

Г.И. Мещанов, д-р техн. наук,
президент Ассоциации «Электрокабель»



СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА КАБЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ СРЕДНЕГО И ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АССОЦИАЦИИ «ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ»

Кабели и провода энергетического назначения являются важнейшей группой кабельных изделий. В структуре выпуска кабельной продукции с металлическими токопроводящими жилами на российских предприятиях Ассоциации «Электрокабель» их удельный вес составляет около 75 %, и эта доля остается достаточно стабильной на протяжении ряда лет (табл. 1).

Состояние производства кабелей и проводов энергетического назначения фактически определяет место предприятия на отечественном и мировом кабельном рынке, поэтому все ведущие кабельные заводы Ассоциации «Электрокабель»

уделяли и продолжают уделять особое внимание развитию этого сектора производства.

Структура выпуска кабелей и проводов энергетического назначения по классификации, принятой в Ассоциации, приведена в табл. 2. Объемы их производства определяются прежде всего инвестиционным климатом в экономике. Резкое уменьшение инвестиций в 2009 г. привело к обвальному падению объемов производства всех видов кабелей и проводов энергетического назначения. В 2010–2012 гг. по мере улучшения положения дел в строительстве происходило постепенное восстановление их производства.

Таблица 1

Структура производства кабельной продукции на российских предприятиях Ассоциации «Электрокабель»

Группы кабельной продукции	Удельный вес в общем объеме производства, %			
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Кабельные изделия по весу меди, всего	100	100	100	100
в том числе:				
▪ кабели и провода энергетического назначения	75,7	71,9	74,3	75,6
▪ провода и кабели, комплектующие для машин, оборудования и приборов	19,9	22,1	19,0	17,5
▪ кабели и провода для транспорта	2,4	4,1	5,0	5,1
▪ шнуры, провода и кабели связи	2,0	1,9	1,8	1,8

Таблица 2

Динамика производства основных групп кабелей и проводов энергетического назначения на предприятиях Ассоциации «Электрокабель»

Основные группы	Объемы и темпы роста производства						
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	I полугод. 2013 г.
Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи:							
▪ объем производства, тыс. т	81,1	80,1	76,6	79,8	107,3	105,4	44,3
▪ изменения к предыдущему году, %		-1	-4	+4	+34,5	-1,8	-10
Провода самонесущие изолированные для воздушных линий электропередачи (СИП):							
▪ объем производства, тыс. км	61,9	83,1	80,4	110,8	146,3	166,8	77,1
▪ изменения к предыдущему году, %		+34	-3	+38	+32	+14	+8
Кабели на напряжение до 1 кВ:							
▪ объем производства, тыс. км	498,1	475,2	408,0	399,3	302,5	341,0	137,0
▪ изменения к предыдущему году, %		-5	-14	-2	-24,2	+12,7	-1
Силовые кабели на напряжение 1 кВ:							
▪ объем производства, тыс. км	58,9	60,1	41,9	55,8	60,7	62,4	28,8
▪ изменения к предыдущему году, %		+2	-30,3	+33,2	+8,8	+2,8	+13
Силовые кабели на напряжение свыше 1 кВ:							
▪ объем производства, тыс. км	48,0	42,2	23,0	36,4	40,0	47,2	20,9
▪ изменения к предыдущему году, %		-12	-45	+58	+9,9	+18	+18
Кабели контрольные:							
▪ объем производства, тыс. км	91,9	87,5	63,0	68,0	85,4	76,5	27,0
▪ изменения к предыдущему году, %		-5	-28	+8	+25,6	-10,4	-19

Таблица 3

Сравнение материалоемкости трехжильных кабелей различного исполнения

Масса и размеры кабелей и элементов их конструкции	АПВП 3х(1х240/35-10)	АПВП 3х240/35-10		АСБл 3х240-10		
	Многопроволочные круглые жилы	Многопроволочные круглые жилы	Однопроволочные секторные жилы	Многопроволочные секторные жилы	Однопроволочные секторные жилы	Многопроволочные секторные жилы
Масса токопроводящей жилы, кг/км	1981	1981	1958	1981	1958	1981
Масса изоляции и экранов, кг/км	1051	1051	1116	1189	1125	1304
Масса заполнения, кг/км	—	1578	324	347	—	—
Масса медного экрана, кг/км	988	385	326	361	—	—
Масса наружной оболочки и защитного покрытия, кг/км	768	595	432	494	4884	6035
Масса кабеля, кг/км	4788	5794	4338	4547	7966	9321
Наружный диаметр кабеля, мм	77,6	71	55,9	59,7	59,5	64

К концу 2012 г. объем выпуска кабелей силовых на напряжение 1 кВ и выше достиг докризисного уровня; объем выпуска проводов для линий электропередачи, особенно самонесущих изолированных, значительно превысил этот уровень, и только в группах кабелей силовых низковольтных и контрольных восстановление производства идет замедленными темпами.

Разумеется, объем производства кабелей и проводов энергетического назначения зависит не только от спроса, но и от готовности кабельной промышленности удовлетворить потребность предприятий энергетики и других отраслей экономики в современных высокоэффективных видах этих изделий.

Рассмотрим положение дел в этой области на примере наиболее технологически сложной, трудоемкой и материалоемкой группы – группы кабелей среднего и высокого напряжения. Сегодня практически во всех развитых и большинстве развивающихся стран (Китай, Индия) использование кабелей с бумажной пропитанной изоляцией прекращено и завершён переход на кабели с изоляцией из композиций на основе сшитого полиэтилена (СПЭ). Преимущества этих кабелей уже давно не подвергаются сомнению: повышенная рабочая температура и, соответственно, увеличенная

пропускная способность, меньшая повреждаемость при эксплуатации, уменьшенная масса. В качестве примера в табл. 3 приведены сравнительные данные по материалоемкости кабелей различных конструкций с бумажной пропитанной изоляцией и с изоляцией из СПЭ.

В России процесс перехода на кабели с изоляцией из СПЭ идет значительно медленнее, чем в странах дальнего зарубежья. Остановимся более подробно на ситуации с кабелями среднего и высокого напряжения.

Кабели среднего напряжения

Динамика развития производства кабелей среднего напряжения (6–35 кВ) в сравнении с аналогичными кабелями с бумажной пропитанной изоляцией за последние годы приведена в табл. 4.

Следует отметить, что впервые за последние годы темп роста объемов производства кабелей с изоляцией из СПЭ превысил темп роста объемов производства кабелей с бумажной пропитанной изоляцией. В дальнейшем замена кабелей с бумажной пропитанной изоляцией должна существенно ускориться, поскольку большинство крупных

Таблица 4

Динамика производства кабелей на напряжение 6–35 кВ

Тип кабелей	Выпуск по годам (в трехжильном исполнении)		
	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Кабели на напряжение 6–35 кВ			
Объем выпуска, тыс. км	23,7	26,1	29,2
Изменение к предыдущему году, %		+10,1	+11,9
в том числе:			
• кабели с пропитанной бумажной изоляцией:			
– объем выпуска, тыс. км	15,2	15,9	17,2
– изменение к предыдущему году, %		+4,6	+8,2
• кабели с изоляцией из СПЭ:			
– объем выпуска, тыс. км	8,5	10,2	12,0
– изменение к предыдущему году, %		+20,0	+17,6
Доля кабелей с изоляцией из СПЭ в общем объеме выпуска кабелей среднего напряжения, %	35,8	39,1	41,1

отечественных проектов в энергетике и промышленности уже сегодня комплектуются кабелями с изоляцией из СПЭ. Эта тенденция наиболее характерна для энергетики Москвы и Московской области. При этом стратегия развития электросетевого комплекса московского региона в целом предусматривает значительное расширение использования кабелей с изоляцией из СПЭ на напряжение 20 кВ.

Первые работы по созданию кабелей среднего напряжения с изоляцией из СПЭ были начаты в Ассоциации «Электрокабель» еще в 90-х годах прошлого века. В начале 2000-х годов разрабатывались первые конструкции этих кабелей и отработывалась технология их изготовления. В 2002–2003 гг. на заводах Ассоциации были запущены первые линии силановой сшивки полиэтиленовой изоляции для изготовления кабелей на напряжение 6–10 кВ и линии газовой вулканизации для кабелей на напряжение 10–35 кВ. В 2004 г. были разработаны первые отраслевые технические условия на основе стандартов МЭК и CENELEC. Появился реальный спрос на кабели со стороны энергетических компаний, и началось освоение их промышленного производства. Накопленный опыт позволил в 2012–2013 гг. выпустить национальный стандарт ГОСТ Р 55025-2012 «Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение от 6 до 35 кВ включительно. Общие технические условия» и ряд технических условий на отдельные марки кабелей, соответствующих этому стандарту. Это обеспечило возможность производства на предприятиях Ассоциации широкой гаммы кабелей среднего напряжения с изоляцией из СПЭ, соответствующих современному мировому уровню.

В период с 2002 по 2013 г. на заводах Ассоциации активно создавались производственные мощности для изготовления кабелей среднего напряжения. Сегодня на предприятиях России, Украины и Белоруссии введены в эксплуатацию 26 линий, в том числе 4 линии силановой технологии для кабелей на напряжение 6–10 кВ и 22 линии пероксидной технологии (наклонные линии газовой вулканизации или НЛГВ). На части действующих НЛГВ можно изготавливать кабели как среднего, так и высокого напряжения: на 13 линиях можно выпускать кабели на напряжение 10–35 кВ, на 2 линиях – кабели на напряжение 10–110 кВ; на 1 линии – кабели на напряжение 10–220 кВ и на 6 линиях – кабели на напряжение 10–330 кВ. В результате мы имеем сегодня производственные мощности по выпуску кабелей на напряжение 6–35 кВ, показанные в табл. 5.

Сравнивая данные табл. 4 и 5, можно видеть, что созданные производственные мощности по кабелям среднего напряжения в 2,5 раза превышают фактическую потребность 2012 г. Это позволяет сделать следующие выводы:

- кабельная промышленность полностью готова к любому реальному росту использования энергетическими компаниями кабелей среднего напряжения с изоляцией из СПЭ;
- дальнейшее наращивание производственных мощностей неизбежно приведет к уменьшению их загрузки и снижению эффективности производства;
- предприятиям Ассоциации необходимо активизировать работу по расширению присутствия на внешних рынках.

Кабели высокого напряжения

Работы по кабелям высокого напряжения (110 кВ и выше) с изоляцией из СПЭ были начаты в Советском Союзе значительно раньше, чем по кабелям среднего напряжения. Еще в 1984 г. на Опытном заводе ВНИИКП была запущена линия пероксидной сшивки в среде нейтральной жидкости под высоким давлением для производства кабелей на напряжение 110 кВ. В период с 1984 по 1995 г. было изготовлено 650 км кабелей с алюминиевой жилой сечением 350 и 500 мм².

В 90-е годы работы по кабелям высокого напряжения с изоляцией из СПЭ были практически свернуты и возобновились после 2000 г.

К настоящему времени разработаны технические условия ТУ 16-705.495–2006 на кабели напряжением 64/110 кВ и ТУ 3530-405-00217053–2009 на кабели напряжением 127/220 кВ. Выпущены соответствующие международным нормам государственные стандарты ГОСТ Р МЭК 60840–2011 «Кабели силовые с экструдированной изоляцией и арматура к ним на номинальные напряжения свыше 30 кВ до 150 кВ» и ГОСТ Р МЭК 62067–2011 «Кабели силовые с экструдированной изоляцией и арматура к ним на номинальные напряжения свыше 150 кВ до 500 кВ».

На 9 предприятиях России, Украины и Белоруссии введены в действие НЛГВ, позволяющие выпускать кабели высокого напряжения с изоляцией из СПЭ, в том числе 6 универсальных линий для кабелей на напряжение до 330 кВ с токопроводящими жилами сечением до 2500 мм².

Суммарные расчетные производственные мощности по выпуску кабелей высокого напряжения на этих линиях составляют:

- по кабелям на напряжение 110 кВ (9 линий; среднее расчетное сечение кабеля 800 мм²) – 2600 км/год;
- по кабелям на напряжение 220 кВ (6 линий; среднее расчетное сечение кабеля 1200 мм²) – 780 км/год;
- по кабелям на напряжение 330 кВ (6 линий; среднее расчетное сечение кабеля 2200 мм²) – 540 км/год.

Большинство предприятий провело все необходимые процедуры и получило аттестацию на право поставки

Таблица 5

Производственные мощности по выпуску кабелей на напряжение 6–35 кВ

Тип линии	Количество линий	Расчетная мощность, км/год
Специализированные линии для производства кабелей среднего напряжения:		
▪ линии силановой технологии	4	12000
▪ НЛГВ	13	58700
Линии для производства кабелей среднего и высокого напряжения:		
▪ НЛГВ для кабелей на напряжение 10–110 кВ	2	4000
▪ НЛГВ для кабелей на напряжение 10–220 кВ	1	1800
▪ НЛГВ для кабелей на напряжение 10–330 кВ	6	13500
Суммарная производственная мощность:		
▪ в расчете на одножильный кабель		90000
▪ в расчете на 3-х жильный кабель		30000
Примечание. Расчетная мощность определялась для типового представителя – одножильного кабеля на напряжение 10 кВ сечением 240 мм ² .		

кабелей на напряжение 110 кВ для сетей ФСК и МРСК; на некоторых предприятиях аттестовано и производство кабелей на напряжение 220 кВ. Прошедшие в последние годы тендеры показали, что отечественные производители кабелей высокого напряжения с изоляцией из СПЭ вполне конкурентоспособны по сравнению с зарубежными поставщиками, в том числе и по ценовым показателям. Но, несмотря на это, заказов на поставку этих кабелей чрезвычайно мало, в результате загрузка мощностей по их выпуску еще ниже, чем по кабелям среднего напряжения.

Всего за 2010–2012 гг. было выпущено:

- кабеля на напряжение 110 кВ – 1849 км, в том числе в 2012 г. – 837 км;
- кабеля на напряжение 220 кВ – 73,4 км, в том числе в 2012 г. – 70,8 км;
- кабеля на напряжение 330 кВ – 11,1 км, в том числе в 2012 г. – 0,85 км.

В 2013 г. ожидается выпуск кабеля на напряжение 110 кВ в количестве около 1000 км; заказы на кабели на напряжение 220 и 330 кВ отсутствуют. В то же время только в Московском регионе за 2011–2012 гг. проложено 567 км кабеля на напряжение 220 кВ. В 2013 г. запланирована прокладка еще 249,9 км, а в 2014 г. – 327,6 км этого кабеля. Таким образом, несмотря на имеющиеся возможности отечественного производства, подавляющая часть кабеля на напряжение выше 110 кВ продолжает закупаться по импорту.

Перед Ассоциацией «Электрокабель» и предприятиями, входящими в ее состав, стоит задача изменить создавшуюся ситуацию, обеспечив вытеснение зарубежных поставщиков с отечественного рынка кабелей высокого напряжения и способствуя тем самым реализации программы импортозамещения, о которой много говорят на всех уровнях, включая руководство страны.

Еще одной проблемой, препятствующей сбалансированному развитию производства кабелей высокого напряжения, является отсутствие достоверной информации о планах прокладки кабельных линий даже на ближайшую перспективу. Наши неоднократные попытки получить эту информацию от энергетических компаний по официальному запросу Ассоциации «Электрокабель» не увенчались успехом. Исключение составляет информация, полученная

от энергетиков Московского региона, некоторые данные из которой приведены выше.

По экспертной оценке специалистов ОАО «ВНИИКП», доля московского региона на отечественном рынке потребления кабелей высокого напряжения составляет по кабелям на напряжение 110 кВ около 25–30 %, а по кабелям на напряжение 220 кВ – не менее 50 %. Таким образом, можно ожидать, что в 2014 г. потребность составит 700–800 км кабелей на напряжение 110 кВ и не менее 600 км кабелей на напряжение 220 кВ.

Что касается кабелей на напряжение 330 и 500 кВ, то информация о планах их применения энергетическими компаниями как на ближайшую, так и на долгосрочную перспективу, в Ассоциации отсутствуют. Однако считаю целесообразным в порядке подготовки производства кабелей на напряжение 500 кВ проведение опытно-конструкторских и технологических работ на одном–двух заводах, располагающих наиболее приспособленными по своим технологическим возможностям НЛГВ.

Подводя итоги, можно сделать следующие выводы:

1. За последние 10 лет предприятия Ассоциации «Электрокабель» произвели значительные инвестиции в развитие производства силовых кабелей среднего и высокого напряжения с изоляцией из СПЭ.
2. Доля кабелей с изоляцией из СПЭ в общем объеме выпуска кабелей среднего напряжения постепенно увеличилась с 22 % в 2008 г. до 41 % в 2012 г.
3. Созданные на сегодня производственные мощности по кабелям среднего напряжения с изоляцией из СПЭ в 2,5 раза превышают объем потребления 2012 года, а по кабелям высокого напряжения – значительно больше.
4. Предприятия Ассоциации «Электрокабель» заняли большую часть рынка кабелей на напряжение 110 кВ и тем самым значительно продвинулись в решении вопроса импортозамещения; в то же время в секторе кабелей на напряжение 220 кВ продолжают доминировать импортные поставки.

ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ «КАБЕЛИ И ПРОВОДА» МОЖНО В РЕДАКЦИИ

**Стоимость подписки на I полугодие 2014 года
(3 номера), в рублях с учетом НДС:**

для членов Ассоциации «Электрокабель» – 1275 руб.,
для учебных заведений и студентов – 480 руб.,
для остальных подписчиков России и стран СНГ – 1380 руб.,
для подписчиков других зарубежных стран – 33 у.е.

**По вопросам подписки обращайтесь
к Алле Евгеньевне Тимофеевой: (495) 918–1627**

Копию платежного поручения с отметкой банка об исполнении для юридических лиц или квитанцию почтового перевода для физических лиц вышлите, пожалуйста, по адресу:
ООО «Журнал «Кабели и Провода», Россия, 111024, Москва,
шоссе Энтузиастов, дом 5, офис 1202. E-mail: kp@vniikp.ru

Реквизиты для оплаты в рублях:

ИНН 7722159427;
КПП 772201001;
ОКОНХ 87100
р/с: 40702810238120102932
в Московском банке
«Сбербанк России ОАО», г. Москва,
к/с: 30101810400000000225
БИК 044525225; ОКПО 18711078

Подписной индекс в каталогах агентств
«Роспечать» и «Урал-Пресс» – **79943**

И.Б. Пешков, д-р техн. наук, профессор,
президент Международной Ассоциации «Интеркабель»

Подводные кабели: современное состояние и тенденции развития. Обзор

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ

История подводных кабелей началась в первой половине XIX века [1–3]. Первый силовой подводный кабель с изоляцией из натурального каучука был проложен в Германии в 1811 г. [1]. Первый кабель связи – тогда телеграфный – был проложен в 1840 г. [2]. Этот кабель имел изоляцию из гуттаперчи, представляющей собой тягучую каучукообразную массу высушенного сока гуттаперчевого дерева, и уже через несколько недель эксплуатации вышел из строя. Однако работы в области подводных кабелей продолжались. В 1850–1851 гг. были проложены телефонные кабели через Ла-Манш, а в 1858 г. проложен первый трансатлантический подводный телеграфный кабель. В 1866 г. проложен второй трансатлантический кабель такого же типа. Прогрессу в области кабельной техники в целом, в том числе и в области подводных кабелей, в огромной степени способствовало открытие в 1837 г. Гудьиром явления вулканизации резины, заключающегося в сшивании поперечными связями в единую пространственную сетку молекул каучука. Важное значение имела также предложенная в 1850 г. броня из стальных круглых проволок, спирально накладываемых на кабель в виде сплошного повива. Поэтому после целого ряда попыток и прокладки нескольких коротких подводных линий в 1921 г. был проложен первый, к этому времени уже телефонный кабель между Флоридой и Кубой с двухслойной изоляцией: первый слой – гуттаперча, второй – резина. Только в 1950 г. были проложены подводные кабели с изоляцией из полиэтилена и резины на основе бутилкаучука. Затем развитие получили силовые подводные кабели постоянного тока с масляно-бумажной изоляцией (БПИ). Здесь необходимо выделить кабель на постоянное напряжение 100 кВ между островом Готланд и Швецией (1954 г.). Передаваемая мощность составила 20 МВт, а затем производилась прокладка дополнительных линий, по которым передавались все более увеличивающиеся мощности.

Следующий ключевой момент в развитии кабельной техники – разработка сшитого полиэтилена (СПЭ). Способ сшивания полиэтилена с помощью пероксидов был открыт Т. Энгелем в 1968 г. На основе этого способа была разработана технология промышленного производства полиэтиленовых труб из нового материала. Очень скоро технология сшивания полиэтилена была использована в кабельной технике для получения изоляции силовых кабелей переменного напряжения. Переход к использованию СПЭ для изоляции силовых кабелей постоянного тока занял длительный период времени в связи с возникшими техническими трудностями. После целого ряда опытных и исследовательских работ в 2000–2007 гг. был проложен подводный силовой кабель

постоянного тока с изоляцией из СПЭ между Норвегией и Голландией. Это – самый длинный подводный силовой кабель. Длина кабельной линии на напряжение 123 кВ и передаваемую мощность 700 МВт составляет 580 км. В это же время появляются силовые подводные кабели переменного тока с изоляцией из СПЭ, предназначенные для соединения береговой зоны с офшорными платформами, на которых добываются нефть и газ, а чуть позднее с офшорными ветропарками для производства электроэнергии.

Ключевым моментом в развитии техники в целом и кабельной техники в частности явилось создание оптических волокон. Такие волокна для передачи изображения были разработаны в 50-е годы XX века Американской оптической компанией и Королевским научно-техническим колледжем в Лондоне. Эти волокна сразу же нашли применение в световодах для визуального наблюдения внутренних органов человека. В 1966 г. Ч. Као и Дж.А. Хокмен (Standard Telecommunication Lab.) сформулировали требования к системе передачи информации по стеклянным волокнам, за что впоследствии Ч. Као был удостоен Нобелевской премии (2009 г.). В 1972 г. фирма Corning (США) получила оптическое волокно с затуханием передаваемого сигнала до 4 дБ/км, пригодное для промышленного использования, которое затем было доведено до высочайших характеристик по затуханию (~ 0,2 дБ/км) и до массового производства и применения в кабелях телекоммуникационного назначения. Как результат в 80-е годы начали прокладываться кабельные оптические системы. Так, в 1987 г. были проложены подводные оптические кабели между Великобританией и Бельгией, и Великобританией и Ирландией. В 1988 г. проложен трансокеанский подводный оптический кабель.

Применение подводных кабелей постоянного и переменного тока, подводных оптических кабелей продолжает расширяться.

СИЛОВЫЕ ПОДВОДНЫЕ КАБЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Силовые подводные кабели постоянного тока с масляно-бумажной изоляцией прокладывались и успешно эксплуатируются вплоть до настоящего времени. Основные типы таких кабелей – кабели с бумажной пропитанной изоляцией и маслонаполненные. В ограниченном количестве в подводных кабельных линиях в свое время использовались также газонаполненные кабели с изоляцией из предварительно пропитанных бумажных лент. Силовые подводные кабели постоянного тока используются для передачи электроэнергии на острова или в недоступные районы на материке, а также из стран, в которых имеется избыток электроэнергии,