

ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ. Инновации в измерительных технологиях для кабельной промышленности

Х. Лидер, коммерческий директор SIKORA AG;
В. Забалуев, генеральный директор SIKORA RUSSIA

Аннотация. Приводится обзор разработанных компанией SIKORA технологий и приборов для контроля качества кабельных изделий в процессе их производства. Дано краткое описание измерительных систем и приборов, основанных на использовании сенсорных устройств, рентгеновского излучения, лазерной и оптической техники. Отмечены возможности современных технологий контроля и измерений при производстве кабелей с экструдированной изоляцией, высоковольтных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена, оптического волокна.

Ключевые слова: сенсорный датчик, системы на основе рентгеновского излучения, системы на основе лазерного излучения, измерение диаметра, измерение толщины покрытия, измерение концентричности покрытия, контроль качества оптического волокна, контроль и отсортировка гранул.

Abstract. The article gives an overview of SIKORA technologies and devices for in-line quality control of cable products. A brief description of measuring systems and devices based on sensory units, X-ray radiation, laser and optical techniques is given. Capabilities of present-day control and measurement technologies used in the production of cables with extruded insulation, high voltage cables with XLPE insulation, optical fiber are pointed out.

Key words: sensor, X-ray measuring system, laser measuring system, diameter measurement, wall thickness measurement, concentricity measurement, optical fiber quality control, control and rejection of granules.

Материал поступил в редакцию
E-mail:

История компании SIKORA в области разработки контрольно-измерительных технологий для кабельной промышленности началась в 1972 г. с разработки бесконтактного сенсорного датчика определения положения кабеля в вулканизационной трубе на линиях вулканизации (так называемый «контроль провисания»). Контакт кабеля с наложенным вулканизируемым покрытием с внутренней поверхностью вулканизационной трубы приводит к повреждению поверхности покрытия («залезы»), что недопустимо. Бесконтактный метод контроля провисания кабеля в вулканизационной трубе с тех пор стал стандартной системой для применения на наклонных линиях непрерывной вулканизации.

В середине 70-х годов прошлого века компания SIKORA разработала первые приборы измерения диаметра с использованием линейных сенсорных датчиков, которые выполняли функции известных на сегодняшний день цифровых сенсоров. Отличие состояло лишь в меньшем количестве пикселей. В то время их количество составляло 512. Сегодня данные сенсоры состоят из более, чем 50 мегапикселей. В середине 70-х данная технология была сравнительно неизвестна, но явилась фундаментом для надежного непрерывного измерения диаметра проводов и кабелей в процессе производства. Это прошлое, которое актуально и в настоящем. В начале 90-х годов компания SIKORA сосредоточила свои усилия на разработке технологий лазерного и рентгеновского излучения для кабельных измерительных систем. Производители силовых кабелей среднего и высокого напряжения для обеспечения требуемого качества кабелей вынуждены были контролировать толщину трех последовательных покрытий, наложенных на токопроводящую жилу: полупроводящего слоя по токопроводящей жиле, изоляции и полупроводящего слоя по изоляции.

Компания ответила на требования производителей кабелей разработкой прибора измерения на основе рентгеновского излучения. С одной стороны, прибор давал возможность его интеграции в телескопическую часть трубы наклонной линии, что позволяло отображать измеренные значения для центровки и контроля сразу после запуска линии (рис. 1).

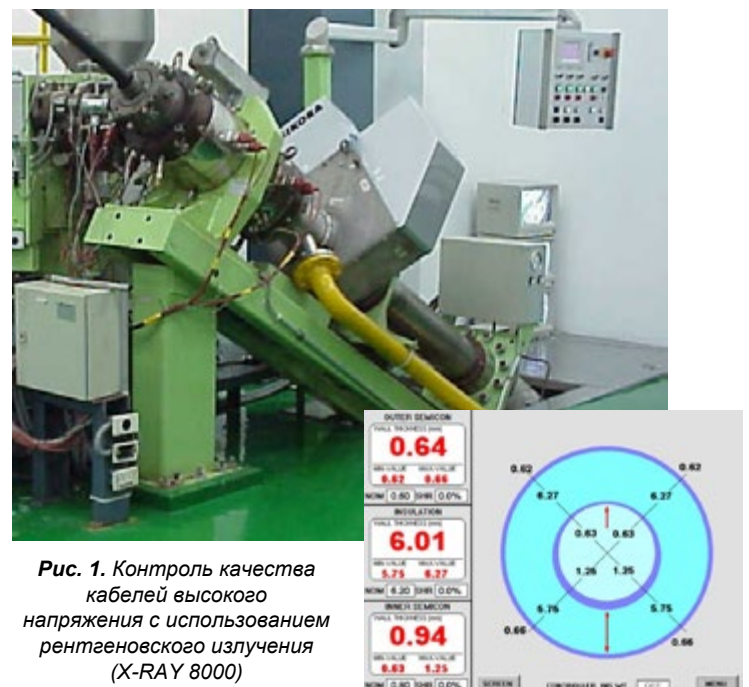


Рис. 1. Контроль качества кабелей высокого напряжения с использованием рентгеновского излучения (X-RAY 8000)



Рис. 2. Контроль качества при производстве автомобильных и монтажных проводов, а также кабелей связи (CENTERVIEW 2000)

С другой стороны, прибор можно было применять на линиях с вулканизацией как в среде пара, так и азота. Конечным результатом явилась разработка системы X-RAY 8000 для одновременного измерения эксцентриситета, толщины покрытий и диаметра кабеля.

В середине 90-х годов портфолио компании было дополнено системами для применения на линиях наложения изоляции кабелей связи, автомобильных и монтажных проводов. Серия приборов INLINE 2000 включала в себя приборы измерения диаметра, толщины стенки и эксцентриситета, такие, как CENTERVIEW 2000 (рис. 2), а также приборы для обнаружения дефектов на поверхности, высокочастотные тестеры и приборы измерения емкости. Некоторые решения ранее не были использованы в подобных приборах. Например, в приборы измерения диаметра и емкости были включены такие функции, как FFT-анализ и прогноз обратных структурных потерь (SRL). Компания SIKORA также явилась первым поставщиком приборов с интегрированной в них опцией «Profibus».

На рубеже веков для производителей кабелей одной из важнейших стала задача экономии затрат. В частности, возникла необходимость в измерительных приборах для линий наложения оболочки, позволяющих измерять и контролировать толщину покрытия. Ранее толщина накладываемой оболочки рассчитывалась, исходя из разницы измеренных значений наружного диаметра, полученных до входа заготовки в головку экструдера и после наложения покрытия. А способ на основе рентгеновского излучения позволяет не только определить толщину стенки покрытия, но и дает информацию о его concentricity. Поскольку измерение толщины стенки с использованием рентгеновского излучения в системе X-RAY 8000 применялась уже более 10 лет, компания SIKORA решила применить данную технологию и для измерения concentricity на линиях наложения оболочки. В новой системе X-RAY 2000 были использованы все преимущества, которые были успешно применены в других измерительных приборах, таких как приборы измерения диаметра с использованием CCD-датчиков и системы на основе рентгеновского излучения, применяемые на линиях непрерывной вулканизации. Сегодня современные линии наложения оболочки и изоляции оснащены системами на основе этих технологий. Данные технологии могут приме-

няться как для измерения кабелей с круглыми и секторными жилами, так и для высокочастотных кабелей со вспененной изоляцией. В 2009 г. был выпущен прибор ULTRATEMP 6000, обеспечивающей измерение температуры расплава полимера в канале потока в процессе производства высоковольтных кабелей. В дополнение, система X-RAY 2000 была преобразована в систему X-RAY 6000, с новыми техническими преимуществами, включая рентгеновские трубки с длительным сроком эксплуатации, функцией выбора частоты измерения. А также появилась возможность поставки широкого ассортимента специфических систем для измерения малых диаметров или измерения по трем осям.

Следующим шагом в развитии измерительных технологий для кабельной промышленности явилось использование лазерного излучения. В течение 1-го десятилетия 2000-х годов компанией была представлена серия лазерных измерительных систем LASER 2000 и LASER 6000 (рис. 3).

Новые возможности измерительных приборов позволяют получить до 5000 измерений в секунду по каждой оси, определять такие дефекты на поверхности кабельного изделия,



Рис. 3. Использование лазерного излучения в измерительных системах для кабельной промышленности (LASER Series 6000)

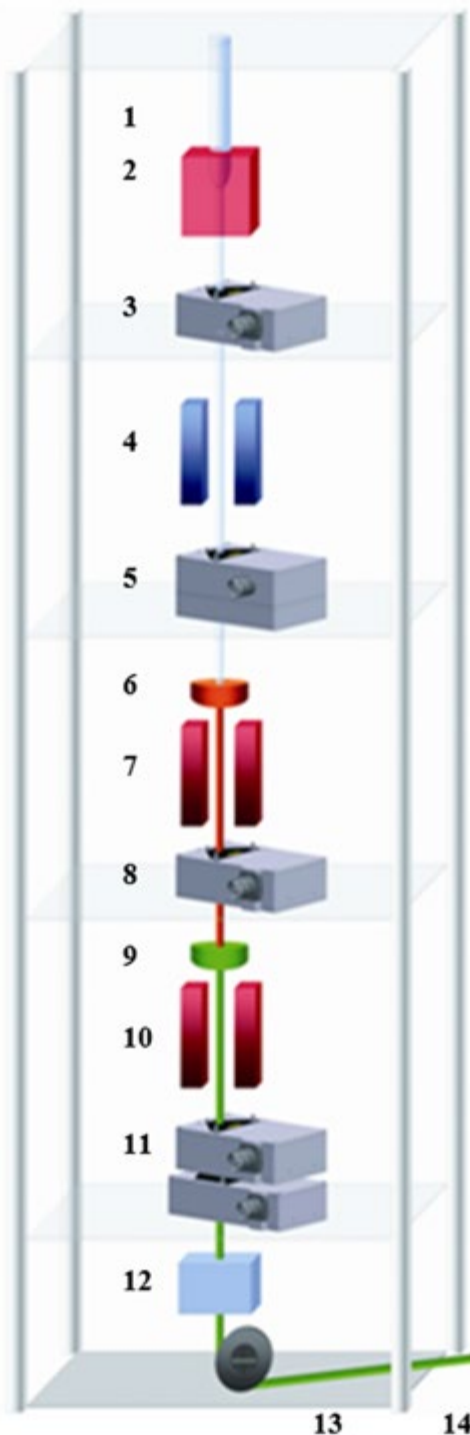


Рис. 4. Схема размещения измерительных приборов на башне вытяжки оптического волокна:

- 1 – преформа; 2 – плавильная печь; 3 – устройство FIBER LASER 6003 для измерения диаметра горячего оптического волокна до наложения покрытий; 4 – охлаждающее устройство; 5 – устройство FIBER LASER 6003 для измерения диаметра охлаждаемого оптического волокна перед наложением первого покрытия;
- 6 – устройство для наложения первого покрытия; 7 – устройство для ультрафиолетового отверждения первого покрытия; 8 – устройство FIBER LASER 6003 для измерения диаметра оптического волокна после наложения первого покрытия; 9 – устройство для наложения второго покрытия; 10 – устройство для ультрафиолетового отверждения второго покрытия; 11 – устройство FIBER LASER 6003 для измерения диаметра оптического волокна после наложения второго покрытия; 12 – вращающийся аппликатор; 13 – тяговое устройство; 14 – приемное устройство

как «шишки» и «вмятины» и измерять параметры продукции из прозрачных материалов. Кроме того, дополнительно было разработано приложение к серии LASER 6000, обеспечивающее контроль качества на расстоянии и позволяющее отображать измеренные значения, тренд, статистические данные и видеосигналы на смартфоны или планшеты. Оператор может легко подключиться через Wi-Fi интерфейс и мгновенно получить данные о производимой продукции на смартфоне или планшете. Это приложение App также позволяет поверять измерительную головку. Посредством всех данных системного журнала и встроенной функции поверки может быть сформирован тест-отчет в формате PDF и отправлен в отдел качества и сохранен для дальнейшего использования в соответствии с требованиями ISO 9001.

В 2000-х годах продолжало активно развиваться производство оптического волокна, используемого в оптических кабелях, пришедших на смену традиционным медным кабелям связи. Поэтому одним из важных шагов компании SIKORA явилась разработка серии приборов для оснащения башен вытяжек оптического волокна (рис. 4).

Эти решения компании, безусловно, уже относятся к настоящему. Измерения диаметра оптического волокна производятся с точностью 0,005 мкм; частота измерений – 2500 измерений в секунду. Система измерения базируется на методе дифракционного анализа. Измерение бесконтактное, измерительное устройство не имеет движущихся частей и не нуждается в калибровке. Кроме того, используемый комплект приборов позволяет измерять положение и натяжение вытягиваемого волокна, частоту его вибрации и закручивания непосредственно в самой измерительной головке, а также обеспечивает выявление и измерение в оптическом волокне воздушных пузырьков. С помощью двойных сенсоров обнаруживаются также дефекты поверхности волокна.

К числу последних достижений фирмы следует отнести также разработку новой технологии контроля и отсортировки гранул пластмасс, содержащих дефектные включения. Эта технология необходима в производстве кабелей высокого и сверхвысокого напряжения. Компанией предложена система PURITY SCANNER на основе рентгеновского излучения и оптики, которая позволяет обеспечить 100 % контроль чистоты материала. Методы частичного, выборочного контроля сшиваемого полиэтилена, применяемые до настоящего времени непосредственно при его производстве, или материала, используемого уже при производстве кабеля, не отвечают сегодняшним требованиям. В частности, эти методы позволяют контролировать только поверхность гранул сырья. Все включения, которые могут содержаться внутри гранул, остаются необнаруженными. PURITY SCANNER выполняет контроль полиэтилена на содержание включений как внутри, так и на поверхности гранул. Перед тем как попасть в экструдер, загрязненный материал сортируется, тем самым обеспечивая требуемый контроль качества. В будущем компания SIKORA планирует сконцентрировать свое внимание на развитие и совершенствование измерительных систем, применяемых в кабельной промышленности для производства силовых и оптических кабелей, особенно учитывая растущий рынок последних.