

**ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ ПО ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ УРОВНЕМЕРА
УЛМ-31А1 (ОТ АО «ЛИМАКО»**

на предмет определения результатов измерения и фактических показаний
р/волнового уровнемера УЛМ-31А1 (, участвующего в эксперименте по Проекту
«Автоматизированного логистического контроля остатков/потребности в к/кормах на
площадках выращивания ЖП»

(площадка «Ставропольская 2», ф. «Ставропольский» ЗАО «Ставропольский
бройлер» (корпус №56))

23.05.2018 г.

г. Ставрополь

1. Условия проведения опытной эксплуатации:

- Уровнемер УЛМ-31А1 ((тип УЛМ4.02.000-01) установленный и настроенный
в соответствии с «РМ и РЭ» (не выполнено требование солнцезащиты).

Технические характеристики (основные ТХ):

Корпус – анодированный алюминий (литье), порошковый краситель;

Исполнение – общепромышленное, класс защиты от проникновения IP65;

Условия эксплуатации – Т= -40...+50 гр.С, Ра=84,0... 106,7 кПа, отн. вл. – до
95% (без конденсации), Вибрация до 1 мм f= 5 ... 25 Гц;

Упит=20...36 VDC, Рпотр=6 W;

Диапазон измерения L= 0,6... 50 т;

Абс. Погр. = ±3мм;

Рабочая частота = 120-140 ГГц.

Место монтажа - на бункере для хранения к/кормов ф. «Ставропольский»
(площадка «Ставропольская 2», корпуса № 56):

полезным рабочим объемом V= 14.75м³;

рабочей высотой уровня h= 3737 мм;

монтажная высота (высота измерения уровня – от датчика до выпускной
горловины бункера)= 4465 мм.;

шкалой измерения 893 поверочных интервала (шаг градуировки=5 мм);

период измерения (частота опроса УЛМ-31А1)= 1 сек.;

количество усредняемых значений измерения (фильтрация помех) = 60;

Средства настройки и аналитического контроля – фирменное ПО от
производителя оборудования АО «Лимако» (г. Тула): Программа настройки -
«ULMcfg», программы удаленного доступа и визуализации - «LimakoOPCServer»,
«ReservoirViewer», драйверы к вспомогательному оборудованию. ПО настроено на
АРМ менеджера производственного участка («Ставр. 2»), и АСУТП ф-л
«Рыздвяненский». Канал связи между УЛМ-31А1 и установленным ПО выполнен
посредством:

сегмента «витая пара» - RS485 (от УЛМ-31А1 – до преобразователя в
EthernetMoxaNPort5130);

сегмента Ethernet«витая пара» до «Wi-Fi» моста, подключенного в СКС
объекта, с доступом к нему, настроенных АРМ.

Для возможности сравнительного контроля результатов эксперимента, бункер
для хранения к/кормов корпуса №56, имеет тензометрическую весовую систему на

базе шести весовых модулей типа SB-ACap3tClassC3, включенных в систему автоматизации технологического процесса Viper, с шкалой измерения 3000 поверочных интервала, заявленной точностью +/- 1 кг. Дополнительно организована возможность комиссионной отгрузки опытной партии к/кормов с ф. «Рыздвяненский».

2. Средства испытаний в опытной эксплуатации:

К/корм Финиш 1(2)-10 . Насыпной (удельный) вес = 0,692 ... 0,712 т/м³ (в зависимости от рецепта), доставляемый с перевеской (при необходимости). Контрольные гири номиналом 20 кг. (IV класс).

3. Визуальный и предварительный осмотр используемой в опытной эксплуатации системы, с анализом существующих параметров:

- Бункер корпуса №56, без механических дефектов, достаточно герметичен, без налипания продукции (к/кормов) на внутренних поверхностях, по внешним обмерам, соответствует паспортным геометрическим размерам. Крепится к основанию (ж/б плита) шестью опорами, через узлы встройки тензометрических датчиков, болтовыми соединениями. Загрузочный патрубок Ду=100 мм, имеет жесткое крепление конструкции бункера с основанием, через опоры. Измерительный шлейф без линии термокомпенсации сигнала. В процессе эксперимента, в ветреную погоду, наблюдается заметное отклонение бункера от вертикальной оси (инструментально зафиксирован угол отклонения до 4°6').

Измеритель УЛМ-31А1, установлен на крышном скате бункера, с разносом вертикальных осей на 620 мм, с соблюдением требования РЭ по отступу от боковых стен бункера (1/2...1/3D бункера), и позиционирован в направлении центра выпускной воронки конуса бункера, с отклонением от вертикали на 0°7'. Для условий дальнейшей эксплуатации в летнее время, отсутствует требование РЭ в солнцезащите корпуса УЛМ-31А1.

Для принятия показателя достоверности результатов измерения веса, в существующей системе на базе ПЛК Viper, была выполнена сравнительная нагрузка бункера поверочными гирями, в диапазоне приращения 120 кг. Условия и порядок проверки:

- погода безветренная;
- распределение гирь равномерное, поочередно на радиально-противоположные опоры бункера;
- предварительное количество к/корма в бункере (по данным Viper) 2,701 т.;
- результаты сведены на Листе «Проверка весов Viper» файла «Данные эксперимента» (прилагается). Показания дали разброс измерения 1...9 кг, с нежелательным «гистерезисом» нагрузочной характеристики=8 кг в интервале приращений 0 – 120 – 0 кг. При заявленной погрешности +/-2E= 2 кг, отклонения составили – до 4,5E (666 поверочных интервалов), что может удовлетворять требованиям только технологического учета;

4. Расчет величины нагрузки и требуемых параметров измерения:

Система измерения на базе УЛМ-31А1, выполняет процесс косвенного измерения – преобразования измеренной высоты уровня продукта в массу, через удельный вес продукта и рассчитанный объем. В соответствии с расчетными показателями, должна отвечать следующим требованиям:

- максимальный допустимый вес, загружаемый в бункер, исходя из полезного рабочего объема бункера ($V = 14.75 \text{ м}^3$) и рабочей высоты измерения уровня продукта ($h = 3737 \text{ мм}$), в зависимости от показателей насыпного веса (удельной плотности) продукта = $0,692 \dots 0,712 \text{ т/м}^3$, может варьироваться в пределах $10,2 \dots 10,5$ тонн;

- в соответствии с Листом «Калибровочная таблица» фала «Данные эксперимента» (прилагается), принятый минимальный шаг измерения по уровню продукта, составляет 5 мм (около $0,059 \text{ м}^3$, или 60 л), что не превышает чувствительность прибора (ТТХ УЛМ-31А1), и теоритически, в диапазоне удельной плотности продукта, позволяет получить чувствительность системы (цену деления взвешивания) = $\pm 0,04 \dots 0,042 \text{ т}$ ($40 - 42 \text{ кг}$). Что в заявленном диапазоне измерений составляет $255 - 263$ поверочных интервалов.

Система контрольного измерения на базе тензометрии в ПЛК Viper, в соответствии ТТХ, должна отвечать следующим параметрам:

- шесть весовых модулей типа SB-ACap3tClassC3 (наибольший предел взвешивания каждого – 3 т , количество поверочных интервалов - 3000), обеспечивают НПВ системы $3 \cdot 6 = 18$ тонн, с допустимым расчетным поверочным интервалом взвешивания (ценой деления весовой шкалы) $18/3000 = 0,006 \text{ т}$ (6 кг). Таким образом настроенные параметры весовой системы Viper, теоретически не соответствуют ТТХ более чем на 80% , и могут использоваться как средство технологического, или аналитического учета продукции.

5. Результаты опытной эксплуатации:

Фактическое количество экспериментов оказалось меньшим, из-за технической нестабильности обеспечения процесса опытной эксплуатации, чем планировалось. Наиболее стабильной работа системы третьем туре, в период с $23.05.2018 \text{ г.}$ по $03.06.2018 \text{ г.}$. Результаты измерений, полученные с помощью фирменного ПО от производителя оборудования- «LimakoOPCServer», «ReserviorViewer», представлены в Листах «Свод данных по туру» и «Сводный график показаний», файла «Данные эксперимента», и дополнительными графиками на отдельных Листах файла «Данные эксперимента», за каждые сутки.

В ходе экспериментальной эксплуатации, были выполнены три инвентарных загрузки бункера, методом целевой доставки продукта с документально зафиксированным весом, для сравнения достоверности результатов измерения (прямого – Viper и косвенного – УЛМ-31А1), и документальной фиксации промежуточных итогов взвешивания в процессе выращивания.

- Запись данных в таблицы ведется с интервалом 1 мин .

- зафиксированные значения в показаниях СИ (средства измерений) при инвентарных загрузках, составили:

доставка (23.05.18 г. МАН г/н912)- 7,260 т.,

по Viper-7,01 т. (отклонения составили 0,034%), по УЛМ-31А1 – 7,044 т. (отклонения составили 0,03%);

Состояние бункера перед загрузкой зафиксировано - пуст. Остаток в кормовозе проконтролирован - пуст.

доставка (29.05.18 г. МАН г/н364) – загрузка до полного бункера, в четыре этапа.

по Viper-0,066 т., по УЛМ-31А1 – 0,0 т.;

по Viper-2,28 т., по УЛМ-31А1 – 2,782 т.;

по Viper-4,036 т., по УЛМ-31А1 – 4,23 т.;

по Viper-5,546 т., по УЛМ-31А1 – 5,376 т.;

по Viper-7,701 т., по УЛМ-31А1 – 7,758 т.;

доставка (31.05.18 г. МАН г/н364) - загрузка до полного бункера.

по Viper-7,786 т., по УЛМ-31А1 – 7,852 т.;

6. Анализ результатов опытной эксплуатации:

- Реальные изменения геометрии слоя продукта в состоянии «покоя» в бункере происходят не чаще одного раза в 5...15 мин. При этом изменения уровня колеблются от среднего значения в интервале +/- 0,04 м, что составляет в весовом показателе +/- 20 кг для цилиндрической части бункера, и +/- 4 кг, для конической части бункера.

- Характерные для сыпучего продукта изменения противоположной амплитуды в динамике (заполнение/отгрузка), связанные с «осыпанием» продукта под углом «естественного откоса» (60 – 75 %), на графике имеют среднюю составляющую отклонений для конической части бункера +/- 0,2 м., и +/- 0,31 т., а для цилиндрической части бункера +/- 0,03 м. +/- 0,142 т. соответственно. При этом, амплитуда и ее повторяемость растет, с уменьшением уровня продукта в конусе, из-за соизмеримости угла ската конуса «Углом естественного откоса» продукта, и уменьшения осыпаемой массы, что ведет к тенденции уменьшения составляющей погрешности, при опорожнении бункера. Измерения в цилиндрической части – более стабильны, но в процессе заполнения до «макс.», состояние поверхности продукта не равномерно. Результат заполнения бункера можно контролировать только по аналоговому сигналу (цифровому индикатору от 4 – 20 мА), а обработанные ПО значения будут корректны по истечении времени 5 – 15 мин, что ведет к необходимости получения актуальных данных измерений только в состоянии отгрузки (отбора) из бункера.

8. Выводы по результатам опытной эксплуатации:

В ходе опытной эксплуатации УЛМ-31А1 и экспериментально получены следующие ТТХ данного устройства:

- действительная точность измерения уровня, в статически стабильных условиях системы, составила +/- 4 мм (макс. Показатель), при заявленной 3 мм.;

- показатель косвенного измерения массы, при тех же условиях обеспечен точностью 4...20 кг. Для усредненного максимального веса в данном бункере - 7, 5т., это дает шкалу измерения 380 ... 1800 поверочных делений, что является достаточным для хорошего технологического, и аналитического учета измеряемой величины.

Существенными достоинствами применения данного средства измерения, можно считать:

- высокий ресурс наработки, подтвержденный эксплуатацией уже вовлеченных пользователей данной продукции, с опытом более 10 лет;

- полная независимость работы устройства от внешних факторов (температура, ветер, осадки, и пр.)

- минимум СМР для установки, гибкая монтажная архитектура измерительного комплекса, удобная форма выполнения сервисных функций (беспроводной доступ, сетевая поддержка, возможность использования в локальных структурах АСУТП);

- конкурентная цена по капвложениям;

- возможность интеграции в существующую систему ПЛК (при наличии ПО с открытым кодом);

- наличие на рынке готовых универсальных технических решений для реализации данного Проекта, с интеграцией получаемых данных в существующий ДО;

Испытания проводили:

Инженер по эксплуатации оборудования
ПО «Кормопроизводство»

Тучков В. И.
