



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Международный конкурс
научных, научно-технических и инновационных разработок,
направленных на развитие топливно-энергетической и добывающей отрасли

ДИПЛОМ

ЛАУРЕАТА КОНКУРСА

ПРИСУЖДЕН

ЗАО «МОСКАБЕЛЬМЕТ»

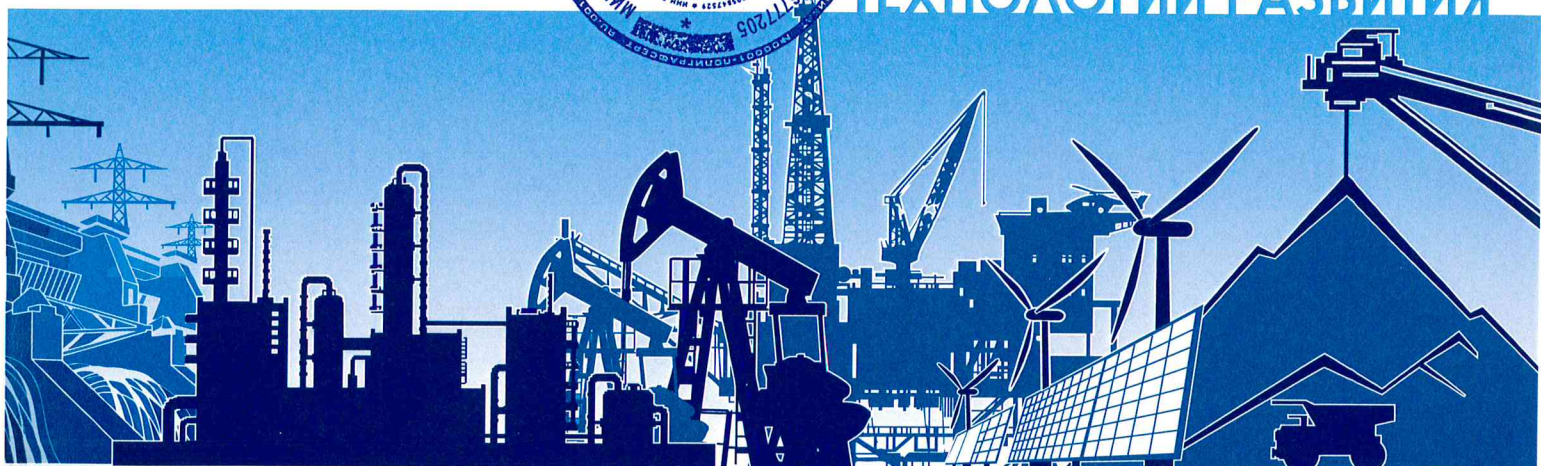
ЗА ВКЛАД В ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Министр энергетики
Российской Федерации



А.В. Новак

ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ



Москва 2018



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Международный конкурс
научных, научно-технических и инновационных разработок,
направленных на развитие топливно-энергетической и добывающей отрасли

ДИПЛОМ

ЛАУРЕАТА ВТОРОЙ ПРЕМИИ КОНКУРСА

ПРИСУЖДЕН

ЗАО «МОСКАБЕЛЬМЕТ»

ЗА РАБОТУ

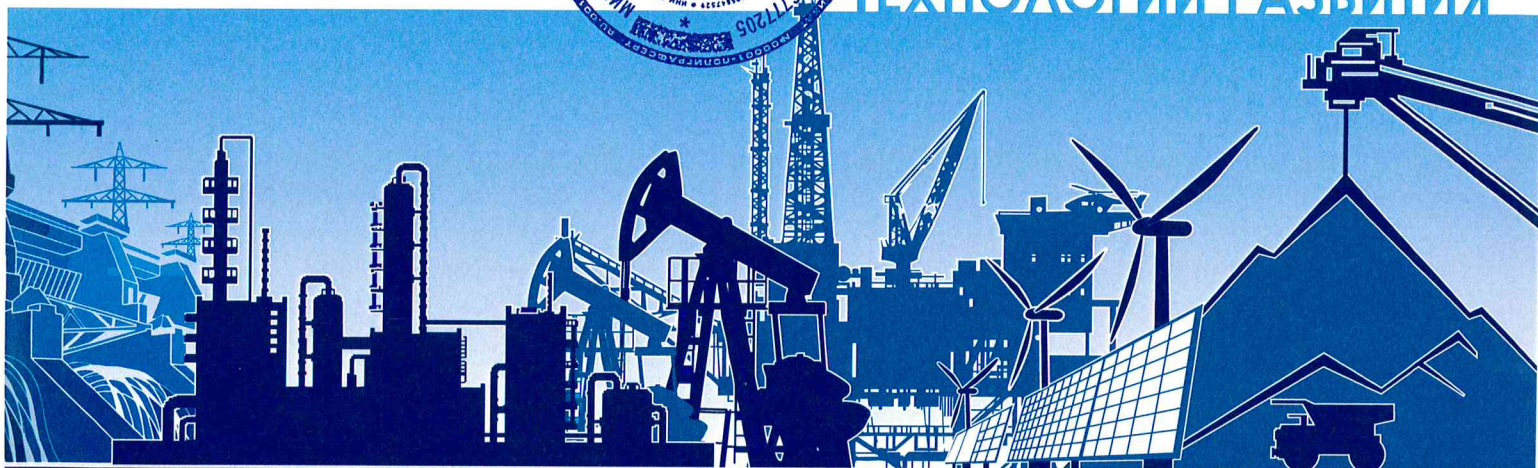
«КАБЕЛЬ СИЛОВОЙ С УВЕЛИЧЕННОЙ ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ
НАГРЕВА ТОКОПРОВОДЯЩИХ ЖИЛ»

Министр энергетики
Российской Федерации



А.В. Новак

ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ



Москва 2018



при поддержке
Министерства энергетики Российской Федерации

**СБОРНИК
РАБОТ ЛАУРЕАТОВ МЕЖДУНАРОДНОГО КОНКУРСА
НАУЧНЫХ, НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ И ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК,
НАПРАВЛЕННЫХ НА РАЗВИТИЕ
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ**

2018



Москва 2018

КАБЕЛЬ СИЛОВОЙ С УВЕЛИЧЕННОЙ ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ НАГРЕВА ТОКОПРОВОДЯЩИХ ЖИЛ

Авторский коллектив ЗАО «Москабельмет»:

Моряков Павел Валерьевич, кандидат технических наук, Генеральный директор;

Портнов Михаил Константинович, Директор по развитию и организации управления;

Голынина Наталья Геннадьевна, Референт директора по развитию технологии кабельно-проводниковой продукции

Группа компаний «Москабельмет» – один из лидеров российского рынка кабельно-проводниковой продукции. Закрытое акционерное общество «Москабельмет» является головной организацией и выполняет функцию корпоративного управления. История предприятия «Москабельмет» началась в 1895 году – именно тогда инженер-технолог Михаил Подобедов основал первый кабельный завод в Москве, а в 2017 году компания отметила свое 122-летие. Группа компаний «Москабельмет» осуществляет полный производственный цикл от изготовления медной катанки до производства кабельно-проводниковых изделий и представляет широкую номенклатуру продукции, включающую более 50 000 наименований. Изделия компании реализуются во многих приоритетных отраслях на территории России и стран СНГ. Долгосрочные отношения компании «Москабельмет» с такими стратегическими партнерами как Министерство обороны РФ, Росатом, Метрополитен, российскими лидерами нефтяной, энергетической, газовой, горно-металлургической отраслей, атомными станциями и ведущими трансформаторными заводами подтверждает надежность и высокое качество выпускаемой продукции.

Исходя из собственных ресурсов производства и возможностей технической базы, ГК «Москабельмет» регулярно расширяет номенклатурный ряд изделий и внедряет новые конструкции. Ежегодно разрабатываются новые марки кабельно-проводниковой продукции, среди которых более 40 запатентованных конструкций.

Заявленная работа относится к кабельной технике, а именно, к конструкциям силовых кабелей с термостойкой изоляцией, предназначенных для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках при переменном напряжении от 6 кВ до 20 кВ и частотой до 50 Гц, для прокладки в земле и воздухе, в частности, в пожароопасных производственных помещениях, оснащенных компьютерной и микропроцессорной техникой, в жилых и общественных зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей (метрополитен).

Тенденции развития кабельных энергораспределительных сетей среднего напряжения в течение последних десятилетий направлены на внедрение кабелей с полимерной экструдированной изоляцией (сшитый полиэтилен) и замену ими кабелей с бумажной пропитанной изоляцией. В настоящее время в промышленно развитых странах мира практически 100% рынка силовых кабелей занимают кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Переход от кабелей с бумажной пропитанной изоляцией (БПИ) к кабелям с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ), связан со всё возрастающими требованиями эксплуатирующих организаций к техническим параметрам кабелей. Однако такой переход вызван тем, что конструкция кабелей с БПИ уже давно не претерпевала существенных изменений.

Данная работа заключалась в разработке конструкции кабеля силового с БПИ, удовлетворяющей современным требованиям, соответствующей уровню кабелей с твердой полимерной изоляцией из сшитого полиэтилена за счёт увеличения длительно допустимых токовых нагрузок, токов короткого замыкания и

обеспечения монтажа кабеля без ограничения уровня прокладки при температуре окружающей среды до минус 15°C, но при этом сохраняющей ряд существенных преимуществ кабелей с изоляцией БПИ, таких как:

- возможность эксплуатации в сложных условиях: во взрывоопасных зонах, на автомобильных эстакадах, мостах, в помещениях с высокой температурой и влажностью.

- прокладка на круто наклонных и вертикальных трассах, благодаря пропитке, исключающей перемещение состава в продольном и поперечном направлении в кабеле.

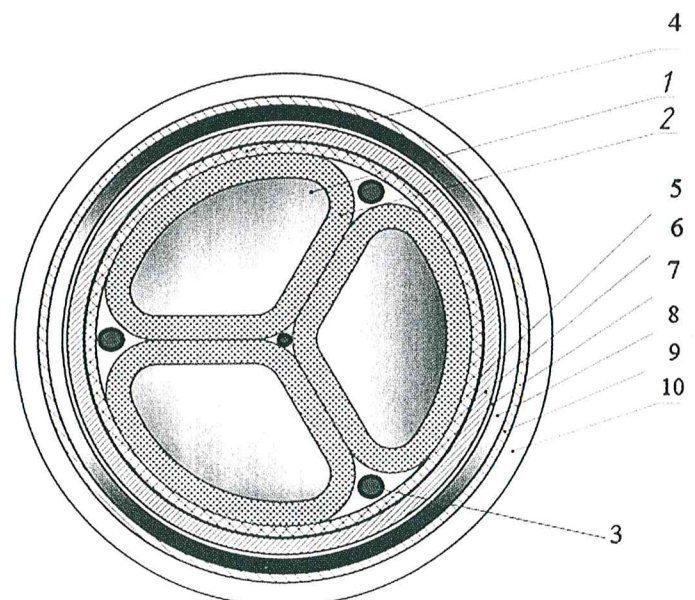
- оптимальные геометрические параметры 3-х жильных конструкций за счёт секторной формы токопроводящих жил. Кабели с термостойкой изоляцией имеют меньший диаметр и большую строительную длину, чем кабель того же сечения с круглыми жилами с полимерной изоляцией.

- защита кабеля от повреждений при прокладке или эксплуатации за счёт наличия в конструкции металлической оболочки и брони из стальных лент.

- «эффект самозалечивания» места повреждения. Электрический пробой изоляции при однофазных замыканиях на землю (ОЗЗ) самоликвидируется и электрическая прочность изоляции в месте горения дуги восстанавливается, что обусловлено спецификой диэлектрической среды;

- низкая себестоимость в сравнении с кабелем с СПЭ.

- импортозамещение силовых кабелей в сетях среднего напряжения (применение отечественных материалов в конструкции кабеля позволяет исключить зависимость от импортных поставок в отличие от кабелей с изоляцией из СПЭ).



Поставленная задача была достигнута благодаря использованию в конструкции кабеля силового с увеличенной длительно допустимой температурой нагрева токопроводящих жил современных материалов, таких как термостойкая изоляционная кабельная бумага с температурой нагревостойкости не менее 90°C, нестекающий пропиточный состав повышенной вязкости не менее 30 cst (сантистокс) при температуре 120°C и температурой каплепадения не менее 108°C.

Выше приведен чертеж, на котором показан кабель силовой с увеличенной длительно допустимой температурой нагрева токопроводящих жил, не распространяющий горение, пониженной пожароопасности в разрезе в трехжильном исполнении.

Как показано на рисунке, кабель силовой с увеличенной длительно допустимой температурой нагрева токопроводящих жил, не распространяющий горение, пониженной пожароопасности, содержит три основные токопроводящие жилы (1), изолированные термостойкой изоляционной кабельной бумагой (2) с температурой нагревостойкости не менее 90°C, пропитанной нестекающим составом повышенной вязкости не менее 30 cst (сантистокс) при температуре 120°C и температурой каплепадения не менее 108°C, с заполнением промежутков между скрученными между собой жилами жгутами термостойкой изоляционной кабельной бумагой (3), по сердечнику из скрученных жил наложена поясная изоляция из термостойкой изоляционной кабельной бумаги с температурой нагревостойкости не менее 90°C (4), поверх поясной изоляции наложен полупроводящий экран из ленты электропроводящей кабельной бумаги с перекрытием (5), поверх полупроводящего экрана наложена свинцовая оболочка (6), поверх которой расположен слой из термически стойких лент (7), поверх слоя из термически стойких лент наложена выпрессованная подушка под броню (8), поверх подушки наложена броня (9) выполненная из 2-х стальных оцинкованных лент и наружная оболочка (10).

В таблице 1 представлены технические характеристики кабеля силового с увеличенной длительно допустимой температурой нагрева токопроводящих жил.

Наименование параметра	Нормативное значение параметра		
	6 кВ	10 кВ	20 кВ
Длительно допустимая температура нагрева жилы, °C	90	90	90
Допустимая температура нагрева жилы в аварийном режиме, °C	105	105	105
Максимально допустимая температура жил при коротком замыкании, °C	250	250	250

В таблице 2 представлены сравнительные характеристики кабеля силового с увеличенной длительно допустимой температурой нагрева токопроводящих жил (ТПЖ) и кабелей с СПЭ изоляцией.

Сравнение характеристик кабелей ТЭВОКС* с увеличенной длительно допустимой температурой нагрева ТПЖ (1) и кабелей с изоляцией из СПЭ (2)								
Параметры	1x185-10 кВ		1x240-10 кВ		1x185-20 кВ		1x240-20 кВ	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Наружный диаметр, мм	31.3	36.5	34.1	39.0	35.8	39.7	38.3	42.2
Вес 1 км кабеля, кг	1336	1400	1599	1620	1668	1640	1947	1870
Сечение медного экрана, мм ²		25		25		25		25
Сечение металлической оболочки в пересчете на медный экран, мм ²	99.2		108		114		128	
Длительно допустимая температура нагрева жил, °C	90	90	90	90	90	90	90	90
Максимально допустимая температура нагрева жил при токе КЗ, °C	250	250	250	250	250	250	250	250
Длительно допустимая токовая нагрузка при прокладке в земле, А	360	363	416	422	356	365	409	422
Допустимый ток односекундного КЗ, кА	17.5	17.5	22.7	22.7	17.5	17.5	22.7	22.7
Минимальный радиус изгиба, мм	563	548	614	585	644	596	689	633
ЦЕНА С НДС, тыс. руб/км	388,8	432,0	524,7	583,0				

*зарегистрированный товарный знак для индивидуализации представленных в работе кабелей (1)

Анализ таблицы позволяет сделать вывод, что основные эксплуатационные параметры кабеля с увеличенной длительно допустимой температурой нагрева токопроводящих жил не уступают параметрам кабеля с изоляцией СПЭ, причем стоимость кабеля с термостойкой изоляцией ниже стоимости кабелей с изоляцией СПЭ на 5-10 %.

Разработка инновационной конструкции кабеля с увеличенной длительно допустимой температурой нагрева токопроводящих жил стала следствием необходимости замены большого количества кабельных сетей в московском и петербургском метрополитенах, износ которых на сегодня составляет более 60%. Также известно, что годовая стоимость потерь активной мощности при использовании несоответствующих для данных сетей кабелей достигает более 100 тысяч рублей с каждого километра линии, что сопряжено в дальнейшем с дополнительными затратами как на ремонт, так и на генерацию дополнительного компенсирующего трафика энергии.

Статистика показывает, что использование кабельных линий с бумажной пропитанной изоляцией (БПИ) на протяжении 20 лет или больше приводит к значительно меньшему количеству аварий, чем кабелей со шитым полиэтиленом, имеющим гарантийный срок эксплуатации менее 8-ми лет.

Новое техническое решение востребовано как энергетиками России, так и стран ближнего зарубежья, такими как Республика Беларусь, Казахстан, Азербайджан и т.д. В отличие от зарубежных аналогов, конструкция нового кабеля спроектирована таким образом, что соответствует существующим энергетическим сетям России и постсоветского пространства, которые эксплуатируются в режиме с изолированной (компенсированной) нейтралью.

Описанный в настоящей работе кабель с увеличенной длительно допустимой температурой нагрева токопроводящих жил выпускается под товарным знаком ТЭВОКС (свидетельство № 646965, правообладатель: Закрытое акционерное общество «Москабельмет»).

Конструкции кабелей с увеличенной длительно допустимой температурой нагрева ТПЖ запатентованы в Федеральном институте интеллектуальной собственности (патенты на полезные модели №170263, №172840).