

# ИК-ФУРЬЕ СПЕКТРОМЕТРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ И КОМБИКОРМОВ

Д. БАБЕНКО, Е. НИКИТИН, ООО «БРУКЕР»

На продуктивность сельскохозяйственных животных и птицы существенно влияет качество кормов, а их стоимость — одна из значительных составляющих финансовых затрат в животноводстве. Поэтому при производстве кормов важно поддерживать оптимальный баланс между их себестоимостью и эффективностью, для этого необходимо знать содержание питательных веществ во всех ингредиентах (компонентах), добавках. С учетом полученных значений разрабатывают рационы. Однако ингредиенты могут отличаться по составу из-за происхождения, сезонных или годовых различий, в связи с этим предприятиям комбикормовой промышленности требуется быстрое и эффективное решение для анализа сырья в целях оптимизации производства и контроля качества конечного продукта.

Традиционный подход к анализу сырья и комбикормов основан на выборочном анализе продуктов методами «мокрой» химии. Такие методы имеют и положительные стороны, и ряд серьезных недостатков: требуют длительного времени, предполагают использование химических реактивов, на результаты может повлиять человеческий фактор, в итоге анализ каждого определяемого параметра имеет высокую себестоимость.

Для контроля качества сырья и возможности своевременной коррекции рецептуры компания Bruker Optics предлагает наиболее полный список решений, основанных на использовании метода спектроскопии в ближней инфракрасной области (БИК-спектроскопия) с Фурье преобразованием. БИК-анализ кормов, сырья и ингредиентов методом неразрушающего экспресс-анализа может быть проведен за несколько секунд. Образцы, даже неоднородные по составу, анализируются без предварительной пробоподготовки, что

экономит время, снижает трудозатраты и позволяет обойтись без дорогостоящих реагентов и расходных материалов. Анализ с помощью БИК-спектрометра в лаборатории или at-line рядом с производственной линией проводится быстро и легко — достаточно поместить образец в чашку и установить на прибор. Жидкие пробы, такие как масла и меласса, могут быть проанализированы в одноразовых ампулах на том же спектрометре. Таким образом, все это позволяет перейти от выборочного анализа к экономически целесообразному тотальному контролю качества на всех этапах производства.

БИК-Фурье спектрометры Bruker Optics представлены несколькими моделями: от бюджетных БИК-анализаторов TANGO-R для рутинных анализов в лаборатории или промышленном цехе до поточных MATRIX-F, которые могут быть использованы для непрерывного on-line контроля или in-line анализа продуктов в различных технологических процессах.

## ИК-Фурье анализатор TANGO-R

(рис. 1) отлично подходит для использования в производственных условиях, поскольку отвечает всем необходимым требованиям: надежность, быстрый результат, высокая точность и простота эксплуатации. Высокая точность работы спектрометров достигается только при точной регистрации фона. БИК-анализатор TANGO-R самостоятельно регистрирует спектр фона без вмешательства пользователя и даже тогда, когда образец уже помещен для измерения в спектрометр. Эта функция помогает провести надежные измерения в любое время и без случайных ошибок.

ИК-Фурье спектрометр TANGO-R с пакетами готовых калибровочных моделей Bruker Optics позволяет анализировать все виды сырья для производства комбикормов: зерновые и масличные культуры (цельные и измельченные), побочные продукты их переработки (жмых, шрот, отруби), животные белки (кровая, костная, перьевая, рыбная, мясокостная и пти-



Рис. 1. ИК-Фурье спектрометр / анализатор TANGO-R

чья мука), субпродукты (бисквитная мука, послеспиртовая барда и др.).

За одно измерение получают результаты по всем основным параметрам: влажность, содержание жира, белка, крахмала, клетчатки, сухих веществ, а также по некоторым специфическим показателям: НДК, КДК, КДЛ и пр.

Используемая технология позволяет контролировать и другие продукты, например аминокислоты, витаминные смеси, антибиотики, сиропы, гарантирует возможность прямого переноса методов с прибора на прибор.

В режиме трансфлексии на анализаторах TANGO-R в стеклянных ампулах можно проверять образцы масла по основным показателям: содержание отдельных жирных кислот, кислотное число, йодное число, анизидиновое число, массовая доля влаги, концентрация трансизомеров жирных кислот и др.

ИК-Фурье анализатор TANGO-R предлагает быстрый и точный анализ не только всех видов сырья, но и различных видов готовых кормов. Пакеты калибровок Bruker Optics предназначены для широкого спектра комбикормов: для жвачных животных (телят, молочных и мясных коров), птицы (цыплят-бройлеров, кур-несушек), свиней (поросят, растущих свиней, свиней на откорме, свиноматок), лошадей, рыб. Определяемые параметры: влажность, зольность, содержание белка, клетчатки, жира, крахмала и минеральных веществ (Ca, Na, K, P).

Анализатор TANGO-R является также идеальным инструментом для контроля сырого мяса и готовой мясной продукции. Он позволяет за секунды определить такие важные параметры, как содержание влаги, белка, жира, коллагена, соли, pH, BEEFE в сыром мясе и готовых мясных продуктах.

Компания Bruker Optics предлагает как готовые калибровочные модели, так и открытое программное обеспечение OPUS, с помощью которого пользователи могут создавать собственные калибровочные модели для определения специфических парамет-

ров в различных продуктах. Калибровочные модели компании Bruker Optics позволяют определять массовые доли отдельных компонентов и физические параметры анализируемых продуктов.

**Поточные спектрометры серии MATRIX** (рис. 2) применяют для анализа на всех участках производства: комплексный контроль сырья, анализ на промежуточных стадиях смешивания и гранулирования, контроль готового корма. Для этого анализаторы устанавливают на участке приема, в хранилищах, рядом с производственными линиями, а также в лабораториях по контролю качества.



Рис. 2. ИК-Фурье спектрометр / анализатор MATRIX-F

От спектрометра MATRIX ИК-излучение по специальному кварцевому оптоволокну идет к датчикам. Длина оптоволокну при необходимости может достигать 100 м и более. Датчики подбираются под конкретный продукт (жидкий, твердый или пастообразный) и абсолютно под любые условия измерений (погружные или бесконтактные). Наш опыт работы показывает, что комбикормовыми предприятиями наиболее востребованы бесконтактные датчики, которые, например, возможно прикрепить через специальный адаптер к емкости (бункеру, резервуару) или трубопроводу (рис. 3). Датчик не касается продукта, что позволяет беспрепятственно очищать емкости или трубопроводы. Твердые и сухие продукты анализируются на расстоянии 10 см от поверхности датчика, который может быть установлен на конвейере (рис. 4).

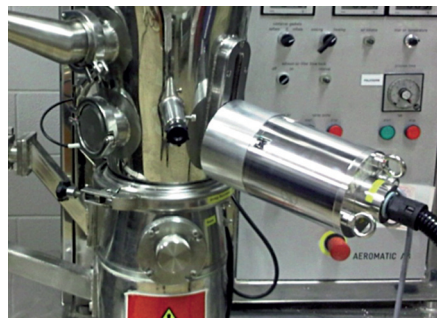


Рис. 3. Пример установки датчика Q 412



Рис. 4. Датчик Q 412 над конвейером

Один анализатор MATRIX-F способен контролировать до шести потоков, в каждом потоке определяя до десяти важных параметров качества. Установленное промышленное программное обеспечение СМЕТ управляет процессом измерения, контролирует технологические процессы и способно поддерживать различные протоколы, такие как Modbus, Profibus, промышленный Ethernet, OPC. MATRIX-F имеет модульный дизайн и легко размещается в стандартном пыле- и влагозащитном шкафу с диагональю 19".

В так называемый сценарий ПО СМЕТ записывают, с какой периодичностью будут опрашиваться датчики, какие подключены калибровки и в каком виде будут отображаться данные, что будет передаваться в АСУ. Значения контролируемых показателей можно просматривать либо в виде числовых результатов, которые постоянно обновляются, либо в виде трендов, отражающих зависимость показаний от времени. Кроме того, имеется возможность задать пределы допуска с сигнализацией отклонения от заданных параметров.



Применение поточных анализаторов MATRIX-F для контроля качества производимого продукта имеет ряд преимуществ: мониторинг процесса производства в режиме реального времени, одновременный контроль нескольких параметров, возможность корректировки качества продукта в процессе его производства, оптимизация технологических процессов, повышение эффективности производства, улучшение качества продукции и снижение ее себестоимости, ресурсо- и энергосбережение, быстрота анализа (10–20 с), отсутствие пробоподготовки.

На рисунке 5 наглядно видно, что при выборочном контроле (Labor) в лаборатории можно не заметить серьезные изменения в показателях, а при поточном анализе (Online) они будут отражены.

Спектрометры MATRIX-F требуют минимального технического обслуживания. Единственным расходным материалом является источник излучения (лампочка), который рассчитан на 9000 ч непрерывной работы, то есть более одного года. Все необходимые процедуры по диагностике и обслуживанию предприятия могут осуществлять собственными силами, без привлечения специалистов компании Bruker Optics. Статус прибора оценивается с помощью PQ и OQ тестов, определяющих полное техническое и метрологическое состояние. Результат выдается в виде протокола, по которому оператор или удаленно специалисты компании Bruker Optics могут понять, как работает прибор.

**ИК-Фурье спектрометры обладают рядом преимуществ в сравнении с ИК-спектрометрами, принцип действия которых основан на дисперсионном методе получения спектра:**

- **выигрыш Жакино.** Конструкция ИК-Фурье спектрометра не содержит входных щелей, отсекающих часть излучения от источника, поэтому Фурье спектрометры имеют значительный выигрыш в светосиле по сравнению с дисперсионными спектрометрами;
- **выигрыш Конна.** В ИК-Фурье спектрометрах через интерферометр параллельно пучку ИК-света проходит луч гелий-неонового лазера. Этот луч используется для проверки спектра при каждом сканировании по длине волны, таким образом, исключается внесение возможных отклонений, вызванных вибрациями или изменением температуры спектрометра. Поэтому ИК-Фурье спектрометры имеют чрезвычайно высокую точность по волновому числу;
- **выигрыш Фелжета.** За время, которое требуется дисперсионному спектрометру для регистрации одного скана, ИК-Фурье спектрометр может зарегистрировать большее количество спектров или выполнить усреднение по большему их количеству. Эти преимущества выражаются в значительно большем (в несколько порядков) соотношении сигнал/шум в спектрометрах с Фурье преобразованием по сравнению с дисперсионными при одинаковом времени сканирования.

Перечисленные преимущества ИК-Фурье спектрометров позволяют получить более качественный и стабильно воспроизводимый спектр, который гарантирует высокую точность и стабильность работы БИК-калибровочных моделей.

Компания Bruker была создана в 1960 г. для производства приборов, работающих на основе метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР). В начале 70-х годов, благодаря прогрессу в компьютерных технологиях и работам профессора Людвиг Генцеля (1922–2003), директора института Макса Планка в городе Штутгарт (Германия), компания приступила к выпуску совершенно новых приборов — инфракрасных спектрометров, работающих на принципах преобразования Фурье. Сегодня Bruker Optics является частью корпорации Bruker и занимается разработкой и производством ИК-Фурье, БИК-спектрометров, КР-спектрометров, спектрометров терагерцового диапазона и спектрографов для разнообразных задач и областей применений. Научно-исследовательский и производственный центр Bruker Optics находится в немецком городе Эттинген. Bruker Optics производит широкий спектр современных аналитических при-

боров для научных разработок, медицинских исследований, контроля промышленных процессов и любых смежных задач. Внедрение новейших технологий позволяет открывать выдающиеся аналитические возможности, отражая наш принцип — think forward (смотреть в будущее).

БИК-анализаторы Bruker Optics внесены в Госреестр средств измерений и имеют аттестованные методики проверки. ■

Рис. 5. Различия результатов при поточном анализе и выборочном контроле в лаборатории

