

# ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Карпухин Г.Г. (студент)

*ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» Дзержинский политехнический институт (филиал) (606023, Нижегородская обл., г. Дзержинск, б-р Мира, д. 21, кафедра «Автоматизация и информационные системы»), e-mail: [avtomat@sinn.ru](mailto:avtomat@sinn.ru)*

В статье представлен обзор приборов для контроля качества продукции пищевой промышленности основанных на оптических методах. В пищевой промышленности важно сохранить качество продукции, поэтому оптические методы очень перспективны. Особенностью этих приборов является безконтактность измерений, что позволяет не загрязнять продукцию во время измерительного процесса. Однако приборы построенные на оптическом методе очень чувствительны к загрязнению оптических элементов. Эти приборы находят широкое применение в производстве напитков, печенья, растительных жиров и масел и других видов продукции. В статье рассказано про такие группы приборов как фотоколориметры и фотоспектрометры. Более подробно рассмотрены рефрактометры. Приведена основная схема принципа действия рефрактометров и области применения этих приборов.

Ключевые слова: оптические приборы, пищевая промышленность, рефрактометр.

---

## OPTICAL DEVICES FOR QUALITY CONTROL OF PRODUCTION OF THE FOOD INDUSTRY

Karpuhin G.G. (student)

*Dzerzhinsky Polytechnic Institute, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, (606023, Nizhegorodskaya obl., Dzerzhinsk, b. World, 21, Department of «Automation and information systems»), e-mail: [avtomat@sinn.ru](mailto:avtomat@sinn.ru)*

The review of devices is presented in article for quality control of production of the food industry based on optical methods. In the food industry it is important to maintain the quality of products, so optical techniques are very promising. A feature of these devices is the non-contact measurement that allows you to not contaminate the product during the measurement process. However, the devices built on an optical method is very sensitive to contamination of the optical elements. These devices are widely used in the manufacture of beverages, cookies, vegetable fats and oils and other products. In it it is told about such groups of devices as photocolorimeters and photospectrometers. Refractometers are in more detail considered. The main scheme of the principle of operation of refractometers and a scope of these devices is provided.

Keywords: optical instruments, food processing, refractometer.

Производство пищевой продукции во всём мире строго регламентируется жесткими государственными и международными стандартами. Поэтому необходимо анализировать и контролировать параметры качества выпускаемой продукции. Существует множество приборов для анализа и контроля качества пищевой продукции. В

данном докладе речь пойдёт об оптических приборах для контроля качества пищевой продукции.

Особенностью данных приборов является бесконтактность процесса измерения. Эта особенность позволяет не загрязнять выпускаемую продукцию, которая может загрязниться из-за попадания в них каких-либо элементов измерительного прибора. В то же время необходимо строго следовать правилам эксплуатации приборов, для того чтобы не загрязнить оптические элементы самих приборов. Эти приборы находят широкое применение в производстве напитков, печенья, растительных жиров и масел и других видов продукции. К основным оптическим приборам относятся: Фотокалориметры; Рефрактометры; Фотоспектрометры;

Фотокалориметр — оптический прибор для измерения концентрации веществ в растворах. Действие колориметра основано на свойстве окрашенных растворов поглощать проходящий через них свет тем сильнее, чем выше в них концентрация окрашивающего вещества. В отличие от спектрофотометра, измерения ведутся в луче не монохроматического, а полихроматического узко спектрального света, формируемого светофильтром. Применение различных светофильтров с узкими спектральными диапазонами пропускаемого света позволяет определять по отдельности концентрации разных компонентов одного и того же раствора. В отличие от спектрофотометров, фотокалориметры просты, недороги и при этом обеспечивают точность, достаточную для многих применений в том числе и пищевой промышленности.

Фотоспектрометры.

Принцип действия фотоспектрометров схож с фотокалориметрами. Различие заключается в том что фотоспектрометры могут использовать широкий спектр длин волн: инфракрасные (1 мкм – 780 нм), ультрафиолетовые (10 – 380 нм) видимый спектр (380 – 780 нм). В зависимости от вида волн существуют три вида фотоспектрометров с различными областями применения.

Спектроскопия, чаще инфракрасная, широко применяется для контроля и исследования состава жиров. Объектами являются масла и твёрдые жиры растительного и животного происхождения, полимеризированные жиры, моно-, ди- и триглицеридные смолы, жирные кислоты и другие.

Рефрактометры.

Принцип действия рефрактометров основан на зависимости между показателем преломления света, проходящего из воздуха в контролируемую среду, и концентрацией последней. Для растворов одной природы различной концентрации справедлива зависимость:

$$C_x = C_a \frac{n_x - n_a}{n_a - n_0},$$

где  $C_x$  и  $C_a$  – концентрации контролируемого и эталонного растворов;  $n_x$  и  $n_a$  – показатели преломления растворителя.

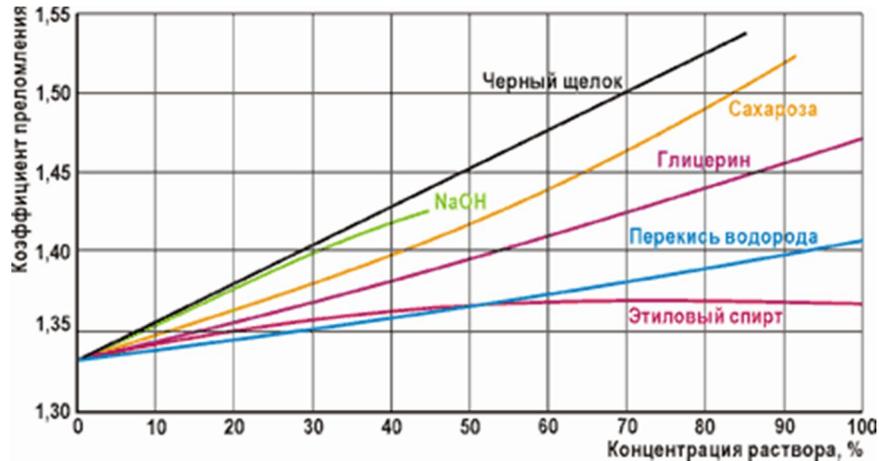


Рис. 1 Зависимость показателя преломления некоторых растворов от концентрации

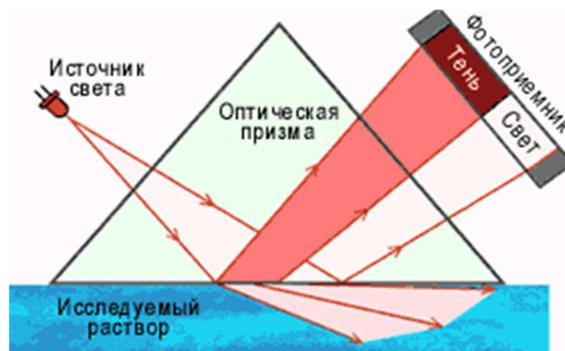


Рис. 2 Оптическая схема промышленных рефрактометров

Свет от источника вводится в оптическую призму и падает на ее внутреннюю поверхность, контактирующую с исследуемым раствором. Световые лучи попадают на границу раздела призмы и раствора под различными углами. Часть лучей, угол падения которых больше критического, полностью отражаются от внутренней поверхности призмы и, выходя из нее, формируют светлую часть изображения на фотоприемнике. Часть лучей, угол падения которых меньше критического, частично преломляются и проходят в раствор, а частично отражаются и формируют темную часть изображения на фотоприемнике.

Положение границы раздела между светом и тенью зависит от соотношения коэффициентов преломления материала оптической призмы и исследуемого раствора, а также длины волны излучения источника света. Поскольку оптические характеристики призмы и длина волны источника постоянны, то по положению границы раздела света и тени на фотоприемнике можно однозначно определить коэффициент преломления или оптическую плотность исследуемого раствора.

Так как оптическая схема рефрактометров построена на использовании отражения и прохождения света только внутри призмы, то ни прозрачность раствора, ни наличие в нем рассеивающих свет нерастворимых включений, газовых пузырьков не влияют на результаты измерения.

Для компенсации влияния температуры исследуемой жидкости на результаты измерения концентрации в промышленных рефрактометрах используются тепловые датчики.

В качестве примера промышленных рефрактометров предлагается рассмотреть рефрактометр ПР-1М выпускаемой фирмой ТЕХНОКОН (Россия).

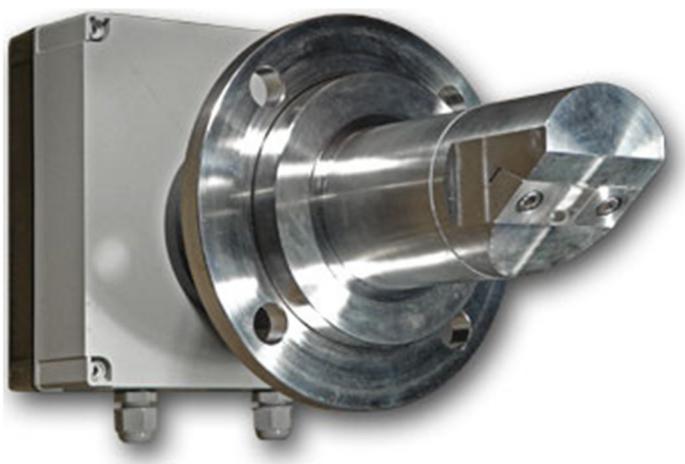


Рис. 3 Рефрактометр ПР-1М

Таблица 1 – Технические характеристики

Рабочий диапазон показателя преломления среды	1,320 - 1,540
Рабочие пределы измерения концентрации	0 - 100 %
Диапазон измерения концентрации в рабочих пределах	40 %
Погрешность измерения показателя преломления	$\pm 0,0002$
Погрешность измерения концентрации	$\pm 0,1$ %
Температурная компенсация	автоматическая
Допустимые пределы изменения температуры контролируемого раствора	0 - 140°C
Погрешность измерения рабочей температуры, не хуже	$\pm 1^\circ\text{C}$
Максимальное давление среды	20 бар
Выходные сигналы: аналоговые (концентрация, температура) цифровые (по заказу)	4 - 20 mA RS232/RS485
Степень защиты корпуса	IP66 (Nema 4X)
Индикатор	2-х строчный ЖК с подсветкой
Габаритные размеры (с плоским фланцем)	195x195x340 мм
Масса, не более	9 кг
Питание	220 В, 50 Гц

Рефрактометры применяются в различных пищевых производствах:

### – Сахарная промышленность

Измерение концентрации растворов на всех стадиях производства сахара: экстракция сока, очистка, выпаривание, кристаллизация.



Рис. 4 Применение рефрактометров в сахарной промышленности

### – Соки

Концентрация соковых концентратов до и после выпарки.

Концентрация продукта в процессе приготовления соков и нектаров из концентратов.



Рис. 5 Применение рефрактометров в производстве соков

### – Безалкогольные напитки

Содержание сахара в безалкогольных напитках.

Контроль концентрации при растворении сахара и приготовлении сиропов.

### – Пиво

Содержание сухого экстракта в пивном сусле до и после варки.

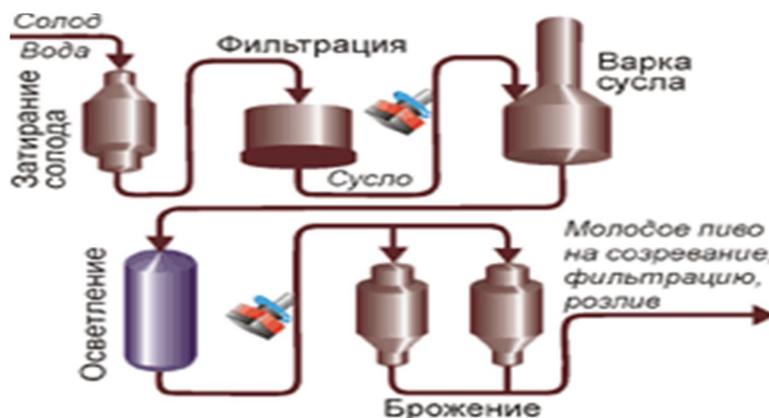


Рис. 6 Применение рефрактометров в производстве соков

– ***Алкогольные напитки***

Содержание сахара в виноградном соке, сухого экстракта в виноградном сусле.  
Содержание сахара при переработке виноматериалов.

Концентрация разбавленной и осветленной мелассы.

– ***Производство спирта***

Концентрация сахара при уваривании барды; концентрация спирта при перегонке.

– ***Молочная промышленность***

Концентрация жидких и сгущенных молочных продуктов в процессе производства.

– ***Производство кофе и чая***

Концентрация жидкого экстракта в процессах экстракции, выпаривания и восстановления при производстве растворимого кофе и чая.

– ***Кондитерская промышленность***

Концентрация сахара в процессе варки сиропов, джемов, желе, мармелада.

– ***Масложировая промышленность***

Концентрация продукта при производстве маргарина, соусов, кетчупов.

– ***Производство томатной пасты***

Концентрация томатного сока и томатной пасты до и после выпаривания.

– ***Производство пищевых добавок***

Концентрация лимонной кислоты в процессах выпаривания и вакуумной кристаллизации.

Контроль концентрации в процессе производства желатина.

Концентрация раствора глютамата натрия в процессе кристаллизации.

Концентрация растворов при производстве глюкозы, мальтозы, лактозы, декстрозы, заменителей сахара, ароматизаторов.

Список литературы

1. Методы и средства контроля состава и свойств пищевой продукции: учеб. пособие для вузов/ С.Г. Сажин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2010.
2. <http://www.tcon.ru>