

УДК 631.115.61

О.Г.Собінов, ас.

Кіровоградський національний технічний університет

Автоматизація управління баштовими сушарками ТОВ «Астра»

У статті наведені технічні характеристики нової баштової сушарки фірми "Астра", досліджено методи та можливі напрямки автоматизації технологічного процесу сушіння зерна в баштовій сушарці. Запропоновано нову структуру автоматизованої системи сушіння зерна на основі програмованих логічних контролерів (PLC), розроблено та впроваджено у виробництво на її основі автоматизовану систему. Розроблена автоматизована система управління сушіння зерна вирішує завдання підвищення якості обробки зерна і зменшення накладних витрат при використанні технологічного процесу сушіння. **сушка зерна, баштова сушарка, технологічний процес сушіння зерна, автоматизована система управління, програмовані логічні контролери**

Близько 50% збіжжя, яке збирається на території України має підвищену вологість та потребує сушіння. Тільки після того як з свіжого збіжжя буде видалено весь надлишок вологи і воно буде доведено до сухого стану, можна розраховувати на довготривале зберігання і подальше використання продукту.

Сушіння зерна – складний, безперервний та енергоємний процес. Змінення технологічних параметрів сушіння (наприклад температурних режимів) впливає на його якісні параметри. Крім того на об'єктах переробки зернових кількість виконавчих механізмів та параметрів, що контролюються, неухильно зростає і оператор вже не в змозі самостійно керувати технологічними процесами завантаження, розвантаження, попередньої обробки і т.і..

З іншого боку зниження енергетичних витрат на сушіння зерна розглядається як найважливіша задача при розробці нових технологій сушіння та конструкцій зерносушарок. Впровадження нових або модернізація вже існуючих сушарок може вважатися достатньо ефективною, якщо досягнуто зниження питомих енерговитрат (при обов'язковому збереженні якості зерна).

У зв'язку з цим гостро постає питання комплексної автоматизації об'єктів переробки та зберігання зерна, як одинушіння з його головних шляхів підвищення якості зерна, економії енергії, зменшення впливу людського фактору, підвищення продуктивності підприємства.

Яка ж автоматизація сушарок потрібна? Зрозуміло що, при розробці нових та модернізації існуючих автоматичних систем, треба орієнтуватися на досвід провідних вітчизняних та іноземних розробників як самих систем автоматизації сушарок так і розробників елементної бази для їх виготовлення. Також потрібно ввести в поняття автоматизації сушіння зерна деяке обмеження, тому, що повна автоматизація процесу сушіння (без участі оператора - на зразок верстатів з ЧПК), або зовсім неможлива або вкрай коштовна річ. Це обумовлено тим, що повна автоматизація вимагає обліку та об'єднання в одне ціле великої кількості закономірностей процесів та параметрів, що контролюються, а повна та адекватна модель сушіння зерна ще не створена и не буде створена в передбаченні строки.

На сьогодні поширеним є застосуванням напівавтоматичних систем управління, принцип дії яких полягає у тому, що оператор виводить процес на оптимальний режим і передає управління автоматичці ("режим автопілота"), яка й буде підтримувати у подальшому процес на заданому режимі. Умови виведення режиму сушіння на "режим автопілота" залежить не в останню чергу від виду та конструктивних особливостей сушарки для якої буде розроблятися автоматична система управління.

Фірмою "Астра" розроблена серія баштових сушарок загальної конструкції яких представлено на рис. 1.

Зерно в сушарку (рис.1) надходить зверху через направник потоку зерна (1) на даху. Під дією сили тяжіння зерно рухається по зернових колонам зверху вниз. У верхній частині сушарки зерно нагрівається від гарячого повітря, яке утворюється при згоранні палива в пальнику (17) і проходить через зернові колони під тиском, який утворює один або декілька вентиляторів (13 та 14).

Під час руху в гарячій зоні зерно нагрівається і позбавляється вологи. У зоні змішування (6) зерно із зовнішніх шарів міняється місцями з зерном внутрішніх шарів. Це сприяє рівномірному прогріванню зернової маси. Таким чином відбувається процес сушіння. Після гарячої зони зерно потрапляє в зону охолодження, яка визначається відкриттям люків (8, 9 та 10), яка відокремлена від гарячої зони спеціальними перегородками. Холодне повітря, що надходить в сушарку, проходить через шар теплої зерна, яке охолоджує його. При цьому саме повітря нагрівається, що допомагає заощадити паливо в порівнянні з традиційними сушарками.

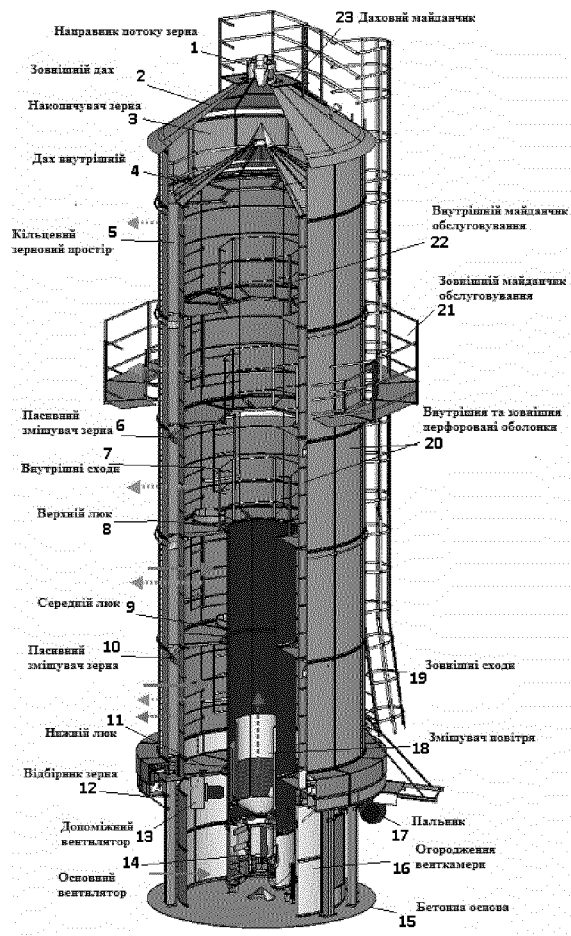


Рисунок 1 - Конструкція баштової сушарки фірми "Астра"

Вивантаження зерна із сушарки відбувається через дозуючий-розвантажувальний пристрій або відбірник зерна (12) карусельного типу.

Весь процес сушіння контролюється електронним блоком управління, який впливає на швидкість руху зерна і температуру внутрішнього повітря. Електронний блок управління постійно отримує дані з датчиків вхідної та вихідної вологості, внутрішньої і зовнішньої температури повітря, датчиків рівня зерна у зернових колонах і декількох датчиків температури гарячого і холодного зерна. На основі цих даних видаються команди завантажувальному і розвантажувальному пристроям, зовнішньої паливної автоматики і пальнику.

Пальник сушарки працює в дискретному режимі «мале полум'я» - «велике полум'я» (10). Весь процес сушіння контролюється електронним блоком управління, який впливає на швидкість руху зерна і температуру внутрішнього повітря. Управління пальником залежить від температури повітря в сушарці та температури зерна.

На поведінку механізмів сушарки та конструктивних елементів, а звідси і дії автоматики, які пов'язані з проходженням гарячого (агента) та холодного повітря скрізь товщу зерна впливають також такі фактори як температура та вологість оточуючого повітря (кліматичний вплив) і відповідно вид і стан сировини, що обробляється (пшениця, соя, соняшник то що). Автоматична система повинна прийняти рішення про вибір структури сушіння згідно з рис.2.

При роботі в літній період актуальним є не тільки нагрів, а й охолодження зерна, і оскільки його температура при розвантаженні не повинна перевищувати навколишню температуру більше, ніж на 10° С. У цьому випадку застосовується режим 1, рис 2.а. Зовнішнє повітря всмоктується через зерновий шар нижніх рівнів, охолоджує його, відбираючи тепло і вологу, змішується з гарячим повітрям пальника і подається в верхні рівні нагріваючи зерно.

Якщо умови не вимагають інтенсивного охолодження зерна, доцільно перейти на режим 2, рис.2.б. При цьому поліпшуються умови нагріву зерна і можна збільшити швидкість його проходження через сушарку, зростає продуктивність. У цьому режимі може бути недостатньо повітря, що подається на вентилятор і потрібно зі сторони тиску вітру відкрити жалюзі (контроль за датчиком тиску).

При роботі з зерном(насінням) дуже забрудненим пилом або схильним до займання (наприклад насіння соняшнику) перевагу має режим 3, рис 2.в, при якому охолодження зерна проводиться на нижньому рівні під дією надлишкового тиску, який створюється всередині рівня допоміжним вентилятором. У режимі 3 рекуперації не відбувається, тому що повітря, відібравши у зерна тепло і вологу, йде назовні разом з пилом.

Для інтенсивної і високотемпературної сушки кукурудзи, особливо в холодну пору року, рекомендуються режими 4 і 5. У цьому випадку вся сушарка використовується тільки для нагрівання зерна з подальшим контрольованим охолодженням на складі або в ємності, що вентилюється.

Оскільки на люках встановлені кінцеві вимикачі, відкриття люків відображається на екрані монітора а також автоматично визначається порядок підключення датчиків вимірювання температури зернового шару.

Треба звернути увагу, що конструктивно сушарка є окремою одиницею у технологічному комплексі в якому виконується сушіння збіжжя. Зернопереробні підприємства або фермерські господарства, у більшості розуміють (або повинні розуміти), що вона вбудовується у деякий технологічний комплекс. Мінімальний склад такого комплексу може складатися з зерноочисного агрегату (ЗАВ), який завжди

присутній в середніх та малих господарствах, комплексу транспортерів, сепаратора аеродинамічної попереднього очищення зерна і т.д..

Для забезпечення ефективної та надійної роботи сушильного комплексу необхідно забезпечити наступне:

- зерно в сушарку має подаватися з буферного накопичувача (бункера або силосу), пов'язаного з завантажувальною норією сушарки безперервно. Якщо є можливість, цей бункер повинен бути вентиляльованим;
- норія подачі зерна в сушарку для забезпечення можливості автоматичного включення (відключення) подачі зерна норією по сигналу датчика рівня заповнення сушарки, повинна мати на вході дистанційно керований шибер;
- для забезпечення автоматичного перемикання на циркуляційний (замкнутий) режим роботи на виході відвантажувальної норії повинен бути встановлений дистанційно керований шибер для поворотної подачі зерна в сушарку;
- зерно з сушарки має подаватися норією в відвантажувальний бункер або в сховище.

Як видно навіть з цього неповного опису принципу роботи систем автоматики? стає зрозумілим ствердження про складність розробки автоматичного комплексу, який міг би повністю урахувати не тільки фізико-математичні залежності а й логіку переміщення зерна при різних режимах сушіння, видах зерна, яке буде сушитися і вимог конкретного замовника до обладнання? яке буде встановлено як на саму сушарку? так і для її обслуговування.

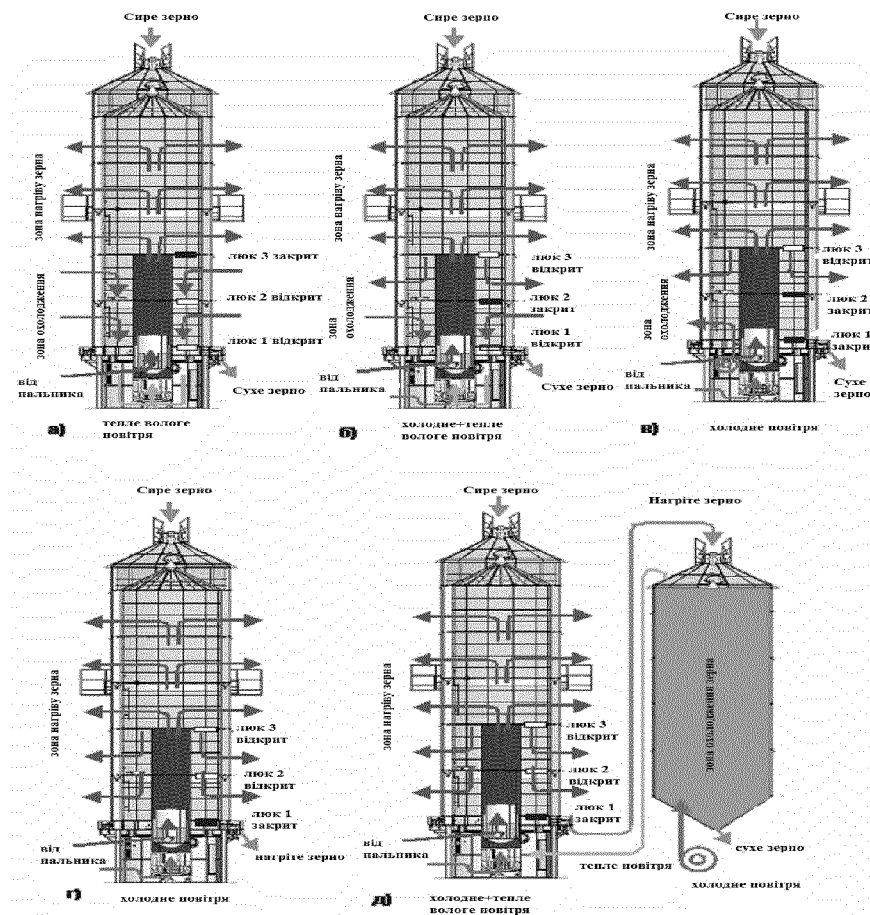


Рисунок 2 - Можливі технологічні режими сушіння зерна в баштових сушарках ООО "Астра"

Теоретично можна створити потужний автоматизовану систему, яка б урахувала всі можливі і неможливі алгоритми управління комплексом, але такий підхід є неперспективним. Інший підхід може полягати в розробці окремого автоматизованого комплексу під кожного замовника окремо. Завдання, в принципі, прийнятне. Таким чином, виконується більшість автоматичних систем, але треба відмітити, що модуль, який вище ми назвали «автопілотом», всі виробники залишають серійним, і в основному зосереджуються на підлаштуванні додаткових модулів автоматизації до вже існуючого.

Такий підхід до розробки автоматичних систем сушарок є не тільки не продуктивним, але не дозволяє гнучко змінити алгоритм при введенні нових фізико-математичних залежностей, які лежать не в прямій взаємодії між зерном та гарячим повітрям, а залежать від введення у процес додаткового обладнання або датчиків.

Якщо проаналізувати існуючі сушарки і їх системи автоматики, то можна стверджувати, що для всіх них застосовують в принципі однакові підходи при створенні автоматизованих систем. Різниця полягає лише в елементній базі, кількості і якості датчиків та рівня комп'ютеризації. Це, відповідно, відбивається на ціні і ніяким чином не на підвищенні ККД, економічності та продуктивності сушарок.

Тут присутні ще деякі фактори, які впливають на якість роботи автоматики, крім вказаних вище:

- будь яким процесом сушіння, на будь якій сушарці займається(керує) людина. Від його досвіду, власних спостережень, традицій і знань залежить якість і продуктивність більше ніж від якості автоматичної системи;

- складність автоматизованої системи неминуче “тягне” за собою зниження надійності;

- розробникам здається природним впровадження нових комп'ютерних технологій в сільськогосподарське виробництво, але практика доводить, що знайти оператора для обслуговування сушарки можна лише в великих господарствах, які розташовані недалеко від міст, і в основному це мають бути відносно молоді люди. При цьому треба зважати на те, що робота оператора є сезонною.

Здійснивши попередній аналіз систем автоматики, які застосовуються на провідних аналогах як вітчизняних так і закордонних виробників, розробники фірми ”Астра” спочатку зупинилися на чотирьох можливих варіантах автоматизації башенних сушарок:

- закупівля готового обладнання;
- створення власної автоматичної системи на базі сучасних ARM (Advanced RISC Machine, Acorn RISC Machine, удосконалена RISC-машина) - сімейство ліцензуємих 32-бітних мікропроцесорних ядер розробки компанії ARM Limited);

- створення власної системи на базі одного з популярних мікропроцесорів AVR, PIC або MC51 або їх аналогів;

- створення автоматизованої системи на основі PLC(Programmable Logic Controller- електронна складова промислового контролера, спеціалізованого (комп'ютеризованого) пристрою, що використовується для автоматизації технологічних процесів.

Кожен з варіантів, як завжди, мав свої переваги та недоліки. Придбання системи стороннього розробника тягне за собою велику кількість запитань пов'язаних з програмним забезпеченням, якщо воно є налаштуванням елементів на відповідну математичну модель або прийняття апіорі математичної моделі і всіх принципів вкладених сторонніми розробниками, покладаючись на їх авторитет. Немалим фактором, який стає питомим, це ціна і подальше обслуговування. Таким чином, перший варіант відійшов майже природно.

Два інші варіанти, при всій своїй природності є неприйнятним по строкам впровадження – виготовлення механічних частин випереджає строки розробки електронних і складність переробок, пов'язаних з бажаннями замовників, і встановленням додаткових елементів комплексу, приводять до безперервних перепроектувань.

Аналіз показав, що найбільш сприятливим та економічним є останній варіант але з деякими особливостями. Потрібно вказати, що в деяких випадках, коли сушильний комплекс використовується в умовах малого и середнього фермерського господарства в якому відсутні потужності для зберігання і попередньої обробки збіжжя, застосування PLC найкращій з нашої точки зору засіб отримання автоматизованої системи управління процесом сушіння. При будь якій відмові блоків ремонт та заміна відбувається в терміни, які залежать лише від швидкості з якою можна дістатися до місця розташування сушарки. Але простота такого набору модулів PLC (наприклад регулятори фірми "ОВЕН") дозволяють виконувати примітивне регулювання за П, ПІ та ПІД законами без урахування складних фізико-математичних законів теорії сушіння, що приводить до деякої непродуктивності процесу але є більш менш прийнятним економічно у цьому випадку. Також, підкоряючись вимогам часу, замовники хочуть мати відповідний комп'ютерний комплекс з можливостями, які він може надати:

- графічну візуалізацію процесу(у вигляді динамічних графіків поточного процесу);
- можливість аналізу проведеного процесу(база даних параметрів виконаного процесу);
- простоту вибору потрібного у даний час режиму, виходячі з теоретичних та практичних даних, які закладені в алгоритми управління.

У цьому випадку потрібно вирішити наступну дилему – отримати економічно прийнятну автоматизовану систему, яку можна швидко налаштувати під вимоги замовника; змінювати відповідно до доповнень і уточнень математичної моделі, яка будується на аналізі нових алгоритмів і реально виконаних технологічних процесів на даному обладнанні; застосовувати при подальшому впровадженні більш сучасні елементи різних виробників, а також використовувати при низькому рівні кваліфікації оператора за рахунок дружнього інтерфейсу.

Поставлену задачу вирішено наступним чином – елементи автоматизованої системи згруповано по призначенню і поділено на чотири состави групи - взаємно незалежних блоки, кожен з яких має свою незалежну внутрішню логіку, але яка підкоряється вирішенню загальної задачі - принцип ООП(об'єктна орієнтоване проектування):

- блок контролю за кінцевими вимикачами різного призначення (БКК);
- блок контролю за датчиками різного призначення (БКД);
- блок управління силовими пристроями сушарки (БУСП);
- блок пульта управління оператора (БПУО).

Таким чином, кожен з блоків може бути виконаний окремо і зв'язаний з іншими за загально прийнятим для конкретного випадка інтерфейсом.

Розглянемо подальший розвиток впровадження автоматизованої системи управління баштовою сушаркою на прикладі застосування PLC фірми "ОВЕН".

Для реалізації конкретної системи було запропоновано, згідно з технічним завданням, використати наступні блоки:

- модуль дискретного введення/виведення ОВЕН МДВВ (рис 3);
- універсальний вимірювач-регулятор восьмиканальний ОВЕН ТРМ 138 (рис.4);
- вимірювач-регулятор одноканальний з RS-485 ОВЕН ТРМ 201(рис.5).

Для забезпечення зв'язку між модулями ОВЕН та пристроєм верхнього рівня прийнято автоматичний перетворювач інтерфейсів RS-232/RS-485 ОВЕН АС3-М .



Рисунок 3- Модуль дискретного введення/виведення МДВВ



Рисунок 4 -Універсальний вимірювач-регулятор температури, тиску восьмиканальний ОВЕН ТРМ 138



-Рисунок 5 Вимірювач-регулятор одно каналний з RS-485 ОВЕН ТРМ201

Для забезпечення загального управління, складних логіко-математичних обрахунків, запису поточних даних і забезпечення оператора сучасним графічним інтерфесом вибрано відносно дешево модель ПЕОМ – тонкий клієнт Neoware 50.

Запропонована структура дозволяє швидко здійснювати перелаштування всієї автоматизованої системи виходячі з конкретного проектного завдання та вимог замовника, додаючи або видаляючи окремі пристрої PLC з/у потрібний системний модуль. Таким чином, досягається універсальність при розробці автоматизованих систем і зберігається можливість удосконалення і модернізації при заміні деяких складових на більш сучасні, з збереженням без змін загальної ідеї побудови автоматизованої системи управління баштовою сушаркою (АСУ БШ) (рис.6)

Окремо зупинимось на програмному забезпеченні, яке встановлено на ПК. За звичай впровадження PLC модулів вимагає застосування SCADA систем, які й забезпечують програмування PLC модулів, створення інтерфейсу користувача, ведення БД і т.і.. У свою чергу, застосування SCADA вимагає застосування потужних і , звідси, коштовних комп'ютерних засобів – ПЕОМ промислового призначення з відповідним ліцензійним ПЗ.

На сьогодні розробники відмовилися від коштовних ліцензійних продуктів від Microsoft та систем SCADA на користь безкоштовного сімейства Linux і засобів програмування GNU gcc, засобів візуального програмування Qt Creator. На базі цих засобів розроблено програму автоматичного управління з сучасним графічним інтерфейсом (рис.7).

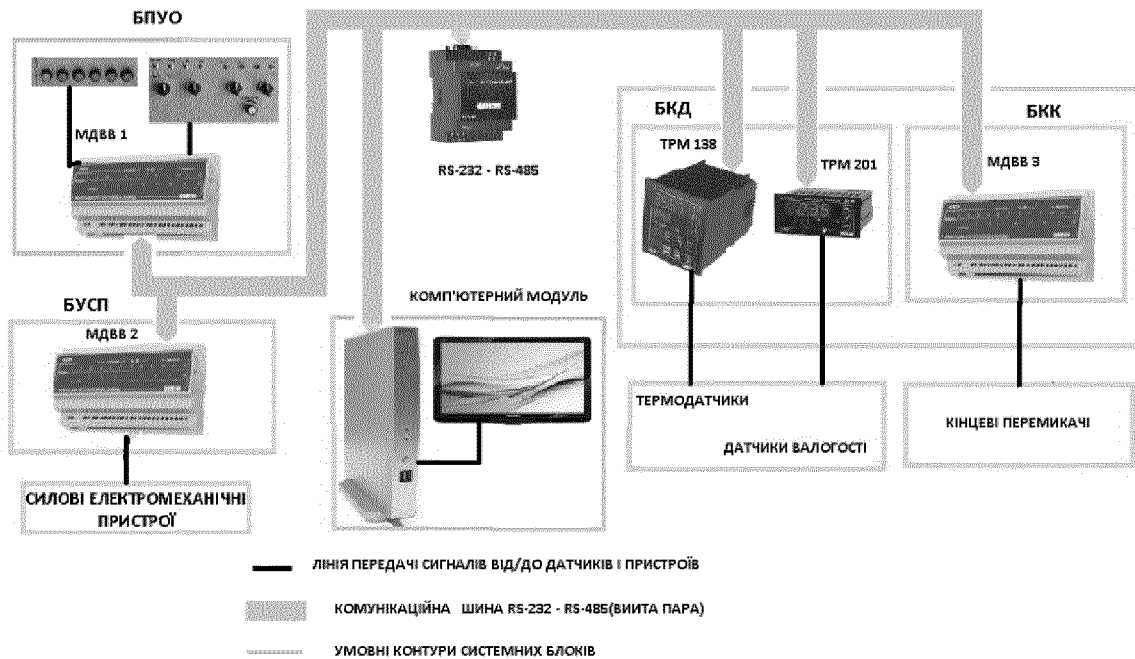


Рисунок 6 - Структурна схема автоматизованої системи управління баштовою сушаркою фірми "Астра"

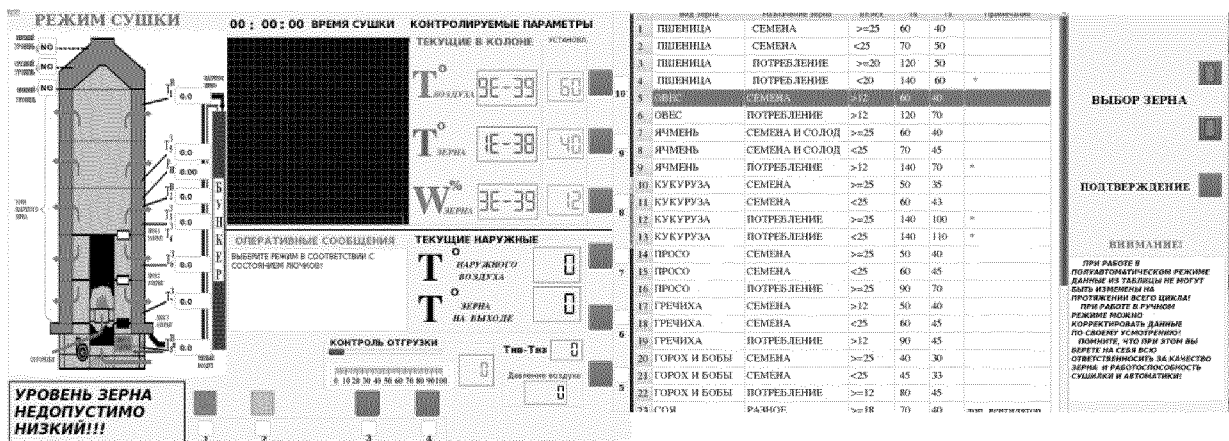


Рисунок 7 – Деякі Screenshot інтерфейсу користувача (оператора) автоматизованої системи сушки зерна

У результаті проведених теоретичних і експериментальних досліджень розроблено нову модульну структуру для автоматизованого управління баштовою сушаркою та створено гнучку систему автоматизованого управління сушінням зерна на баштових сушарках в умовах змінної структури компонентів сушіння.

Розроблена автоматизована система управління баштовою сушаркою вирішує задачу підвищення якості обробки зерна та зменшення накладних витрат при застосуванні технологічного процесу сушіння.

Список літератури

1. http://k-variant.com.ua/statja_susch.html.
2. http://server.computerland.kiev.ua/thin_client/hp_neoware_c50_ram_512mb_rom_6gb.html.
3. <http://www.owen.ru/>.
4. http://evrakylon.ucoz.ru/publ/imitacionnoe_modelirovanie_processa_sushki_zerna/1-1-0-7.
5. <http://www.kipshop.ru/aip/>.

6. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна / Малин Н.И. – М. КолосС, 2004. – 238 с.
7. Андрианов Н.М. Исследование шахтной зерносушилки и автоматической системы управления температурой теплоносителя // Автоматизация процессов послеуборочной обработки зерна: Сб. науч. тр. ЛСХИ. Л., 1985. - С. 27-42.
8. Андрианов Н.М. Исследование шахтной зерносушилки как объекта управления // Успехи современного естествознания. 2004. № 9. - С. 86-91.

А.Собинов

Автоматизация управления башенными сушилками ООО «Астра»

В статье приведены технические характеристики новой башенной сушилки фирмы “Астра”, исследованы методы и возможные направления автоматизации технологического процесса сушки зерна в башенной сушилке. Предложена структура автоматизированной системы сушки зерна на основе программируемых логических контроллеров (PLC), разработана и внедрена в производство на её основе новая автоматическая система.

Разработанная автоматизированная система управления сушки зерна решает задачу повышения качества обработки зерна и уменьшения накладных расходов при использовании технологического процесса сушки.

A. Sobinov

Management automation by tower dryers of Open Company "Aster"

In article technical characteristics of a new tower dryer of firm "Aster" are resulted, methods and possible directions of automation of technological process of drying of grain in a tower dryer are investigated. The structure of the automated system of drying of grain on the basis of programmed logic controlers (PLC) is offered, the new automatic system is developed and introduced in manufacture on its basis.

The developed automated control system of drying of grain solves a problem of improvement of quality of processing of grain and reduction of an overhead charge at use of technological process of drying.

Одержано 20.09.11