

УДК 004.42

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРНОСУШИЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ**

Кочетков Р.В.

Научный руководитель - Лившиц Ю.Е., к.т.н., доцент

Зерно является основным продуктом сельского хозяйства. Из зерна вырабатывают важные продукты питания: муку, крупу, хлебные и макаронные изделия. Зерно необходимо для успешного развития животноводства и птицеводства, что связано с увеличением производства мяса, молока, масла и других продуктов. Зерновые культуры служат сырьем для получения крахмала, патоки, спирта и других продуктов.

Всемерное увеличение производства зерна - главная задача сельского хозяйства.

Разработка и освоение производства на отечественных предприятиях техники для послеуборочной обработки, хранения зерна и семян является важной задачей продовольственной безопасности страны.

Ядром системы является, программируемый логический контроллер, который управляет работой всего оборудования комплекса (конвейерами, нориями, задвижками и т.д.) и обрабатывает информацию от датчиков.

В ходе исследования существующих зерносушильных комплексов было выявлено, что устаревшее оборудование, высокая аварийность и низкий уровень автоматизации создают серьезные проблемы для качественной очистки и сушки зерна. В связи с этим было принято решение разработать систему управления зерносушильным комплексом.

Целью разработки является система управления комплексом, позволяющая работать ему при минусовых температурах (в частности отделению накопления и хранения) и состоящей из программы ПЛК, программы визуализации и управления для панели оператора и программы для ПЭВМ.

Технологическая схема комплекса и технология сушки зерна комплекса (ЗСК-40ША) изображены на рисунке 1.

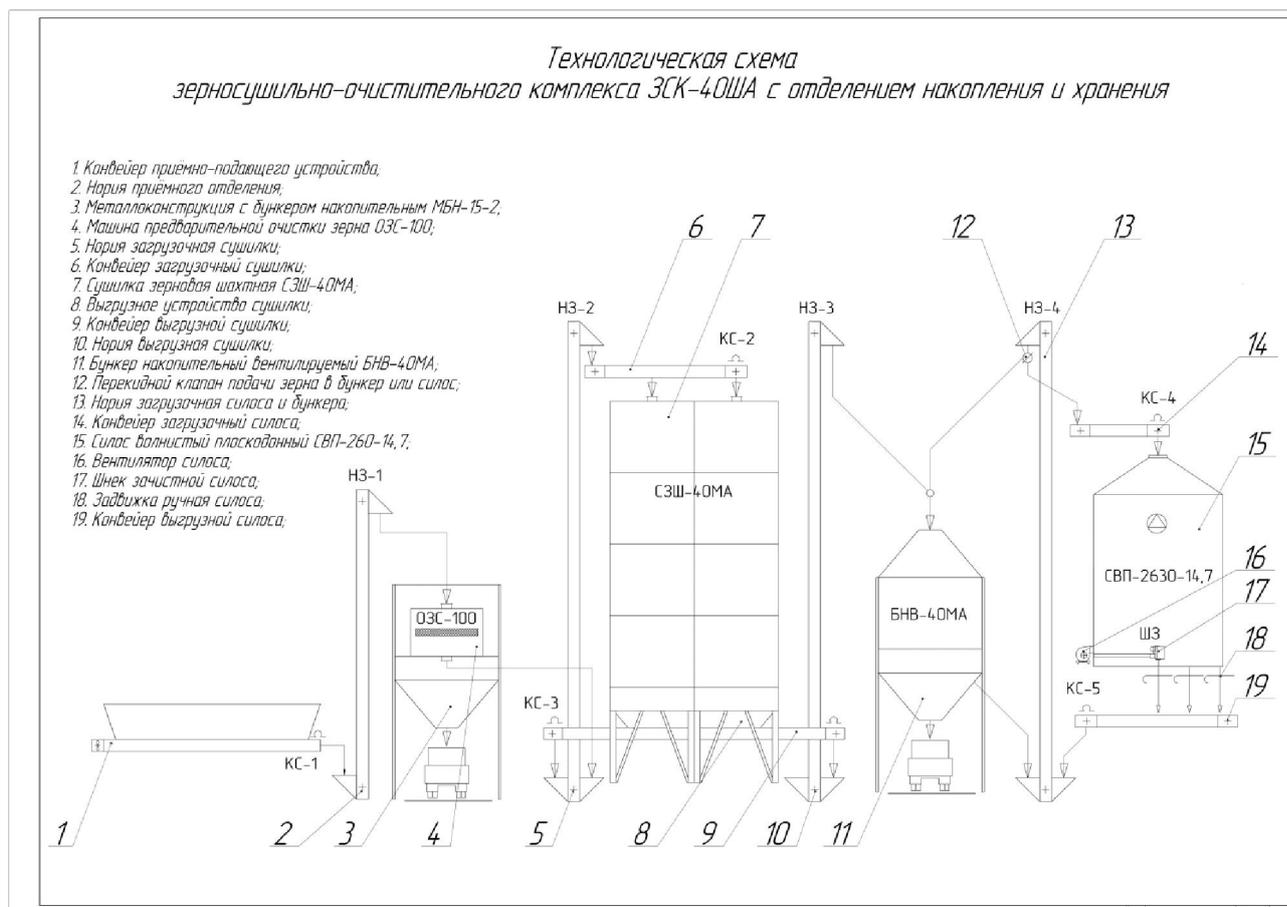


Рисунок 1 – Схема зерносушильного комплекса (ЗСК-40)

Неочищенное зерно поступает в комплекс через приёмно-подающее устройство, в которое его сгружают машины. Далее зерно поднимается норией приёмного отделения и далее самотеком поступает в машину предварительной очистки зерна. Эта машина служит для разделения зернового материала по размерам частиц (по ширине и толщине). На выходе из машины очистки образуется 2 фракции – отходы и очищенное зерно. Отходы поступают в бункер отходов, расположенный непосредственно под машиной очистки, а очищенное зерно также самотеком поступает в норию загрузки сушилки. Далее эта нория поднимает зерно для его последующей транспортировки по конвейеру загрузки сушилку и далее в шахты сушилки.

Основная функция сушилки — сушка зерновых и масличных культур, то есть снижение влажности осушаемого продукта до значений, при которых продукт (зерно) можно безопасно заложить на длительное хранение, не опасаясь возникновения очагов самосогревания. При правильно подобранном режиме сушки происходит физиологическое дозревание зерна и улучшение его качества. Если требуемая влажность зерна достигнута (для каждой культуры индивидуальные значения), то начинается процесс выгрузки. При помощи выгрузного устройства (которое работает в режиме «Открыто-Закрыто») зерно выгружается в

выгрузной конвейер, а он в свою очередь – в норию выгрузки сушилки. Нория выгрузки опять поднимает зерно и после нее оно самотеком попадает в бункер, из которого может осуществляться выгрузка в машины (ручными задвижками), которые транспортируют зерно в места его хранения. Если требуется заготовка некоторого запаса зерна непосредственно на комплексе, то через механическую задвижку бункера зерно попадает в норию загрузки силоса, из которой в свою очередь, через перекидной клапан (ручной) попадает в конвейер загрузки силоса и уже из него в сам силос. Бункер и силос оборудованы вентиляторами для предотвращения самонагревания, которое негативно влияет на качество зерна. Для мониторинга данной ситуации в бункере находятся 2 температурных датчика, а в силосе целая система дистанционного измерения температуры, позволяющая контролировать температуру в 72-х точках силоса. При возникновении такой ситуации оператор комплекса должен включить проветривающие вентиляторы и запустить режим циркуляции зерна, который позволит свести на нет негативные последствия перегрева.

Для локализации различных управляющих сигналов в непосредственной близости от управляемых объектов и уменьшения итоговой сложности 1 шкафа управления, система управления разделена на 3 части: приёмное отделение, отделение сушилки и само отделение накопления и хранения. Т.к. основная часть (сушилка) и отделение накопления и хранения работают независимо друг от друга, то для уменьшения сложности программы управления комплексом она разделена на 2 части (по отделениям). Имеются основные параметры комплекса, анализ которых позволяет получить полную и детальную информацию о состоянии технологического процесса сушки зерна. К ним относятся: состояние исполнительных механизмов, наличие подпоров зерна в нориях или в кон-вейерах, скорость движения ленты норий или конвейеров, уровни зерна в различных накопителях, положения клапанов и задвижек, влажность зерна и его температура.

Состояние исполнительных механизмов определяется посредством состояния автоматического выключателя и пускателя на каждый двигатель исполнительного механизма комплекса.

Наличие подпоров выявляется посредством пластин, которые находятся перпендикулярно движению зерна в механизме и при их отклонении (при скоплении зерна вследствие засоренности) вызывают срабатывание емкостных или индуктивных датчиков.

Скорость движения ленты конвейера или нории известна благодаря настраиваемым датчикам скорости со встроенным внутренним реле, если скорость будет ниже заданной, то его состояние изменится, что позволяет судить о корректной работе механизма.

Уровни зерна определяются емкостными датчиками.

Влажность зерна определяется ультразвуковым (микроволновым) влагомером зерна в потоке, который основываясь на различие в диэлектрической проницаемости зерна в области сверхвысоких частот (резонанса), определяет влажность зерна независимо от количества, проходящего через него.

Для определения температуры используются термосопротивления (в сушилке и в бункере) или система дистанционного измерения температуры «ТЕРМО», позволяющая контролировать температуру практически по всему объему силоса.

В качестве управляющих микропроцессорных устройств выбраны ПЛК из-за их относительной простоты программирования, и обширных коммуникативных возможностей. Т.к. шкафы управления разнесены между собой, то используется система удаленных входов/выходов, позволяющих передавать сигнал от ПЛК к модулям входов и выходов на значительном удалении от самого ПЛК.

Подключение влагомеров и системы измерения температуры осуществляется по стандартному интерфейсу RS-485 с протоколом передачи данных Modbus. Подключение преобразователей тока (для контроля тока норий) осуществляется через адаптер интерфейсов RS-232 – RS-485.

Для подключения к ПЭВМ двух ПЛК используется маршрутизатор с соответствующими каждому устройству IP-адресами.

## Литература

- 1 <http://agriculture.by;>
- 2 <http://www.infobaza.by;>
- 3 Комплекс зерноочистительно-сушильный ЗСК-40(30)Ш. Руководство по эксплуатации;
- 4 <http://www.ecat.moeller.net;>
- 5 [https://ru.wikipedia.org/wiki/Автоматический\\_выключатель;](https://ru.wikipedia.org/wiki/Автоматический_выключатель;)
- 6 <http://agriculture.by/articles/tehnika-i-tehnologii/korma-v-potoke.-kontrol-kachestva-na-letu;>
- 7 [http://aquar-system.ru/catalog/izmerenie-vlazhnosti-zerna-v-potoke/datchik-vlazhnosti-zerna-v-potoke/;](http://aquar-system.ru/catalog/izmerenie-vlazhnosti-zerna-v-potoke/datchik-vlazhnosti-zerna-v-potoke/)
- 8 Система дистанционного измерения температуры «ТЕРМО». Руководство по эксплуатации.