

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОЛОМИ ПРИ ПРЯМОМУ СПАЛЮВАННІ

Голуб Г.А., доктор технічних наук, професор
Дубровін В.О., доктор технічних наук, професор
Кухарець С.М., кандидат технічних наук, доцент
Шубенко В.О., кандидат технічних наук, доцент
Драгнев С.В., кандидат технічних наук, доцент
Поліщук В.М., кандидат технічних наук, доцент

Україна щорічно виробляє близько 50 млн т зернових і зернобобових культур. При цьому, в тих самих обсягах, як побічний продукт виробляється солома. Її в основному використовують як добриво для ґрунтів а також для цілей тваринництва у якості підстилки та корму тварин. Але близько 20-40% соломи можна щорічно використовувати для подальшої переробки. Так, можна виділити два напрямки альтернативного використання соломи: використання в якості сировини для виробництва біопалива з метою забезпечення центрального та індивідуального тепlopостачання; будівництво.

При спалюванні соломи в котлах можна забезпечити гаряче водopостачання та тепло для опалення приміщень. Ці процеси забезпечується автономними незалежними системами опалення. Такі системи можуть бути малими або великими, та можуть використовуватись для приватних будинків, та для великих районів. В Україні малі котли більш поширені, ніж великі. Завдяки ефекту масштабу витрати на одиницю енергії можуть зменшуватись зі збільшенням потужності теплогенераторів. Так, впровадження масового використання в Україні теплогенераторів на соломі є одним з варіантів розвитку ринку соломи, як біопалива другого покоління, разом цим необхідно сприяти забезпеченню ринку соломною відповідної якості та низької вартості продукту.

Загальна структура процесу використання соломи зернових культур для конверсії

На зернових на полях України, після обмолоту залишається в середньому до 2,5 тон/га соломи, що в загальному становить 36 млн. т (14515 тис.га x 2,5 тон/га) частина з якої може бути використана для енергетичних потреб (близько 7млн. т). Солома є екологічно безпечним джерелом енергії. У процесі росту соломи поглинається така ж кількість вуглецю, яка виділяється при її спалюванні. Солома є місцевим паливом, досить розповсюдженим у сільськогосподарських районах і відносно дешевим, порівняно з традиційними. Так, верхня теплотворна здатність соломи (суха речовина) складає 4,9кВт·год/кг. Для типової вологості 15% нижня теплотворна здатність складає 4,1 кВт·год/кг. Кількість енергії, що міститься в 1м³ ущільненої тюкової соломи, складає 500 кВт·год (щільність 120 кг/м³). В Україні найбільш перспективними для використання в найближчі роки можна вважати соломоспалюючі фермерські котли та котли для малих тепломереж потужністю 0,1-1 МВт. Але широке використання цих технологій потребує вирішення ряду питань організації збору, пресування тюків, транспортування та зберігання соломи.

Перевага соломи, як палива, полягає у тому, що її ресурси поновлюються щороку. Солома — доступне місцеве паливо, що може використовуватись у сільській місцевості в системах опалення виробничих та адміністративних будинків, об'єктів соціальної сфери села — шкіл, дитячих садків, лікарень тощо. Фізичні особливості соломи, як енергоносія представлені в таблиці 1.

Використання соломи дозволить забезпечити ці об'єкти власним паливом, незалежно від сторонніх постачальників, заощадити на придбанні традиційних енергоносіїв, але необхідно буде більше витратити на оплату праці своїх робітників. Кожний рік в світі утворюється мільйони тон соломи. Більше половини цієї кількості не використовується. В багатьох країнах вона спалюється на полях або в кращому випадку заорюється в землю.

Характеристика енергомосткості соломи

Вид соломи	Об'ємна маса, кг/м ³	Питомий об'єм, м ³ /т	Питома енергетична цінність, МВт/м ³
Звичайна солома ворох	20-50	20-50	0,07-0,16
Подрібнена	40-60	16-25	0,13-0,19
Тюки прямокутні	70-130		0,23-0,43
Тюки циліндричні	60-90	11-16	0,19-0,29
В'язанки	50-110		0,16-0,36
Брикети	300-450	2,2-3,3	0,99-1,48

Джерело: [12].

В деяких розвинених країнах екологічне законодавство забороняє спалювати соломі на полях. Це привернуло увагу до соломи як до потенційного джерела енергії. Енергетичне використання рослинних залишків викликає питання, яка кількість може бути використана без негативного впливу на урожай. В розвинених країнах біля 35% рослинних залишків може бути видалено без впливу на майбутній урожай.

В Україні, найбільшою перешкодою для енергетичного використання соломи є обмеженість досвіду та фінансових ресурсів для необхідних інвестицій. Іншими перешкодами може бути:

- необхідність розвитку ринка соломи з привабливими цінами як для споживачів, так і для постачальників;
- в деяких випадках наявність пестицидів може призвести до збільшення вмісту хлору в соломі. Це приводиться до мінімуму, якщо солома витримується на полях на протязі певного періоду (зів'янення).
- використання соломи в непридатних котлах, які забруднюють навколишнє середовище, може надати соломі «погану репутацію».

Перешкодою для використання соломи на паливо служить відсутність придатних для її спалювання топків. Суха (вологістю до 25%) солома добре горить у всіляких топках, однак її ККД (особливо при неповному завантаженні) досить низький і складає 45%. Солома може використовуватись в якості палива для котлів, проте існують деякі перешкоди. Дуже велика неоднорідність біомаси, з точки зору хімічного складу та фізичних властивостей, викликає певні труднощі, як в процесі спалювання, так і емісії компонентів, які є побічними продуктами процесу. Солома – складний вид палива, забезпечення котла соломі ускладнено її неомогенною структурою, відносно великою вологістю і великим об'ємом порівняно з вмістом енергії. Більш того, 70% компонентів соломи, що згоряють, містяться в летючих газах, які виділяються в процесі спалювання. Велика кількість летючих компонентів потребує спеціальної конструкції топки та організації потоку повітря в ній. Солома містить сполучення хлору, які можуть визвати проблеми з корозією при високих температурах. Температура плавлення попелу соломи низька через високий вміст лужних металів. В результаті можуть виникнути проблеми з видаленням попелу. Загальна теплова потужність такого обладнання складає понад 9000МВт, що дає можливість замінити до 5,0млрд.м³/рік споживання природного газу і зменшити викиди діоксиду вуглецю майже на 10млн т/рік.

Отже, з метою усунення перешкод для використання соломи в якості біопалива палива, необхідно оптимізувати структуру технологічного процесу конверсії (спалювання чи переробки) незернової частини врожаю – соломи. Даний процес може бути представлений у вигляді одного технологічного ланцюга (рис. 1), що містить різнонаправлені технологічні операції (фактори).

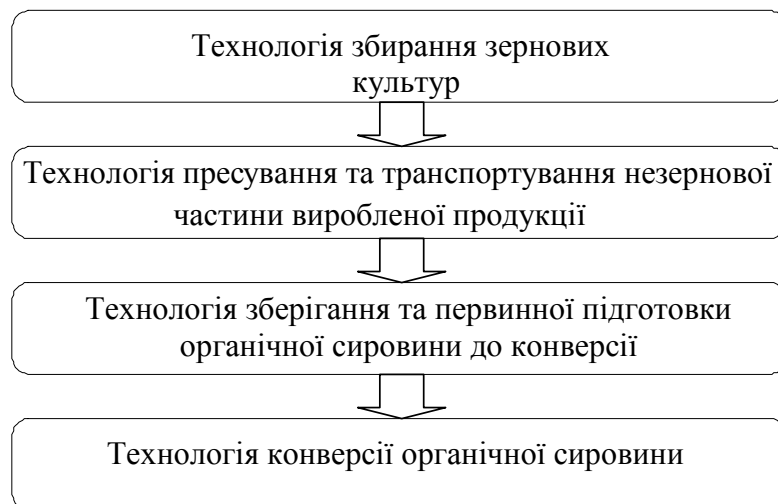


Рис. 1. Технологічний ланцюг конверсії соломи зернових культур для конверсії

Джерело: власні дослідження.

Технологія збирання зернових культур

Солома, що використовується в якості сировини для біопалива, повинна задовольняти певні параметри технологічних операцій, для того, щоб зменшити ризик виникнення експлуатаційних проблем опалювальних систем в процесі отримання енергії. Зберігання, підготовка, дозування, подача, спалювання та екологічні наслідки перерахованих операцій містять в собі можливість виникнення непередбачених проблем. Так, використання соломи з підвищеною вологістю може призводити до зменшення ресурсу та порушення роботи котлів, а також зменшити потужність та збільшити витрати на підготовку, дозування та подачу соломи в котел і як наслідок зменшити ККД котла. Тому, вологість соломи є одним із самих важких критеріїв якості цього виду палива. Для забезпечення належного спалювання, вологість соломи має становити не більше 20-25%, а її оптимальне значення становить 15%. Теплотворна здатність соломи злакових культур з оптимальною вологістю складає 13,6-15,6МДж/кг і на пряму залежить від вологості. У середньому 3т соломи за своєю теплотворною здатністю може замінити 1000м³ природного газу.

На даний час в сільськогосподарських підприємствах України застосовують дві технології заготівлі соломи, а саме заготівля розсипної та пресованої соломи, а в розвинених країнах світу основну масу соломи заготовляють у пресованому вигляді: в США — 80–90%, у Великій Британії і Франції — понад 90%. При цьому, технології заготівлі соломи напряму взаємопов'язані зі способом збирання зернових культур.

Так, в Україні більшого застосування набула технологія заготівлі розсипної соломи оскільки вона нескладна, дає змогу використовувати комплекс простих сільськогосподарськи машин. Але, дана технологія має низку істотних недоліків, основними з яких є значні затрати праці, особливо ручної, транспортні витрати та витрати енергії. Так, ця технологія зумовлює значні втрати матеріалу (соломи як сировини для виробництва біопалива) унаслідок збільшення кількості технологічних операцій. При цьому, значна кількість соломи втрачається при її зберіганні в укладених на землі й нічим не захищених від дії атмосферних чинників скиртах: за даними досліджень, товщина шару зіпсованої соломи становить: біля землі — до 0,50м, із боків — 0,10–0,15 і зверху — 0,30–0,50м.

Технологія заготівлі пресованого сіна має вагомі переваги перед технологією заготівлі розсипного сіна: менші польові втрати завдяки скороченню технологічних операцій, менші втрати під час зберігання, оскільки, завдяки більшій щільності маси, її економічно вигідно зберігати в пристосованих приміщеннях (пресована солома за об'ємом у 1,5–2,0 рази

компактніше, ніж розсипна), менший рівень затрат праці (на 15–18%), палива (в межах 10–40%) та транспортних витрат (в межах 30%), можливість повної механізації технологічних процесів.

Перший з факторів в структурі технологічного ланцюга конверсії не зернової частини врожаю, який впливає на вартість соломи та технологічні показники, а саме вологість та щільність, є технологія збирання зернових культур. Технологія збирання зернових культур включає в себе набір основних та допоміжних технологічних операцій, які реалізуються в однофазному та двофазному способах збирання зернових культур. До основних технологічних операцій належать такі як: зрізування стебел, обмолочування, виділення зерна з вороху та очищення його від домішок. Дані операції виконують в безперервному потоці, одну за одною, або з нетривалими перервами. Допоміжні технологічні операції включають в себе: транспортування зерна від комбайнів на тік або хлібоприймальний пункт, збирання соломи та лушення стерні.

Однофазний (пряме комбайнування) – це такий спосіб у якому хліба скошують, обмолочують і збирають у бункер, а солома може бути вкладена у валок, зібрана в накопичувач, подрібнена та розкидана по полю; подрібнена та зібрана у віз. Всі ці операції виконують в єдиному безперервному потоці однією машиною. Під пряме комбайнування відводять в першу чергу чисті поля з рівномірно дозрілими хлібами, відносно невисоким і стійким до вилягання стеблостоєм. До прямого комбайнування слід приступати з настанням повної (95%) стиглості зерна, коли його вологість не перевищує 17%. Висоту зрізу рослин при прямому комбайнуванні встановлюють залежно від цілей використання соломи, стану ґрунності та висоти стеблостою. Якщо пряме комбайнування застосувати, коли ще не все зерно достигло, то поряд із стиглим збиратимуть і недостиглий хліб, і в комбайни надійде хлібна маса підвищеної вологості, в тому числі зелені бур'яни. Внаслідок цього комбайни працюватимуть непродуктивно, з дуже великим затратами, крім того неминучі великі витрати коштів і затрати праці на наступну післязбиральну обробку зерна, а саме очищення, сушіння. Разом з тим, солома й полова мають підвищену вологу і для подальшого їх тривалого зберігання та використання в якості біопалива необхідно забезпечити певну вологість.

Двофазний (роздільний) – проводять за два проходи збирального агрегату по одному і тому самому полю, при цьому хліба скошують у стадії воскової стиглості рядковими або валковими жатками у валки, з яких вони дозрівають і підсихають, після чого їх підбирають і обмолочують комбайном з підбирачем. При роздільному комбайнуванні збирання починають на 5-10 днів раніше, ніж при прямому. Завдяки цьому створюються більш сприятливі умови для скошування хлібів, що веде до різкого скороченню втрат зерна і збільшення його збору. Найсприятливішим періодом для збирання хлібів роздільним способом (у валки) є настання середини воскової стиглості зерна. В цей період формується більш високий біологічний урожай і орієнтуватися на нього слід в тому випадку, коли є можливість скосити хліб у валки за 3–4 доби. Якщо оснащеність господарства збиральними машинами не дозволяє закінчити збирання врожаю в вище зазначені строки, то зернові культури доцільно збирати роздільним способом на початку воскової стиглості зерна (вологість зерна повинна бути в межах 25–30%). Хліб, своєчасно скошений і правильно укладений у валки, дозріває і підсихає швидше, ніж на корені, а разом з цим підсихають у валках і бур'яни. Так робота комбайна значно полегшується, і зерно виходить чистішим, сухішим. Сухішими збирають також солому й полову, що дуже важливо для тривалого їх зберігання, а також для наступного використання в якості біопалива. При цьому, солома може бути вкладена у валок, зібрана в накопичувач; подрібнена та розкидана по полю; подрібнена та зібрана у віз, та використана далі, як сировина для біопалива.

Незважаючи на те, що при роздільному збиранні доводиться витрачати більше коштів і праці, економічна ефективність цього способу вища, ніж способу прямого комбайнування. Додаткові затрати при цьому комбайнуванні окупаються за рахунок збільшеного збору зерна (в середньому від 1 до 4ц/га) та зменшення затрат праці і коштів на післязбиральну обробку

матеріалу.

При двофазовому збиранні для скошування хлібів у валки слід застосовувати відрегульовані начіпні або причіпні жатки. З метою запобігання втрат врожаю та зниження його якісних показників тривалість строку збирання зернових колосових культур повинна становити не більше 10–12 діб. Густота стеблостою на ділянках, призначених для роздільного збирання врожаю, має бути не менш ніж 250-300 рослин па 1м, а висота не менш ніж 60-80см. Висота стерні має бути в межах 12-25см. Для кращої роботи підбирача стебла мають розміщуватись приблизно під кутом 10° - 25° до напрямку валка. Для різних районів товщина валка становить 15-25см, а ширина 1,4-1,6см. Жатка має забезпечувати формування валка масою не менш ніж 1,5кг на 1м його довжини. Втрати зерна після проходження жатки не повинні перевищувати 0,5% на збиранні полеглих. При підбиранні валків втрати зерна не повинні перевищувати 1%. Чистота зерна в бункері не менш ніж 96%. Про те, слід звернути увагу на те, що затримка з обмолотом валків понад 10–15 діб призводить до збільшення грибних захворювань, бур'янів (особливо після значних опадів) в результаті чого втрати зерна різко зростають. Закінчувати скошування зернових колосових культур з укладанням хлібної маси у валки необхідно при вологості зерна не нижче 17–18%.

Прямим комбайнуванням збирають зернові культури з підсіванням багаторічних трав, а також зріджені хліба, якщо неможливо сформувати жаткою валок масок) понад 1,4кг на 1м його довжини. Чистота зерна в бункері має бути не меншою за 95%. За жаткою комбайна допускається до 1% для полеглих. Подрібнення насінного зерна має бути не вище ніж 1%, продовольчого 2%, зернобобових і круп'яних культур 3%, рису 5%.

На вибір способу збирання зернових культур впливає стан посівних площ, зокрема: низькорослі та зріджені хліби; полегли хліби; підвищена вологість та засміченість хлібів [1]. Низькорослі, зріджені і значно забур'янені посіви доцільно збирати роздільним способом. Рекомендується здвоювати валки сучасними жатками з мотовилами, обладнаними прогумованими пасками на лопатах. З метою зменшення втрат зерна при підбиранні та збільшення продуктивності агрегатів хлібну масу укладати у здвоєний валок, розміщуючи колосся в один бік.

При збиранні дуже полеглих хлібів, коли значна частина колосків знаходиться нижче висоти зрізання стебел, мотовило працює краще при обладнанні ріжучого апарата жатки стеблорізачами (ліфтерами) різної конструкції. Найбільш надійними визнані стеблорізачі для бобових жаток. Необхідно дотримуватись якнайнижчого зрізання рослин, а також забезпечити високоефективну роботу ріжучого апарата агрегату. Жатки і хедер комбайна при прямому комбайнуванні рекомендується обладнати роздільниками хлібної маси з регульованими стебловідводами замість нісків боковин, що використовуються при збиранні хлібів, виніс мотовила по горизонталі повинен бути найбільшим. Роздільники регулюють таким чином, щоб втрати зрізаних колосків довести до мінімуму. Для збирання хлібів з суцільним виляганням вправо (по напрямку руху жатки) зовнішній стебловідвід слід підняти по можливості вище і дещо відвести вправо, основне центральне перо змістити вліво, а внутрішній стебловідвід – дещо підняти і відвести вліво. При збиранні хлібів, що полягли в лівий бік, зовнішній стебловідвід розміщують так само, як і при збиранні полеглих в правий бік, а центральне перо роздільника відхиляють дещо вправо.

Особливості скошування вологих і забур'янених посівів полягають в тому, що їх важче підрізати ножами жатки. Хлібна маса затримується на пальцях ріжучого апарата, підіймаючи ніж над протиріжучими пластинами, при цьому різко погіршується або зовсім припиняється зрізування хлібів, а отже, зростають і втрати зерна. В такому випадку перш за все необхідно правильно відрегулювати ріжучий апарат. Забороняється перевищувати допустимі зазори між ріжучими елементами (0,8мм), а також між притискувачами і ножами жатки (0,5мм). Середні лінії сегментів і пальців повинні збігатися в крайніх положеннях ножів. При подачі вологої хлібної маси в молотарку ускладнюється вимолот зерна. В зв'язку з цим потрібно слідкувати за якістю обмолоту і при недомолоті зменшити молотильні зазори або збільшити частоту обертання барабана. Періодично слід контролювати стан підбарання і очищати

його отвори, оскільки волога хлібна маса може частково або навіть повністю забивати їх, що призводить до зниження сепаруючої здатності підбарабання та перевантаження соломотрясу зерном, внаслідок чого підвищуються його втрати.

Альтернативою двофазового (роздільного) способу забор'ячених посівів зернових та при надмірно вологих погодних умовах під час збирання врожаю може стати десикація, яку за необхідності дозволяється проводити на посівах всіх колосових культур. Збирання врожаю зернових культур в загальній структурі виробництва рослинницької продукції господарства необхідно починати із озимого ячменю, потім скоростиглих сортів озимої м'якої пшениці. Озима тверда пшениця більш стійка до осипання, ніж м'яка, тому її доцільно збирати дещо пізніше, прямим комбайнуванням. Озиме жито і озиме тритикале збирають в основному роздільним двофазовим способом. Треба мати на увазі, що ці культури дуже схильні до вилягання, осипання і проростання зерна в колосі, тому їх треба збирати в стислі строки – за 7–8 днів. Зокрема особливу увагу слід звернути на збирання насінницьких площ кращих сортів пшениці озимої і доведення їх до посівних кондицій.

Отже, основними факторами які впливають на вибір способу збирання зернових культур з точки зору економічного обґрунтування є:

- природні умови господарства;
- біологічні особливості зернових культур;
- стан посівних площ зернових культур;
- вибір способу подальшої обробки зернової частини врожаю;
- подальше використання незернової частини врожаю;

З метою забезпечення раціональних витрат енергоресурсів і коштів при проведенні збиральних робіт при використанні вітчизняної і зарубіжної техніки при прямому комбайнуванні та при підбиранні валків з подрібненням або без подрібнення соломи можна користуватись орієнтовними нормативами техніко-економічних показників роботи зернозбиральних комбайнів (табл. 2 та табл. 3).

Таблиця 2

Техніко-економічні показники роботи зернозбиральних комбайнів при прямому комбайнуванні зернових культур з подрібненням соломи (в розрахунку на 1 га)

Урожайність, ц/га	Марка комбайну	Робоча ширина захвату жатки, м	Норма виробітку за зміну, га	Запрати праці, люд-год	Витрати палива, л	Прямі експлуатаційні витрати, грн
1	2	3	4	5	6	7
До 26	Дон-1500Б	6,6	15,4	0,91	8,2	547,40
27-30		6,6	13,5	1,04	9,3	623,98
31-34		6,6	12,1	1,16	10,5	697,23
35-38		6,6	10,9	1,28	11,6	773,52
39-41		6,6	9,9	1,41	12,8	851,89
42-45		6,6	9,1	1,54	13,9	926,57
До 26	Дон-1500Б	5,7	14,2	0,99	9,0	594,57
27-30		5,7	13,3	1,05	9,4	633,03
31-34		5,7	11,9	1,18	10,6	708,30
35-38		5,7	10,7	1,31	11,7	786,98
39-41		5,7	9,8	1,43	12,9	860,32
42-45		5,7	9	1,56	14,0	936,40

30-34	СК-6П	5,7	11,1	1,26	10,0	804,52
35-38		5,7	10,1	1,39	10,3	878,31
39-41		5,7	9,5	1,47	10,9	933,36
42-45		5,7	8,7	1,61	11,6	1016,61
30-34		4,8	10,6	1,32	11,6	852,07
35-38		4,8	9,7	1,44	11,9	924,52
39-41		4,8	9,1	1,54	12,2	981,36
42-45		4,8	8,7	1,61	12,8	1026,81
До 38	John Deere-9500	6,7	28,8	0,49	3,8	604,07
39-41		6,7	22,3	0,63	4,9	780,08
42-45		6,7	21	0,67	5,2	828,34
46-49		6,7	19,4	0,72	5,6	896,41
50-53		6,7	17,9	0,78	6,1	971,79
54-56		6,7	16,9	0,83	6,5	1029,63
57-59		6,7	15,6	0,90	7,0	1115,07
Понад 60		6,7	14,6	0,96	7,5	1191,62
До 38	Dominator 204 Mega	6,5	25,5	0,55	6,3	701,57
39-41		6,5	23,6	0,59	6,8	758,00
42-45		6,5	21,9	0,64	7,3	816,60
46-49		6,5	20,6	0,68	7,7	867,62
50-53		6,5	19,2	0,73	8,3	931,21
54-56		6,5	18,1	0,77	8,8	987,76
57-59		6,5	17,2	0,81	9,2	1038,93
Понад 60		6,5	16,4	0,85	9,7	1090,05
До 38	Case-1666	5,2	14,1	0,99	9,8	1105,15
39-41		5,2	12,9	1,09	10,8	1208,71
42-45		5,2	11,9	1,18	11,7	1310,22
46-49		5,2	10,5	1,33	13,2	1484,40
50-53		5,2	10,1	1,39	13,8	1543,85
54-56		5,2	9,4	1,49	14,8	1658,58
57-59		5,2	8,9	1,57	15,6	1751,49
Понад 60		5,2	8,4	1,67	16,6	1856,35

Технологія збирання та транспортування не зернової частини виробленої продукції

За результатами досліджень, ефективність використання незернової частини урожаю в якості енергоносія значною мірою залежить від витрат при збиранні соломи [117]. Так, збільшення витрат на 20% спричиняє зростання вартості енергоносія на 10-15%. В Україні поширення набули такі технології збирання соломи зернових культур: подрібнення зернозбиральним комбайном, транспортування тракторними причепами, скиртування з формуванням скирти; копнування зернозбиральним комбайном, стягування тросовою волокушею на край поля, скиртування; валкова технологія збирання соломи.

Як правило, технології збирання соломи, які базуються на подрібненні соломи зернозбиральним комбайном, транспортуванні тракторними причепами, скиртуванні з формуванням скирти, а також з копнуванням зернозбиральним комбайном, стягуванням тросовою волокушею на край поля та подальшим скиртуванням, використовуються в технологічних процесах заготівлі кормів, з метою забезпечення тваринницьких ферм кормами та стійловими матеріалами.

**Техніко-економічні показники роботи зернозбиральних комбайнів при прямому
комбайнуванні зернових без подрібнення соломи
(в розрахунку на 1 га)**

Урожайність, ц/га	Марка комбайну	Робоча ширина захвату жатки, м	Норма виробітку за зміну, га	Зарати праці, люд-год.	Витрати палива, л	Прямі експлуатаційні витрати, грн
1	2	3	4	5	6	7
До 26	Дон-1500Б	5,8	21,7	0,65	9,2	417,22
27-30		5,8	19	0,74	10,5	476,44
31-34		5,8	17	0,82	11,8	533,04
35-38		5,8	15,4	0,91	13,1	589,05
39-41		5,8	14,2	0,99	14,1	637,92
42-45		5,8	13,3	1,05	15,2	682,33
До 26	КЗС-9-1 "Славутич"	5,8	28	0,50	7,8	411,76
27-30		5,8	24,5	0,57	8,9	470,46
31-34		5,8	21,9	0,64	10,0	526,68
35-38		5,8	19,8	0,71	11,1	582,88
39-41		5,8	18,3	0,77	12,0	630,57
42-45		5,8	17	0,82	12,9	678,64
До 26	СК-6П	5,7	13,9	1,01	7,6	639,18
27-30		5,7	12,8	1,09	8,1	692,81
31-34		5,7	12,1	1,16	8,4	731,46
35-38		5,7	11,3	1,24	8,8	781,59
39-41		5,7	10,7	1,31	9,3	825,47
42-45		5,7	10	1,40	9,8	881,97
До 26	СК-6П	4,8	12,9	1,09	9,0	695,63
27-30		4,8	12,2	1,15	9,4	734,55
31-34		4,8	11,6	1,21	9,9	772,66
35-38		4,8	10,2	1,37	10,3	870,56
39-41		4,8	9,8	1,43	10,5	904,22
42-45		4,8	9,2	1,52	10,9	960,77
До 26	John Deere-9500	6,3	23,4	0,60	8,8	778,52
27-30		6,3	20,5	0,68	10,0	888,27
31-34		6,3	18,3	0,77	11,4	996,74
35-38		6,3	16,5	0,85	12,5	1104,25
39-41		6,3	15,3	0,92	13,4	1190,17
42-45		6,3	14,3	0,98	14,5	1274,79
До 26	Dominator 108 SL	5,8	25,6	0,55	6,5	492,61
27-30		5,8	22,4	0,63	7,4	562,74
31-34		5,8	20	0,70	8,2	629,52
35-38		5,8	18,1	0,77	9,1	695,93
39-41		5,8	16,7	0,84	9,9	754,59
42-45		5,8	15,6	0,90	10,6	807,82
До 26	Case-2166	4,8	24,1	0,58	7,3	659,90
27-30		4,8	21,2	0,66	8,3	750,18
31-34		4,8	18,9	0,74	9,2	840,54
35-38		4,8	17,1	0,82	10,2	929,28
39-41		4,8	15,8	0,89	11,0	1005,41
42-45		4,8	14,7	0,95	11,9	1081,30

Валкова технологія збирання соломи в тюки та рулони передбачає можливість закладання її під накриття, що дозволяє підвищити якість процесу підготовки рослинного матеріалу та зменшення її транспортних витрат для спалювання в котлах. Так, технологія заготівлі соломи, сіна та грубих кормів у пресованому вигляді посідає домінуюче місце у країнах Західної Європи. Солому пресують у малі, середні та великі тюки циліндричної та прямокутної форми, з різним ступенем щільності (табл. 4).

Таблиця 4

Технологічні властивості тюків

Щільність тюка		Вологість соломи в тюку (%)	Рекомендована територіальна зона для формування тюка
назва	значення (кг/м ³)		
низька	до 100	до 40%	ліси – полісся
середня	100...200	до 25%	лісостеп - степ
висока	200...300	до 22%	степ - пустеля

Малі тюки (табл. 5) були найбільш поширеним видом тюків, які використовувались в присадибному господарстві в котлах малої потужності, протягом багатьох років, основною їх перевагою є можливість переміщення їх вручну, в останні роки попит на невеликі тюки істотно знизився тому відповідно зменшилось виробництво поршневих прес-підбирачів для формування таких тюків.

Середні циліндричні тюки (табл. 5) широко використовуються в фермерських котлах нарівні з прямокутними тюками середнього. Останнім часом значного поширення дістала технологія заготівлі сіна в рулонах з використанням рулонних прес-підбирачів, їх доля на світовому ринку становить до 80% усіх продаж машин для підбирання соломи. Це пояснюється простотою конструкції рулонних прес-підбирачів і, відповідно, меншою їх вартістю порівняно з прес-підбирачами великогабаритних тюків.

Великі тюки (табл. 5) можуть використовуватися у великих котельнях централізованого теплопостачання. Водночас останнім часом поширюється технологія збирання соломи із застосуванням прес-підбирачів великогабаритних тюків, які мають незаперечні переваги перед іншими конструкціями машин. Головні з них такі: висока продуктивність і, відповідно, менші затрати праці; збереження високої якості матеріалу за рахунок зменшення втрат під час збирання; краще використання вантажопідйомності транспортних засобів, площ складських приміщень, підвищення продуктивності навантажувачів. До недоліків великогабаритних тюків слід віднести можливість їх руйнування в процесі транспортування та зберігання.

Пресування соломи у тюки прямокутної або циліндричної форми успішно застосовується в сучасному сільськогосподарському виробництві і стає однією з головних технологічних операцій в ресурсозберігаючих технологіях збирання і використання соломи. Завдяки пресуванню соломи значно зменшуються транспортні витрати, більш повно використовуються приміщення для зберігання, механізуються всі вантажно-розвантажувальні роботи [5, 7].

В напрямку виробництва прес-підбирачів слід відмітити таких відомих виробників, як: Krone, Claas, Welger, Gehl, Fortschritt, Deutz-Fahr, New Holland, Vermeer, John Deere, Hesston, Massey Ferguson, Case IH та інші. Росія, Білорусія та Україна представлені підприємствами: ОАО “Бежецксельмаш”, ОАО “Рузхиммаш”, ОАО “Нефаз”, ОАО “Бобруйскагропаш”, ВАТ

“Ірпіньмаш”, ВАТ “Чернівцісільмаш” та іншими. Для збирання соломи в тюки застосовують поршневі прес-підбирачі для формування малогабаритних тюків, рулонні преси та преси для формування великогабаритних тюків. Класифікація прес-підбирачів для формування тюків рослинного походження різної форми і типорозмірів представлена на рис.2.

Таблиця 5

Основні типорозміри тюків

Типорозмір тюка	Щільність тюка (кг/м ³)	Маса тюка (кг)	Поперечний розмір тюка		Довжина тюка (м)
			прямокутної форми (см×см)	круглої форми (см)	
малий	100-125	12-15	46×36	-	1,3
середній	100-140	200-300	80×80	1,2-1,8	1,2-1,7
великий	130-150	450-500	120×130	-	2,4

Для збирання соломи в малогабаритні тюки використовують прес підбирачі поршневого типу, які виготовляють фірми JOHN DEERE, MASSEY FERGUSON (США), UNIA group (Польща). Преси такого типорозміру знайшли широке застосування у малих та середніх господарствах [2].

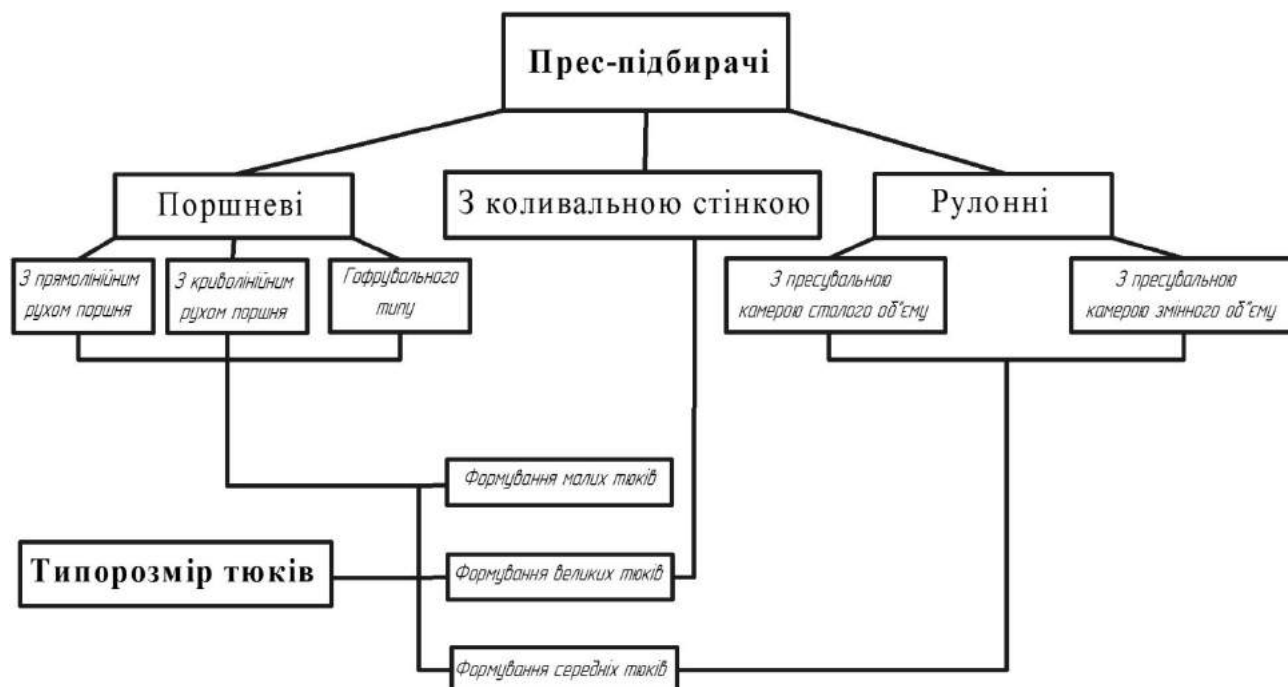


Рис.2. Класифікація прес-підбирачів



Рис.3. Загальний вигляд прес-підбирача поршневого типу для формування малогабаритних тюків, марки FAMAROL Z-511

Для формування тюків середнього типорозміру останнім часом широко використовують рулонні прес підбирачі. Це пояснюється простотою конструкції рулонних прес-підбирачів і, відповідно, меншою їх вартістю порівняно з прес-підбирачами великогабаритних тюків. Тому такі конструкції машин найбільш поширена серед фірм-виробників. Рулонні прес-підбирачі розподіляються на преси з камерами постійного та змінного перерізу. За своєю конструкцією формуючі камери є вальцеві, ланцюгово-планчасті та пасові. Прес-підбирачі з камерами змінного перерізу формують рулони діаметром від 0,8 до 1,8м. Діаметр рулонів встановлюється залежно від умов зберігання. Для заготівлі кормів використовують рулони меншого діаметру, а для соломи - більшого.



Рис.4. Загальний вигляд прес-підбирача рулонного типу для формування тюків середнього та великого типорозмірів, марки Ролант 250.

Водночас дедалі більше користується попитом технологія із застосуванням прес-підбирачів великогабаритних тюків, які мають незаперечні переваги перед згаданими конструкціями машин.



Рис.5. Загальний вигляд прес-підбирача поршневого типу для формування тюків середнього та великого типорозмірів, марки Krone "BigPack VFS1290"

Провідні машинобудівні фірми світу (Claas, Krone, Massey Ferguson, Kuhn, New Holland і.тд) пропонують більш ніж 40 моделей прес-підбирачів великогабаритних тюків. Вони різняться між собою площею перерізу пресувальної камери, кількістю ходів поршня, конструктивним виконанням робочих органів, наявністю подрібнювального механізму, кількістю вузлов'язальних апаратів і.тд.

Переваги технології заготівлі соломи з використанням прес-підбирачів великогабаритних тюків:

- більша пропускна здатність щодо малогабаритних та рулонних прес-підбирачів;
- краща пристосованість тюків до транспортування і складування завдяки прямокутній формі;
- раціональне використання вантажопідйомності транспортних засобів при відвезенні тюків;
- менша кількість тюків з одиниці площі, що зменшує витрати при вивільненні території;
- незначна витрата часу на завантаження великогабаритних тюків, що підвищує продуктивність транспортних засобів;
- невеликі питомі витрати шпагату на обв'язку тюків;
- більш раціональне використання кормосховищ при зберіганні великогабаритних тюків.

Дослідження економічної ефективності збирання соломи [14, 24] вказують на те, що найменші капіталовкладення та приведені затрати будуть досягнуті при збиранні соломи в рулони (рис. 6).

Отже, аналіз технологій та конструкцій прес-підбирачів вказує на те, що у сучасній світовій практиці найбільшого застосування набула рулонна технологія збирання соломи (табл. 6).

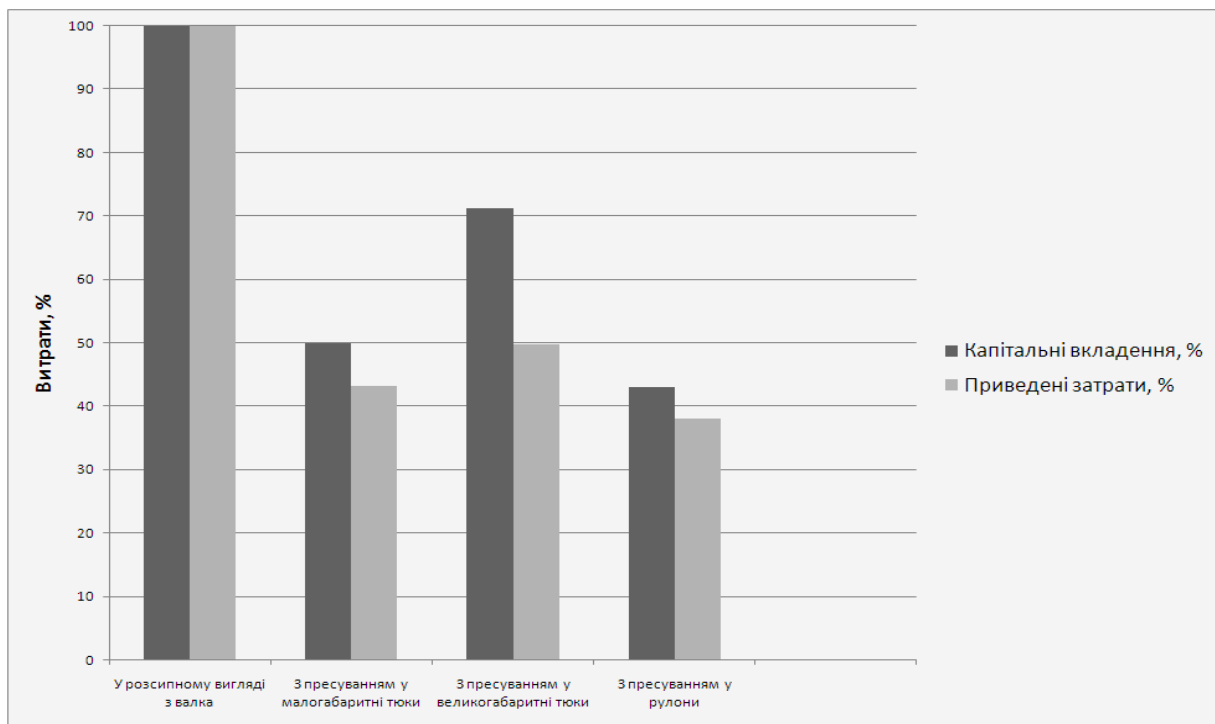


Рис.6. Порівняльна характеристика технологій збирання зернових.

Формування тюків циліндричної форми за допомогою рулонних прес-підбирачів має такі переваги:

- краща, в порівнянні з прямокутними тюками, стійкість проти проникнення атмосферної вологи і, як наслідок, можливість зберігання деякий час обмотаних шпагатом рулонів на полі без погіршення їх якості;

- простота конструкції обмотувальних апаратів рулонних пресів і можливість використання дешевих видів шпагату;

- відносно низька питома металомісткість - до 1т/га·год та енергомісткістю - до 15кВт/га·год рулонних пресів при достатньо великій їх продуктивності - до 2га/год та відносно низькій вартості;

- циліндрична форма тюка дає можливість повністю механізувати всі наступні технологічні операції після збирання соломи;

- рулонна технологія збирання соломи найбільш повно забезпечує технологічні властивості продукції, а саме дотримання необхідної вологості продукту.

Таблиця 6

Технічна характеристика рулонних прес-підбирачів для соломи

Виробник	Марка, модель	Максимальні параметри рулону		Параметри машин		
		Діаметр (м)	Маса (кг)	Маса (кг)	Потужність (кВт)	Продуктивність (т/год)
Завод с.-х. машин им. Фрунзе	ПРП-1,6	1,6	350	2340	20	0,9 (га/год)
ОАО "Рузхиммаш"	ПРМ-1200	1,8	630	1800	30	12 (рулонів/год)

ОАО “Бежецк-сельмаш”	РПЛ-1500	1,4	220	2300	25	0,9 (га/год)
Krone (ФРН)	KR 100	1,2	180	1000	25	4...8
Krone	KR 181	1,8	800	1700	33	8...18
Claas	R034	1,2	230	1350	29	10
Claas	R062	1,2	600	1800	29	12
Claas	R085	1,5	850	2100	51	14
Gehl	RB 1460	1,5	450	1720	36	6...10
Gehl	RB 1860	1,8	900	2000	44	8...12
Rivierre Casalis (Франція)	RC 121	1,4	270	1895	37	10
Dehondt	480A	1,5	300	2000	45	0,75(га/год)
Case-IH (США)	3450	1,2	400	1250	44	15
Case-IH	3650	1,8	800	1860	52	18
Massey Ferguson	656	1,9	1000	2300	52	22
John Deere	330	1,2	300	1385	33	14
John Deere	530	1,8	850	1975	52	18
New Holland	853	2,0	550	1950	44	8...13
New Holland	856	2,3	1000	3390	88	18
Hesston	5530	1,4	250	1165	22,0	7
Hesston	5540	1,8	550	1725	299	10
Hesston	5800	1,8	680	1775	40	8...10
Vermeer	605J	1,9	1000	2300	44	20

Технологія зберігання та первинної підготовки соломи до конверсії

Після формування тюків, рулонів їх навантажують на транспортні засоби та доставляють до місць зберігання (рис. 7).



Рис. 7. Транспортний причіп для доставки тюків в місця зберігання.

Тюки соломи, що використовуються як паливо, можуть зберігатися у штабелях на відкритому повітрі (рис. 8), але краще під навісами або у закритих приміщеннях (рис. 9).



Рис.8. Зберігання тюків у штабелях на відкритому повітрі.

У разі зберігання на відкритому повітрі існує ризик, що деяка частина соломи замокне і стане непридатною для спалювання. Спосіб збереження впливає на якість соломи. Зберігання соломи може проводитися різними способами: в амбарах (дах і опори), під брезентом, під пластиковою плівкою, під відкритим небом. При збереженні в стогах під відкритим небом біля 10% соломи стає непридатною для енергетичного зберігання [37]. Зберігання в «голандських» амбарах приводить до погіршення якості соломи, адже вологість верхнього шару 0,5м при цьому зростає до 25%, та зменшення її вартості.



а)



б)

Рис. 9. Зберігання тюків: а) під навісами; б) у закритих приміщеннях

Конверсія органічної сировини

Широке використання соломи, як сировини для біопалива, сприяє створенню нового покоління опалювальних пристроїв, а саме теплогенераторів, ККД яких знаходиться в межах від 80 до 90 відсотків. Орієнтовна порівняльна структура економічних та технічних характеристик теплогенераторів залежно від використовуваного виду палива наведено в табл. 7. Як видно з таблиці, використання біологічної сировини, зокрема соломи, в якості палива є економічно обґрунтованим, при цьому, вартість 1Гкал виробленого тепла з урахуванням сумарних затрат в порівнянні з викопними природними ресурсами є меншою і знаходиться в діапазоні 60% - 75%.

Котли на соломі - це сучасні теплогенератори, в яких надійна автоматика забезпечує процес опалення та гарячого водопостачання. Теплогенератор для соломи - це ізольована (термос), готова до експлуатації установка з автоматикою, що забезпечує оптимальний режим згоряння палива та отримання гарячої води з необхідними параметрами і забезпечення необхідної температури повітря в приміщенні, монтаж якої не вимагає жодних додаткових робіт із підготування та зведення споруд, окрім підготовки фундаменту, монтажу димаря і під'єднання до наявної тепломережі котла в якості основного або резервного джерела енергії.

Таблиця 7

Порівняльна структура економічних та технічних характеристик теплогенераторів типу RAU потужністю 300кВт

Вид палива	Солома тюкована	Деревина щипа	Вугілля антрацит	Газ природний
Економічні показники				
Вартість 1Гкал виробленого тепла з урахуванням сумарних затрат (грн)	84,8	91,9	223,7	340,5
Сумарна вартість затрат (грн/т)	235	175	955	2600
Орієнтовна вартість палива (грн/т)	200	100	900	2600
Орієнтовна вартість доставки на відстань до 20км (грн/т)	35	75	35	входить в тариф
Вартість утилізації відходів палива (грн/т палива)	-	-	20	-
Технічні показники				
Теплота згорання (МДж/кг)	14,2	10,4	25,0	34,2
Середній ККД устаноовки (%)	82	78	72	90
Встановлена електрична потужність установки (кВт/год)	0,74	4,5	4,5	1,5
Електроспоживання установки (кВт·год доба)	18	108	108	36
Утилізація відходів палива	мінеральне добриво	мінеральне добриво	у відвал	відсутнє

- Поряд з високим ККД теплогенератори мають й інші переваги, такі як:
- забезпечення високої чистоти згорання соломи: зольністю менше 5%;
 - вмістом СО в продуктах згорання менше 0,5%;
 - мале споживання електроенергії (близько 0,5% від теплової потужності);
 - при відносно низькій ціні на солому, низьких експлуатаційних витратах і високих цінах на традиційні види палива (газ, вугілля, мазут) термін окупності теплогенераторів становить від 8 місяців до 3,5 років (в залежності від потужності теплогенератора).
 - не обов'язкова наявність окремого приміщення для установки;
 - не підлягають реєстрації в котлонагляді;
 - обслуговуються одним оператором;
 - не вимагають постійної присутності обслуговуючого персоналу;
 - автоматичне регулювання процесу горіння і температури теплоносія на виході з установки;
 - при аварійному відключенні електропостачання, зберігають встановлені параметрів теплоносія в системі опалення протягом 3-5 годин;
 - вартість 1 Гкал виробленого тепла становить близько 10,6\$.

Технологія прямого спалювання є найбільш очевидним способом вивільнення енергії із біомаси. Вона проста, добре вивчена та комерційно доступна. Існує багато типів і розмірів систем прямого спалювання, в яких можна спалювати різні види палива в тому числі і соломині тюки. У хімічному розумінні спалювання полягає у конверсії всіх органічних матеріалів на двоокис вуглецю та воду при наявності кисню (звичайно атмосферного). Однією із проблем, пов'язаних із безпосереднім спалюванням біомаси є його низька ефективність. У випадку використання відкритого вогню більша частина тепла втрачається.

Спалювання може бути розділено на 4 фази: кипіння води, що містяться в біомасі; виділення газової (летючої) складової. Дуже важливо, щоб ці гази згорали, а не «вилітали в трубу»; виділені гази змішуються з атмосферним повітрям і згоряють під дією високої температури; згорання залишків біомаси (переважно вуглець). При оптимальному процесі горіння енергія палива використовується повністю, єдиним недоліком є невелика кількість попелу. Для ефективного згорання необхідні три умови: достатньо висока температура; достатня кількість повітря; достатній час для повного згорання.

Солома може використовуватись в якості палива для котлів, проте існують деякі перешкоди. Дуже велика неоднорідність біомаси, з точки зору хімічного складу та фізичних властивостей, викликає певні труднощі, як в процесі спалювання, так і емісії компонентів, які є побічними продуктами процесу. Солома – складний вид палива. Забезпечення котла соломою ускладнено її неомогенною структурою, відносно великою вологістю і великим об'ємом порівняно з вмістом енергії. Більш того, 70% компонентів соломи, що згоряють, містяться в летючих газах, які виділяються в процесі спалювання. Велика кількість летючих компонентів потребує спеціальної конструкції топки та організації потоку повітря в ній. Солома містить сполучення хлору, які можуть визвати проблеми з корозією при високих температурах. Температура плавлення попелу соломи низька через високий вміст лужних металів. В результаті можуть виникнути проблеми з видаленням попелу.

Процес спалювання потребує забезпечення доступу кисню (повітря), кількість якого залежить від маси та властивостей сировини, що спалюється. Підтримання безперервності процесу спалювання викликає «поглинання» частини виробленої теплової енергії біомасою, зокрема на її висушування. Подрібнення біомаси, дозволяє покращити контакт кисню з паливними компонентами, що сприяє кращому спалюванню. Вологомісткість спалюваної сировини знижує теплоту згорання, впливаючи на теплоефективність процесу спалювання [15].

В Україні випускають солоспалювальні котли тепловою потужністю від 150 до 860 кВт. При виборі котла, з точки зору його потужності, потрібно керуватися такими параметрами: 1кВт потужності потрібно для опалення 10м² площі при висоті стелі не більше 3,5м. За допомогою даних теплогенераторів можна забезпечити теплом: школи; дитячі садки;

адміністративні будівлі; тваринницькі комплекси; тепличні господарства; житлові та промислові приміщення. Залежно від потужності, топка котла може бути пристосована для спалювання малих або великих тюків. Спалювання малих тюків відбувається в невеликих котлах із ручним завантаженням, спалювання середніх та великих тюків відбувається у фермерських котлах і у великих котельнях централізованого теплозабезпечення із використанням спеціальної техніки для складування і завантаження в котли. Для спалювання соломи західні фірми випускають широкий модельний ряд газогенераторних котлів потужністю від 89кВт до 4МВт. У комплекті з правильно підібраним водяним теплообмінником такі котли утворюють високоефективні та економічні системи. Так, наприклад, із використанням пального як високої, так і низької якості газогенераторні котли фірми HERLT у процесі експлуатації сягають максимально можливого ККД – 92%. Розробка сучасних технологій підготовки біомаси зокрема соломи до використання як твердого палива, систем автоматичного управління процесом спалювання, спеціальних матеріалів (керамічних) для камер згоряння дає змогу підвищити ефективність використання котлів і можливість впроваджувати котли нового покоління.

На сьогодні в Україні освоєно технологію спалювання соломи та випуск обладнання для виконання цього технологічного процесу такими підприємствами як: ОАО «Южтеплоэнергомонтаж» (Група ЮТЭМ); НТЦ «Биомасса»; АТ "Бриг"; ТД "Теплосфера".

Пропоновані конструкції теплогенераторів призначені для установки поза приміщенням, адаптована до умов сільської місцевості, умовами експлуатації і наявності місцевого палива, в якості якого передбачається використання тюкованої соломи зернових культур, як відходів основного виробництва сільського господарства. Використання котлів дозволено для зон з помірно холодним кліматом по категорії 1 - поза приміщенням. Теплогенератор може встановлюватися в опалювальних, опалювально-виробничих та виробничих котельнях.

Теплогенератори з фронтальним завантаженням мають призматичну циліндричну топкову камеру (рис. 10.). У верхній частині камери розташований горизонтальний конвективний газохід. Топкова камера і конвективний газохід розміщені в "водяній сорочці" яка утворена подвійною стінкою теплогенератора. Над топковим блоком теплогенераторів встановлюється розширювальна ємність або бак-акумулятор.

Доступ в топку і до конвективного газоходу здійснюється через охолоджувану завантажувальну дверку. Зовнішні стінки теплогенераторів покриті теплоізоляційним матеріалом для зниження теплових втрат. Огородження теплогенераторів виконані з профільованого сталевого листа з декоративним покриттям захищають від дії зовнішніх опадів, захищають теплоізоляцію і надають теплогенератору естетичний вигляд. Процес горіння регулюється подачею повітря через сопла дуття. Можливість подачі нагнітаємого повітря під шар палива дозволяє більш ефективно організувати процес спалювання на завершальній стадії горіння. Теплогенератори працюють під урівноваженою тягою. Розрідження в топці досягається за рахунок тяги димової труби. Час між циклами перезавантаження визначається обсягом завантаженого палива і його якістю, а так само тепловим навантаженням мережі. Солома у вигляді спресованих тюків завантажується в топкову камеру і підпалюється вручну. Кількість повітря необхідного для горіння визначається умовами горіння і регулюється автоматично. Продукти згоряння обігривають стінки камери згоряння і конвективного газоходу охолоджуються до температури 150-2500С і через короб димових газів направляються в димову трубу.

ОАО ЮТЭМ разом з доставкою котлів (рис. 10) (табл. 8) виконує проектні роботи, налагодження теплових мереж та їх сервісне обслуговування. Підприємство-виробник гарантує відповідність якості теплогенератора вимогам технічних умов при дотриманні споживачем правил монтажу, зберігання, транспортування і експлуатації.

В межах теплової потужності 40 – 700 кВт можна використовувати котли для спалювання соломи марки STEP (рис. 10).

**Технічні характеристики теплогенераторів підприємства
ОАО «Южтеплоэнергомонтаж»**

Марка теплогенератора	RAU 2-181	RAU 2-301	RAU 2-331	RAU 2-600	RAU-2-600M
Теплова потужність при 5 завантаженнях за добу, (кВт)	150	250	300	600	860*
Теплова потужність при 2 завантаженнях на добу, (кВт)	53-64	80-96	160-192	250-300	250-300
К К Д, (%)	82	82	82	82	82
Габаритні розміри теплогенератора (Д x Ш x В), (м)	4,40 x 3,10 x 5,05	4,10 x 3,50 x 5,65	4,10 x 3,40 x 8,35	5,10 x 3,65 x 8,21	5,10 x 3,65 x 8,21
Габарити топки (діаметр x довжина), (м)	1,6 x 2,0	1,6 x 2,0	2,0 x 3,0	2,8 x 3,0	2,8 x 3,0
Габарити прямокутних тюків, (до - м)	1,60 x 1,20 x 0,70	1,60 x 1,20 x 1,30	2,40 x 1,20 x 1,30	2,40 x 1,20 x 1,30	2,40 x 1,20 x 1,30
Габарити циліндричних тюків діаметром (до - м)	1,4	1,8	1,8	2,0	2,0
Об'єм бака акумулятора, (л)	13 000	15 000	30 000	41 000	41 000
Загальна вага, без димової труби, (т)	6,22	8,4	13,2	14,2	14,5
Вага димової труби, (т)	0,5	1,3	1,9	1,9	1,9
Споживання електроенергії, (кВт·ч/доб)	3,0 - 5,0	6 - 10	6 - 10	6 - 10	20-30
Середня вага одного завантаження, (кг)	200	350	500	1000	1000
Витрата соломи, (кг/ч)	41	62	104	208	250
Річна витрата соломи (опалювальний сезон =180 днів), (т)	180	270	450	900	1080
Час згорання одного завантаження, (ч)	3,5	4	5	5,5	4
Розрахункова теплота згорання, (МДж/кг)	14,2	14,2	14,2	14,2	14,4
Замінований об'єм газу за опалюваний сезон, (м3)	62 069	93 103	155 172	310 344	434 000
Орієнтовна вартість теплогенераторів					
Теплогенератор (грн)	217000	240000	347900	433000	471000
Димова труба (грн)	16200	26000	36100	36100	36100
Разом (грн)	233200	266000	384000	469700	507900



**Рис. 10. Загальний вигляд котла типу RAU,
виробник ОАО «Южтеплоэнергомонтаж»**

Ці прості котли з акумулюючої ємністю і низькою ціною придбання конструюються для обслуговування вручну (ручне завантаження цілих тюків соломи, ручне видалення попелу та ручне підпалювання соломи). Процес згоряння автоматично регулюється керуючим пристроєм котла. Ці котли можуть бути використані для опалення малих об'єктів (малі промислові, сільськогосподарські об'єкти, будинки зі збільшеною площею та ін.) промислового призначення. Так, котел на соломі ЕКОРАL RM має камеру згоряння що охолоджується водою (або повітрям) та інтегровану трубну систему, що утворює обмінник продуктів згоряння. Вся передня частина камери згоряння відкривається для розміщення тюка соломи, а також для ручного видалення попелу з котла. Продукти згоряння, що виходять з камери згоряння, проходять через обмінник продуктів згоряння і виходять з котла в димову трубу.

Котел на соломі STEP ЕКОРАL RM обладнаний повітряним вентилятором середнього тиску з автоматичним регулюванням дросельного клапана і керуючим блоком, який управляє процесом згоряння згідно до встановлених та контрольованих параметрів. В залежності від типу котла, камера згоряння наповнена квадратними або круглими тюками соломи. Після закриття камери згоряння солома підпалюється через спеціальний отвір в стіні котла з наступним включенням блоку керування котла, який включає повітряний вентилятор. Котли на соломі поставляються в комплекті з устаткуванням, ізоляцією, обшивкою з листового металу і акумулюючою ємністю.

В якості теплогенератора можна використовувати котел на соломі модульного типу Екорал (рис. 12).

Даний модельний ряд котлів на біомасі має потужність від 25 до 600кВт. Всі котли оснащені мікропроцесорною системою управління, яка керує процесом спалювання соломи, у відповідності до заданих параметрів. Котел працює циклічно. У камеру згоряння можна завантажувати, залежно від типу котла, прямокутні тюки соломи з розмірами 80x40x40см 180x70x120см, 250x120x80см. або круглий пакунок з розмірами в діаметрі 125-170см.



Рис. 11. Загальний вигляд котла типу STEP

На базі даних котлів комплектуються модульні котельні. Котельня розроблена в контейнерному виконанні, що зменшує витрати на транспортування, монтаж. Комплектація котельні може бути різною, залежно від побажань споживача, баки, система гарячого водопостачання, насоси тощо. Дані котельні оснащуються всією необхідною автоматикою, що дозволяє їм працювати в автоматичному режимі. Для обслуговування котельні потрібна одна людина, для завантаження палива.

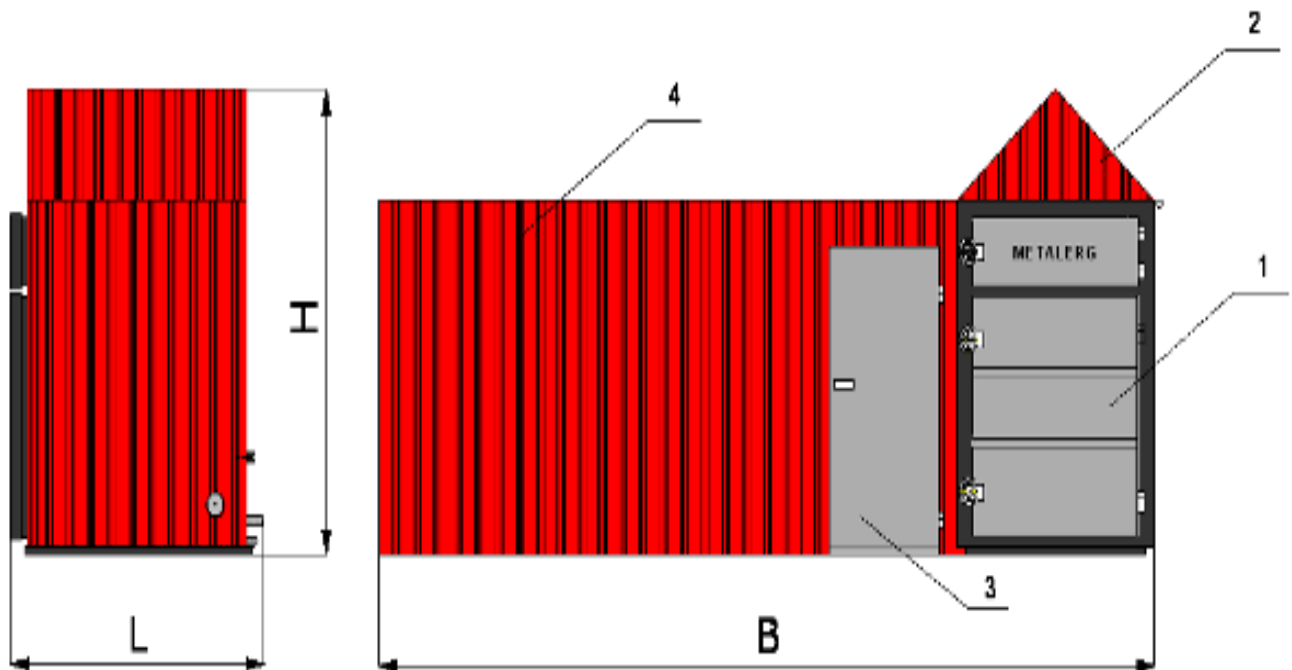


Рис.12. Загальний модульної котельні типу Екорал:

1 - котел Екорал; 2 - розширювальний бак; 3 - кімната керування; 4 - акумулятор тепла.

Котли Q PLUS AGRO (рис. 13) В являються котлами для спалювання соломи у вигляді кругів. Основною перевагою даних котлів є те, що паливо можна докласти в процесі горіння без вимкнення котла. До котла Q PLUS AGRO В 150 кВт можна вкласти один круг соломи, діаметром 120см, а до котла 300кВт - 2 круги. Котел оснащений системою надуву та незалежним керуванням первинного та вторинного повітря.

Технічна характеристика котлів Heiztechnik

Дані технічні	Розмірність	Heiztechnik 150	Heiztechnik 300
Потужність	kW	150	300
Діапазон потужності	kw	50-150	100-300
Мах. температура роботи	оС	85	85
Об'єм водяний	L	1300	2200
Мінімальна тяга в комині	Pa	50	55
Приєднання до інсталяції	-	2 1/2	2 1/2
Вага котла	kg	2200	3500
Максимальний робочий тиск	бар	2	2
Ширина	cm	182	182
Глибина	cm	221	341
Висота	cm	237	237
Висота до осі комина	cm	211,5	211,5



Рис.13. Загальний вигляд котла типу Q PLUS AGRO

В стандарті котел має автоматику, яка керує роботою двох насосів(центрального опалення та гарячого водопостачання) і працює з одним кімнатним термостатом. Додатково котли можуть комплектуватися погодозалежною автоматикою, управлінням трьох ходовим клапаном та двома кімнатними термостатами.

Література

1. Про ратифікацію Кіотського протоколу до Рамкової Конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату : закон України // Відомості Верхов. Ради України. – 2004. – № 19. – Ст. 261.
2. Про затвердження Порядку розгляду, схвалення та реалізації проектів, спрямованих на зменшення обсягу антропогенних викидів або збільшення абсорбції парникових газів згідно з Кіотським протоколом до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату [Електронний ресурс] : Постанова КМУ від 22 лют. 2006 р. № 206. – Режим доступу: <http://www.cogeneration.com.ua/ru/analytics/legislative-regulation/II-field/KMU-N206-22-02-2006/>.

3. Биомасса как источник энергии / под ред. С. Соуфера, О. Заборски. – М. : Мир, 1985.
4. Бойлс Д. Биоэнергия: технология, термодинамика, издержки / пер. с англ. М. Ф. Пушкарева ; под ред. Е. А. Бирюковой. – М. : Агропромиздат, 1987. – 152 с.
5. Енергозабезпечення України. Погляд у 2050 рік / Г. Гелетука, Т. Железна, М. Жовнір [та ін.] // Зелена енергетика. – 2003. – № 4. – С. 4-6.
6. Використання місцевих видів палива для виробництва енергії в Україні / Г. Г. Гелетука, Т. А. Железна, Ю. Б. Матвєєв, М. М. Жовнір // Пром. теплотехніка. – 2006. – Т. 28, № 2. – С. 85-93.
7. Гелетука Г. Г. Обзор технологий сжигания соломы с целью выработки тепла и электроэнергии / Г. Г. Гелетука, Т. А. Железная // Экологические технологии и ресурсосбережение. – 1998. – № 6. – С. 3-11.
8. Дубровин В. Сельхозпроизводство как источник энергии / В. Дубровин, М. Мельничук, В. Мироненко // Зерно. – 2006. – № 2. – С.76-81.
9. Екологія відходів : монографія / В. А. Бурлака, І. Г. Грабар, І. І. Хом'як [та ін.] / під заг. ред. В. А. Бурлаки. – Житомир : Рута, 2007. – 512 с.
10. Ельке Лакемеєр. Виробництво біоенергії в Україні : за матеріалами консультативної роботи Інституту економічних досліджень та політичних консультацій / Ельке Лакемеєр // Пропозиція. – 2007. – № 11. – С. 30.
11. Енциклопедія бізнесмена, економіста, менеджера / за ред. Р. М. Дякіна. – К. : Міжнар. екон. фундація, 2002. – 704 с.
12. Жовнір М. Солома обігріє села / М. Жовнір, Є. Олійник, С. Чаплигін // Агросектор. – 2007. – № 5. – С. 28-31.
13. Концепція національної екологічної політики України на період до 2020 р. : затвердж. постановою КМУ від 17.10.2007. № 880-р // Экология и промышленность. – 2008. – № 1. – С. 70-77.
14. Мельник І. І. Ефективність технологій збирання незернової частини врожаю сільськогосподарських культур / І. І. Мельник, В. О. Дубровін, В. Д. Гречкосій
15. Розвиток біоенергетики як нової сфери агропромислового виробництва в Україні / М. Д. Мельничук, В. О. Дубровін, С. В. Драгнев [та ін.] // Наук. вісник НАУ. – 2007. – Вип. 117. – С. 190-211.
16. Методичними рекомендаціями з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (товарів, робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств. – Житомир, 2001. – 31 с.
17. Нелеп В. М. Планування на аграрному підприємстві : підручник / В. М. Нелеп. – 2-ге вид. допов. і переробл. – К. : КНЕУ, 2004. – 495 с
18. Царенко О. М. Основи екології та економіки природокористування / О. М. Царенко, О. О. Несветов, М. О. Кадацький. – Суми : Університетська книга, 2001. – 326 с.
19. Основи землеробства : підручник / за ред. О. Ф. Смаглія. – Житомир: ВДНЗ «Держ. агроеколог. ун-т», 2008. – 514 с.
20. Синякевич І. М. Інструменти екополітики: теорія і практика / І. М. Синякевич. – Львів : ЗУКЦ, 2003.
21. Технології та технологічні проекти вирощування основних сільськогосподарських культур : навч. посіб. / О.Ф. Смаглій, О.А. Дереча, П.О. Рябчук [та ін.]. – Житомир : ДВНЗ «Державний агроекологічний університет», 2007. – 488 с.
22. Черевко Г. В. Економіка природокористування / Г. В. Черевко, М. І. Яцків – Л. : Світ, 1995. – 208 с.
23. Шудренко В. І. Економічна та екологічна оцінка сівозмін : метод. поради / В. І. Шудренко. – Житомир, 2007.
24. Яворов В. Обладнання для виробництва поновлюваної енергії / В. Яворов, В. Ясенєцький // Пропозиція. – 2007. – № 11. – С. 104-106.