

УДК 634.774

UDC 634.774

ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АНАНАСОВОГО СОКА

INVESTIGATION AND CHOICE OF THE TECHNICAL MEANS OF AUTOMATION OF THE PROCESS OF PINEAPPLE JUICE MANUFACTURING

Экпеньонг Экспеньонг Экпо
аспирант

Ekspenyong Ekspenyong Ekpo
post-graduate student

Пиотровский Дмитрий Леонидович
д. т. н., профессор
Кубанский Государственный Технологический Университет, Краснодар, Россия

Piotrovskiy Dmitry Leonidovich
Dr. Sci. Tech., professor
Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

В статье предложены исследование и анализ различных типов расходомеров, с целью выбора самого надежного датчика для производства сока. При выборе расходомера, учитывается также его интеграция в общую систему автоматического управления. При выборе измерительного комплекса, были произведены исследования в области современной измерительной техники

In the article investigation and analysis of various types of flow meter, with the aim of choosing the most reliable gauges for the manufacture of juice are offered. Choosing the flow meter, its integration into the general system of automatic control was also considered. Investigations were carried out in the field of modern measuring techniques for the choice of a measuring complex

Ключевые слова: ИССЛЕДОВАНИЕ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ, МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ДОСТОВЕРНОСТЬ, ПРОИЗВОДСТВО СОКА, ПРЕСС, ДРОБЛЕНИЕ.

Keywords: INVESTIGATION, MEASURING TRANSDUCER, METROLOGICAL RELIABILITY, MANUFACTURE OF JUICE, SCREW PRESS, CRUSHING

При исследовании технических средств, применительно к измерению расхода ананасового сока, поступающего из пресса проведен анализ различных типов расходомеров. К основным критериям выбора применительно к данному технологическому объекту можно отнести следующие:

1. метрологическая достоверность;
2. техническая надежность;
3. гидравлическое сопротивление преобразователя расхода;
4. наличие электрического выходного сигнала;
5. представление результатов измерений.

Метрологическая достоверность определяет соответствие заявленных в технической документации метрологических характеристик действительным. Выполнение данного критерия обязательно, так как в противном случае расходомер можно будет использовать только в качестве индикатора.

Анализ технической надежности показывает, что наименее надежны механические счетчики (тахометрические и постоянного перепада), подвижные части которых подвергаются воздействию потока и отложений. На втором месте по надежности находятся счетчики, имеющие в своем составе элементы, выступающие внутрь потока и также подвергающиеся разрушительному действию потока (переменного перепада и вихревые). Наиболее надежны при всех прочих равных условиях полнопроходные счетчики, то есть без загромождения потока. К ним относятся ультразвуковые, статистические и электромагнитные. Среди трех последних типов счетчиков, в связи со спецификой сокосодержащей среды, наиболее надежными оказались электромагнитные, как наименее подверженные воздействию отложений примесей на стенках трубы.

Метрологическая надежность заключается в том, что метрологические характеристики счетчиков должны соответствовать заявленным производителем, по крайней мере, в течение одного межповерочного интервала. В противном случае возможна работа счетчика в течение длительного времени с погрешностью, значительно превышающей нормированную (декларированную производителем). К наиболее надежным можно отнести электромагнитные, ультразвуковые, переменного перепада, вихревые и статистические счетчики, к наименее надежным – тахометрические и постоянного перепада.

Добавочное сопротивление, вносимое счетчиком жидкости должно быть минимальным. Поэтому предпочтение при наличии выбора следует отдавать счетчикам, обладающим минимальным гидравлическим сопротивлением. Такими являются полнопроходные счетчики, то есть электромагнитные, ультразвуковые и статистические.

При выборе расходомера, учитывается также его интеграция в общую систему автоматического управления. Связь расходомера с

системой управления осуществляется сопряжением выходного сигнала расходомера с входным модулем контроллера. Обычно расходомеры имеют следующие типы выходных сигналов:

- токовый 4-20 мА, 0-20 мА или 0-5 мА. В основном этот тип сигнала используется для контроля величины действующего расхода внешними устройствами. Применяется преимущественно в электронных счетчиках жидкости;

- числоимпульсный, активный или пассивный. При пассивном питании выхода осуществляется внешним устройством, при активном потенциальный сигнал формируется самим преобразователем. Этот тип сигнала используется для контроля протекшего количества жидкости, а также в цепях дозаторов и для измерения расхода. Применяется в пассивном варианте на всех типах счетчиков, в активном – в основном только на электронных;

- цифровой: RS232, RS485, Internet/Ethernet, HART. Используют для передачи

данных на удаленные контроллеры (диспетчеризация и мониторинг) или в цепях автоматики и управления процессами. Применяется в основном для электронных счетчиков [3,6,7].

Таким образом, для решения задачи по измерению расхода сока, поступающего из шнекового пресса, с возможностью передачи информации о расходе в систему управления, оптимальным с точки зрения затрат, обслуживания и точности измерений выбран электромагнитный расходомер. Для исследуемой системы управления можно порекомендовать расходомер – счетчик электромагнитный «ВЗЛЕТ ЭР». Расходомер имеет импульсно-частотный выход для вывода результатов измерения в виде импульсной последовательности типа «меандр» со скважностью 2 и нормированным весом импульсов. Предельная частота следования импульсов 2000 Гц. Режим работы выхода устанавливается

программно. В импульсном режиме работы в течение секунды на выход поступает пачка импульсов, количество которых с учетом веса импульса соответствует объему, измеренному за предыдущую секунду. Период следования импульсов в пачке задается программно в диапазоне от 1 до 255 мс, т.е. максимальная частота следования может быть задана от 1000 до 4 Гц. Для обеспечения сопряжения с различными типами приемников окончательный каскад импульсно-частотного выхода может работать как при питании от внутреннего (активный режим), так и от внешнего (пассивный режим) источника питания. Типовая поставка – пассивный режим работы окончательного каскада [5]. Импульсы от расходомера поступают на вход программируемого логического контроллера, который обрабатывает информацию о количестве сока, поступающего из пресса при достижении необходимого значения отсекает поток сока из пресса.

При разработке системы дозирования ананасов рассматривались различные способы дозирования: использование электромагнитных расходомеров, использование шестеренчатых насосов, использование весового дозирования, использование объемного дозирования [2]. В результате исследований было выявлено, что наиболее оптимальным для данной задачи (учитывались такие показатели как, точность дозирования, стоимость оборудования, возможность применения на конкретном предприятии с учетом уже имеющегося оборудования) является применение весового дозирования. Для реализации данного метода используется весовая емкость, представляющая собой металлическую емкость цилиндрического типа, объемом 1 м^3 , установленную горизонтально на специальную конструкцию – регулируемую опору с защитным кожухом и плиту из нержавеющей стали для установки емкости на датчики типа М70К/РК в комплекте с регулируемым основанием типа М70К/РП (Рис. 1).

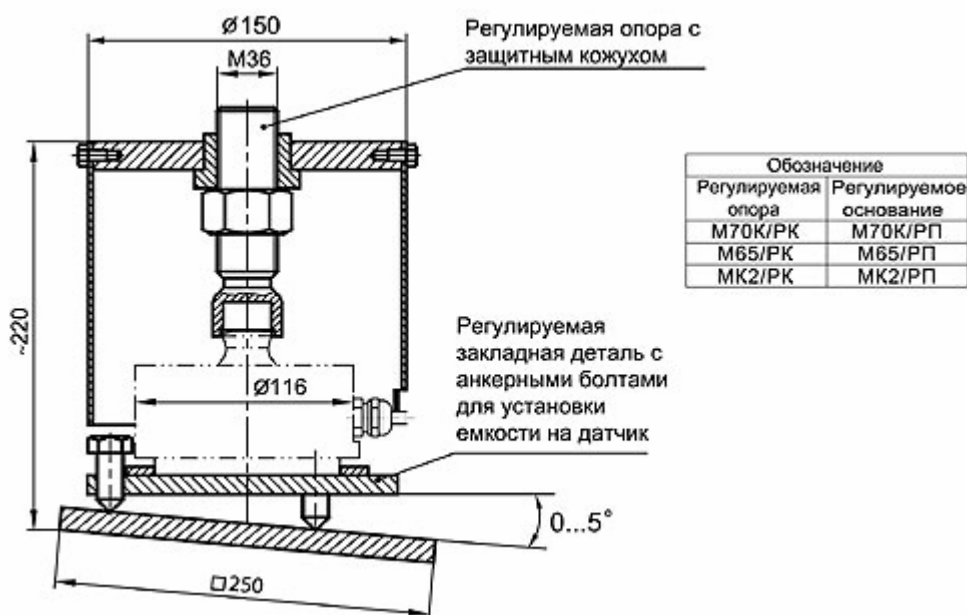


Рисунок 1 – Конструктивная схема опоры весовой емкости.

Специальная конструкция передает усилие, создаваемое весом самой емкости и продукта находящегося в ней, на тензорезисторный датчик сжатия МК2. Тензорезисторный датчик силы типа МК2 используется для взвешивания баков. Тензодатчик имеет упругий элемент с крестообразным расположением изгибаемых балок. Данный датчик имеет следующие характеристики:

- степень защиты оболочки датчика IP67;
- Рабочий коэффициент передачи (РКП) $2 \pm 0,002$ мВ/В;
- комбинированная погрешность $\pm 0,020$ % от РКП.

Далее сигнал от тензодатчика поступает на нормирующий усилитель типа НУ-420DC. Нормирующий усилитель предназначен для питания тензодатчика стабилизированным напряжением и преобразования выходного сигнала тензодатчика в нормированный аналоговый сигнал по току. нормирующий усилитель типа НУ-420DC имеет следующие характеристики:

- возможность подключения одного тензорезисторного датчика;
- выходной сигнал 4-20 мА с гальванической развязкой;

- суммарная погрешность в рабочем диапазоне температур 0,1 %;
- рабочий диапазон температур $-30 + 60$ °С [1].

Далее унифицированный токовый сигнал 4-20 мА поступает на аналоговый вход контроллера, который обрабатывает информацию о количестве ананасов поступающих в весовую емкость, и при достижении необходимого значения отсекает поток в весовую емкость, используя дисковый поворотный затвор с пневмоприводом. После этого необходимое количество продукта готово к переработке в прессе.

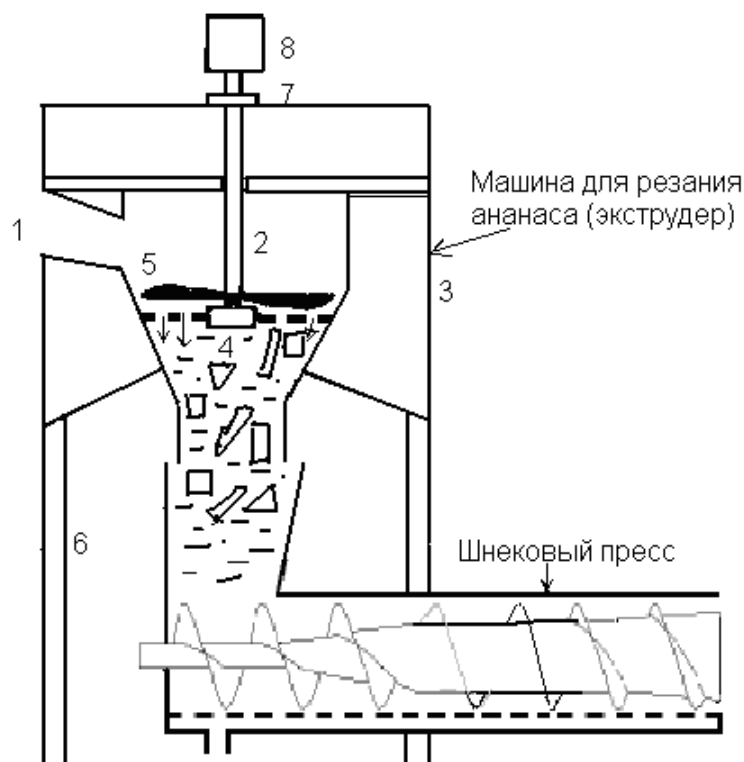


Рисунок. 2 Комбинированное устройство дробления и пресса ананасов

1. Отверстие для подачи ананаса; 2. Лезвия переменной длины;
3. Металлический корпус; 4. Ограничительная решетка; 5. Острейшие лезвий;
6. Стойки; 7. Фланец; 8. Электрический двигатель.

На рис. 2 показывается комбинированное устройство резания и прессования ананасов – ключевое звено при приготовлении сока. Для создания и работоспособности централизованной системы автоматического управления производством ананасового сока, необходимо

измерять и передавать в центральную систему управления следующие параметры:

- давление в шнековом прессе;
- уровень исходного материал в устройстве дробления.

При выборе измерительного комплекса, были произведены исследования в области современной измерительной техники. Учитывались такие параметры как точность измерения, стойкость к различным электромагнитным помехам, стоимость, доступность при покупке, сервис в плане технической поддержке.

В качестве измерительного датчика для измерения давления в прессовом аппарате используется датчик давления типа DMP331-110-4001-1-3-1-1-000 производства VD Sensors (Чехия). Датчик имеет присоединительный размер G1/2'' и устанавливается в верхней части аппарата в специальный отвод через трехходовой кран. Датчик имеет выходной сигнал в виде унифицированного токового сигнала 4-20 мА. Относительная погрешность датчика составляет $\pm 0,35\%$ от диапазона измерения. Максимальное сопротивление нагрузки токового выхода датчика рассчитывается по следующей формуле:

$$R_{\max} = (U_{\text{п}} - 12\text{В}) / 0,02\text{А},$$

При использовании источника питания с номиналом 24В, получаем что максимальное сопротивление составляет 600 Ом. Данный параметр нам необходим, так как выходной сигнал последовательно подключается к двум измерителям. Сначала к двухканальному измерителю регулятору типа ТРМ202-Щ1.ИИ производства ПО ОБЕН, а затем к аналоговому входу контроллера центральной системы управления. Входное сопротивление ТРМ202 составляет 100 Ом, а входное сопротивление аналогового входа контроллера 125 Ом. В сумме получаем общее сопротивление 225 Ом, что находится в пределах максимально допустимого датчиком. Такое решение было необходимо для того, чтобы

оператор смог по месту видеть текущие значения давления, особенно на начальном этапе автоматизации.

При выборе системы измерения уровня были исследованы различные методы и устройства для измерения уровня в закрытых емкостях, такие как погружные гидростатические зонды, врезные датчики уровня, ультразвуковые уровнемеры, датчики дифференциального давления, вибрационные датчики, метод весового взвешивания и т.д. Учитывая технологические особенности данного процесса, а именно тот факт, что в процессе прессования в емкости образуется избыточное давление, а также принимая во внимание стоимость различных способов измерения был выбран следующий измерительный комплект. В качестве измерительного датчика уровня в дробильном аппарате, используется разность сигналов с двух датчиков: датчика давления установленного в верхней части аппарата и датчика давления установленного в нижней части аппарата. В качестве датчика давления, установленного в нижней части аппарата используется датчик давления типа DMP331P-500-4001-1-5-8-Z00-1-1-2-200 производства BD Sensors (Чехия). Конструктивной особенностью датчика является торцевое расположение мембраны, что позволяет применять датчик для измерения давления в вязких субстанциях. Датчик имеет абсолютно гладкий сварной шов, что позволяет использовать его в пищевых процессах (датчик не имеет потаенных зон, где возможно накопление бактерий и прочих микроорганизмов). Также датчик имеет специальный радиатор, это необходимо в виду того, что на всех непосредственно соприкасающихся с дробильным аппаратом металлических элементах образуется конденсат. Относительная погрешность датчика составляет 0,5% от диапазона измерения. Выходной сигнал – унифицированный токовый 4-20 мА поступает на аналоговый вход контроллера центральной системы управления, где он обрабатывается, из него вычитается значение давления

в верхней части аппарата, и рассчитывается значение уровня в дробильном аппарате. Так как диапазон измерения датчиков давления составляет 0,4 МПа (такой диапазон необходим, так как по технологии в емкость подается давление порядка 0,2 МПа), то при использовании двух датчиков мы суммируем их относительную погрешность и приводим к диапазону измерения уровня. Итого получаем 10%. Так как этот параметр не участвует в технологии производства сока, а используется как индикатор для оператора, то такая погрешность допускается. Для уменьшения данной погрешности предлагается использовать дифференциальный датчик давления, что позволит добиться точности измерения уровня 0,5% и меньше, но данный датчик значительно удорожает систему измерения.

Литература:

1. Автомобильные весы, железнодорожные весы, вагонные весы, крановые весы, тензодатчики, дозаторы – [Электронный ресурс] – режим доступа.
2. Дозаторы. Основные типы дозаторов, применяемых в пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности – [Электронный ресурс] – режим доступа.
3. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества. Справочник. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. 1989 г. – 701 с.(53)
4. Приборы КИП производства ОВЕН: датчики, контроллеры, регуляторы, измерители, терморегуляторы [Электронный ресурс] – Режим доступа.
5. РАСХОДОМЕР СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ВЗЛЕТ ЭР. Руководство по эксплуатации В41.30-00.00 РЭ – Спб.: 2008, 44 с.

6. Ромоданов В. Критерии выбора и области применения промышленных счетчиков воды. [Текст] / В. Ромоданов // Строительный инжиниринг. – 2007. - №12. – С. 36.
7. Цейтлин В.Г. Расходоизмерительная техника. – М.: Изд-во стандартов. 1977 г. – 240 с.