Национальный исследовательский

Томский государственный университет

Радиофизический факультет

9-я Международная научно-практическая конференция

Актуальные проблемы радиофизики

АПР-2021

Сборник трудов конференции

при поддержке:

НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ГРУППА КОМПАНИЙ

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

ROHDE&SCHWARZ
Make ideas real

20-22 октября 2021 года

г. Томск

Разработка системы контроля уровня и скорости потока природного сырья на предприятиях добывающих отраслей

Криницкий Алексей Дмитриевич
Доценко Ольга Александровна
Томский государственный университет
E-mail: krinitskii1999@mail.ru

В докладе представлена концепция системы контроля высоты заполнения технологического аппарата материалом рабочей среды и скорости его подачи. Разработана структурная схема и прототип устройства. Проведены эксперименты и показана работоспособность прототипа.

Ключевые слова: измерительное устройство, уровень, Arduino UNO, ультразвуковой датчик, Wi-Fi, поток, датчик вращения.

Введение

В настоящее время возрастает спрос на современные системы контроля технологических процессов [1], в частности, необходимы точные и доступные устройства измерения показателей потока сырья для безаварийной работы и минимизации простоев производства. Такие системы используются на различных предприятиях добывающей промышленности: сельском хозяйстве, нефтехимической области, горно-обогатительной и металлургических отраслях, пищевой промышленности, машиностроении и т.д. [2, 3]. Контроль уровня сырья и скорости подачи позволяет решить некоторые важные производственные задачи. Так, например, один час простоя транспортной или конвейерной ленты в металлодобывающей отрасли может обойтись предприятию в несколько миллионов рублей, а обрыв конвейерной ленты добавит дополнительные расходы на ее ремонт. На российских предприятиях имеются подобные системы контроля как российского, так и иностранного производства, но их стоимость зависит от курса доллара. Также разрабатывается государственная программа Российской Федерации о «Развитии электронной и радиоэлектронной промышленности», направленная на поддержку разработки отечественного оборудования для разных отраслей народного хозяйства.

Целью работы является разработка автоматизированной системы контроля уровня и скорости потока сырья на конвейере. Такая система поможет частично решить проблему импортозамещения в данной области, предотвратить простои производства из-за аварийных ситуаций, отслеживать состояние конвейеров в режиме реального времени, снизить стоимость устройств данного типа, т.к. подобные уже имеются, но обладают большой ценой.

На данный момент существует большое количество различных датчиков уровня сырья, работающих как одиночно, так и в составе автоматизированных комплексов. Основными видами измерителей, используемых для подобных типов материалов, являются контактные и бесконтактные датчики. Представителями первых являются емкостные и электронные. Главными недостатками таковых является невозможность их использования там, где возникает налипание и вспенивание материала среды на датчик. Также подобные измерители имеют свойство изнашиваться вследствие контакта с материалом и не обладают высокой точностью, что уже ставит под вопрос их использование в данной работе. К бесконтактным измерителям относятся оптические, ультразвуковые и другие типы устройств. Они обладают высокой точностью и большей износостойкости по сравнению с предыдущими датчиками, что увеличивает область предприятий для их применения.

В ходе изучения различных типов датчиков было установлено, что лучшими являются ультразвуковые из-за своей небольшой стоимости, возможности измерения расстояния до сыпучих, жидких, прозрачных и отражающих веществ и работы в суровых условиях, к которым относятся: работа в условиях большого количества пыли, грязи, высокой влажности и температуры [4].

Приборы и методика

Для достижения цели была разработана концепция системы контроля уровня сырья и скорости движения потока, состоящая из микроконтроллера ATmega 328P – базовой части платформы Arduino Nano, двух ультразвуковых датчиков (УЗД) HC-SR04, Wi-Fi модуля ESP-01 и датчика скорости вращения FC-03.

Блок-схема алгоритма работы устройства представлена на рис.1.

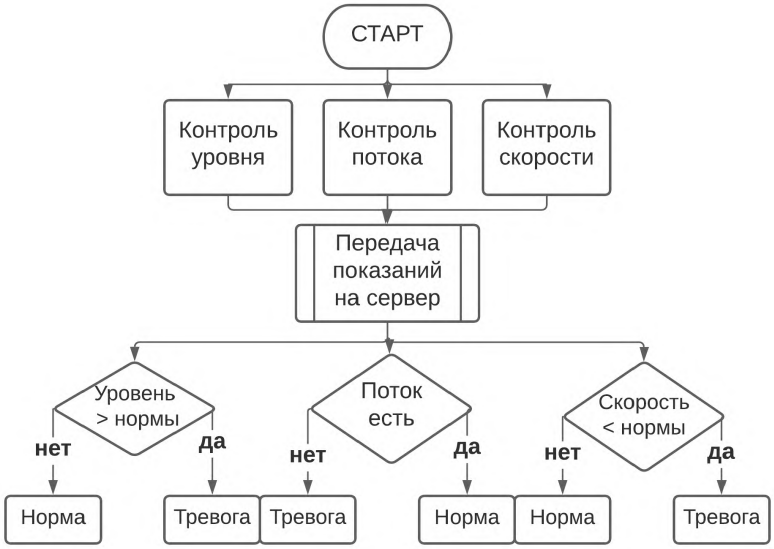

Рис. 1 Блок-схема алгоритма работы системы контроля

Для простоты понимания рассмотрим работу системы на примере горнодобывающей промышленности. Работа системы заключается в следующем: первый УЗД, измеряющий уровень насыпного материала, крепится над лентой, подающей материал на последующий этап обработки; второй УЗД, измеряющий наличие материала на конвейере, крепится на выходе подающей ленты. Датчик скорости вращения необходим для контроля минимальной скорости вращения ленты и мгновенного оповещения при достижении скорости ниже заданного порога. Данные с датчиков передаются с помощью Wi-Fi модуля в режиме реального времени на локальный сервер.

В качестве модели конвейерной ленты использовалась дорожка из картона, которая двигалась вручную. Над ней крепился ультразвуковой датчик, измеряющий уровень насыпного материала. Наличие потока и скорости движения ленты измерялись отдельно, имитируя реальные условия работы конвейера. Для оценки реакции устройства на отражение ультразвука от разных материалов брались: кирпич, щебень, стекло, пластиковые бутылки.

Результаты

Все результаты были получены с помощью сервера open.monitoring, на который передавались данные датчиков (рис. 2). В ходе проведения эксперимента результаты измерений показали, что в среднем относительная погрешность определения величины уровня потока сырья составляет примерно 7%. Меньше всего погрешность датчика уровня оказалась при измерении потока кирпичей и щебня – порядка 5%. Для стекла и пластиковых бутылок погрешность составила около 9-10%, что, учитывая габаритные размеры конструкции, не внесет критических ошибок.

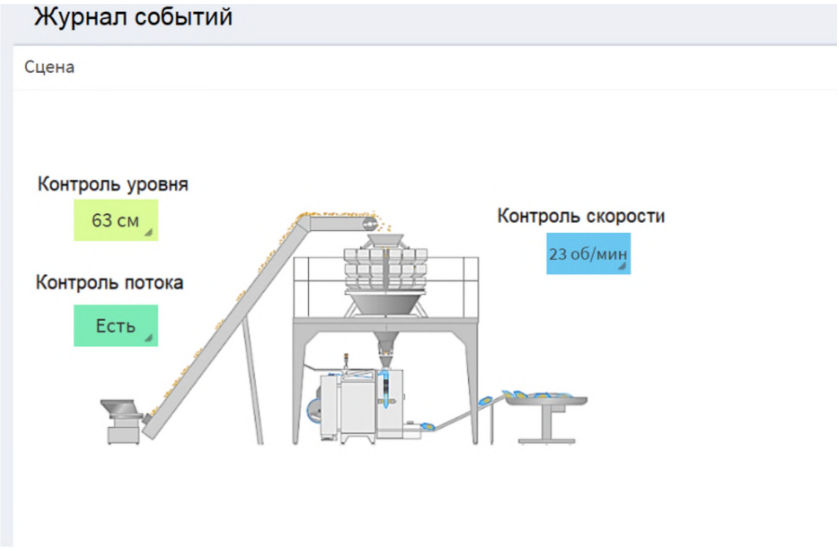

Рис. 2 Вывод показаний датчиков на сервер

В результате проведенных испытаний было выявлено, что ультразвуковой датчик HC-SR04 достаточно хорошо справляется с измерением расстояния до выбранных материалов, хоть и с небольшой погрешностью. В алгоритме обработки данных необходимо учесть факт, что изменение температуры влияет на скорость распространения звуковых волн. В будущем система может иметь широкий спектр направлений для улучшения из-за большой области применения.

Список публикаций:

[1] Радиоэлектронная промышленность. Актуальные задачи – URL: https://minpromtorg.gov.ru/activities/industry/otrasli/radio/ (дата обращения 24.05.2021)

[2] Контроль заштыбовки перегрузочной течки. – URL: https://www.elec.ru/articles/kontrol-zashtybovki-peregruzochnoj-techki/ (дата обращения 24.05.2021)

[3] Микроволновой сигнализатор уровня/затора – датчик заштыбовки INNOLevel MicroPulse. – URL: https://www.kip59.ru/katalog/datchiki919086/datchiki-kontrolja-i-izmerenija-urovnja-sypuchih-materialov-i-zhidkih-sred-innolevel/beskontaktnyi-signalizator-innolevel-micropulse/ (дата обращения 25.05.2021)

[4] Мельников А.А. Ультразвуковые преобразователи в средствах измерения. – М.: Компания Спутник+, 2010. – 154 с.