

УДК 621.315.211.9

DOI 10.62595/1819-5245-2025-1-99-103

ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ РЕАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ ИХ НОМИНАЛЬНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ

В. Д. ЁЛКИН, Ю. В. ГОНЧАРЕНКО

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого»,
Республика Беларусь

Приведен установленный стандартный ряд номинальных сечений проводов и кабелей, применяемых в системах электроснабжения. Представлены допустимые длительные токовые нагрузки для кабелей с медными и алюминиевыми токопроводящими жилами с изоляцией из поливинилхлоридных пластикатов. Перечислены требования к токопроводящим проводникам любого назначения. Проведен анализ пропускной токовой нагрузки кабелей. Выполнена проверка соответствия стандартному сечению образцов кабелей. Показаны отклонения фактического сечения исследуемых образцов от стандартного номинального сечения.

Ключевые слова: провод, кабель, сечение, допустимый ток, номинальный ток.

Для цитирования. Ёлкин, В. Д. Проверка соответствия реальных сечений жил кабелей их номинальным значениям / В. Д. Ёлкин, Ю. В. Гончаренко // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2025. – № 1 (100). – С. 99–103. – DOI 10.62595/1819-5245-2025-1-99-103

VERIFICATION OF THE COMPLIANCE OF ACTUAL CABLE CORE CROSS-SECTIONS WITH THEIR NOMINAL VALUES

V. D. ELKIN, Yu. V. GONCHARENKO

*Sukhoi State Technical University of Gomel,
the Republic of Belarus*

A standardized series of nominal cross-sections for wires and cables used in power supply systems is presented. The permissible continuous current loads for cables with copper and aluminum conductive cores insulated with polyvinyl chloride compounds are provided. The requirements for conductive wires of any purpose are listed. An analysis of the current-carrying capacity of cables has been conducted. A verification of cable samples for compliance with standard cross-sections was performed. Deviations of the actual cross-sections of the examined samples from the standard nominal values are shown.

Keywords: wire, cable, cross-section, permissible current, nominal current.

For citation. Elkin V. D., Goncharenko Yu. V. Verification of the compliance of actual cable core cross-sections with their nominal values *Vestnik Gomel'skogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni P. O. Sukhogo*, 2025, no. 1 (100), pp. 99–103 (in Russian). DOI 10.62595/1819-5245-2025-1-99-103

Введение

Силовые кабели производятся с алюминиевыми и медными токопроводящими жилами. Поперечное номинальное сечение токопроводящих жил устанавливают из стандартного ряда: 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 630; 800; 1000 мм² [1].

Токопроводящие проводники любого назначения должны удовлетворять требованиям в отношении предельно допустимого нагрева с учетом не только нормальных, но и послеаварийных режимов, а также режимов в период ремонта и возможных неравномерностей распределения токов между линиями и т. п. [2].

Для каждого стандартного сечения токопроводящих жил определена токовая нагрузка – длительный допустимый ток отдельно для медных и алюминиевых жил в зависимости от ряда условий.

Например, для многожильного кабеля с медными жилами сечением $3 \times 1,5 \text{ мм}^2$ длительный ток при прокладке на воздухе равен 21 А, а при прокладке в земле – 27 А [2].

Для защиты кабельных линий от коротких замыканий применяются автоматические выключатели, которые выбираются по расчетному току нагрузки и согласовываются с током допустимым кабеля по условию

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{з.ном}} \quad (1)$$

где $I_{\text{доп}}$ – допустимый ток для кабеля, А; $I_{\text{з.ном}}$ – номинальный ток установки защитного аппарата.

Для кабеля с медными жилами с поливинилхлоридной изоляцией сечением $3 \times 1,5 \text{ мм}^2$ по условию (1) защитный аппарат удовлетворяет автоматический выключатель на ток уставки 16 А [4]:

$$21 \text{ А} > 16 \text{ А}.$$

Условие (1) здесь соблюдается.

При уменьшении сечения жил от номинального значения снижается пропускная способность, тогда кабель и защитный аппарат будут несогласованы.

Допустимые длительные токи для кабелей с медными и алюминиевыми жилами с изоляцией из поливинилхлоридного пластика приведены в табл. 1.3.6, 1.3.7 [2].

Цель данной работы – выявить отклонение сечения жил силовых кабелей от стандартных номинальных значений путем измерения фактических параметров некоторых образцов, приобретенных в торговой сети.

Основная часть

Важное значение для надежной и безопасной работы электрических сетей систем электроснабжения зданий, сооружений является точный расчет параметров и выбор элементов электрической сети. От источника питания до электроприемников потребителей электроэнергии связующим звеном становятся электрические провода и кабели.

Силовые кабели распространенного сечением до 50 мм^2 имеют круглое сечение. Чтобы выявить отклонение сечения токопроводящих жил от номинального значения, необходимо определить фактическое сечение жилы и сравнить с номинальным стандартного ряда.

Так как поперечное сечение жил кабелей круглое, то измерив диаметр, можно вычислить площадь поперечного сечения круга (рис. 1).

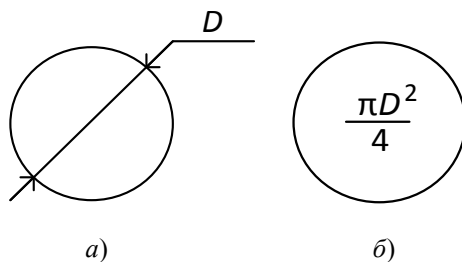


Рис. 1. Площадь поперечного круга

Фактическое поперечное сечение жил определяется по выражению (2):

$$S = \frac{\pi D^2}{4}. \quad (2)$$

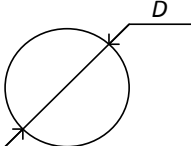
Приведем пример: измеренный диаметр жилы кабеля равен 1,78 мм, тогда подставим в формулу площади круга:

$$S = \frac{3,14 \cdot 1,78^2}{4} = 2,5$$

Рассчитанное значение сравниваем с номинальным сечением жилы, данным в табл. 1, и получаем 2,5 мм².

Таблица 1

Результаты расчета стандартного сечения жил кабелей

	Диаметр жилы, мм	Сечение жилы, мм ²
	1,38	1,5
	1,78	2,5
	2,26	4,0
	2,76	6,0
	3,57	10,0
	4,51	16,0
	5,64	25,0
	6,68	35,0
	7,98	50,0

Выполним измерение диаметра и вычислим фактическое сечение некоторых образцов кабелей. Измерения производились при температуре окружающей среды +25 °С.

Образцы кабелей с алюминиевыми и медными жилами представлены на рис. 2.



Рис. 2. Образцы кабелей

Таблица 2

**Результаты вычисления фактического сечения жил образцов кабелей
с медными и алюминиевыми жилами**

Номер образца	Марка, количество × сечение жил, мм ²	Материал жил	Диаметр, мм	Сечение, S _{факт} , мм ²	Отклонение от номинального	
					сечение, мм ²	%
1	ВВГ 3 × 1,5	Медь	1,27	1,27	0,23	15
2	ВВГЗ × 2,5	Медь	1,65	2,13	0,37	15
3	ВВГ 3 × 2,5	Медь	1,65	2,13	0,37	15
4	ВВГ 3 × 2,5	Медь	1,65	2,13	0,37	15
5	ВВГ 5 × 2,5	Медь	1,65	2,13	0,37	15
6	АВВГ 2 × 2,5	Алюминий	1,75	2,4	0,1	4,0
7	АВВГ 2 × 6,0	Алюминий	2,7	5,3	0,7	11,6
8	АВВГ 3 × 2,5	Алюминий	1,6	2,0	0,5	20
9	АВВГ 3 × 6	Алюминий	2,7	5,7	0,3	5,0
10	АВВГ 4 × 4,0	Алюминий	2,2	3,7	0,3	3,0
11	АВВГ 3 × 6,0 + 1 × 4,0	Алюминий	2,7	5,7	0,3	5,0
		Алюминий	2,7	5,7	0,3	5,0
		Алюминий	2,7	5,7	0,3	5,0
		Алюминий	2,2	3,7	0,3	3,0

В результате измерений и вычислений установлено отклонение сечения жил выбранных образцов кабелей от стандартного значения (табл. 2), что приведет к снижению пропускной способности по току.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сформулировать следующие выводы:

1. Результаты проверки соответствия сечений взятых образцов кабелей показывают, что в силу каких-либо причин в торговые сети и в эксплуатацию поступают кабели несоответствующего сечения жил номинальным значениям.
2. Рекомендовано энергетическим службам предприятий и организаций, заинтересованным в надежности систем электроснабжения, при монтаже и эксплуатации кабельных электрических сетей наряду с проверкой параметров и характеристик по программе 1.8.37 [2] производить и контроль сечения жил кабелей.
3. При выявлении отклонений необходимо выполнять корректировку соответствия тока допустимого кабеля и уставки по току защитного аппарата.
4. Без отдельного выявления причин отклонений сечения кабелей и нарушения технических условий установлены факты данного явления.

Литература

1. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на напряжение 0,66; 1 и 3 кВ : ГОСТ 31996-2012. – Введ. 29.11.2012. – М. : Стандартиформ, 2013. – 34 с.
2. Правила устройства электроустановок / Изд. 6-е, доп. и перераб. – Минск : Дизайн ПРО, 2007. – 703 с.
3. Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий.

Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний : ТКП 339-2011 (02230). – Введ. 23.08.2011. – Минск : М-во энергетики Респ. Беларусь, 2014. – 593 с.

4. Каталог «Автоматические выключатели серии ВА 47-29» / IEK Group. – URL: <https://www.iek.ru/products/catalog>.

References

1. GOST 31996-2012. *Power cables with plastic insulation for voltage 0,66; 1 i 3 kV*. Moscow, Standartinform Publ., 2013, 34 p. (in Russian).
2. *Regulations on Electrical Installations*. Minsk, Dizain PRO Publ., 2007. 703 p. (in Russian).
3. ТКП 339-2011 (02230). *Electrical installations with voltage up to 750 kV. Overhead power transmission lines and current conduits, switchgear and transformer substations, electrical power and battery installations, electrical installations of residential and public buildings. Rules of device and protective measures of electrical safety. Electricity metering. Norms of acceptance tests*. Minsk, Ministerstvo energetiki Respubliki Belarus' Publ., 2014, 593 p. (in Russian).
4. Catalogue "Circuit breakers series VA 47-29". URL: <https://www.iek.ru/products/catalog>.

Поступила 05.02.2024 г.