

Zargaryan Elena Valerevna – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: e.zargaryan@gmail.com; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371689; the department of automatic control systems; cand. of eng. sc.; associate professor.

Soloviev Victor Vladimirovich – e-mail: soloviev-tti@mail.ru; the department of automatic control systems; senior lecturer.

Stepanova Viktoriya Yurievna – e-mail: stevika1@rambler.ru; the department of automatic control systems; magister.

УДК 530.234.04

В.И. Финаев, М.Д. Скубилин, Ю.А. Заргарян

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Рассматривается возможность совершенствования техники преобразования электроэнергетики с применением оптических трансформаторов тока и напряжения. Приводятся конструкция, основные свойства и характеристики оптического волокна. Дается классификация оптического волокна по характеру распространения оптического сигнала, рассматриваются пути повышения поляризационной стабильности оптического волокна. Приводятся теоретическое обоснование, конструкции трансформаторов и их технические характеристики. Указываются преимущества использования оптических технологий в электроэнергетике и промышленности.

Оптическое волокно; трансформаторы тока и напряжения; электроэнергетика.

V.I. Finaev, M.D. Skubilin, J.A. Zargaryan

FIBER-OPTICAL CONVERTERS IN ELECTROENERGETICS

The paper considers the possibility to develop electrical power converting methods by means of optical current and voltage transformers. The structure, main features and characteristics of optical fiber are given. The classification of optical fiber by optical signal propagation types is introduced, the methods of optical fiber polarizing stability increasing are specified. Theoretical foundation, transformers' structures and their technical features are shown. The advantages of optical technologies application in electroenergetics and industry are considered.

Optical fiber; current and voltage transformer; electroenergetics.

Возможность применения эффекта Фарадея для бесконтактного измерения в токопроводе величины постоянного тока очевидным образом вытекает из закона Верде. Постоянный ток порождает вокруг токопровода постоянное магнитное поле, поместив в которое чувствительный элемент с линейно поляризованным светом, можно определить по углу поворота последнего величину напряженности магнитного поля, а по ней и величину самого тока в токопроводе за те или иные фиксированные промежутки времени.

Сложнее обстоит дело с переменным током. Его магнитное поле является переменным не только по величине, но и по направлению, изменяясь на противоположное каждый полупериод, т.е. каждые 10 мс для промышленного тока с частотой $f_T = 50$ Гц. Вращение плоскости поляризации света в чувствительном элементе также изменяется на противоположное каждый полупериод. Поэтому для полного периода синусоидального тока (и кратных ему периодов) угол Фарадея равен нулю. Следовательно, все измерения угла Фарадея необходимо проводить раздельно для положительных и отрицательных полупериодов тока, синхронизируя с ними начало и конец соответствующих измерений.

Главным чувствительным элементом любого ОТТ или ОПТ, существенно влияющим на его основные технические и метрологические параметры, является оптическое волокно (ОВ) для передачи световой энергии и оптических сигналов. Рассмотрим конструкцию, основные свойства и характеристики ОВ.

ОВ является световодом (волноводом), т.е. передает ЭМВ оптического диапазона с одной, входной его поверхности (торца световода) на его другую, выходную торцевую поверхность. Конструкция ОВ представляет собой цилиндрическое стеклянное волокно в защитной оболочке, световедущая жила которого – сердцевина выполнена из сверхчистого кварцевого стекла и окружена оболочкой из другого стекла или полимера с меньшим показателем преломления (рис. 1). Вследствие этого на поверхности раздела сердцевины и оболочки лучи света, падающие под соответствующими углами, подвергаются полному внутреннему отражению (ПВО). Благодаря этому свойству ОВ обеспечивает возможность передачи световой волны на большое расстояние без промежуточного усиления и с минимальными потерями энергии.

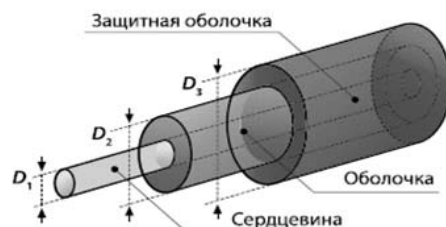


Рис. 1. Конструкция оптического волокна

Существуют два основных типа ОВ: многомодовые и одномодовые (рис. 2). В многомодовом ОВ оптический сигнал представляется множеством мод, каждая из которых имеет свою отдельную линейно-ломаную траекторию, а в одномодовом – одной модой с траекторией вдоль оси волокна (аксиальный луч). По конструкции эти волокна различаются системой диаметров сердцевины и оболочки: для многомодовых волокон $D_1 = 50 \div 100$, $D_2 = 125 \div 140$, $D_3 = 250$ мкм, а для одномодовых $D_1 = 5 \div 10$, $D_2 = 125$, $D_3 = 250$ мкм, т.е. в одномодовом ОВ диаметр сердцевины на порядок меньше и превосходит всего лишь в несколько раз длину волны передаваемого по световоду монохроматического света в его ближней ИК-области с $\lambda 0,8 \div 1,7$ мкм.

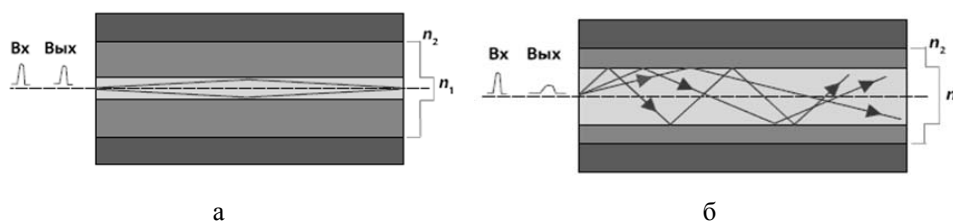


Рис. 2. Распространение световых мод: а – в многомодовом ОВ; б – в одномодовом ОВ

В зависимости от изменения показателя преломления сердцевины по координате вдоль диаметра, различают ОВ со ступенчатым и градиентным профилем. В первом случае сердцевина имеет как для многомодовых, так и для одномодовых ОВ, постоянный показатель преломления n_1 вдоль всего диаметра D_1 (и длины волокна), который скачкообразно меняется до значения n_2 на границе раздела сердцевины и оболочки. Типичные значения $n_1, n_2 = \{1,45 \dots 1,55\}$. Во втором слу-

чае сердцевина многомодового волокна имеет переменный профиль показателя преломления (например, параболический), в котором n_1 плавно и симметрично уменьшается от центра к оболочке до величины n_2 . В ОТТ/ОПТ применяется исключительно одномодовое ОВ.

Чтобы световой луч распространялся вдоль световода в режиме ПВО, он должен входить в торец волокна под углом падения φ_0 (относительно плоскости торца), не превышающим критический угол ввода $\varphi_{0к}$: $\varphi_0 \varphi_{0к} = 90^\circ - \varphi_{1к}$, где $\varphi_{1к}$ – критический угол падения луча на границе раздела сердцевины и оболочки. Таким образом, входной луч должен попадать в воображаемый конус с удвоенным критическим углом ввода $2\varphi_{0к}$ при его вершине (рис. 3). Угол ввода волокна $\varphi_{0к}$ называют угловой апертурой, а его синус – числовой апертурой оптоволокна: $NA = \sin\varphi_{0к} = (n_{12} - n_{22})/2$.

Числовая апертура зависит только от показателей преломления n_1 , n_2 (всегда должно выполняться условие $n_1 > n_2$). Апертура характеризует светособирающую способность ОВ: чем она больше, тем с большей площади источника излучения можно собрать волновую энергию, но тем больше и ее рассеяние в волокне. Волокно с меньшей апертурой требует лучше сфокусированного источника оптического излучения (в качестве такового используют лазеры и лазерные светодиоды). Конструкция ОВ влияет на выбор длины волны передаваемого светового сигнала, определяя его затухание и дисперсию. В общем случае затухание – это ослабление светового потока в оптоволокне, приводящее к тому, что амплитуда принятого сигнала на выходе волокна меньше амплитуды переданного сигнала. Природа затухания может быть различной. Коэффициент затухания A для заданной длины волны определяют как отношение вводимой в волокно оптической мощности к мощности принятого из волокна оптического сигнала. Он измеряется в децибелах [1].

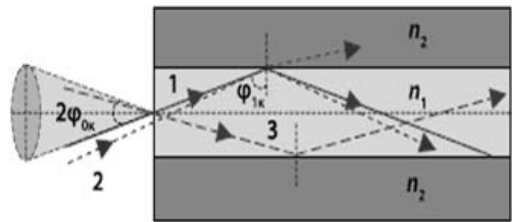


Рис. 3. Схема ввода светового луча в торец ОВ: $\varphi_{0к}$ – критический угол ввода; $\varphi_{1к}$ – критический угол падения; 1 – критический угол ввода; 2 – критический луч с преломлением и 3 – нормальный луч без преломления в оболочке

Коэффициент затухания A нелинейно зависит от параметров ОВ и длины волны света (рис. 4). Обычное кварцевое ОВ прозрачно в ближней ИК-области оптического излучения с длиной волны до $\lambda \approx 2$ мкм (существуют инфракрасные ОВ, сделанные из специальных легированных стекол, которые прозрачны для среднего ИК-излучения с длиной волны $\lambda \approx 210$ мкм). График имеет несколько участков – окна прозрачности, где затухание минимально: окна 820–880, 1285–1330 и 1525–1575 нм. Из-за большого затухания видимый свет диапазона 0,4–0,7 мкм в передаче светового сигнала по обычному кварцевому ОВ не используется (имеются специальные ОВ для работы и в видимой части спектра). Наиболее эффективна для передачи светового сигнала длина волны из второго и третьего окон прозрачности. Если введенный в волокно свет линейно поляризован, то в идеальных условиях распространения (однородная структура и круглое сечение волокна по всей его длине, ввод излучения в волокно строго под углом ПВО), он сохраняет свое состояние поляризации по мере распространения в волокне. В реальном же ОВ из-

за неидеальности геометрических размеров его сердцевины и различных механических и иных факторов (например, перегибов волокна и его поперечных или продольных напряжений, вибраций, изменения температуры) появляется некоторая асимметрия показателя преломления в ортогональных направлениях вдоль оси волокна. В одномодовом ОВ основная мода линейно поляризованного света передается в виде двух ортогонально ориентированных волновых составляющих (ортогональных мод E_x и E_y), разность скоростей распространения которых, вызванная указанными факторами, приводит к искажению выходного сигнала и к его частичной деполаризации. Это явление называют поляризационно-модовой дисперсией (ПМД). Она носит статистический характер и не превышает, как правило, 0,5 пс/км. ПМД невозможно компенсировать, и ее величина может быть понижена только за счет увеличения качества ОВ.[2]

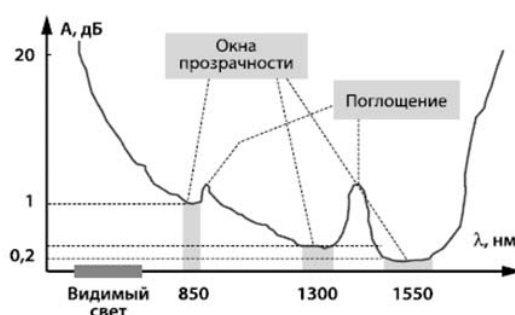


Рис. 4. Зависимость коэффициента A от длины волны λ (для обычного кварцевого ОВ в ближней ИК-области оптического излучения)

Обычное ОВ, применяемое в связи, не позволяет сохранять состояние поляризации. Для этой цели используют специальные, «поляризационные» типы ОВ. Одномерное ОВ, в котором поляризация основной моды не искажается из-за случайных дефектов и флуктуаций показателя преломления сердцевины, называют ОВ, сохраняющим (не искажающим, поддерживающим) поляризацию [3]. Если сделать разность скоростей ортогональных мод E_x и E_y и соответственно разность их фаз такой, чтобы она превышала возможные фазовые флуктуационные изменения, то распространение света по волокну перестанет зависеть от этих изменений, т.е. его линейная поляризация полностью сохранится. Получить большую разность фаз, достаточную для всей длины волокна, можно в ОВ с эллиптическим сердечником или эллиптически напрягаемой оболочкой. Однако для измерения тока такие ОВ непригодны, так как в этом случае нужны ОВ с циркулярным состоянием поляризации.

Например, один из возможных типов таких ОВ – «крученое» ОВ – получают за счет быстрого вращения кварцевой заготовки в процессе вытяжки волокна и «замораживания» при этом его спиралевидной структуры.

Еще один из путей повышения поляризационной стабильности ОВ – применение микроструктурированного оптического волокна (МОВ) или «дырчатого» ОВ, содержащего вокруг кварцевой сердцевины множество воздушных цилиндрических микроканалов диаметром 1–2 мкм с $n_2 = 1$, сильно влияющих на оптические и поляризационные свойства волокна. В частности, эти каналы компенсируют (за счет изменения своей формы) температурные и механические воздействия на волокно, влияющие на поляризацию сигнала. Различные «крученые» и «дырчатые» ОВ используют в ОТТ и ОПТ для сохранения поляризации светового сигнала в процессе его передачи по волокну [3].

Кварцевое ОВ как среда передачи светового сигнала обладает низкими потерями энергии (менее $0,2 \text{ дб/км}$ для $\lambda = 1,55 \text{ мкм}$), широкополосностью ($\approx 10 \text{ кГц}$), малыми габаритами ($D < 150 \div 250 \text{ мкм}$), высокой прочностью (волокно выдерживает в силу своей однородности и бездефектности предельное напряжение до 7 кг), малым весом (порядка 30 г/км), гибкостью ($R_{ги} 2 \text{ мм}$), невосприимчивостью к электромагнитным помехам (высокой помехозащищенностью), малыми переходными помехами (при плотной укладке волокна в кабели), отсутствием искрения (взрыво- и пожаробезопасностью), полной электробезопасностью, защитой от несанкционированного доступа, стойкостью к коррозии, радиации и высоким температурам. Эти качества ОВ определяют основные преимущества оптических ТТ и ПТ по сравнению с их электромагнитными аналогами.

Типичная схема ОТТ/ОПТ содержит чувствительный элемент в виде нескольких витков ОВ, помещенных в жесткую защитную оболочку из немагнитного материала – токовую головку для ОТТ или измерительную петлю для ОПТ, и электронно-оптический блок (ЭОБ), соединяемый с чувствительным элементом непосредственно (для ОПТ) или через оптический кросс (для ОТТ) (рис. 5) [4].

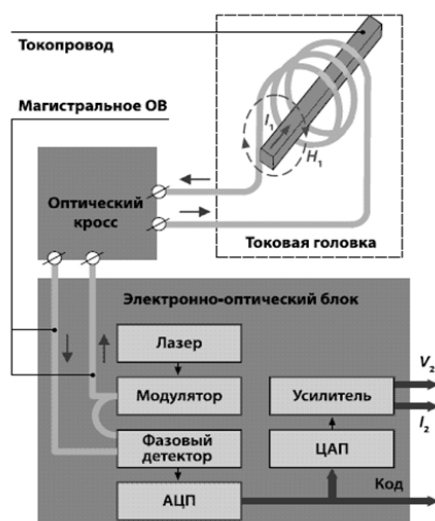


Рис. 5. Структурная схема оптического ТТ или ПТ (интерфейсы: V_2 – потенциальный выход; I_2 – токовый выход; код – выход АЦП)

ЭОБ генерирует с помощью встроенного лазера и модулятора на своем оптическом выходе монохроматический циркулярно поляризованный световой сигнал, направляемый по поддерживающему поляризации ОВ на вход чувствительного элемента. В чувствительном элементе плоскость поляризации сигнала подвергается под воздействием магнитного поля H_1 тока I_1 соответствующему повороту на угол Фарадея, и с выхода чувствительного элемента световой сигнал поступает на оптический вход ЭОБ, где на фазовом детекторе из него формируется электрический измерительный сигнал.

Далее этот сигнал через аналого-цифровой преобразователь (АЦП) поступает в виде цифрового кода определенной разрядности на дискретный интерфейсный выход ЭОБ и через цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) на усилитель, где формируются нормированные аналоговые выходные сигналы в виде напряжения или тока для выдачи на аналоговый интерфейс ЭОБ. Таким образом, измерительная информация может быть получена на выходе ЭОБ для дальнейшего использования.

В том случае, когда чувствительный элемент по технологическим требованиям, например, на высоковольтных подстанциях, должен быть дистанционно (до 1 км) удален от ЭОБ, для подключения чувствительного элемента дополнительно используется магистральное ОВ, сохраняющее поляризацию, и кроссовый блок (кабельный бокс), подключающий его к ОВ чувствительного элемента.

Состав оборудования и функции, выполняемые ЭОБ, зависят от изготовителя и карты заказа изделия. В частности, ЭОБ, содержащий встроенные часы, микропроцессор и память, способен преобразовывать в реальном времени текущие цифровые коды АЦП в именованные цифровые результаты измерений основной и производных гармоник измеряемого тока, накапливать их в памяти за различные интервалы времени и выдавать результаты измерений через цифровой интерфейс в цифровую вычислительную сеть объекта или субъекта учета. Тем самым ОРТ или ОПТ, в отличие от их электромагнитных аналогов, легко можно включать в те или иные цифровые системы (например, цифровые подстанции в соответствии со стандартом), минуя промежуточное использование измерительных приборов [5].

Конструкция токовых головок для ОРТ зависит от конструкции высоковольтных шин на объекте учета, с которыми эти головки должны сопрягаться. На рис. 6 приведены три варианта токовых головок (для плоской, одиночной круглой и спаренной круглой шин соответственно) одного из ведущих мировых изготовителей ОРТ/ОПТ (NxtPhaseCorporation) для шин различного вида.

В ОРТ токовые головки устанавливаются на вершине изоляционных колонн, которые выполняют одновременно функции опоры шины с головкой, защиты ОВ от воздействий внешней среды (ОВ проходит внутри колонны от головки к кроссовому блоку, размещаемому, как правило, в основании колонны) и дополнительной электрической изоляции кроссового блока и персонала, работающего с ОВ у основания колонны. Для обеспечения опорной функции колонна изготавливается в виде спиралевидного цилиндра необходимой высоты, а для обеспечения его защитной и изоляционной функций используют композитный материал (стеклопластик) с высокими изоляционными и антикоррозийными свойствами.

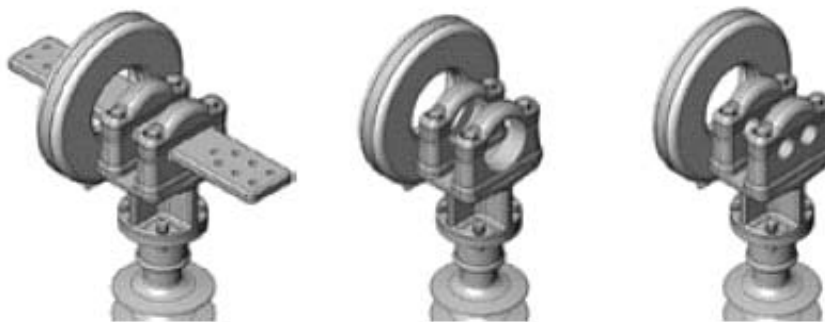


Рис. 6. Конструкции токовых головок ОРТ

В ОПТ вместо стандартной токовой головки используется измерительная петля (ВОДТ), форма и размер которой подбираются под ту токоведущую шину, в которой необходимо измерить ток. ОПТ с такой изменяемой петлей называют трансформируемым.

В отличие от ОРТ, применяемых на высоковольтных подстанциях для измерений переменного тока промышленной частоты, ОПТ используют, как правило, при измерении больших переменных или постоянных токов в различных технологических процессах на энергоёмких производствах, например, в электрометаллургической или электрохимической промышленности.

Общие технические и метрологические характеристики ОТТ и ОПТ нормируются тем же стандартом, что и для электромагнитных ТТ. Специфические характеристики ОТТ и ОПТ, включая требования к их конструкции, тестированию, точности измерения гармоник (для систем измерения, защиты и контроля качества электроэнергии), аналоговому и цифровому интерфейсу, нормируются стандартом МЭК.

ОТТ типа NXCT компании NxtPhase рассчитан на измерение тока промышленной частоты силой до $I_{1\max}$ 4000 А с классом точности не хуже 0,2S для номинальных напряжений 69, 115, 138, 230, 345, 400, 500 или 765 кВ (в зависимости от величины напряжения высота и вес изоляционной колонны изменяются от 1,55 м и 49 кг до 5,28 м и 95 кг); односекундный ток термической стойкости равен 63 кА, а ток динамической стойкости – 170 кА; условия эксплуатации: изоляционная колонна $\{-50\div+55\text{ }^\circ\text{C}\}$, ЭОБ $\{-5\div+40\text{ }^\circ\text{C}\}$; комплект электроники – два шасси 428×457×177 мм; питание ЭОБ от источника постоянного тока напряжением 70÷170 В мощностью $P_{\text{ном}} = 135\text{ Вт}$; интерфейс: $V_2 = 4\text{ В}$ (измерение), 200 мВ (защита), $I_2 = 1\text{ А}$ с полосой пропускания от 10 Гц до 6 кГц (возможность измерений до 100 гармоник); ОПТ типа NXCT-F3 компании NxtPhase рассчитан на измерение с классом точности не хуже 0,2S (в диапазоне от 1 до 120 % номинального тока с учетом температуры, вибрации, процессов сборки) переменного $I_{1\max}$ 100 кА или постоянного $I_{1\max}$ 600 кА тока напряжением 6÷42 кВ без разрыва токоведущей шины и в условиях ограниченного пространства; условия эксплуатации: ВОДТ $\{-50\text{ }^\circ\text{C}\dots+60\text{ }^\circ\text{C}\}$, ЭОБ $\{-5\text{ }^\circ\text{C}\dots+40\text{ }^\circ\text{C}\}$; размеры и вес: ЭОБ 482×457×233 мм и 44 кг, ВОДТ – менее 5 кг; питание ЭОБ 110÷130 В постоянного тока; интерфейс: $V_2 = 10\text{ В}$ и $I_2 = 1\text{ А}$ с полосой пропускания до 6 кГц (возможность измерений до 100 гармоник).

ОПТ типа LKCO-60 компании DupAmp рассчитан на измерение постоянных токов $I_{1\max}$ 60 кА с точностью не хуже 0,1 %.

ЭОБ запитывается от источника переменного тока частотой $f = 47\div 62\text{ Гц}$ напряжением 95÷265 В и имеет унифицированные выходные сигналы: токовый I_2 со значением 3 мА на 1 кА, потенциальный V_2 со значением 1 мВ на 1 кА, а также $V_2 = 0\dots 10\text{ В}$ на всю шкалу измеряемого тока I_1 ; дополнительно ОПТ может быть оснащен частотным интерфейсом (10 кГц на полную шкалу), унифицированным токовым интерфейсом 4÷20 мА и цифровым интерфейсом; условия эксплуатации: ВОДТ $\{-40\text{ }^\circ\text{C}\dots+80\text{ }^\circ\text{C}\}$, ЭОБ $\{-10\text{ }^\circ\text{C}\dots+40\text{ }^\circ\text{C}\}$.

ОПТ типа FOCS компании ABB рассчитан на измерение постоянных токов $I_{1\max}$ 500 кА в двух направлениях с точностью не хуже 0,1 % (в диапазоне от 1 до 120 % номинального тока); полоса пропускания – 4 кГц; интерфейс: потенциальный $V_2 = 0\div 1\text{ В}$, унифицированный токовый сигнал 0(4)÷20 мА, цифровой канал PowerLINK, цифровая шина PROFIBUS; условия эксплуатации: ВОДТ $\{-40\text{ }^\circ\text{C}\dots+85\text{ }^\circ\text{C}\}$, ЭОБ $\{-20\text{ }^\circ\text{C}\dots+55\text{ }^\circ\text{C}\}$.

В рассмотренных ВОДТ используется не проходная схема измерения угла Фарадея поляризованного светового сигнала (см. рис. 5), а реверсивная схема, при которой световой сигнал отражается от зеркала, расположенного в конце измерительной петли, и возвращается обратно в ЭОБ по тому же пути, по которому он вводился в ОВ [6]. Изготовители имеют запатентованные системы полной компенсации погрешностей для такой реверсивной схемы измерения.

Технические характеристики ОТТ/ОПТ приведены на рис. 7 диаметр чувствительного элемента до 80 мм; изменение номинального рабочего тока простым изменением количества витков (рис. 8); точное воспроизведение формы сигнала (рис. 9); измерение гармонических составляющих (рис. 10); линейность отклика (рис. 11); стабильность выходного сигнала в диапазоне температур от $-40\text{ }^\circ\text{C}$ до $+60\text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 12) [5].

Важно, что оптические технологии изначально ориентированы на цифровое представление результатов измерений и на цифровую обработку (сохраняющееся еще представление результатов в виде аналоговых или дискретных сигналов – только дань традиции). Это означает, что цифровая обработка становится еще ближе к точке измерения электроэнергии и окончательные результаты измерения можно будет получить непосредственно в ОТТ/ОПТ, не прибегая к использованию различных дополнительных измерительных приборов, например, счетчиков электроэнергии. Цифровые ОТТ/ОПТ совместно с цифровыми оптическими трансформаторами напряжения – это будущее в учете электроэнергии при высоких напряжениях и больших токах.

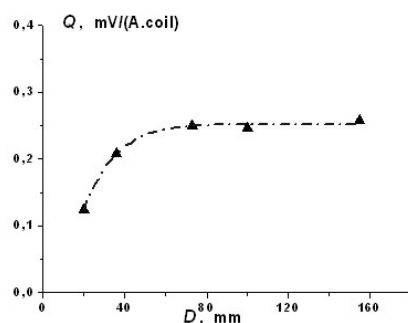


Рис. 7. Технические характеристики ОТТ/ОПТ

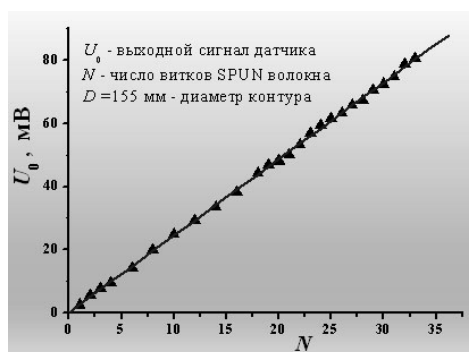


Рис. 8. Изменение номинального рабочего тока простым изменением количества витков

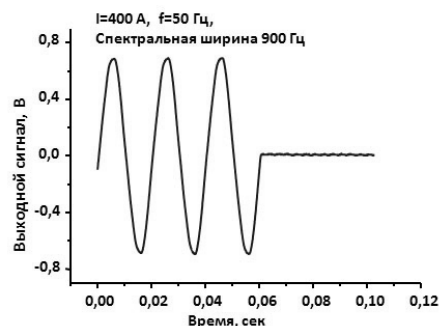


Рис. 9. Точное воспроизведение формы сигнала

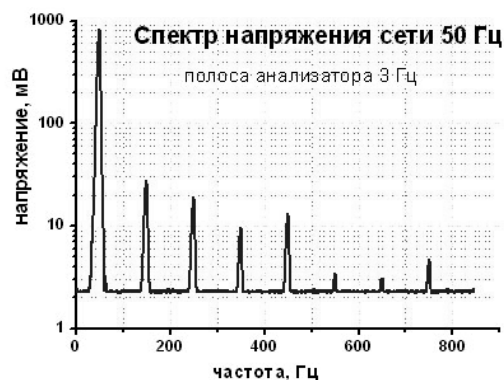


Рис. 10. Измерение гармонических составляющих

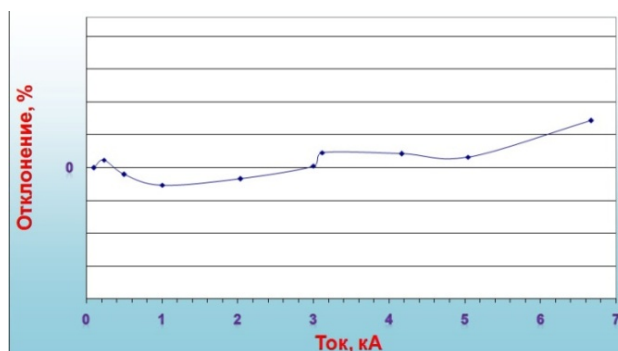


Рис. 11. Линейность отклика



Рис. 12. Стабильность выходного сигнала в диапазоне температур от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$

Заключение. Высоковольтные ОТТ/ОПТ находятся в самом начале своего пути в большую электроэнергетику и промышленность. Слишком очевидны их достоинства и преимущества перед электромагнитными трансформаторами и преобразователями.

Следует отметить, что аппаратные, алгоритмические и программные решения в конкретных ОТТ/ ОПТ всех производителей являются, как правило, коммерческой тайной, что обусловлено высокими затратами на разработку этой новейшей техники, большой конкуренцией на мировых рынках высоких технологий и высокой стоимостью самих изделий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волоконно-оптические датчики // Экспресс-информация «ПЭА», № 22, реферат 83. – М.: ВИНТИ, 1986.
2. Гонда С., Сэко Д. Оптоэлектроника в вопросах и ответах: Пер. с япон. – Л.: Энергоатомиздат, 1989.
3. Гуляев Ю.В., Никитов С.А., Потапов В.Т. и др. Волоконно-оптические технологии, устройства, датчики и системы // Фотон-экспресс. – 2005. – № 6. www.fotonexpress.ru.
4. Измерительные комбинированные оптические преобразователи тока и напряжения NXVCT-121/145/245/362/420/550/800 // Справочник. – 1-е изд., 2007.
5. Бонерт К., Гугенбах П. Прорыв в области измерения сильных постоянных токов // АББ Ревю. – 2005. – № 1.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.Е. Золотовский.

Финаев Валерий Иванович – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: fin_val_iv@tsure.ru; 347928, г. Таганрог, ул. Энгельса, 1; тел.: 88634371689; кафедра систем автоматического управления; зав. кафедрой; д.т.н.; профессор.

Скубилин Михаил Демянович – кафедра систем автоматического управления; к.т.н.; доцент.

Заргарян Юрий Артурович – кафедра систем автоматического управления; ассистент.

Finaev Valeri Ivanovich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: fin_val_iv@tsure.ru; 1, Engelsa street, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371689; the department of automatic control systems; head of department; dr. of eng. sc.; professor.

Scubilin Michail Demyanovich – the department of automatic control systems; cand. of eng. sc.; associate professor.

Zargaryan Yuri Arturovich – the department of automatic control systems; assistant.

УДК 004.032.26

Я.С. Коровин

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОНЛАЙН МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ФОНДА НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН*

Исследуется проблема повышения эффективности и безопасности нефтедобывающего производственного процесса путем применения информационно-управляющих систем, построенных на основе технологии интеллектуального анализа данных. Описываются новые методы извлечения неизвестных закономерностей, а также диагностики и прогнозирования состояния нефтепромыслового оборудования. В результате предложена архитектура и описана основная функциональность автоматизированной системы онлайн мониторинга состояния объектов нефтепромысла, разработанной на основе новых методов и алгоритмов.

Интеллектуальный анализ данных; диагностика; прогнозирование; мониторинг; нефтепромысловое оборудование.

Y.S. Korovin

OILFIELD WELLS STATE ONLINE MONITORING AUTOMATED SYSTEM

In this article the solution of the problem of oil-extracting production efficiency and safety raise by the information systems constructed on the Data mining technology basis application is offered. The description of new Database knowledge discovery methods, so as the oilfield equip-

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 12-08-33105-мол-а-вед).