

Сумлінне сушіння

Особливості конструкції шахтних сушарок

Микола Занько,
кандидат технічних наук, заступник
завідувача відділу наукових
досліджень та випробувань машин
і технологій у рослинництві,
старший науковий співробітник
ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

На ринку зернових сушарок впродовж останніх років помітне місце посідають шахтні сушарки типу

СД «Дунаївчанка» (підприємство-розробник та виробник – ТОВ «КК «Дунаєвецький ливарно-механічний завод»), серійне виробництво яких розпочато 2016 р. Сушарки зернові типу СД призначені для безперервного сушіння чистого, непереробленого зерна або насіння зернових колосових і бобових культур, ріпаку, кукурудзи, насінневого, продовольчого або фуражного призначення за допомогою атмосферного повітря, нагрітого в теплогенераторі продуктами згоряння, що утворюються під час спалювання в ньому твердого біопалива (тріски дерева, брикети з деревини, пелети з лушпиння соняшнику, соломи тощо).

До типорозмірного ряду входять сушарки СД-1 – СД-25 «Дунаївчанка» (всього 25 моделей). Вони ризяться місткістю шахти й кількістю використаних у її складі сушильних та охолоджувальних секцій (які назагал

Що ми тут маємо

◆ Застосування пелет потребує використання в печі інших колосників, ніж під час спалювання крупнофракційних видів палива

◆ Широкий типорозмірний ряд сушарок типу СД «Дунаївчанка» за продуктивністю (до 280 т/добу) дає змогу сушити зерно денного намолоту зернозбирального комбайна

◆ Довготермінову надійність «вбудовано» до кожної зернової сушарки GSI

◆ Характерною особливістю цих сушильних комплексів Victory є використання в їх складі разом із сушаркою технологічно «ув'язаного» теплогенератора на біопаливі



і визначають продуктивність сушіння зерна/насіння), кількістю застосованих електродвигунів і вентиляторів для подачі теплоагента (продування) до сушильних або охолоджувальних секцій і відповідно до них – споживанням електроенергії та габаритними розмірами. Важливою технологічною та конструкційною особливістю сушарок є їх адаптованість і здатність до роботи з використанням різних видів палива: твердого (пелети – деревні, з соломи, з лушпиння соняшнику, паливні брикети, висушена деревина – тріски або навіть звичайні колоти дрова, стрижні качанів кукурудзи, солома тюкована, тирса від переробки деревної продукції, лушпиння – соняшникове, сої, рисове), дизельного, природного газу. Відповідно до них сушарки комплектуються печами для спалювання твердого біопалива або пальниками під дизельне паливо або газ. Важливою конструкційно-технологічною відмінністю, покладеною в основу розподілу всіх сушарок «Дунаївчанка» на групи, є спосіб і технологія формування та подачі теплоагента до сушильних секцій. Відповідно до них усі сушарки (у комплектації біотеплогенераторами та пальниками для спалювання дизпалива та газу) методично розподілені на 2 групи:

◆ **I група** (сушарки СД-1 – СД-12): паливо спалюється

в печі, одержаний теплоагент перед його дальшою подачею до сушильних секцій очищається в теплообміннику;

◆ **II група** (сушарки СД-13 – СД-25): паливо спалюється в печі, одержаний теплоагент із печі надходить до каналу гарячого повітря шахти, а з нього вентиляторами затягується в сушильні секції.

До складу конструкції сушарки (на прикладі сушарки СД-4) входять:

- ◆ **шахта сушарки** – це база конструкції; складається з набору сушильних та охолоджувальних секцій із встановленими на них вентиляторами;
- ◆ **сушильні секції** розміщені у верхній частині шахти сушарки, де здійснюється безпосередньо процес сушіння зерна або насіння. Марка сушарки вказує на кількість сушильних секцій, використаних у конструкції сушарки;
- ◆ **секції охолодження**, в яких здійснюється охолодження зерна/насіння після його сушіння високотемпературним теплоагентом. Збільшення продуктивності сушарки певної марки першочергово досягається завдяки збільшенню в складі конструкції сушарки кількості сушильних та охолоджувальних секцій;
- ◆ **верхній завантажувальний бункер** розміщений у верхній частині сушарки над верхньою сушильною секцією шахти. Призначений для приймання та розподілу зерна по шахті сушарки. Максимальний рівень завантаження бункера зерном відображено індикатором аварійного рівня зерна;
- ◆ **сепаратор із циклоном** призначений для попереднього очищення зерна, що

завантажується до шахти сушарки. Встановлений на верхньому завантажувальному бункері;

- ◆ **вигрібачні вентилятори** призначені для створення потоку повітря через охолоджувальні секції шахти;
- ◆ **вигрібач** слугує опорою сушарки. Під ним розташовано бункер, знизу якого є отвір для випуску висушеного зерна на вивантажувальний транспортер. На бічній поверхні бункера розміщено засувку відбору проб сухого зерна. Для зміни в ручному режимі інтервалу спрацювання вигрібача на щитку шафи керування є відповідний регулятор;
- ◆ **теплогенератор**. Основна складова твердопаливного теплогенератора – піч, призначена для спалювання твердого біопалива та утворення газової суміші, що гріє, яка подається до теплообмінника закритого типу. У складі теплогенератора застосовано біотеплогенератор марки ОТД (виробництва ТОВ «КК «ДЛМЗ»). У разі спалювання дизельного палива або газу в теплогенераторі використовується спеціалізований пальник (виробництва провідних європейських виробників);
- ◆ **механічний транспортер-завантажувач** твердого біопалива з бункером-нагромаджувачем;
- ◆ **теплообмінник** віддає тепло повітря, яке через канал гарячого повітря затягується до сушильних секцій. Теплообмінник спирається на підставку;
- ◆ **димотяг** призначено для регулювання продуктивності теплообмінника. Зміна частоти обертання вентилятора димотягу здійснюється з допомогою частотного перетворювача та відбивається на моніторі

BONFANTI
cereal dryers

ЗЕРНОВІ СУШАРКИ BONFANTI



**ДОВГОВІЧНІСТЬ, НАДІЙНІСТЬ
і економічність**

+38 044 392 14 94
info@bonfanti.eu
www.bonfanti.eu





шафи управління. Димові гази через димохід вилучаються назовні;

- **компресор** призначено для пневматичного приводу вигрібача;
- **шафа керування** з комплектом засобів керування, вимірвальних приладів і систем та проводкою. Шафу керування виконано на основі мікропроцесора із сенсорною рідкокристалічною панеллю. Вибір потрібних параметрів і внесення змін параметрів за сушінням, завантаженням або вивантаженням зерна виконується натисканням на відповідні кнопки на екрані монітору шафи керування. Сушарки забезпечують: сушіння зерна в автоматичному режимі, постійний контроль температури зерна та сушіння, рівномірне вивантаження зерна завдяки конструктивному виконанню системи вигрібачів;
- **термоізоляція шахти.** Для зменшення теплових втрат у навколишнє середовище шахта сушарки та канал гарячого повітря обшиті негорючою мінеральною ватою та облицьовані профнастилом, колір якого визначає замовник;
- **майданчики** призначено для обслуговування завантажувального бункера та сушарки із зовнішнього боку. Через майданчики обслуговування є доступ до люків, що ведуть усередину сушарки й дають змогу обслуговувати шахту та канали із середини.

Технічні параметри сушарок СД-1 – СД-12 (із пальником під біотеплогенератор): місткість шахти для зерна – 18-55 т, кількість сушильних секцій – 1-12 шт., кількість охолоджувальних секцій – 1-3 шт., номінальна теплова потужність біотеплогенера-



тора – 240-2700 кВт, потужність електродвигунів приводу вентиляторів – 5-45 кВт, продуктивність вентиляторів: на сушильній секції – 7060-84 720 м³/год., на охолоджувальній секції – 7060-21 180 м³/год.; продуктивність сушіння зерна кукурудзи на 15% за температури сушіння +120°C і температури охолодження 0°C – 1-11,7 т/год., габаритні розміри: довжина – 6450-7500 мм, ширина – 3100-5200 мм, висота – 6360-14 290 мм. До цього також доцільно додати, що біотеплогенератори марки ОТД, які забезпечують теплоагентом сушарки, – виробництва ТОВ «КК «ДЛМЗ». Їх номінальна теплова потужність залежно від продуктивності сушарки, де вони використовуються,

може становити від 240 до 2700 кВт.
Опис технологічного процесу. Вологе зерно завантажується до завальної ями, з якої транспортером подається до завантажувальної норії, а через повітряний сепаратор – на отвір завантажувального бункера, який слугує для приймання зерна та розподілу його по шахті сушарки. Рівень зерна у бункері контролюється датчиками. На бункері встановлено повітряний сепаратор попереднього очищення зерна. Із бункера зерно надходить до верхньої сушильної секції, а з неї – до дальших (нижніх). Кількість сушильних секцій визначається проектною продуктивністю сушарки, що відбито в марці сушарки (наприклад: СД-4 – сушильних секцій 4).

Із сушильних секцій зерно самопливом надходить до охолоджувальних секцій. У цих секціях зерно охолоджується за допомогою потоку повітря, створюваного вентиляторами, кількість яких, залежно від марки сушарки, може становити від 1 до 3. Під час спалювання в печі біопалива утворюється газова суміш, що подається до теплообмінника закритого типу. Теплообмінник віддає тепло повітрю, яке через канал гарячого повітря затягується до сушильних секцій. Для регулювання продуктивності теплообмінника слугує димотяг. Димові гази через димохід викидаються назовні. Висушене зерно із вигрібача надходить до бункера вивантаження. Знизу бункера розташовано отвір, через який зерно надходить на вивантажувальний транспортер і далі через норію спрямовується на очищення та до бункера відвантаження. Відбір проб висушеного зерна здійснюють через спеціальну засувку, що розташована на бічній поверхні бункера. Для різних культур, відповідно до їх початкової та потрібної вологості після сушіння, а також атмосферних умов налаштовуються різні параметри роботи сушарки:

- температура повітря, що сушить зерно;
- температура нагрівання зерна;
- час спрацьовування вигрібача.

Крім того, змінюючи ступінь відкриття засувок на шахті сушарки, можна регулювати продуктивність витяжного вентилятора й змінювати швидкість сушіння зерна. Залежно від початкової вологості зерна та його засміченості, погодних умов (вологості й температури повітря),

показники температур змінюватимуться в той або інший бік. Під час сушіння зерна за один прохід не рекомендується знижувати вологість більш як на 15% для кукурудзи й на 12% для пшениці та ріпаку. Якщо вологість зерна зависока, слід здійснювати сушіння за два та більше проходів зерна через сушарку. Температура зерна встановлюється та регулюється «контролером» встановлення і регулювання температури зерна на щитку шафи управління.

Паливо для біотеплогенератора. Як паливо для печі можуть використовуватися можуть використовуватися пелети (деревні, із соломи, з лушпиння соняшнику тощо), паливні брикети, висушена деревина (вологість – не більше 20%), тріски деревні, качани – стрижні кукурудзи (з вологістю не більше 10%), соломка зернових культур – тюкована. До цих видів палива можна та доцільно додавати тирсу чи лушпиння насіння (соняшнику, сої, рису) в кількості до 30% від загального об'єму. Вологість палива для ефективного виділення тепла під час його спалювання має не перевищувати 20%. Паливо не повинно мати домішок нафтопродуктів і решток пакувальних матеріалів. Використання пелет потребує використання в печі інших колосників, ніж під час спалювання крупнофракційних видів палива. У практиці використання сушарок із біотеплогенераторами (різних фірм-виробників) спостерігаються нарікання з боку власників сушарок, що, мовляв, сушарки не «дотягують» до задекларованої фірмою-виробником проектною продуктивності. Однією з причин цього може бути неправильний підхід до експлуата-

ції «стартової» системи в процесі сушіння – до теплогенератора. Насамперед – до режиму його роботи. Адже у твердого біопалива (наприклад, дрова дуба або відходи від переробки зерна) – різна теплова спроможність. Водночас у печі теплогенератора має добре горіти паливо (а не тліти й не створювати іділію горіння). Таке горіння має бути стабільним і постійним як упродовж 1 години, так і протягом робочої зміни. Також у печах із різною проектною теплопродуктивністю за годину має згоряти певна встановлена для такої печі (себто сушарки з біотеплогенератором) кількість палива. Лише тоді забезпечуватимуться конче потрібні «теплові» умови для цієї сушарки для досягнення нею проектною продуктивності. Тому в технічних умовах на сушарки СД-1 – СД-12 «Дунаївчанка» встановлено вимоги до твердого біопалива: калорійність біопалива має бути на рівні 16,8 МДж/кг, а його витрати – 90-800 кг/год.
Перший запуск сушарки здійснюється з натисканням кнопки «Пуск» у діалоговому вікні «Пуск сушарки» на сенсорній панелі, а потім слід натиснути зелену кнопку «Пуск» на передній панелі шафи. Засвітиться підсвітка кнопок «Пуск-Стоп». Якщо немає аварійних сигналів, сушарка перейде до активного режиму роботи. Для завантаження сушарки зерном у діалоговому вікні «Обладнання» потрібно натиснути на кнопку «Завантаження». Послідовно ввімкнеться механізм завантаження сушарки зерном індикатор «Завантаження» засвітиться зеленим кольором, механізми завантаження автоматично вимкнуться.



СУШАРНІ для зернових, зернобобових і олійних ЗЕРНОСХОВИЩА, ЕЛЕВАТОРИ «під ключ»

ЗЕРНООЧИСНА ТЕХНІКА КОМБІНОРМОВІ ЗАВОДИ ЗЕРНОТРАНСПОРТУВАЛЬНА ТЕХНІКА



Львів: тел.: (032) 240-40-33, (050) 371-40-80
Умань: моб. тел.: (050) 371-30-92
Харків (050) 332-38-00
Кропивницький: тел./факс: (0522) 22-74-22, моб. тел.: (050) 341-18-48
e-mail: info@riela.com.ua Інтернет: www.riela.de, www.riela.com.ua

Після цього слід розпалити піч. Після розгоряння палива потрібно активувати димотяг у меню «Обладнання» та вентилятор сушарки в меню «Обладнання». Після того, як сушарка повністю завантажена, а вентилятори – активовані, димотяг починає працювати на повну потужність відповідно до режиму роботи вбудованого до системи регулятора температури. На панелі у відповідному меню слід задати потрібну температуру сушіння, бажану швидкість роботи вигрібача та режим його роботи. За ручного режиму роботи сушарки температура зерна можна не задавати. Оператор самостійно вибирає потребу в активації чи деактивації обладнання, а також значення потрібних параметрів.

Слід активувати механізми вивантаження зерна у відповідному меню. За автоматичного режиму роботи вигрібача система враховує параметри швидкості й температури зерна, які задав оператор. **Правило «першого завантаження».** Після першого ввімкнення завантаження зерном триватиме, доки сушарка повністю не завантажиться зерном. Таймер вологого зерна при цьому блокується, димотяг не працюватиме на повну потужність доки сушарка повністю не завантажиться зерном. У процесі роботи сушарка автоматично активуватиме й поповнюватиме рівень вологого зерна в сушарці. Сушарка виконує дозавантаження зерном менш як за 10 хв. У процесі дозаванта-



ження працюватиме таймер у вікні «Завантаження». Якщо за 10 хв. сушарка не дозавантажиться, почне подаватися звуковий і світловий сигнал «Аварія». У меню «Індикація» відкриється відповідне повідомлення.

Закінчення сушіння зерна. За годину до очікуваного закінчення робочої зміни потрібно припинити подачу палива до печі. Зі зниженням температури сушіння до +60°C (для кукурудзи) збільшити інтервал спрацювання виграбача вдвічі. Дочекавшись зниження температури сушіння до +40-45°C і вимкнути димотяг, вентилятор, виграбач і сушарку. Сушіння останньої партії зерна в сушарці може відбуватися в режимі нерухомого шару зерна. Слід максимально заповнити сушарку зерном. Зі зниженням температури сушіння до +40-45°C припинити подачу палива до печі, дочекатися вогняння палива, а коли температура знизиться до +15-20°C, вимкнути димотяг, вентилятор і почати вивантаження сушарки у звичайному режимі. Після цього вимкнути сушарку. Можна залишати на ніч зерно в сушарці неохолодженим, а з ранку продовжувати сушіння у вибраному режимі.

Сушіння останньої партії зерна в сушарці може відбуватися в режимі рециркуляції зерна. Потрібно максимально заповнити сушарку зерном – до спрацювання індикатора рівня зерна, сушити, періодично відбираючи проби зерна на вологу. Із досягненням бажаної вологості вимкнути палиник після зниження температури зерна до бажаного значення, вимкнути вентилятор і розвантажити сушарку. Після цього можна вимкнути сушарку.



Сушарка СД-4: вигляд – із боку розвантажувальної норії

Результати тестувань. Найкраще свідчення задекларованих підприємством-виробником функціональних можливостей сушарок – їх тестування за умов експлуатації під час використання згідно з призначенням. При цьому першочергово визначають основні показники призначення – продуктивність сушіння, якість висушеного зерна та економічність процесу сушіння із застосуванням твердого біопалива. Враховується вид палива, його витрати та витрати електроенергії, позаяк уся механіка сушарки має привод від електродвигунів. Відповідно до листа-заявки випробування сушарок СД-1 – СД-12, з паливом під тверде паливо проведені в ДНУ

«УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого». Як базову ТОВ «КК «ДЛМЗ» представило 2018 р. сушарку СД-4 «Дунаївчанка» (табл. 1) в експлуатаційних умовах у фермерському господарстві «Москалець» (Полтавська область, м. Хорол) під час сушіння зерна кукурудзи. Також доцільно зазначити, що це господарство – справді мале, саме фермерське, й така сушарка (проектна продуктивність – 5 т/год.) має задовольнити його малу реальну потребу в невисоких темпах сушіння зерна – за продуктивністю й застосуванням біопаливом для отримання теплоагента. Зерно перед подачею до шахти попередньо очищалося з допомогою «штатного» повітряного сепара-

Таблиця 1. Технічна характеристика сушарки СД-4

Показники	Значення показників
Місткість шахти, т	25
Кількість сушильних секцій, шт.	4
Кількість охолоджувальних секцій, шт.	1
Кількість теплогенераторів, шт.	1
Модель біотеплогенератора	ОТД-1000
Теплова потужність біотеплогенератора, кВт	1163
Тип палиника	твердопаливний
Тип біопалива	тверде (дубові колоти дрова)
Подача теплоагента до сушильних секцій	вентилятор
Пневмокомпресор, шт.	1
Габаритні розміри сушарки, мм:	
– довжина	7100
– ширина	3180
– висота	9250
Маса (нетто), кг	9000

Таблиця 2. Умови та режими сушіння зерна кукурудзи сушарки СД-4

Показники	Значення показників
Температура навколишнього повітря, °С	8
Вологість повітря, %	78
Швидкість вітру, м/с	4
Вид палива	колоти дрова (дерево – дуб)
Вологість дров, %	10
Режим сушіння	безперервний (24 год.)
Характеристики зерна, %:	
– вологість зерна	20,2
– основне (ціле) зерно	94,99
– подрібнене зерно	3,8
– облушене зерно	0,5
– сміттєві домішки	0,51
– органічні домішки	0,1
– технологічний пил	0,1

тора, наявного в складі зерносушарки та встановленого на верхньому майданчику. Чисте зерно, очищене від легких домішок, мало сприяти надійному «проходженню» зерна, в процесі його сушіння, через шахту сушарки. Назагал, умови



та режими роботи сушарки відповідали вимогам до процесу сушіння і такого виду зерна (табл. 2). У печі теплогенератора, яка входить до складу сушарки, спалювалися колоти дрова з дуба. Зерно в сушарку з нагромаджувальної ями подавала норія (до речі, також виробництва ТОВ «КК «Дунаєвецький ливарно-механічний завод»). До ями зерно надходило просто з поля від зернозбирального комбайна. Підвищений уміст подрібненого зерна – 3,8% – було зумовлено якістю роботи не повною мірою технологічно налаштованого барабанного зернозбирального комбайна, від якого надходило зерно на сушіння до сушарки. Сухі погодні умови під час збирання кукурудзи сприяли доброму природному висиханню зерна, яке мало вологість на рівні 20,2%. Для сушіння зерна температуру теплоагента було встановлено на рівні +100°C. Після сушіння зерно переміщалося від сушарки з допомогою транспортера та норії до бункера-нагромаджувача й далі – до зернового складу. Назагал, зерно в такому стані й режим його сушіння – задовільні та прийнятні для сушарок шахтного типу, зокрема – для СД-4.

Після сушіння виконано оцінку якості висушеного зерна (табл. 3). Результати свідчать, що сушарка забезпечує стабільну роботу в режимі одноразового проходу зерна через її шахту й зняття вологи при цьому на 6% – із 20,2 до 14,2%. Теплообмінник закритого типу забезпечує температуру теплоагента, що подається вже до шахти сушарки для сушіння зерна, на встановленому рівні – +100°C. Повітряний сепаратор, що використовується для попереднього очищення зерна перед його подачею в сушильну шахту. «Другорядні» фракції, наявні у складі «стартового» зерна (облушене, сміттєві домішки, органічні домішки, технологічний пил), відокремлюються від зерна та не потрапляють до шахти. Тим самим виключаються передумови для засмічення шахти й запобігають небажаним явищам, пов'язаним із цим чинником. Сушарка не зумовлює негативного впливу на стан зерна: пошкодження зерна сушаркою, за одноразового проходження через секції сушарки в процесі сушіння – незначне



й становило 0,2%. Теплообмінник теплогенератора забезпечує отримання чистого від диму та попелу теплоагента. Висушене зерно не має сторонніх запахів, зокрема запаху диму. Зерно не має тріщин, які могли б зумовлюватися різними «перетримуваннями/зависаннями» зерна в секціях сушарки. Після сушіння зерно переміщувалося від сушарки з допомогою транспортера та норії до бункера-нагромаджувача й далі – до зернового складу. Тобто сушарка працює у встановленому стабільному режимі відокремлення вологи від зерна та випуску зерна через виграбач і забезпечує добру якість сушіння зерна.

Таблиця 3. Якість сушіння зерна кукурудзи сушаркою СД-4

Показники	Значення показників
Характеристики зерна, %:	
– вид зерна	кукурудза
– вологість зерна	14,2
– основне (ціле) зерно	95,49
– подрібнене зерно	4
– облушене зерно	0,51

Під час проведення випробувань сушарки в умовах експлуатації протягом робочої зміни – часу роботи сушарки

та її тестування, поряд з оцінкою якості роботи виконано визначення її експлуатаційних показників, зокрема продуктивності. За прийнятого режиму сушіння (див. вище) сушарка сушить за добу 100 т зерна. А за годину, з урахуванням потрібних і регламентованих затрат часу – 5 т. Така продуктивність відповідає її паспортним даним. Питомі витрати біопалива – дубових колотих дров – становлять 7 кг/тонно-відсоток. Обслуговує сушарку оператор. Наявність у складі зерносушарки системи автоматизованого управління робить цей процес нескладним і неproblemним. Цьому значною мірою сприяє відповідна працьованість і технічна надійність усієї конструкції сушарки з теплогенератором. Фермерське господарство – місце проведення випробувань – справді мале, й така сушарка найбільшою мірою доцільна для його потреб. Усебічно оцінюючи всяку сушарку, слід взяти до уваги, що сушарка «не стоїть у чистому полі», вона – у складі зерносушильного комплексу – великого чи малого. Це вже залежить від потужності її або використаних зерносушарок у складі комплексу. Це стає ще зрозумілішим, коли стоїш біля сушарки та милуєшся



її величчю й красою, надто коли вона працює в морозну погоду. І тут ти «помічаєш», що до сушарки підходить лінія електропередач. Тобто сушарку варто ще оцінювати і з цієї «позиції». А скільки ж вона споживає електроенергії та як це впливає на загальний баланс її економічності? Що потужніша сушарка, то більшого споживання електроенергії потребує вона та її допоміжні «служби»: норії, які подають і забирають зерно від неї; механічна лінія подачі дров до топки теплогенератора; повітряний сепаратор, що очищує та подає зерно до сушарки (слід сушити зерно, а не зернове сміття!); наявність у завальному бункері вібратора, щоб зерно в бункері не зависало; двигуни – редуктори завантаження та вивантаження зерна; вентилятор димососу в теплообміннику; витяжні вентилятори для продування секцій, пневмокомпресор для керування вигрібачами. Так от споживана потужність усього цього «електричного господарства» становить усього 33,23 кВт (за паспортної – 37,77 кВт). Тобто електродвигуни максимально підібрані згідно з потрібною потужністю відповідно до споживання. За продуктивності 5 т/год. і «зйому» вологи в 6% питомі витрати електроенергії становлять 1,10 кВт•год./тонно-відсоток. Економічне оцінювання сушарки виконано з урахуванням багатьох економічних чинників, зокрема й вартості сушарки, терміну її служби, щорічних обсягів сушіння зерна сушаркою, споживання електроенергії під час сушіння зерна, витрат біопалива та його вартості. Затрати праці на сушіння зерна сушаркою СД-4 незначні й становлять 0,1 люд.•год./тонно-відсоток,



а прямі експлуатаційні витрати – 29,98 грн/тонно-відсоток. У структурі прямих експлуатаційних витрат 54,4% становлять витрати на біопаливо й електроенергію. Сушарка СД-4 «Дунаївчанка» адаптована для роботи з теплогенераторами для спалювання твердого біопалива – пелет, пресованих брикетів, трісок і дров, що дає змогу ефективно використовувати її без застосування дорогих енергоносіїв (газу та дизельного палива). Процес подачі до печі теплогенератора твердого палива – дров, трісок дерев'яних, – механізовано. Теплообмінник має конструкцію, яка забезпечує відокремлення диму від спалюваного біопалива та подачу до сушильних секцій сушарки чистого, без диму, теплоагента (повітря). Сушарка має високий рівень технічної і технологічної надійності. Звичайно, запорукою високої технічної надійності сушарок (цього разу – шахтного типу) є дотримання обов'язкових елементарних правил експлуатації:

- не застосовувати занадто високу температуру сушіння зерна;
- не використовувати надміру забруднене зерно, що надходить до шахти сушарки для сушіння;
- перед запуском сушарки в процес сушіння вона має бути чистою від забруднень;

- регулярно проводити технічні огляди сушарки та її складових;
- повсякчас контролювати стан електропроводки та заземлення;
- дотримуватися вимог інструкції з експлуатації.

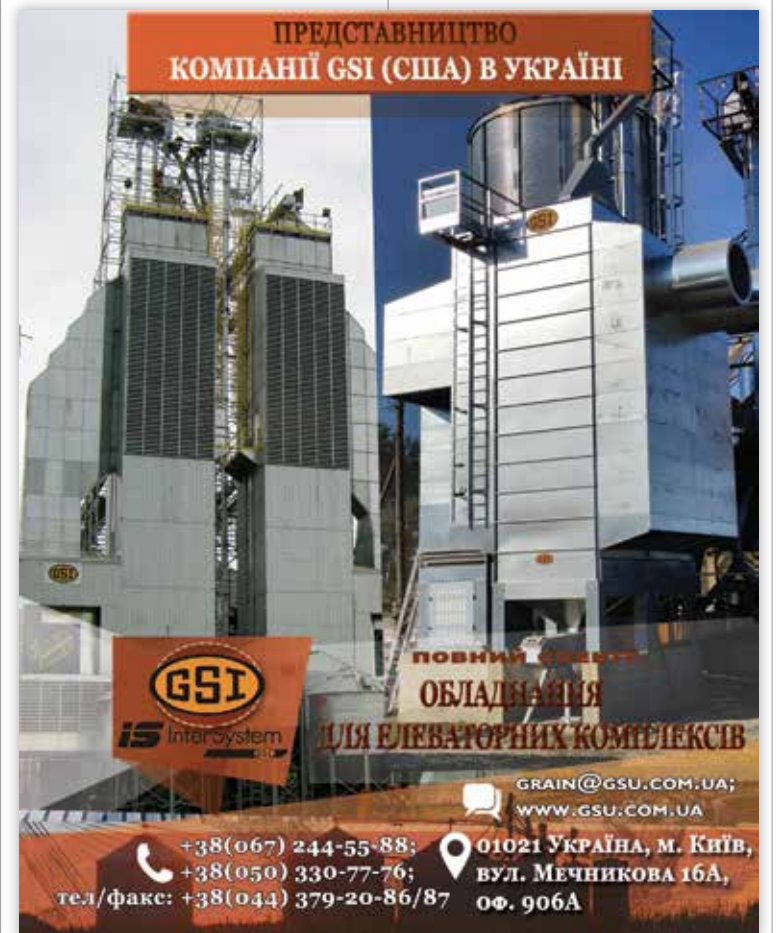
2019 р. фермерське господарство «Москалець» (Полтавська обл., м. Хорол) знову сушило кукурудзу сушаркою СД-4 «Дунаївчанка». Знову в топці теплогенератора палахкотіло полум'я колотих дубових дров. Сушарка справно випускала в атмосферу водяні пари від сушіння зерна кукурудзи. Процес ішов надійно, все було добре. А в переддень нового, 2020 р., я зателефонував голові господарства Миколі Москальцю й попросив поділитися враженнями від неї. Він, зокрема, сказав: «Ось уже впродовж кількох років свого господарювання використовую невелику, але прийнятної продуктивності для маленького фермерського господарства зернову сушарку СД-4 «Дунаївчанка». Цілком задоволений нею, не помилюся у своєму виборі! Вона стабільно забезпечує сушіння зерна кукурудзи на рівні 100 т упродовж доби. Господарство розташоване в степовій зоні України. Впродовж останніх років погода дуже посушлива. Проте врожаї кукурудзи – добрі, зерно – незначної вологості,

однак потребує досушування. А коли маєш таку сушарку, не потрібно «бігати» по околицях Полтавської області, «кланятися» і просити допомоги в сусідів щодо сушіння зерна. Надійна в роботі. Після сушіння свого зерна допомагає й сусідам-землякам – сушить і їм зерно. Наявність у складі сушарки теплогенератора (виробництва ТОВ «КК «Дунаєвецький ливарно-механічний завод») дає змогу використовувати як біопаливо, щоб отримати теплоагент, різного роду дрова. Цього палива, попри Степову зону, вистачає. А нині використання дров і рослинних відходів сільгоспвиробництва робить нас незалежними від дорогого імпортного газу. Ця сушарка для нас потрібна та економічно ефективна». За узагальнених випробувань сушарки СД-4 «Дунаївчанка» всі сушарки типорозмірного ряду СД-1 – СД-12 «Дунаївчанка» включено до Державного реєстру технічних засобів для агропромислового комплексу України.

Шахтні сушарки компанії GSI пропонує на ринку України ТОВ «ДЖИ ЕС Ю» (Київ). Для задоволення широкого спектра потреб пропонується чималий вибір моделей. Стандартні моделі сушарок GSI представлено кількома серіями: 20, 25, 40, 50, і 60. Кожна із цих серій має тощо моделей – від чотирьох до семи. Їх продуктивність під час сушіння ячменю (за даними компанії GSI) становить від 6,3 до 50,1 т/год. Тобто за добу сушарка максимальної продуктивності може висушити до 1200 т зерна. Постає запитання: завдяки яким чинникам зростає продуктивність? У більшості сушарок шахт-

ного типу багатьох фірм це уможливлене завдяки підвищенню висоти сушарки, яку своєю чергою зумовлює збільшення кількості сушильних та охолоджувальних секцій. Зростання продуктивності майже в 8 разів (!) – від 6,3 до 50,1 т/год. – спостерігається на тлі збільшення габаритної висоти тільки вдвічі: з 5,83 м до 11,39 м. Проте водночас незначною мірою зростає їх габаритна ширина – з 2,1 м до 6 м. Загальна довжина залишається фактично без змін – на рівні 7 м. Ширина сушарки збільшується завдяки використанню в складі конструкції шахти більшої кількості секцій шахти, яке в 60-й серії сушарок GSI може сягати трьох. Відповідно зростає місткість шахти. Так, у моделі 720 GSI (20-та серія) місткість шахти становить усього 8,5 т. А в найпотужнішій сушарці – моделі 5060 GSI (60-та серія) – місткість шахти вже становить 59,4 т. Проте якщо потрібна сушарка більшої продуктивності, компанія виконує розробку та виготовлення під індивідуальні потреби замовника. Звичайно, наведені продуктивності значною мірою є проектними, їх можна домогтися за оптимальних умов. Продуктивність може змінюватися під впливом багатьох чинників, до яких насамперед належать початкова вологість зерна, температура повітря навколишнього середовища, ступінь стиглості й сорт зерна, погодні умови, якість очищення зерна від сміттєвих домішок і температурні параметри сушіння. Продуктивність сушіння (т/год.) наведена вище за умови, що питома вага зерна/насіння буде така: фуражний

ячмінь – 700 кг/м³, ріпак – 669 кг/м³, кукурудза – 721 кг/м³, бобови (соя, горох) – 772 кг/м³, соняшник – 360 кг/м³. **Принцип роботи й переваги.** Розігріте повітря надходить до шахти сушарки через вхідні канали. Потім воно проходить через зернову масу і виходить до атмосфери через витяжні канали. Вхідні та витяжні канали розміщено по чергово від самого верху до низу шахти сушарки, так зерно проходить через них поперемінно, не сягаючи температури гарячого повітря сушіння. Кожен вхідний канал оточено чотирма відповідними каналами, що дає змогу розділити потік зерна, так і протинього – звідси й термін «змішаний потік». Такий принцип дії дає змогу сушити зерно за вищих температур – до +125°C (продовольче зерно), відчутно зменшуючи ризик теплового його пошкодження. Насіння ріпаку за сушіння в шахтних сушарках GSI пропонується сушити за температури +85°C, зерно кукурудзи зі зниженням вологості від 20 до 15% – за температури +125°C, насіння соняшника – зі зниженням вологості від 16 до 11% – за температури +75°C. Причому сушіння за таких максимально допустимих температур гарантує оптимальну ефективність сушіння зерна/насіння для кожної із культур. Сушарку GSI обладнано витяжними каналами розміром пів секції на нижніх боковинах шахти. Така конструкція забезпечує всебічний розподіл повітря без ризику забивання шахти дрібною соломомою або іншими частинками, які нагромаджуються на нижніх боковинах шахти. Це є частотою проблемою сушарок,



в яких ці канали використовуються як повітропідвідні. Принцип сушіння в «змішаному потоці» дає такі переваги як максимальна економія, мінімальне енергоспоживання і ще найважливіше – рівномірне сушіння зерна. **Зони сушіння та охолодження.** Зону сушіння виготовлено із підсиленої оцинкованої сталі завтовшки 2 мм, кожна секція постачається попередньо збіраною для полегшення збирання на місці. Сушильні камери мають модульний дизайн із номінальною шириною модулів 2 і 2,5 м, що дає змогу збирати колони завширшки до 7,5 м. Усі сушильні камери обладнано «напівсекційними каналами» для рівномірного розподілу повітряного потоку всередині шахти. Нижні секції сушарки використовують для охолодження

зерна. Співвідношення сушильних та охолоджувальних секцій легко регулюється для більшості моделей. Це регулювання виконується дистанційно з рівня землі за допомогою одного важеля. Усі шахтні сушарки GSI мають певну сталу закономірність у дотриманні співвідношення площі зони охолодження до загальної площі, яка містить зону сушіння та зону охолодження. Так от площа зони охолодження всіх сушарок кожної із п'яти серій – 20, 25, 40, 50 і 60, попри істотне збільшення продуктивності, зменшується. Наприклад, у 50-й серії сушарок GSI зі збільшенням продуктивності від 16 до 52 т/год. площа зони охолодження зменшується з 40 до 33%. Сушильні камери, розвантажувальний пристрій і топка постачаються в збіраному



стані, тим самим час збирання сушарки на місці використання зводиться нанівець.

Топка та пальник. Серцем кожної сушарки GSI є цифровий дизельний пальник Weishaupt WM, нині один із кращих в Європі. Триступеневий пальник, в особливий спосіб встановлений на сушарці, дає змогу легко сягнути коефіцієнта робочого регулювання від 4,5:1 до 5,5:1 і гарантувати найкращий діапазон робочих температур.

За останні десять років усі шахтні сушарки GSI почалися стандартно з пальниками Weishaupt, адаптованими для роботи як на дизелі, так і на газі. Газ як вид палива дістає популярність серед клієнтів компанії GSI. Поліпшена конструкція топки GSI забезпечує дуже низький опір потоку повітря, що дає змогу знизити вимоги до потужності вентиляторів. Крім того, канали розподілу тепла із неіржавної сталі у верхній частині топки забезпечують підтримання температури на одному рівні за всією шириною приймальної камери сушарки. Для роботи на природному газі можлива комплектація газовим пальником TEC-FLAM.

Унікальні **теплорозподільчі канали** з неіржавної сталі забезпечують максимально рівномірний розподіл нагрітого повітря за всією шириною шахти, підвищуючи ефективність і рівномірність сушіння назагал. Пропускна здатність цих каналів становить до 80% від усього потрібного об'єму повітря, бо чисте й рівномірно нагріте повітря є основним параметром під час сушіння соняшнику та інших олійних культур.

Таблиця 4. Технічні характеристики сушильних комплексів Victory

Показники	Назва					
	Victory 400	Victory 600	Victory 1200	Victory 2500	Victory 5000	
Тип	Потокова шахтна з охолодженням					
Об'єм зерна в сушарці, м³	15	19	47	68	155	
Продуктивність теплообмінника, м³/г	15 000	23 000	47 000	97 000	190 000	
Інтервал регулювання температури, °C	60-130					
Продуктивність сушіння т/добу, Тис = +15, вологість 80%, зерно чисте й зріле, робочий цикл – 24 год. за добу	пшениця (вологість від 19% до 15%)	125	190	380	790	1580
	ріпак (вологість від 13% до 7%)	105	160	320	670	1330
	соняшник (вологість від 13% до 7%)	62	93	185	380	740
	кукурудза (вологість від 25% до 14%)	60	90	180	370	700
Теплова потужність, кВт	400	600	1200	2500	5000	
Номинальна витрата палива (залежно від виду й вологості зерна), кг/год.	100-130	150-200	300-400	625-830	1250-1650	
Загальне споживання електроенергії, кВт	15	22	42	78	150	
Габаритні розміри, мм:	довжина	1981	1981	3320	3320	3320
	ширина	2450	2450	2450	2450	4854
	висота	8690	9740	10 790	14 990	16 040

Витяжні вентилятори. Щоб забезпечити оптимальну продуктивність сушіння, компанія GSI спеціально для сушарок GSI виробляє економічні осьові витяжні вентилятори великого діаметра. Кожний вентилятор напрямку з'єднано з глушником CDA-1D. За суворіших вимог до рівня шуму із сушарками можливе постачання глушника іншої довжини та/або глушника з кожухом. Режим роботи такого вентилятора значно визначається технічними параметрами вентилятора: діаметром робочого колеса, конструкційними особливостями лопатей вентилятора, продуктивністю подачі повітря або теплоагента до сушильних або охолоджувальних секцій шахти, динамічним і статичним тиском, створюваним повітряним потоком. Кількість вентиляторів, якими комплектується кожна сушарка, варіює від одного до чотирьох. Потужність приводних електродвигунів відповідно становить 7,5; 11 і 15 кВт.

Розвантажувальний пристрій. Розвантажувальний

вузол має високоміцне виконання та постачається вже зібраним для встановлення на сушарці. Плавне обертання роликів забезпечує стабільне та рівномірне розвантаження зерна, тим самим знижуючи навантаження на вивантажувальні транспортери або очисник після виходу з сушарки. Живлення здійснюється від приводу з перемінним струмом зі змінною швидкістю, забезпечуючи при цьому різну пропускну здатність залежно від типу зерна. Розвантажувальні лотки, розміщені під роликами, стоять на пневматичних розпірках, вони вільно обертаються і пропусають крупні об'єкти без пошкодження обладнання. Виконання та комплектування дають змогу легко виконати очищення перед зміною зерна культури, що сушиться.

Електрообладнання та панель управління. Електрична панель від GSI на основі ПЛК із сенсорним управлінням функціями сушарки та функцією Discharge Cruise Control

(круїз-контроль розвантаження). Робочі дані відбиваються в простому та зрозумілому вигляді на повнокольоровому екрані з високою роздільною здатністю зі світлодіодною підсвіткою. Багатофункціональна система управління містить режим аварійного відмикання сушарки під час роботи без оператора. До журналу даних автоматично записують усі помилки робочого процесу сушіння, а також вибрані робочі дані. Оператор може згодом переглянути всі записи, а режим підказок допоможе швидше зрозуміти причини відмикання/збою. Для інтегрування сушарки з іншими вузлами панель управління GSI може бути обладнано електронними органами управління для нового або наявного транспортного обладнання.

Надійність. Ключові риси кожної сушарки GSI – висока продуктивність, легкість експлуатації та великий термін служби. Під час виробництва сушарок поряд із новітнім програмним забезпеченням застосовують сучасні верстати останнього покоління для згинання металу, штампування та лазерного різання. На такому принциповому підході до виробництва тримається виробнича філософія, що дає клієнтам компанії великі переваги з погляду експлуатаційної гнучкості й надійності. Певсякчас інвестуючи в сучасний рівень технології виробництва, компанія домоглася якості, ефективності й надійності зерносушарок GSI на рівні кращих світових зразків. Довготермінову надійність «вбудовано» до кожної зернової сушарки GSI. Для цього достатньо лише подивитися на її висо-

коміщну оцинковану конструкцію, яка витримує роки експлуатації як усередині, так і поза приміщенням: цьому сприяє незначна висота найвищих сушарок – до 11,39 м. Усі органи управління вирізняються перевіреною якістю та простотою експлуатації. Завдяки високій продуктивності й незмінній якості сушарки GSI є незмінним об'єктом довіри клієнтів як до сушарок, так і до компанії-виробника.

Зернові шахтні сушарки серії Victory (проекування, виробництво та монтаж – ТОВ «Українські технологічні системи – ТОВ «УТС») використовуються в складі зерносушильних комплексів Victory (Табл. 4). Характерною особливістю цих сушильних комплексів



є використання в їх складі разом із сушаркою технологічно «ув'язаного» теплогенератора на біопаливі (вироб-

ництва ТОВ «УТС»). Як паливо може використовуватися будь-яка подрібнена біомаса: відходи від очищення зерна, подрібнена солома, тирса, пил МДФ, щепи, пелети тощо. Особливість конструкції дає змогу спалювати в теплогенераторі як паливо також відходи від очищення зерна – полови та сміттєві рослинні домішки. Таке паливо дає змогу не лише економити кошти господарства, замінюючи споживання дорогих енергоресурсів, а й усуває проблему утилізації відходів. Таке проектування, виробництво та використання зернових сушарок у комплексі з теплогенераторами, що працюють на біопаливі, максимально спрямоване на скорочення споживання дорогих енергоресурсів під час сушіння зерна, а також

технічного й технологічного ув'язування складових технологічного обладнання у складі зерносушильного комплексу. Робота теплогенераторів здійснюється в режимі автоматичної подачі палива, що забезпечує стабільність температури теплоносія/теплого повітря на вході до сушарки. Завдяки наявності в конструкції теплогенераторів теплообмінників сушіння здійснюється за допомогою чистого гарячого повітря, яке не контактує з продуктами горіння. Спеціальна технологія спалювання біомаси зменшує шкідливі викиди й утилізує виробничі відходи. Відповідно до теплової продуктивності теплогенераторів сушильних комплексів Victory диференційовані з потужністю 400, 600, 1200, 2500 і 5000 кВт. □

Чек-лист для аграрія: як обрати корисну програму для фінансування будівництва елеваторів

Приходить час, коли кожен аграрій ставить собі запитання про подальший розвиток, ризики, що його супроводжують, та додаткове фінансування. Ось 4 основні складові від банківських експертів, на які варто звернути увагу.

Банківський ринок. Перш за все необхідний детальний аналіз усіх провідних гравців банківської системи. Варто звернути увагу на репутацію банківської установи, фінансові результати, участь та позицію у рейтингах, а також причетність до будь-яких скандалів.

Репутація фінансової установи. Багаторічний досвід свідчить, що найбільш стабільними є переважно українські банки з іноземним капіталом, оскільки у разі несприятливої ситуації дочірню установу готова підтримати

материнська структура. Одним із таких банків, наприклад, є ОТП Банк – один з найбільших банків з іноземним капіталом. Його стовідсотковим власником є найбільший угорський банк OTP Bank Plc.

Програми для аграріїв. Окрім того, необхідно проаналізувати, який саме продукт буде потрібним і вигідним. Наприклад, в ОТП Банк існує окремий підрозділ – «АгроФабрика», що спеціалізується виключно на аграрному секторі. Партнерські програми є вда-

лим рішенням отримати відразу і фінансування, і зекономити на відсотках за кредитом. Наприклад, варто звернути увагу на спільну програму від ОТП Банк та компанії KMZ Industries з інвестиційного фінансування – будівництва елеваторів, які приймають, обробляють та зберігають сільгосппродукцію.

Основні умови програми:

- сума фінансування може складати до 85% бюджету інвестиційного проєкту (з ПДВ);

- можлива застава обладнання, купівля якого фінансується банком;
- у разі потреби надається пільговий період погашення кредиту на період будівництва елеватора;
- фінансування можливе як у гривні, так і в іноземній валюті;
- термін фінансування – до 5 років.

І пам'ятайте, що оцінюєте не тільки ви, але й вас. □



Ліцензія НБУ №191 від 05.10.2011