачених технічними умовами на теплогенератор.

Випробування проведені в умовах реальної експлуатації. Умови та режими випробувань відповідали вимогам технічних умов, робочої програми та методики випробувань.

Під час випробувань встановлено, що обладнання задовільно виконує технологічний процес підготовки сушильного агенту та підігрівання повітря.

Конструкція теплогенератора дозволяє додержуватись нормативних вимог до умов підготовки сушильного агенту та підігрівання повітря.

Відмов та несправностей теплогенератора в період експлуатації і випробувань не виявлено. Тому коефіцієнт готовності становить 1, що відповідає вимогам нормативної документації. Прийнятий коефіцієнт готовності – 0,99.

За показниками безпеки праці обладнання відповідає вимогам ССБП. Ергономічність його знаходиться на задовільному рівні.

Заключною технічною експертизою встановлено, теплогенератор на соломі КТ-601М, виробництва ТОВ «Завод агропромислових технологій», знаходиться в працездатному стані, задовільно виконує технологічний процес, має достатній рівень надійності і придатний до подальшої експлуатації.

Висновки. В результаті випробувань встановлено, що дослідний зразок теплогенератора на соломі КТ-601М, виробництва ТОВ «Завод агропромислових технологій» виконаний на задовільному технічному рівні, забезпечує виконання технологічного процесу підготовки сушильного агенту та підігрівання повітря, є якісним, має позитивні екологічні і ергономічні показники. За економічними показниками і доступністю обслуговування не поступається виробам інших фірм. Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, рекомендувала теплогенератор КТ-601М до впровадження у виробництво.

Список використаних джерел

1. Боднар Л.А. Технічні та екологічні показники водогрійних котлів потужністю до 1 МВт для спалювання соломи / Л.А. Боднар, О.В. Дахновська, Р.Е. Бойчук // Науково-технічний збірник "Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві". – 2015. – № 2. – С. 115 – 120.
2. Гелетуша Г. Г. Особливості теплотехнічних випробувань водогрійних котлів з періодичним спалюванням цілих тюків соломи / Г. Г. Гелетуша // Промышленная теплотехника. – 2010. – № 6. – С. 45 – 50.
3. Боднар Л. А. Експериментальні дослідження показників роботи теплогенератора потужністю 1500 кВт на соломі / Л.А. Боднар, Д.В. Степанов, Р.В. Сливко // Наукові праці Вінницького національного технічного університету [Електронний ресурс] – 2017. – №1. – <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/497/494>.

4. Перспективы использования отходов сельского хозяйства для производства энергии в Украине. Аналитическая Записка БАУ №7 [Электронный ресурс].<http://www.uabio.org/img/files/docs/Position-paper-uabio-7-ru.pdf>.
5. Advanced straw-fired power plant <http://www.dpcleantech.com/biomass-projects/biomass-power-plant-project-case-studies/liaoyuan>.
6. Capacity of China's Straw-fueled Power Plants Reaches 1.2 Mln kw <http://english.cri.cn/3126/2007/06/12/1042@237651.htm>.
7. Протокол державних приймальних випробувань теплогенератора на соломі КТ-601М Харківської філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого № 05-41-2017.

Аннотация

АНАЛИЗ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА НА СОЛОМЕ КТ-601М ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Тетивник Г.А., Козлов Ю.Ю., Шуляк М.Л., Єсіпов А.В.

В статье приведены результаты государственных приемочных испытаний теплогенератора на соломе КТ-601М проведенных в Харьковском филиале УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого. По результатам испытаний установлено, что теплогенератор на соломе КТ-601М соответствует требованиям проекта Технических условий, нормативной документации по безопасности и эргономичности. По экономическим показателям и доступностью обслуживания теплогенератор не уступает изделиям других фирм и может быть внедрен в производство.

Abstract

ANALYSIS OF TESTS OF THE HEAT GENERATOR ON STRAIN KT-601M OF DOMESTIC PRODUCTION

G.Tetivnik, Yu.Kozlov, M. Shulyak, A. Esipov

The article presents the results of state acceptance tests of a heat generator on straw KT-601M conducted in the Kharkov branch of UkrNDIPPT them. L. Pogorelogo. According to the test results, it was established that the heat generator on straw KT-601M complies with the requirements of the draft Technical Specifications, regulatory documentation on safety and ergonomics. In terms of economic indicators and service availability, the heat generator is not inferior to the products of other companies and can be introduced into production.