

## ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ПАО "ЗАВОД ЮЖКАБЕЛЬ" ПО СОЗДАНИЮ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ КАБЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ ТРЕБОВАНИЯМ МИРОВЫХ СТАНДАРТОВ

*Викладені суть та вирішення проблеми створення сучасних вітчизняних зразків кабелів і проводів в ПАТ "Завод Південкабель" за останні два десятиліття.*

*Изложены суть и решение проблемы создания современных отечественных образцов кабелей и проводов в ПАО "Завод Южкабель" за последние два десятилетия.*

### ВВЕДЕНИЕ

Концентрация электрических мощностей на современном этапе развития достигла такой степени, что необходимы кардинальные решения в области совершенствования канализации энергопоток. На сегодняшний день решать задачи передачи и особенно распределения электроэнергии с помощью одних только традиционно применяемых для этой цели открытых воздушных ЛЭП становится практически невозможно. Все возрастающие требования ставят на повестку дня необходимость сооружения современных безопасных каналов передачи электрической энергии в виде кабельных линий. Основной элементной базой последних являются современные силовые кабели энергетического назначения, а разработка и освоение их выпуска напрямую связаны с повышением надежности и безопасности отечественных кабельных линий электропередачи.

### СУТЬ ВОЗНИКШЕЙ ПРОБЛЕМЫ

На момент обретения независимости в Украине выпускались в основном силовые кабели с бумажной пропитанной изоляцией на напряжение до 10 кВ с секторными жилами, кабели с изоляцией из линейного полиэтилена с секторными жилами на напряжение до 3 кВ или с круглыми жилами на напряжение до 10 кВ. Силовые кабели с ПВХ изоляцией выпускались максимум на напряжение в 6 кВ. Все эти кабели являлись трехжильными и имели сечение жилы до 240 мм<sup>2</sup> и невысокую теплостойкость, что не удовлетворяло потребностям отечественной электроэнергетики и в первую очередь в части рабочих напряжений, низких эксплуатационных качеств и низких передаваемых мощностей. Главным препятствием на пути усовершенствования существующих и создания новых конструкций кабелей и повышения их параметров было отсутствие промышленных технологий переработки и наложения нагревостойкой изоляции с высокими диэлектрическими свойствами. С освоением химическими предприятиями выпуска компонент, позволяющих с помощью их экструзионной переработки получать непосредственно на кабельных предприятиях сшитый полиэтилен, появились широкие возможности освоения новых технологий изготовления силовых кабелей энергетического назначения, и кардинального улучшения их технико-экономических показателей в целом.

### ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Повышение технико-экономических показателей силовых кабелей энергетического назначения проводилось следующими путями:

- усовершенствование существующих конструкций кабелей и использование для их изготовления новых технологий;

- разработка новых конструкций экранированных кабелей;
- разработка и использование новых первичных компонент;
- построение новых технологических схем, принципов и циклов производства;
- разработка новых электротехнологических комплексов массового производства кабелей;
- разработка нормативной базы;
- разработка испытательной базы.

В общей схеме основных технологических процессов можно выделить следующие структурные части: первичные компоненты, цикл изготовления сплошных токопроводящих жил малых сечений и проволоки, циклы изготовления кабелей на напряжение до 10 кВ, напряжением 6...110 кВ и на напряжение до 330 кВ, а также цикл переработки отходов, которые неизбежно появляются в процессе производства. Каждый из циклов изготовления кабелей завершается контролем качества готовой продукции и приемосдаточными испытаниями всех строительных длин и отрезков. Рассмотрим упомянутые структурные части более подробно.

### 1. РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ПЕРВИЧНЫХ КОМПОНЕНТ

Для изготовления изоляции из сшитого полиэтилена применены как импортные компоненты (для силанольной и пероксидной сшивки), так и разработанные собственные составы и технологические схемы их изготовления, с использованием соответствующего оборудования (рис. 1), на основе полиолефинов и органосиланов [1]. Для улучшения, в первую очередь, пожаробезопасности кабелей с пластмассовой изоляцией были разработаны составы на основе поливинилхлоридного пластика. Во всех этих разработках использовалась отечественная сырьевая база.

Для изготовления свинцовых и алюминиевых оболочек кабелей с бумажно-масляной изоляцией по традиционной технологии прессования используются соответственно свинцовые и алюминиевые слитки. Новым является использование медных катодов для изготовления катанки методом вытягивания из расплава (рис. 2).

К традиционно используемым неметаллическим исходным компонентам относится кабельная бумага для изоляции и проводящая бумага для экранов кабелей с бумажной пропитанной изоляцией, компоненты для приготовления пропиточных составов (в том числе нестекающих), изготовления защитных покрытий и пр. К новым относятся материалы (нити и полотна) для водоблокирования в кабелях 6...110...330 кВ, металлополимерные пленки и т.п.

© В.М. Золотарев, В.П. Карпушенко, Ю.А. Антоненко, А.А. Науменко



Рис. 1. Линия изготовления полиолефинов и ПВХ пластиков, в том числе не распространяющих горение и низкого газодымовыделения



Рис. 2. Машина для изготовления медной бескислородной катанки путем вытягивания из расплава катодов (метод Upcast)

Сушка бумажной изоляции трехжильных кабелей осуществляется по новой схеме трехфазным током промышленной частоты взамен применявшейся до этого сушки постоянным током, что позволяет избежать возникновения очень сильных магнитных полей, возникающих в сушильно-пропиточном отделении от осушиваемых кабелей, смотанных в бухты (до 3 км длиной) и представляющих собой большие соленоиды со значительными токами (до 500 А).

Цикл изготовления сплошных ТПЖ малых сечений и проволоки существенно модернизирован за счет применения:

- технологии горячего прессования алюминиевых ТПЖ сечением 35...240 кв.мм и катанки сечением более 35 кв.мм из алюминиевых слитков;
- применения безотходного процесса использования слитков алюминия за счет внедрения ПАО "ЗАВОД "ЮЖКАБЕЛЬ" на Запорожском алюминиевом комбинате технологии непрерывного литья слитков с высокой чистотой поверхности, что позволило полностью отказаться от их обточки и исключить целый производственный участок;
- применения высокопроизводительного волоочильного оборудования и встроенного непрерывного термического отжига жил и медной проволоки в паровой среде;
- применение прогрессивного процесса изготовления мягкой медной катанки методом вытягивания из расплава (метод upcast).

Сюда следует отнести также применение алмазных волок с большим диаметром калибрующего пояска (до 6 мм) для волочения, а также уплотнения алюминиевых ТПЖ сечением до 120 кв.мм, например, для изготовления самонесущих изолированных проводов.

Вопросы, связанные с расчетом усилий волочения, допустимых обжатий, разработки методик определения параметров волочения и выбора переходов рассмотрены на основе вариационного принципа в [2]. Разработана математическая модель построения переходов в виде интегрального уравнения Фредгольма 1-го рода при формообразовании проводниковых изделий сложного сечения с использованием функционала

$$J[z(x, y)] = \iint_{\Omega} F(x, y, z, p, q) dx dy, \quad (1)$$

где  $x, y, z$  – декартовы координаты, в которых определяется проекция неизвестной контактной поверхности  $S[z(x, y)]$  на плоскость  $z = 0$ , ограниченная профилем заготовки  $L_0(x, y)$  и конечным профилем готового изделия  $L_k(x, y)$ .

Неизвестные переходы  $L_1(x, y), L_2(x, y), \dots, L_{k-1}(x, y)$  лежат в области  $\Omega$  и являются проекциями сечения минимальной контактной поверхности плоскостями  $z = \text{const}$ . Если искать решение, исходя из условия минимума общей силы трения на контактной поверхности  $S[z(x, y)]$ , то последний функционал  $J[z(x, y)]$  достигает своего минимума, когда функция  $z(x, y)$  является решением уравнения Остроградского-Эйлера для переменных  $z, p, q$ .

Таким образом, произвольная точка  $z(x, y)$  на контактной поверхности  $S[z(x, y)]$  удовлетворяет уравнению Лапласа

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = 0 \quad (2)$$

с граничными условиями первого рода  $z(L_0) = C_0 = \text{const}, z(L_k) = C_1 = \text{const}$ .

Отсюда видно, что между задачей определения переходов и электростатической задачей Дирихле для уравнения Лапласа есть аналогия при геометрически подобных границах области  $\Omega$ .

Наиболее приемлемым методом решения такой задачи с учетом особенностей рассматриваемой области  $\Omega$  есть метод вторичных источников поля  $\sigma(M)$ , которые на границах области  $\Omega$  удовлетворяют интегральному уравнению Фредгольма 1-го рода

$$\frac{1}{2\pi} \int_{L_0+L_k} \sigma(M) \ln \frac{1}{r_{QM}} dl_M = \begin{cases} C_0, Q \in L_0 \\ C_1, Q \in L_k \end{cases}, \quad (3)$$

где  $Q, M$  – точки интегрирования и наблюдения соответственно,  $C_0, C_1$  – константы, которые имеют смысл электростатических потенциалов  $\varphi_0$  и  $\varphi_1$  на электродах с периметрами  $L_0$  и  $L_k$ ,  $r_{QM}$  – расстояние между точками  $M$  и  $Q$ .

Дальнейшей заменой неизвестной непрерывной функции  $\sigma(M)$  ступенчатой функцией  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_q$  в точках  $M$  и  $Q$  с номерами 1, 2, ...,  $q$ , интегральное уравнение Фредгольма первого рода (3) сведено к системе линейных алгебраических уравнений для неизвестных плотностей зарядов  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_q$ .

Символически это можно записать так

$$\|A\| \cdot \|\sigma\| = \|\varphi\|, \quad (4)$$

где  $\|A\|$  – матрица ядра уравнения,  $\|\sigma\|$  – вектор-столбец неизвестных плотностей зарядов,  $\|\varphi\|$  – из-

вестный вектор-столбец потенциалов на проводниках с периметрами  $L_0$  и  $L_k$ .

Система уравнений (4) решалась для наиболее распространенных секторных жил трех- и четырехжильных кабелей с углами сектора  $2\beta=120^\circ$  и  $90^\circ$ . Как известно интегральное уравнение Фредгольма первого рода является некорректно поставленной задачей математической физики. Исследования показали, что при размерности матрицы ядра  $\|A\|$ , которая равняется 798, потери устойчивости решения не наблюдались. Для выбора переходов из набора найденных решений был разработан инженерный метод расчета силовых параметров и коэффициентов запаса, учитывающий вытяжки маршрута волочения конкретного изделия сложного сечения.

Применение процесса волочения дает возможность получать всю необходимую номенклатуру проволоки и фасонных токопроводящих жил сечением до 50 кв.мм из медной катанки.

Сплошные фасонные токопроводящие жилы в диапазоне сечений 70...240 кв.мм и всю номенклатуру катанки из алюминия дает возможность получать процесс горячего прессования из слитков на разработанной технологической линии.

В основу работы такой технологической линии положен принцип формообразования изделий (секторных токопроводящих жил и других изделий) путем горячего прессования из алюминиевых слитков. Линия состоит из гидравлической прессовой установки (собственно гидравлического пресса), системы гидравлики, печи индукционного нагрева слитков, приемного устройства, системы электропитания и системы управления.

Гидравлическая прессовая установка состоит из главного силового цилиндра с поршнем и прессштемпелем, контейнера с гильзой и элементами индукционного подогрева контейнера током промышленной частоты, передней траверзы, матрицы. Для замены матрицы предусмотрены два вспомогательных гидроцилиндра, обеспечивающие необходимое перемещение передней траверзы. Еще один вспомогательный гидравлический цилиндр используется как привод механизма подачи слитков от входа к выходу печи индукционного нагрева слитков. Основным узлом системы гидравлики является трехплунжерный насос Г-305А, развивающий давление 320 атм при подаче рабочей жидкости (минерального масла) 750 л/мин. Здесь же имеется также гидронасос механизма подачи слитков, обеспечивающий подачу рабочей жидкости 100 л/мин при давлении 25 атм. Основным элементом печи индукционного нагрева слитков является водоохлаждаемый индуктор. В электроприводе системы гидравлики использован двигатель постоянного тока МП 49,70-6К мощностью 500 кВт и скоростью вращения 315/1000 об/мин, питаемый напряжением 440 В. Система электропитания обеспечивает подачу и распределение промышленного трехфазного напряжения 50 Гц, 380 В между системами, узлами и элементами линии и их защиту в аварийных режимах работы.

Работает линия следующим образом. Алюминиевые слитки (5 штук подряд один за одним) подаются толкателем механизма подачи слитков в печь индукционного нагрева, которая обеспечивает их основной нагрев до температуры 420 °С. Для лучшей прессовки в гильзе контейнера и во избежание образования воздушных раковин, перед подачей слитка в контейнер, передняя часть его нагревается до более вы-

сокой температуры, составляющей примерно 450 °С. Этот, так называемый градиентный нагрев слитка, обеспечивается переключением числа витков индуктора с помощью тиристорных коммутаторов узла управления нагревом слитков. Подготовленный таким способом слиток движется сам по направляющим роликам и устанавливается на оси прессштемпеля и матрицы. Прессштемпель, приводимый в движение поршнем главного силового цилиндра подает слиток во внутреннюю полость гильзы контейнера. После этого начинается прессование слитка на прямой матрице усилием, развиваемым поршнем главного силового цилиндра, максимальное значение которого составляет 1250 т. Так как передняя часть слитка нагрета сильнее, то именно в этой части происходит заполнение гильзы алюминием и его выдавливание через матрицу. Синхронно с движением прессштемпеля начинает работать приемное устройство и готовая выпрессованная токопроводящая жила укладывается на барабан (№ 14... № 20), устанавливаемый на этом приемном устройстве. Сразу после выхода из матрицы токопроводящая жила в процессе движения охлаждается водой. После выпрессовывания слитка в гильзе остается некоторый пресс-остаток. Прессштемпель отводится назад и механизм подачи слитков подает следующий нагретый до необходимой температуры слиток. Прессштемпель снова подает слиток в гильзу контейнера, а передняя, нагретая сильнее часть слитка под давлением сваривается с пресс-остатком и происходит его выпрессовывание. Далее процесс повторяется циклически.

На выходе из печи индукционного нагрева слитков, их температура измеряется выдвигной термопарой, а сам процесс нагрева контролируется системой управления. Время перезарядки слитка диаметром 175 мм и длиной 418 мм составляет 20 с. Выбранные параметры линии позволяют прессовать токопроводящие жилы сечением 70... 240 кв.мм со скоростью 120 м/мин в один или два ручья. Линия имеет длину 29,15 м, ширину 11,4 м и высоту – 2,78 м. Ее масса составляет 66,7 т, а установленная мощность (без печи) – 515 кВт.

## 2. РАЗРАБОТКИ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ НА НАПРЯЖЕНИЕ ДО 10 КВ

Цикл изготовления кабелей до 10 кВ включает в себя как изготовление кабелей с бумажной пропитанной изоляцией по традиционной технологии, так и изготовление кабелей с пластмассовой изоляцией на упомянутое напряжение. Новым является применение изоляции из силанольноосшитого полиэтилена на основе как импортруемых, так и разработанных компонент на напряжение до 6 кВ (с круглыми экранированными жилами) и с секторными жилами. Существенно улучшена пожаробезопасность кабелей за счет применения (в покровах) не распространяющих горение (для кабелей с индексом "нг") составов, и составов с низким газодымовыделением (для кабелей с индексом "нгд"). Здесь использована традиционная схема общей скрутки изолированных жил с помощью планетарной крутильной машины (МКРА). Такая схема при приемлемом диаметре вращающейся планетарной клетки, обеспечивающей открутку, позволяет разместить на ней максимум 3 барабана № 15, т.е. диаметром 1500 мм, что в сочетании со вспомогательным устройством позволяет скручивать сердечник кабеля, состоящий максимум из четырех жил, сечением, как правило, не более 240... 300 кв.мм для обеспечения заданных строительных длин кабелей.

Именно эта схема скрутки является главной причиной, которая не позволяет скручивать жилы сечением выше 300 кв.мм.

Для этого цикла изготовления характерными являются испытание пластмассовой изоляции электрическим напряжением на проход в технологических линиях. Здесь характерны физические процессы, приводящие к транспорту электрических зарядов замкнутым слоем диэлектрика на проводящей подложке, что необходимо учитывать при выборе средств испытания напряжением на проход в технологических экструзионных линиях.

### 3. ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ПО СОЗДАНИЮ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ НА НАПРЯЖЕНИЕ 110...330 КВ

В этих циклах были применены новые принципы скрутки и наложения изоляции с помощью строенной экструзионной головки. Ниже рассматриваются основные особенности этих процессов с точки зрения их практической реализации.

Главной составной частью технологии изготовления кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6...330 кВ является наклонная линия вулканизации полиэтилена в среде сжатого до 15 атм. сухого азота (рис. 3).



Рис. 3. Линия изготовления кабелей на напряжение 110 кВ (справа – вулканизационная труба, слева – линия общей скрутки жил в сердечник кабеля с помощью крутильной машины Drum twister)

В ней использован принцип наложения трехслойной изоляции строенной экструзионной головкой на свободно провисающую в вулканизационной трубе токопроводящую жилу. Постоянная провисания жилы составляет 130 м. При изменении сечения жилы усилие в нижней точке обеспечивается регулируемым широтно-импульсным приводом тягового устройства. Устройство подкручивания жилы обеспечивает ее

осевое кручение с шагом около 15 м и получение, за счет более эффективного охлаждения, корочки тонкости изоляции, что препятствует ее стеканию вдоль жилы и возникновению эксцентриситета.

Схемы скрутки могут быть построены по различным принципам.

Традиционный принцип скрутки использует вращение отдающего устройства (или клетки крутильной машины) с угловой скоростью  $\omega_1$ , а приемное устройство обеспечивает поступательную линейную скорость  $V$ . Соотношением  $\omega$  и  $V$  определяется шаг скрутки готового изделия. Главный недостаток такой схемы – большой диаметр крутильной клетки  $D$ , который примерно втрое больше диаметра барабана с наносимыми элементами скрутки (проволокой, готовыми изолированными жилами и т.п.). Так, например, при применении отдающих барабанов диаметром всего 1,6 м в таких схемах диаметр клетки  $D$  уже составляет около 5 м. Диаметры кабелей на напряжение 110...330 кВ составляют 70 мм и более, что требует применение барабанов размером 2...3 или даже 3,6 м. Это обстоятельство делает практически невозможным применение традиционных схем общей скрутки жил или наложения проволочных элементов.

Поэтому, для изготовления кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена применен принцип вращения самого кабеля вокруг собственной оси с помощью вращающихся (вокруг этой же оси со скоростью  $\omega_1$ ) тягового, отдающего и приемного устройства одновременно в одну сторону.

Этот принцип был использован при разработке схемы наложения проволочного экрана и общей скрутки изолированных жил или скрутки жил большого сечения (более 1000 кв.мм), состоящих из пяти предварительно скрученных и уплотненных секторных жил кабелей 6...330 кВ.

При наложении проволочного экрана схема скрутки работает так. Сердечник кабеля сходит с датчика и проходит сквозь обмотчик для наложения методом обмотки полупроводящего водоблокирующего полотна. Проволоки, из которых состоит экран, сходят из неподвижных катушек, число которых может достигать 96 штук. Скрутка экрана происходит в калибре за счет вращения сердечника кабеля вокруг собственной оси, что обеспечивается вращением отдающего устройства, приемного устройства и тягового устройства с угловой скоростью  $\omega_1$ . На экран из медных проволок в соответствии с разработанными техническими условиями Украины на такие кабели накладываются 2 медные ленты в противоположную наложению проволок сторону.

При общей скрутке жил с неподвижных отдающих устройств сходят 5 жил и скручиваются в калибре за счет вращения тягового устройства и приемного устройства с угловой скоростью  $\omega_1$  вокруг оси кабеля. Кроме того, отдающие устройства могут вращаться в сторону, противоположную направлению общей скрутки и, тем самым, – обеспечивать открутку крутых жил. При общей скрутке жил большого сечения из пяти секторов, последние уже уложены на барабан с подкруткой и их открутка не производится.

Применение принципа скрутки за счет вращения самого кабеля вокруг собственной оси позволяет принципиально решить задачи разработки технологических схем наложения проволочного экрана, брони, проводящих и полупроводящих лент в экране для диаметров кабеля 70 мм и более при диаметрах бара-

бана приемного устройства до 3,6 м и общей высоте крутильной машины практически определяемой только этим габаритом. Реализовать такую технологическую схему при использовании традиционных схем скрутки с вращающимися клетями, например, при количестве отдающих катушек равном 96 (как это необходимо при наложении экрана) было бы практически невозможно. Следует отметить, что получение коэффициента заполнения сечения жилы металлом 0,75 и выше невозможно получить для круглых жил без их уплотнения.

Описанные выше схемы позволяют получать общий коэффициент заполнения не менее 0,85 даже для составных жил, скрученных из пяти предварительно уплотненных секторных жил. Это позволяет технологически решить вопросы изготовления жил крупных сечений (до 2000 кв.мм) для кабелей на напряжение до 330 кВ.

Применение этих принципов позволило разработать и реализовать впервые в СНГ и Украине промышленный выпуск кабелей с изоляцией из теплостойкого сшитого полиэтилена на напряжение 6...330 кВ [3].

Параллельно с выпуском силовых кабелей были проведены необходимые исследования, разработаны конструкции и налажен выпуск современных волоконно-оптических кабелей. В них может использоваться до 12 оптических модулей по 12 оптических волокон в каждом, что соответствует лучшим мировым достижениям в этой области техники.

#### 4. ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Контроль качества готовой продукции (приемодаточные испытания) включают в себя, прежде всего, проверку всех строительных длин переменным напряжением, для кабелей до 110 кВ – контроль уровня частичных разрядов (ЧР), а для кабелей напряжением свыше 150 кВ – дополнительно измерение угла диэлектрических потерь в изоляции, который может сильно изменяться в зависимости от удельной проводимости материала полупроводящих пластмассовых экранов по жиле и по изоляции. Основные параметры и схемы испытательных установок с использованием принципа резонансного возбуждения колебательного контура приведены в [3]. Как показали исследования, собственный уровень шумов установок для контроля уровня ЧР не превосходит 1 пКл.

#### 5. РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ОБРАЗЦОВ ПРОВОДОВ

Необходимые исследования были проведены также по разработке современных обмоточных проводов для отечественного электромашиностроения и электроаппаратостроения. С использованием современных эмаль-лаков освоено производство базовых типов обмоточных эмаль-проводов марок ПЭЭИ1-180-МЭК, ПЭЭИ2-180-МЭК, ПЭЭИДХ1-200-МЭК, ПЭЭИДХ2-200-МЭК, ПЭУ1-155, ПЭУ2-155 с температурными индексами 155...200 градусов Цельсия. Их эмалевая изоляция изготавливается с использованием полиэфиримидных, полиамидимидных и модифицированных полиуретановых смол. На основе этих эмаль-проводов разработаны медные круглые обмоточные нагревостойкие провода с эмалево-стекловолоконистой изоляцией марок ПЭТСДКТ и ПЭТВСД с температурным индексом 180 и 155 градусов Цельсия соответственно.

Одним из важнейших и бурно развивающихся направлений является разработка самонесущих изолированных проводов на напряжение до 1 кВ марок СИП-1, СИП-2 с неизолированной несущей нулевой жилой, СИП-1А, СИП-2А с изолированной несущей жилой, а также СИП-4, СИП-5, СИП-5нг без несущей жилы. Сечение каждой жилы в трехфазном исполнении проводов может достигать 120 кв. мм, а их изоляция выполнена из силанольно сшитого полиэтилена.

Также разработаны конструкции и освоено производство защищенных проводов с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение до 35 кВ, а при необходимости и до 130 кВ включительно. Их использование в сетях с изолированной нейтралью позволяет существенно повысить надежность и безопасность электроснабжения.

#### ВЫВОДЫ

Предложенные технические решения, схемы и принципы построения современных электротехнологических комплексов позволило решить проблему промышленного выпуска в Украине современных силовых кабелей и проводов энергетического назначения напряжением до 330 кВ, соответствующих по своим показателям требованиям мировых стандартов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на винахід № 83826, Україна, МПК С 08L 83/04. Здатна до зшивання композиція/Василець Л.Г., Золотарьов В.М., Карпушенко В.П. та ін.; заявник та патентовласник ЗАТ завод "Південкабель", заявл. 01.11.2005, опубл. 26.08.2008, Бюл. № 16.
2. Бузько С.В. Метод допускового контролю переменных технологических профилей проводниковых кабельных изделий: Дис...канд.техн.наук. – Харьков, 2011.
3. Золотарев В.М. Электротехнологический комплекс для производства высоковольтных и сверхвысоковольтных кабелей с полимерной изоляцией: Дис.докт.техн.наук. – Харьков, 2010.

**Bibliography (transliterated):** 1. Patent na vinahid № 83826, Ukraïna, MPK S 08L 83/04. Zdatna do zshivannya kompoziciya/Vasilec' L.G., Zolotar'ov V.M., Karpushenko V.P. ta in.; zayavnik ta patentovlasnik ZAT zavod "Pivdenkabel", zayavl. 01.11.2005, opubl. 26.08.2008, Byul. № 16. 2. Buz'ko S.V. Metod dopuskovogo kontrolya peremennyh tehnologicheskikh profilej provodnikovoyh kabel'nyh izdelij: Dis...kand.tehn.nauk. - Har'kov, 2011. 3. Zolotarev V.M. `Elektrotehnologicheskij kompleks dlya proizvodstva vysokovol'tnyh i sverhvysokovol'tnyh kabelej s polimernoj izolyacij: Dis.dokt.tehn.nauk. - Har'kov, 2010.

Поступила 15.05.2013

*Золотарев Владимир Михайлович, д.т.н.,  
Карпушенко Василий Петрович, к.э.н.,  
Антонец Юрий Афанасьевич, к.т.н.,  
Науменко Алексей Антонович, к.т.н.*  
Публичное акционерное общество "Завод Южкабель",  
61099, Харьков, ул. Автогенная, 7  
тел.(057) 7545248  
e-mail: zavod@yuzhcable.com.ua

*Zolotarjov V.M., Karpushenko V.P., Antonets Y.A., Naumenko A.A.*  
**Research and development of state-of-the-art world-class cables and wires in "YUZH-CABLE" works public company.**  
The kernel and solutions to the problem of designing state-of-the-art domestic cables and wires meeting world standard requirements in "YUZH-CABLE Works" Public Company are presented.

**Key words – research, state-of-the-art cables and wires, world standard requirements.**