УДК 658.5: 663.28

ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПРОДУКТА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА ЗАНЯТОСТИ И СОДЕРЖИМОГО ВИНОДЕЛЬЧЕСКИХ ЛИНИЙ

♦♦♦♦♦

IMPLEMENTATION OF THE SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX BASED ON THE MEASUREMENT OF PRODUCT DENSITY TO AUTOMATE THE ACCOUNTING OF EMPLOYMENT AND THE CONTENTS OF WINE-GROWING LINES

Айрумян Ваагн Юрикович
кандидат технических наук,
академический советник
Российской инженерной академии;
старший преподаватель кафедры технологии хранения
и переработки растениеводческой продукции,
Кубанский государственный
аграрный университет имени И.Т. Трубилина
vaagn_airumyan@mail.ru

Белина Наталия Николаевна
кандидат технических наук,
доцент кафедры технической механики
и специальных машин имени профессора А.А. Петрика,
Кубанский государственный технологический университет
belinann@mail.ru

Савченко Евгения Сергеевна
ассистент кафедры технологии хранения
и переработки растениеводческой продукции,
Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина
edorosh@inbox.ru

Лаврентьева Влада Валерьевна
обучающаяся 4-го курса бакалавриата,
факультет пищевых технологий,
Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина
vladav.lavrenteva@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены проблемы построения и отслеживания производственных линий винодельческого предприятия. Предложен способ их решения путем внедрения программно-аппаратного комплекса для отслеживания занятости и содержимого линий. Показана положительная роль использования вибрационных плотномеров.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, винодельческая линия, автоматизация учета, вибрационный плотномер.

Ayrumyan Vahagn Yurikovich
Candidate of Technical Sciences,
Academic Adviser
of the Russian Academy of Engineering;
Senior Lecturer at the Department
of Technology of Storage and Processing
of Crop Products,
Kuban State Agrarian University
named After I.T. Trubilin
vaagn_airumyan@mail.ru

Belina Natalia Nikolaevna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
of the Department of Technical Mechanics
and Special Machines
named after Professor A.A. Petrik,
Kuban State Technological University
belinann@mail.ru

Savchenko Evgeniya Sergeevna
Assistant Professor at the Department
of Technology of Storage
and Processing of Crop Products,
Kuban State Agrarian University
named After I.T. Trubilin
edorosh@inbox.ru

Lavrentieva Vlada Valeryevna
4th year undergraduate Student,
Faculty of Food Technology,
Kuban State Agrarian University
named After I.T. Trubilin
vladav.lavrenteva@mail.ru

Annotation. The problems of building and tracking production lines of a wine-making enterprise are considered. A method of solving them is proposed by implementing a hardware and software package for tracking the occupancy and content of lines. The positive role of using vibration density meters is shown.

Keywords: software and hardware complex, wine-making line, accounting automation, vibration density meter.

Контроль и учет в технологии пищевой продукции необходимы на всех этапах осуществляемого производства, в особенности, инновационного [1]. Индустрия напитков формирует экономическую эффективность реализуемых технологий за счет рачительного отношения к используемым ресурсам [2]. Это позволяет получать качественную и безопасную продукцию, обладающую всеми признаками потребительской ценности [3]. При работе с этой задачей широко применяются достижения

цифровизации экономики и агропромышленного комплекса, поскольку процессы цифровой трансформации промышленности тесно связаны с решением проблемы развития региональной и отраслевой экономики [4].

Виноделие в России – это давно уже не просто отрасль экономики сельскохозяйственного производства, а значимая часть национальной культуры, и даже престижа страны. От равнин Краснодарского края до предгорий Крыма виноградники стали неотъемлемым элементом ландшафта. Эта индустрия создает тысячи рабочих мест, привлекает туристов на свои фестивали и экскурсии, а главное – с каждым годом все громче заявляет о себе на международных конкурсах, завоевывая авторитет и уважение среди ценителей [5]. Однако за этим красивым фасадом, в глубине производственных цехов, скрывается ряд сложных технологических и управленческих задач. Одной из самых острых проблем является система учета занятости винных линий, определяющая горизонты планирования деятельности предприятия [6]. Несколько линий работают практически круглосуточно. Проблема заключается в том, что на многих предприятиях учет того, какая линия чем занята, на каком она этапе, когда была остановлена и почему, ведется по старинке: в бумажных журналах, Excel-таблицах или с помощью устных распоряжений. Таким образом существуют следующие минусы:

– человеческий фактор: смена сотрудников приводит к путанице и потере оперативной информации;

– отсутствие оперативности: руководство узнает о простое или проблеме слишком поздно, когда время уже упущено;

– невозможность аналитики: крайне сложно проанализировать эффективность использования оборудования, выявить причины простоев;

– сложность планирования: диспетчеризация и планирование новых задач становятся сложной задачей, а без точного понимания, когда и какая линия освободится, невозможно оптимально выстроить производственный процесс.

Таким образом, отсутствие автоматизации технологических процессов и производств пищевой индустрии, в частности, учета занятости винных линий, становится существенным тормозом для всей отрасли [7]. Решением этой проблемы стала бы внедрение современных систем, которые в реальном времени отслеживали бы статус каждой производственной единицы, автоматически фиксируя начало и конец операций, простои и их причины. Это дало бы виноделам прозрачность, контроль и данные для принятия решений.

Для решения данной проблемы можно использовать систему, в основе которой будут вибрационные плотномеры, действие которых базируется на связи между частотным показателем резонансных колебаний с ρ измеряемого вещества (рис. 1).

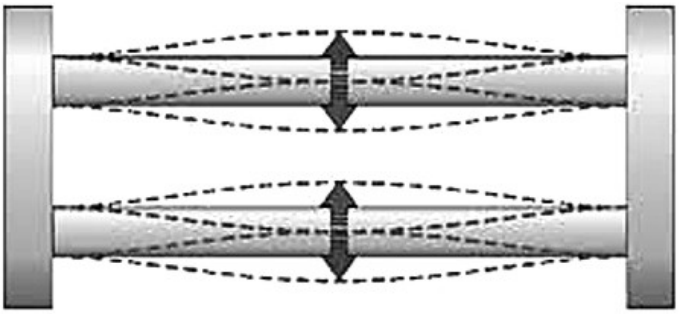

Рисунок 1 – Принцип действия вибрационного проточного плотномера со сдвоенными трубками, колеблющимися в противофазе

По типу устройства плотномеры разделяют на:

– стационарные, представляющие собой компактный, но недостаточно мобильные приборы, применяемые в лабораториях и на производствах;

– портативные, которые подходят для работы в полевых условиях – можно носить с собой, проводя измерения прямо на месте.

С их помощью можно контролировать плотность жидкостей и газов, находящихся в трубопроводах или резервуарах. Разница между показанием устройства и истинным значением составляет около $1...2 \times 10^{-4}$ г/см^3. Диапазон измерений плотномеров

данного типа 0,69–1,05 г/см^3. Вибрационный измеритель оснащен чувствительным элементом – отполированной изнутри металлической трубкой. В ней же расположено электронное устройство, с помощью которого трубка колеблется в потоке (рис. 2). Плотность определяется на основе частоты колебаний [8].

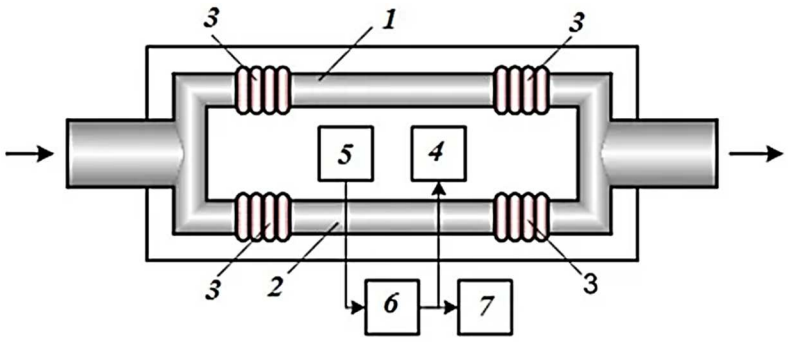

Рисунок 2 – Схема и внешний вид проточного вибрационного плотномера жидкостей:
1 – трубка; 2 – параллельная трубка; 3 – сильфон; 4 – катушка возбуждения;
5 – измерительная катушка; 6 – электронный усилитель;
7 – вторичный измерительный прибор

Вибрационные плотномеры (или датчики плотности) будут непрерывно измерять плотность и температуру продукта, протекающего по трубопроводу [9]. В контексте учета занятости винных линий их можно использовать для определения статуса линии («Занято» → вода / вино / сусло / осадки и т.д.; «Свободно» → линия пуста):

– линия работает (продукт в линии): датчик показывает значение плотности, характерное для конкретного виноматериала (например, 0,992 для сухого виноматериала или 1,075 для сусла); для системы учета это сигнал: «линия занята, идет процесс перекачки продукта».

– линия простаивает (нет продукта): датчик показывает отсутствие жидкости в трубопроводе, при этом его выходной сигнал будет указывать на минимальную плотность или ошибку измерения; для системы учета это сигнал: «линия пуста, рабочий цикл завершен или еще не начат».

На основе системы учета занятости винных линий создается программа отдельно для работников, которая в реальном времени будет отслеживать статус той или иной линии, к примеру: «Линия А–Б занята водой», «Линия В–Г занята вином». Также на основе этих данных есть возможность просмотра вариантов построения линий. Таким образом, если работнику нужна линия с точки А до точки Г, он сможет посмотреть варианты винных линий, к примеру: «А→Г занято вином», «А→Б→Г» занято вином», «А→В→Г» свободно/занято водой», выбираем последний вариант. Это значительно сокращает время работника на поиски свободной линии, увеличивая скорость и качество работы.

Система управления, получая сигналы от плотномера, может автоматически вести журнал, записывая время начала и конца работы (сигнал сменился с «Вода» на «Продукт» или наоборот и продолжительность работы), что помогает технологам отследить в реальном времени процессы, происходящие на производстве, и занятость сотрудников.

Вибрационный плотномер также может помочь в отслеживании качества продукта. Резкое отклонение плотности от заданного параметра может сигнализировать о проблеме в технологическом процессе, например, неполная фильтрация, начало нежелательной ферментации в неподходящем месте.

Плотномеры устанавливаются в ключевые трубопроводы на каждой производственной линии. Каждый датчик плотности подключается к программируемому логическому контроллеру или напрямую в систему сбора данных.

В системе программируются алгоритмы:

– «в линии А–В плотность 1,000 < продукт < 1,100 более 15 с. → линия занята вином»;

– «в линии А–В плотность = 0 более 15 с. → линия занята водой» и т.д.

Система автоматически строит графики занятости, формирует отчеты о простоях и коэффициенте использования оборудования.

Такой метод отслеживания занятости винных линия имеет ряд преимуществ:

– поступающие данные автоматически записываются с систему учета, они являются более точными и не требуют ручного ввода;

– информация обновляется непрерывно, позволяя реагировать мгновенно;

– один датчик решает сразу две задачи: и автоматизацию учета, и контроль параметров продукта;

– снижает расход времени сотрудника на поиск пустой линии для перекачки виноматериала, помогая в реальном времени отследить занятость трубопроводов;

– полная автоматизация процессов на производстве.

Вибрационные плотномеры – это не просто датчики для технолога и помощник сотруднику, это главная часть системы автоматизированного учета. Они предоставляют достоверный машинно-читаемый сигнал о том, что в данный момент происходит на линии, помогая отследить занятость трубопроводов, качество продукта и работу сотрудников.

Литература

1. Инновации в производстве винных напитков из ягодного сырья / Г.И. Касьянов [и др.] // Современная наука и инновации. – 2018. – № 4(24). – С. 143–148.
2. Родионова Л.Я. Практикум по технологии безалкогольных и алкогольных напитков : учеб. пособие / Л.Я. Родионова, Е.А. Ольховатов, А.В. Степовой. – СПб. : Лань, 2017. – 288 с.
3. Цифровая экономика и сквозные технологии: теория и практика : монография / А.В. Бабкин [и др.]. – СПб. : СПбПУ, 2019. – 623 с.
4. Донченко Л.В. Концепция НАССР на малых и средних предприятиях : учеб. пособие / Л.В. Донченко, Е.А. Ольховатов, А.И. Решетняк. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 183 с.
5. Технология виноделия : учебник / Г.И. Касьянов [и др.]. – М. : Юрайт, 2025. – 200 с.
6. Проектирование и строительство винодельческих предприятий с основами планирования и технологии отрасли : учебник / Г.И. Касьянов [и др.]. – 2-е изд., пер. и доп. – М. : Юрайт, 2021. – 445 с.
7. Харитонов. В.Д. Автоматизация технологических процессов и производств. Пищевые производства : учеб. пособие / В. Д. Харитонов, Л.А. Гаршин. – СПб : Лань, 2020. – 492 с.
8. Устройство плотномеров. – URL : https://millab.ru/press-tsentr/articles/ustroystvo-plotnomerov/ (дата обращения 20.12.2025).
9. Application of vibrational density meters in the food industry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021.

References

1. Innovations in the production of wine drinks from berry raw materials / G.I. Kasyanov [et al.] // Modern science and innovation. – 2018. – № 4(24). – P. 143–148.
2. Rodionova L.Ya. Practicum on the technology of non-alcoholic and alcoholic beverages : training manual / L.Ya. Rodionova, E.A. Olkhovatov, A.V. Stepovoy. – SPb. : Lan Publ., 2017. – 288 p.
3. Digital economy and cross-cutting technologies: theory and practice : monograph / A.V. Babkin [et al.]. – SPb. : SPbPU, 2019. – 623 p.
4. Donchenko L.V. The concept of HACCP in small and medium enterprises : training manual / L.V. Donchenko, E.A. Olkhovatov, A.I. Reshetnyak. – Krasnodar : KubGAU Publ., 2012. – 183 p.
5. Technology of winemaking : textbook / G.I. Kasyanov [et al.]. – M. : Yurayt, 2025. – 200 p.
6. Design and construction of wine–making enterprises with the basics of planning and technology of the industry : textbook / G.I. Kasyanov [et al.]. – 2nd ed., trans. and add. – M. : Yurayt, 2021. – 445 p.
7. Kharitonov V.D. Automation of technological processes and productions. Food production : studies. manual / V.D. Kharitonov, L.A. Garshin. – SPb. : Lan Publ., 2020. – 492 p.
8. The device of density meters. – URL : https://millab.ru/press-tsentr/articles/ustroystvo-plotnomerov (date of application 12/20/2025).
9. Application of vibrational density meters in the food industry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021.