

УДК 664.7

*Просьяник Анатолій Васильович, к.т.н., Ткаченко Сергій Миколайович, к.т.н., Просьяник Марія Анатоліївна, аспірант НГУ, ДНВП «Ельдорадо», м. Дніпропетровськ.*

*Анотація: Розглянуті та впорядковані основні складові економічного ефекту процесу сушіння зерна, з урахуванням впливу систем управління зерносушарок, до складу яких входить вологомір зерна в потоці.*

*Аннотация: Рассмотрены и упорядочены основные составляющие экономического эффекта процесса сушки зерна, с учетом влияния систем управления зерносушилок, в состав которых входит влагомер зерна в потоке.*

*Annotation: The basic components of the economic effect of the drying process of grain have been considered and arranged; taking into account the influence of grain drying management systems, which structure includes grain moisture meter in the flow.*

На написання цієї статті авторів надихнули доповіді та враження від участі в роботі семінару «Специфіка сушіння пізніх зернових культур в умовах надходження зерна з високим вмістом вологості», який проходив під патронатом Державної продовольчо-зернової корпорації України» 3 жовтня 2013 р. в м. Умані. Лейтмотив семінару – пошук шляхів зниження енерговитрат в процесі сушіння зерна. Основний меседж доповідачів – технічні характеристики різних зерносушарок, як вітчизняного так і імпортного виробництва, інколи з елементами відвертої реклами. Рекомендації до зниження енерговитрат в основному стосувались модернізації конструкції вітчизняних зерносушарок. Автори цієї статті поділяють і підтримують думки доповідачів та актуальність такого підходу, але зазначають, що при цьому повністю проігноровано вплив можливостей системи управління на процес сушіння. І це на жаль традиція. На нашу думку, на даний час об'єктивно виникли всі передумови системно поєднати зусилля конструкторів сушарок, розробників систем управління та інших співвиконавців для досягнення максимального економічного ефекту, який потрібно визначати з урахуванням інтегрального показника «якість висушеного зерна /ціна зерносушарки, енерговитрати».

Ціль статті – проранжувати основні складові економічного ефекту з урахуванням впливу систем управління на ефективність процесу сушіння.

В Україні давно склалась і закріпилась тенденція купувати імпортне технологічне обладнання без систем контролю та управління або їх урізаний варіант. На запитання «чому це так?» більшість замовників, а постачальники підтверджують це, посилаються на значну вартість систем контролю і управління, яка часто є співрозмірна з вартістю технологічного обладнання. Таку ситуацію можна порівняти з покупкою коштовного

імпортного автомобіля без системи управління та контролю, тобто без педалі газу, гальм, індикаторів швидкості, температури та ін. Саме цьому, ситуацію, що склалася, необхідно розглядати на відповідність меті сушіння, а саме, доведення вологості зерна до цільового значення вологості зберігання з збереженням або покращенням споживчих характеристик зерна, а не мінімізації енерговитрат в процесі сушки. Поступово до користувачів сушарок приходить розуміння того, що не все імпортне по визначенню краще, що вітчизняні сушарки, як мінімум, по довговічності, невибагливості до умов експлуатації мають переваги, що вибір сушарок необхідно виконувати виходячи з комплексного інтегрального критерію якості, з врахуванням багатьох критеріїв вибору. Доречно привести цитату [1] мовою оригіналу:

«Еще 10–15 лет назад в Украине основными критериями при выборе зерносушилки были цена и продуктивность (по статистике, критерии выбора зерносушилки в 2008–2003 годах: цена — 40%, продуктивность сушилки — 32%, издержки на топливо — 23%, качество зерна — 5%). Сегодня покупатели больше интересуются издержками на топливо и качеством полученного материала. Тенденция такова: несмотря на важность таких показателей как стоимость сушилки и издержки на топливо, покупателей в первую очередь интересует качество высушенного материала, а потом уже все остальное (по статистике, критерии выбора зерносушилки сейчас: цена — 8%, продуктивность сушилки — 10%, издержки на топливо — 34%, качество зерна — 48%).»

Мінімізація енерговитрат дуже важлива характеристика, але тільки характеристика і не більше. Проілюструємо сказане: ми можемо отримати цільове значення вологості зберігання, але при цьому в процесі сушіння, зерно з споживчими характеристиками, які відповідають насінневому або харчовому, буде доведено до споживчих характеристик, які відповідають фуражному. Виникає питання: чи доречно при цьому рахувати економічний ефект від мінімізації енерговитрат? Таким чином, кінцевим результатом сушіння зерна є цільове значення вологості зберігання зі збереженням або покращенням споживчих характеристик зерна. Чи можемо ми досягти цього, без можливості вимірювання вологості зерна в потоці на виході зерносушарки в режимі реального часу? Очевидно, що ні. І це аксіома. Висновок: на якій би сушарці не виконувалось сушіння зерна, без інформації про вологість зерна в потоці в режимі реального часу на виході зерносушарки досягти мети не можливо. Для тих, хто не погоджується з цим, або робить вигляд, що не погоджується, як це часто буває в реальному житті, знову проведемо аналогію з автомобілем. Відсутність інформації про вологість зерна на виході зерносушарки в режимі реального часу повністю аналогічна їзді на автомобілі без будь-яких індикаторів. Як же ми їдемо? А так і їдемо, «всліпу», частіше за все, на першій передачі. Тоді і коробка передач зайва. Для чого за неї платять гроші. Коли їдеш тільки на першій передачі, ставити питання про вдосконалення системи охолодження недоречно. Які при цьому витрати палива? Відповідь залежить від того, яку відстань ми проїхали, або збираємося проїхати, і з

якою швидкістю, тобто чим довше і далі ми їдемо на першій передачі, тим більш відчутні витрати на пальне. Що потрібно робити? Звичайно оснастити автомобіль всім необхідним навігаційним обладнанням.

В випадку з сушаркою оснастити:

- вологоміром, поєднаним з горілкою в один контур управління, для забезпечення сушіння в автоматичному режимі;
- системою термометрії, для забезпечення оптимального температурного режиму сушки;
- управлінням затворами, для визначення часу циклу сушіння;
- системою запису ходу технологічного процесу, для визначення помилок управління та іншими сервісними системами.

Ключова ланка – вологомір зерна в потоці. Це обумовлено тим, що інші складові не мають проблем з реалізацією. Саме тому «мал золотник, да дорог» [2].

А який же стан ринку вологомірів в Україні? Найбільш повно про це в статті [3].

Чим потрібно керуватися при виборі вологоміру? Перш за все метрологічними характеристиками і можливістю виконати метрологічну повірку. Більшість експрес-аналізаторів не дивлячись на те, що ними не можливо забезпечити поточний контроль вологості, а тільки дискретне, в часі, значення вологості проби, взагалі не підлягають метрологічній повірці, так як належать до індикаторних приладів, а значить, згідно до «Закону України про метрологію та метрологічну діяльність» за результат вимірювання ніхто не несе відповідальності. Не менш важлива характеристика серійна придатність. Серійно придатний виріб не потребує ексклюзивної доробки замовником. Будь-які доробки, за участю замовника, нівелюють відповідальність за кінцевий результат. Серійна придатність це, перш за все, повторюваність результату вимірювання при тиражуванні незалежно від місця і часу. Вологомір, як товар, на момент купівлі-продажу, повинен бути повністю придатний до експлуатації по принципу «сів за кермо та поїхав». Метрологічну повірку не серійно придатного виробу, як правило технічно не можливо виконати.

А як з впровадженням? Імпортних вологомірів на ринку практично не має, за деякими виключеннями, коли вологоміри входили в комплект поставки зерносушарки. Результати їх експлуатації суттєво залежать від виробника і типу сушарки. Так, на сушарках колонкового типу, результат експлуатації вологоміра не втішний, на сушарках шахтного типу є випадки, але скоріше як виключення, з задовільним результатом, а на сушарках баштового типу результат найкращий. Вважаємо, що на результат експлуатації суттєво впливають фізичні умови місця, де розташовані первинні перетворювачі. Крім того, необхідно брати до уваги вплив людського фактору, потрібна відповідна експлуатація та обслуговування.

А як з вітчизняними вологомірами? Багато шуму і спекуляцій. Якщо не брати до уваги намагання деяких постачальників видати за вологомір зерна в потоці експрес-аналізатори, прилаштовані до сушарки, та поодинокі випадки, коли постачальник

вважає за доцільне залишатись інкогніто, для всіх, крім покупця, що для продавця виглядає абсурдним, перекладаючи найбільш відповідальну метрологічну операцію калібрування на покупця, то фактично монополістом є Державне наукове–виробниче підприємство «Ельдорадо», з досвідом більше ніж триста впроваджень систем вимірювання вологості зерна в потоці.[4] Система вимірювання зерна в потоці на базі вологоміра була розроблена в 2001 р., відповідно до технічного завдання Карлівського машинобудівного заводу для сушарок шахтного типу ДСП-32, ДСП-50. Найбільш крупними замовниками є: Карлівський машинобудівний завод - близько 70 комплектів, група компаній «Кернел» - 51 комплект, компанія «Бунге Україна» - 16 комплектів, Індустріально-молочна компанія – 15 комплектів, АТ «Каргілл» - 14 комплектів, група компаній «Рамбурс» - 9 комплектів, підприємства, які на даний час входять до складу ДПЗКУ – 5 комплектів; «Тесслагруп» – 5 комплектів, та ін. більш дрібні замовники, серед яких необхідно виділити системного перспективного замовника Первомайський завод «Бриг», який виготовляє зерносушарки з теплогенератором з використанням соломи, дров і т. п., а також встановлення вологомірів на такі імпортні зерносушарки, як французькі «Law», аргентинські «Mega», польські «Arai», американські «DELUX» та ін.

Короткий опис обладнання, що постачається:

1. Блок вимірювання вологості в потоці БИВП. Блок БИВП спільно з ПКТП СЗ забезпечує технологічний вимір і індикацію вологості зерна в потоці, середню по двом шахтам (основна абсолютна похибка вимірювання в діапазоні номінальної вологості зберігання при калібруванні по робочому методу СЕШ-3М не перевищує 0,3%. для наступних культур: кукурудза, пшениця, жито, ячмінь, соняшник, гречка. При сушці таких культур, як рапс, соя та деяких інших використовується калібрувальна характеристика однієї з вищезгаданих культур. При цьому похибка може дещо зрости, але задовольняє технологічні вимоги);
2. Прилад контролю технологічних параметрів сушіння зерна ПКТП СЗ включає:
  - 5 каналів вимірювання температури в діапазоні от  $-99,9$  до  $400,0$  °С з основною похибкою  $\pm 0,3$ °С;
  - 1 канал для підключення блоку вимірювання вологості зерна в потоці;
  - 4 цифрових 4-х розрядних індикаторів;
  - Контроль температури агента сушки в 1-й та 2-й зонах и нагріву зерна в 1-й та 2-й шахтах;
  - Попереджувальна сигналізація та аварійне відключення топки по уставкам;
  - 2 каналу управління випускними механізмами (функції апарата КЕП) з завданням періоду спрацьовування від 10 до 255 сек. з дискретністю 1 сек.;
  - Можливість моніторингу та реєстрації всіх вимірюваних параметрів на віддаленому персональному комп'ютері.
3. Датчики температури ТСП-1088 до 2 шт., ТСМ-1088 до 2 шт.

Сьогодні, потенційні можливості обладнання не використовуються в повному обсязі. Це обумовлено відсутністю системного замовника з можливостями впливу на всіх співвиконавців. Перш за все, необхідно вирішити задачу оснащення горілок

можливостями вводу інформації про вологість. Це необхідна, але не достатня вимога для забезпечення можливості реалізації сушіння зерна в автоматичному режимі. Крім того, необхідно мати адекватну модель управління процесом сушки зерна. В друкованих виданнях занадто багато пропозицій моделювання таких задач. Щоб нікого не образити, посилання на авторів цих моделей недоречно, так як не відомі приклади їх технічної реалізації. Це говорить про те, що вони або не повні, тобто можливо відповідають умовам необхідності, але не відповідають умовам достатності, або взагалі не адекватні. Всі без виключення відомі моделі детерміновані і закриті і не відповідають вимогам системного підходу. На переконання колективу авторів, для сушіння зерна в автоматичному режимі, необхідна побудова відкритих моделей знань, з можливостями зменшення ентропії процесу сушки зерна в процесі експлуатації. Методологія побудови таких моделей розроблена в Державному науково-виробничому підприємстві «Ельдорадо», з урахуванням багаторічного досвіду і може бути реалізована в процесі дослідної експлуатації. Таким чином, на сьогодні, є всі передумови до виконання робіт з забезпечення сушки зерна в автоматичному режимі. Для забезпечення виконання робіт необхідна координація виконавців за участю державного органу або крупного замовника. Реалізація сушки зерна в автоматичному режимі забезпечить синергетичний ефект завдяки властивостям, які не притаманні жодній із складових, що забезпечують цей режим. Так, наприклад, якщо гіпотетично уявити ситуацію, що ми отримали результат сушіння зерна з цільовим значенням вологості зберігання, і поклали його на збігання в елеватор, який забезпечує відповідні умови зберігання, то можна, як мінімум, поставити під сумнів доцільність експлуатації систем термометрії, охолодження, вентиляції і таке інше в звичному режимі. Відповідь на це питання надали ще в древньому Єгипті. Це підтверджується знахідками археологів. Зерно, яке при відповідних умовах зберігання не втрачає своїх властивостей протягом тривалого часу, що відповідає народній мудрості: «театр починається з вішалки, а елеватор з покрівлі». Це питання потенційно можливого синергетичного економічного ефекту, досягти якого не можливо без достовірного вимірювання вологості зерна в потоці. На жаль, на сьогодні, відсутні методологічні матеріали, які б забезпечували визначення економічного ефекту в результаті сушіння зерна.

Очевидно, що сушіння зерна одна із складових, в контексті розгляду питання - головна складова, в процесі прийому, сушки, зберігання, відпуску зерна. Тому розглядати економічний ефект з цільовою функцією мінімізації енерговитрат при досягненні цільового значення вологості зберігання не завжди доречно. Мета процесів прийому, сушки, зберігання і відпуску готової продукції - це отримання максимального прибутку завдяки збереженню або покращенню споживчих характеристик зерна. Як показано вище, не завжди досягнення цільового значення вологості зберігання забезпечує споживчі характеристики. З другого боку, досягнення цільового значення зберігання зерна, забезпечує синергетичну складову економічного

ефекту, з третього боку, економічні правила гри з урахуванням фактичної ваги і залікової ваги, дають третю складову економічного ефекту. На наш погляд, ці складові можна проранжувати наступним чином:

Перша за значенням складова досягається за рахунок доведення цільового значення вологості зберігання, без погіршення або з покращенням споживчих характеристик зерна.

Друга за значенням складова обумовлена правилами економічної гри, а саме, наявності при розрахунках фактичної і залікової ваги, яка безпосередньо залежить від вологості. Особливо це актуально при експортних операціях, пов'язаних з умовами міжнародних договорів, неустойками і т.п. Саме тому, найбільшим попитом вологоміри користуються в експортно-орієнтованих компаніях, як допоміжний засіб контролю, навіть тоді, коли імпортерні сушарки працюють в автоматичному режимі.

І тільки на третьому місці є економічна складова, яка безпосередньо визначається технічними можливостями сушарки.

Висновок: всі складові економічного ефекту тісно пов'язані з людським фактором. Для мінімізації впливу людського фактору і отримання максимального економічного ефекту, необхідно виконувати сушіння зерна в автоматичному режимі, реалізація якого не можлива без достовірного вимірювання вологості зерна в потоці і адекватних моделей управління процесом сушки зерна.

Автори висловлюють подяку організаторам семінару за можливість обміну думками і запрошують всіх зацікавлених до співпраці. Якщо комусь здалось, що стаття занадто довга, з врахуванням актуальності теми, на коротку не вистачило часу і хисту. Деякі аспекти взагалі залишились не розкритими. З надією на співпрацю автори оперативно зробили все що змогли, якщо хтось може краще – хай зробить, але ми впевнені, що краще і результативніше буде разом з нами.

Література:

1. «Выбор и эксплуатация зерносушилок. Недостатки сушилки порционного типа.» / <http://www.fermer.org.ua>
2. Просяник А.В. к.т.н., Клабуков В.Ф., Соснин К.В. "Влагомер зерна в потоке мал золотник, да дорог "  
// Хранение и переработка зерна, № 8, 2000 г. (стр.44-46).
3. Хобин В.А., доктор технических наук, профессор; Гапонюк И.О., магистрант, Одесская национальная академия пищевых технологий «Измерение влажности зерна в потоке: актуальность, технические средства, проблемы точности, пути решения» / <http://hipzmag.com>
4. Просяник А.В. кандидат технических наук, директор, Клабуков В. Ф., гл. конструктор ГНПП "Эльдорадо", Соснин К. В., аспирант НГУ, Днепропетровск. "Влагометрическая подсистема зерна в потоке (результаты опытной эксплуатации)" // Хранение и переработка зерна, № 10, 2003 г. (стр.44-46).