

ГОССТАБ СССР

МЕТОДИКА

**ОПТИМАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСТРОДЕФИЦИТНЫХ ЦВЕТНЫХ
МЕТАЛЛОВ В КАПИТАЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Москва — 1983

ГОСНАБ СССР

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ОРГАНИЗАЦИИ
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СНАБЖЕНИЯ (НИИМС)

И Т О Д Е К А

оптимального применения кобальтовых сплавов
с использованием остродефицитных цветных
металлов в капитальном строительстве.

(Обсужден и рекомендован к внедрению в
органах Госнаба СССР, в министерствах и
ведомствах Межведомственной комиссии по
экономии и рациональному использованию
переходных сталей и остродефицитных
цветных металлов при Госнабе СССР,
протокол № 4 (II) от 25 апреля 1963г.)

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	стр.
Введение	5
I. Общие положения	7
I.1. Значение проблемы	7
I.2. Сущность и принципы оптимизации структуры потребления	8
II. Критерии оптимального применения ка- бальных изделий	14
2.1. Качественные критерии оптималь- ного применения кабельных изделий..	14
2.2. Количественные критерии оптималь- ного применения кабельных изделий и примеры расчетов	15
III. Организационные вопросы согласования применения кабельных изделий, содержа- щей мед., свинц., цинк., олово	24
3.1. Порядок обращения и рассмотрения потребности	24
3.2. Необходимая техническая документа- ция для обоснования потребности ...	26
Приложения:	
1. Демонстрация в МЭК	31
2. Сводная ведомость потребности	32
3. Пояснительная записка	35
4. Пояснительная записка	42
5. Пример расчета затрат на монтаж концентра- ций в домах класса В-1а	46
6. Выписки из паспорта или инструкции за- вода-изготовителя	49
7. Определение массы свинцовой оболочки кабелей силовых и СВ и	50
8. Масса 1 км медной токопроводящей жилы в зависимости от диаметра или площади поперечного сечения	51

9. Графики зависимости массы свинца в оболочках сплошных кабелей от их диаметров и сечений	56
10. Графики зависимости массы свинца в оболочках кабелей связи от их диаметров и числа пар (для телефонных кабелей)	57
11. Массы меди и свинца низкочастотных кабелей связи марок ТЭГ, ТЭБ	58

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика оптимального применения кабельных изделий с использованием остродефицитных цветных металлов в капитальном строительстве предназначена для формирования оптимальной структуры потребления кабельных изделий предприятиями министерств и ведомств в капитальном строительстве и для контроля за эффективностью использования остродефицитных цветных металлов (меди, свинца, олова, цинка) в них органами Госнаба СССР.

Отдельные положения Методики могут быть использованы при формировании оптимальной потребности и контроля за эффективностью использования кабельных изделий в продукции производственно-технического и культурно-бытового назначения.

Применение Методики может способствовать повышению эффективности работы по рациональному использованию остродефицитных цветных металлов в кабельных изделиях и в целом кабельных изделий в народном хозяйстве, выполняемой в соответствии с Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 30 июня 1981 г. "Об усилении работы по рациональному и экономному расходованию сырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов" и от 11 апреля 1983 г. "О серьезных недостатках в соблюдении договорных обязательств по поставкам продукции и повышению ответственности министерств, ведомств и предприятий в этом деле".

При подготовке Методики использованы "Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа", утвержденные Госкомитетом по науке и технике СССР 29 июня 1982 г., "Положение о порядке выдачи разрешений на применение остродефицитных цветных металлов, их сплавов, нержавеющих, конструкционных и инструментальных сталей", утвержденное Постановлением Госнаба СССР от 20 сентября 1976 г., отдельные положения и критерии "Правил устройства

электроустановок", "Строительных норм и правил" и других действующих нормативно-технических документов, а также участие в работе Отдела по экономии и рациональному использованию нержавеющей стали и остродефицитных цветных металлов, Совгосплкабеля Госснаба СССР, ВНИИ кабельной промышленности, ряда ведущих организаций страны в области проектирования, опыт применения функционально-стоимостного анализа в министерстве электротехнической промышленности и за рубежом.

Настоящая Методика дополняет и конкретизирует вышеуказанные методические материалы в части определения оптимальной потребности в кабельных изделиях для объектов капитального строительства, включает новую схему набора экономичного изделия, определяет факторы экономии затрат прошлого труда и критерии оптимального применения кабельных изделий, а также порядок их применения, расширяет организационно-технические принципы согласования применения кабельных изделий с использованием остродефицитных цветных металлов.

Методика разработана под руководством Дуравлева Н.И., ответственные исполнители: Дуравлев Н.И., Дубровин А.И., исполнители: Миллева Е.Б., Волчегурская И.Б., Федоритова Е.С.; в разработке организационных вопросов согласования применения кабельных изделий, содержащих медь, свинец, алюминий, участвовали: Яковлев В.Н., Волков В.В., Нагорнов А.Н., Горман И.И., Потапов А.С.

Замечания и предложения по Методике направлять по адресу: ПУ7801, Москва, И-139, Орджиков пер., 5. Отдел по экономии и рациональному использованию нержавеющей стали и остродефицитных цветных металлов при Госснабе СССР.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Значение проблемы

Повышение эффективности использования материальных ресурсов, рациональное использование произведенного приобретает в экономике решающее значение.

На XXVI съезде КПСС отмечалось, что хозяйское отношение к общественному добру, умение полностью использовать все, что у нас есть становится стержнем экономической политики.

Пристальное внимание Партии и Правительства к вопросам рационального использования материальных ресурсов и, в первую очередь, остродефицитных, к которым относятся медь, свинец, олово, цинк, широко применяемых в кабельных изделиях, обусловлено действием ряда факторов, а именно:

- ограниченность сырьевых ресурсов
- постоянный рост объемов потребления
- рост материальных и трудовых затрат на добычу, переработку и транспортирование сырья
- конъюнктурный рост цен на мировом рынке
- решающее значение остродефицитных цветных металлов в развитии научно-технического прогресса.

Постановлением Госсовета СССР от 20 сентября 1976 года "О порядке выдачи разрешений на применение остродефицитных цветных металлов, их сплавов, нержавеющей, конструкционных и инструментальных сталей" также металлы как медь, свинец, олово, цинк, широко применяемые в кабельных изделиях, утверждены как остродефицитные.

Определение научно обоснованной потребности в кабельных изделиях в условиях острого дефицита цветных металлов имеет важное значение.

Оптимизация структуры потребления обеспечивает экономию остродефицитных цветных металлов (медь, свинец, олово, цинк) и сопутствующих по технологии изготовления электроизоляционных (диэлектрики, поливинилхлорид, резина, бумага

кабельная и т.д.) и защитных (сталь, алюминий, пружа, бум и т.д.) материалов.

В определенной степени улучшение структуры потребления снижает капиталоемкость того или иного объекта, материалоемкость той или иной машины, аппарата, прибора. Оптимизация структуры потребления способствует более совершенному планированию народного хозяйства, более правильному определению объемов производства той или иной продукции (материалов), т.е. в результате оптимизации устанавливается действительная, научно-обоснованная потребность.

1.2. Сущность и принципы оптимизации структуры потребления

Одним из инструментов бережного, рационального использования кабельных изделий может служить работа по оптимизации структуры потребления на всех этапах ее формирования.

Оптимальная структура потребления означает минимизацию затрат (издержек) на производство (строительство) того или иного изделия (объекта).

В кабельных изделиях это означает выбор наиболее экономичной конструкции, обеспечивающей заданные параметры по следующим основным направлениям:

- замена остродефицитного цветного металла на менее дефицитный, т.е. медных токопроводящих жил на алюминиевые и свинцовых оболочек на алюминиевые, стальные и пластмассовые, гибких проводочных экранов на более экономичные конструкции и т.д. ;

- минимизация затрат прошлого труда путем изыскания в допустимых случаях конструктивных элементов таких, как экраны, оболочки, защитные покровы и т.д. ;

- минимизация затрат прошлого труда или выбор экономичной конструкции по количественному признаку, т.е. выбор конструкции с минимально допустимым значением площади поперечного сечения или диаметра токопроводящих жил, минимальным количеством жил или пар и т.д. ;

- минимизации затрат прошлого труда за счет изъятия из проекта (проектируемой структуры потребления) избыточных запасов в виде резервных линий, излишней длины, за счет выбора оптимальных трасс, экономичных способов прокладки или монтажа, за счет уточнения заданных параметров, условий эксплуатации, сопоставления надежности исследуемой конструкции и предмета ее назначения.

Порядок выбора экономичного изделия (конструкции) с использованием функционально-стоимостного анализа в общем виде схематично изображен на рис. I.

Объектом исследований, в первую очередь, должны быть кабельные изделия, имеющие значительный объем в общей потребности.

Определение функций предполагает выявление всех функций, присущих исследуемому кабельному изделию (передача электрической энергии определенной мощности в условиях вибрации, взрывобезопасности, воздействия электромагнитного поля, воздействия коррозионной среды и т.д.).

Исключение лишних функций и снижение затрат на обеспечение необходимых функций является подготовительным этапом к поиску альтернативной конструкции, результатом которого должен быть выбор наиболее экономичной конструкции, обеспечивающей выполнение необходимых функций с минимальными затратами.

Осуществляется это по факторам, указанным на стр. II. Причем, число факторов на этапе анализа конструкции в целом значительно превышает их число при анализе элементов этой конструкции.

Определение оптимальной длины проводится за счет выбора экономичных трасс и способов прокладки, изъятия из потребности необоснованных резервных линий, выбора нормативной надбавки по длине и т.д.

Оценка технической обоснованности и выбор альтернативной конструкции осуществляется с учетом обязательного обеспечения заданных параметров и номенклатуры выпускаемых

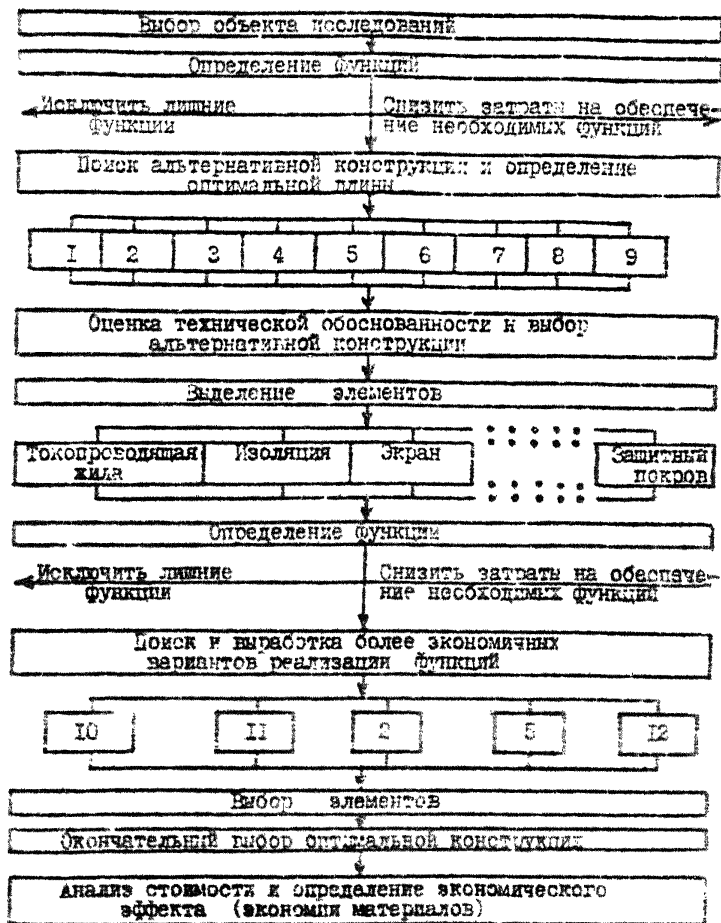


Рис. 1. Схема выбора экономичного изделия (конструкция)

Условные обозначения:

- I Уменьшение числа пар (жм)
- 2 Уточнение заданных параметров (напряжение, потеря напряжения, сопротивление и т.д.)
- 3 Сопоставление надежности кабеля и предмета его назначения
- 4 Замена дефицитной конструкции или элемента
- 5 Уточнение условий эксплуатации (агрессивность сред, взрывоопасность, вибрация и т.д.)
- 6 Выбор оптимальных трасс
- 7 Исключение необоснованных резервных линий
- 8 Выбор экономичного способа монтажа (прокладки)
- 9 Уменьшение количества по длине
- 10 Замена материала (полная или частичная)
- 11 Уменьшение диаметра (площади поперечного сечения, толщины изоляции и т.д.)
- 12 Исключение элементов, обеспечивающих лишние функции.

изделий, что в отдельных случаях вынуждает выбрать конструкцию с лишними для данных условий эксплуатации функциями. Часто условия эксплуатации не требуют применения силовых кабелей напряжением 35 кВ в свинцовой оболочке, но отсутствие в номенклатуре силовых кабелей на таком напряжении других более экономичных конструкций (с оболочками из стали, алюминия, пластмассы) вынуждает применить в этом случае кабель с лишней функцией (повышенная защита от воздействия влаги и агрессивных сред).

На этом заканчивается первый этап выбора экономичного изделия, на втором этапе осуществляется поэлементный анализ и проводится об в таком же порядке.

Окончательный выбор оптимальной конструкции означает выработку рекомендаций по применению экономичного изделия для конкретных условий эксплуатации.

Конечным действием является определение экономического эффекта (экономии материалов) как разницы между стоимостью (количеством материалов) первоначального варианта и выработанного в результате анализа.

Рассматривая потребность в кабельных изделиях, сформированную на основе электротехнической части рабочих проектов или другой конструкторской документации, необходимо учитывать постоянное действие следующих моментов:

- наличие значительного количества взаимозаменяемых при определенных условиях конструкций кабелей, проводов, шин и муфт ;
- условия эксплуатации ;
- требования общесоюзной нормативно-технической документации ("Правил устройства электроустановок", Строительных норм и правил" и др.) ;
- регламентируемые ГОСТами и ТУ технические параметры кабельных изделий с учетом фактора экономической целесообразности.

Оперируя качественными и количественными критериями в процессе выполнения анализа определяется основная зада-

ча: конкретный набор той или иной конструкции должен обеспечивать полное, даже максимальное использование свойства с учетом реально ожидаемых условий эксплуатации.

Одним из главных принципов оптимизации структуры потребления следует считать сохранение или улучшение потребительских свойств исследуемого объекта. Применительно к кабельным изделиям потребительские свойства — это, в первую очередь, надежность, срок службы, рабочее напряжение, проводимость и т.д.

Вторым необходимым принципом в практике оптимизации должен быть комплексный подход. Встречаются такие ситуации, когда положительное решение (минимизация затрат или замена остродефицитного цветного металла) предполагает повышение затрат при комплексном решении вопроса.

Например, в целях экономии меди глубокие конструкции кабелей марки КРПТ предполагалось заменить применением стальных тросов для электротельферов.

Это привело бы к изменению потребительских свойств системы, т.е. к их ухудшению (снижается надежность, повышается возможность выхода из строя системы в осенне-зимнее время на уличных площадках). Затраты на изготовление, монтаж, обслуживание с учетом увеличения простоев были бы выше в сравнении с первым вариантом.

Заменить в таком случае остродефицитный цветной металл — медь на сталь экономически нецелесообразно.

Важными моментами, обеспечивающими высокую эффективность оптимизации, необходимо считать: постоянное использование новейших достижений науки и техники, применение современных методов анализа, проектирования и творческий подход к решению задачи.

2. КРИТЕРИИ ОПТИМАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

При анализе потребности преследуются две основных цели:

- экономия остродефицитных цветных металлов,
- минимизация затрат прошлого труда.

Достижение этих целей в научно обоснованном варианте можно осуществлять, используя объективные критерии технико-экономической необходимости и экономической целесообразности применения изделия или суммы изделий.

Для кабельных изделий применимы качественные и количественные критерии.

Качественные критерии подтверждают технико-экономическую обоснованность применения конструкций с использованием меди, свинца, цинка, олова.

Количественные критерии должны определять экономичность рассматриваемой конструкции.

2.1. Качественные критерии (эксплуатационные признаки) применения кабельных изделий с конструктивными элементами из меди:

- взрывоопасные помещения классов В-I и В-Ia ;
- вторичные цепи основного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций и гидроэлектростанций с генераторами мощностью 100 мВт и более ;
- присоединение к электрическим устройствам, установленным непосредственно на виброосновании (виброизолирующих опорах) на участках между подвижной и неподвижной частями основатели ;
- присоединение передвижных, переносных, плавающих, парамещающихся электроприемников ;
- присоединение электроприемников в помещениях (грунтах) со средой химически активной по отношению к алюминию ;

- вторичные цепи подстанций с высоким напряжением 220 кВ и выше ;
- вторичные цепи механизмов доменных печей и механизмов главной линии обжимных непрерывных прокатных станов ;
- вторичные цепи кранов металлургических печей ;
- присоединение электроприемников на сцене, арене, эстраде, в киноаппаратной, светопроекционной, помещениях управления освещением, аппаратах регулирования, стационарной аккумуляторной, на чердаках, в зрительных залах с числом мест 800 и более, а также электропроводки панелей управления зрелищных предприятий ;
- присоединение термометров сопротивления и термопар ;
- открытые электропроводки чердачных помещений с оголяющимися перекрытиями ;
- заземление или зануление металлических оболочек кабелей и муфт ;
- конструкции кабелей и проводов с токопроводящей жилой площадью поперечного сечения $1,0 \text{ мм}^2$ и менее ;
- отсутствие аналогов с конструктивными элементами, выполненными из алюминия, стали и других заменителей меди ;
- зарядка осветительной арматуры.

2.2. Качественные критерии (эксплуатационные признаки) применения кабельных изделий со свинцовой оболочкой

Основными критериями (эксплуатационными признаками) следует считать:

- присоединение электроприемников в помещениях (грунте) со средой, химически активной по отношению к алюминию, стали, пластмассе ;
- прокладка в кабельных блоках при длине участка 50м и более и наличии резких изменений направления прокладки ;
- прокладка в почвах при условии длительного (постоянного или сезонного) контакта с водой (болото, пойма реки, затопляемые низины) ;

- проследка по дну судоходной реки ;
- отсутствие аналогов с обочоной, выполненной из алюминия, стали, пластмассы и других заменителей свинца.

Качественные критерии (эксплуатационные признаки) в настоящей методике определены на основании анализа рабочих проектов строящихся и реконструируемых предприятий народного хозяйства и с учетом основных нормативных технических документов (ПУЭ, СНиП, БТУ и т.д.).

2.3. Основные количественные критерии оптимального применения кабельных изделий

Количественные критерии позволяют определить экономичные конструктивные размеры изделий.

1. Токовая нагрузка I_p .

Применяется для расчета силовых цепей и сетей освещения.

Значения токовых нагрузок для кабелей, проводов и шин соответствующих сечений нормированы таблицами I-3-I + I-3-35 "Правил устройства электроустановок". Для выбора оптимальной конструкции по токовой нагрузке необходимо расчетным путем определить фактическое значение этого критерия по формуле:

$$I_p = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \eta} \quad (A)$$

где:

- N - номинальная мощность потребителя (Вт) ;
- U - рабочее напряжение (В) ;
- $\cos \varphi$ - коэффициент мощности ;
- η - коэффициент полезного действия потребителя.

Примеры расчета:

1) определить оптимальное сечение кабеля марки КВВГ для экскаватора ЭКГ-1,6 Б.

Номинальная мощность двигателя $N = 250$ кВт

Рабочее напряжение $U = 6$ кВ

$$\cos \varphi = 0,65 \quad \eta = 0,95$$

$$I_p = \frac{250 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 6000 \cdot 0,65 \cdot 0,95} = 39,4 \text{ А}$$

По таблице I-3-6 "Правил устройства электроустановок" выбираем ближайшее большее нормированное значение токовой нагрузки, равное 47А при $U = 6\text{кВ}$ и соответствующее значение сечения токопроводящей жилы, равное $6,0 \text{ мм}^2$.

2) определить оптимальное сечение провода марка ПВ для присоединения электродвигателя пресса П-457

Номинальная мощность - 37 кВт

Рабочее напряжение - 380 В

$$\cos \varphi = 0,89$$

$$\eta = 0,97$$

$$I_p = \frac{37 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,89 \cdot 0,97} = \frac{37000}{367,5} = 65,3 \text{ А}$$

По таблице I-3-1 "Правил устройства электроустановок" выбираем ближайшее большее нормированное значение токовой нагрузки, равное 80,0 А для трех одножильных проводов и соответствующее значение сечения токопроводящей жилы, равное $16,0 \text{ мм}^2$. Фактическое значение I_p следует принимать с учетом поправочных коэффициентов (см. табл. I-3-36 ПУЭ).

2. Падение (потери) напряжения ΔU .

Применяется для расчета сетей освещения, вторичных и силовых цепей.

Для выбора оптимальной конструкции по падению (потере) напряжения площадь поперечного сечения токопроводящей жилы определяется по формуле:

$$S = \frac{2 \cdot 1000 \cdot l \cdot I}{\Delta U \% \cdot U_n} \quad (\text{мм}^2)$$

где: ρ - удельное сопротивление меди $\left(\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}\right)$

l - длина кабеля, провода (м)

I - значение тока в линии (А)
 $\Delta U\%$ - нормированное значение падения (потери) напряжения в процентах
 U_H - номинальное напряжение сети (В).

Примерь расчета:

1) определить оптимальное сечение кабеля марки ВРГ для присоединения аккумуляторной батареи до распределительного устройства:

$$\begin{aligned}
 U_H &= 60 \text{ В} \\
 \Delta U &= 3\% \\
 l &= 100 \text{ м} \\
 \rho &= 0,01752 \frac{\text{ОМ} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \\
 I &= 3 \text{ А} \\
 S &= \frac{2 \cdot 100 \cdot 0,01752 \cdot 100 \cdot 3}{3 \cdot 60} = 3,6 \text{ мм}^2
 \end{aligned}$$

Принимаем ближайшее сечение 6,0 мм².

2) определить оптимальное сечение кабеля марки ВВГ для присоединения наиболее удаленной лампы

$$\begin{aligned}
 U_H &= 220 \text{ В} \\
 \Delta U &= 2,5\% \\
 l &= 110 \text{ м} \\
 \rho &= 0,01752 \frac{\text{ОМ} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \\
 I &= 5,0 \text{ А} \\
 S &= \frac{2 \cdot 100 \cdot 0,01752 \cdot 110 \cdot 5,0}{2,5 \cdot 220} = 3,5 \text{ мм}^2
 \end{aligned}$$

Принимаем ближайшее сечение 4,0 мм².

Для выбора оптимальной конструкции по падению (потере) напряжения можно пользоваться формулой:

$$S = \frac{2 \cdot 100 \cdot N \cdot l}{\gamma \cdot \Delta U\% \cdot U_H^2} \quad (\text{мм}^2)$$

которая выведена из предыдущей формулы путем преобразования:

$$\gamma = \frac{l}{\rho} \quad \text{и} \quad I = \frac{N}{U_H}$$

где:

S - площадь поперечного сечения токопроводящей жилы (мм^2)

N - мощность (Вт)

l - длина кабеля, провода (м)

$\Delta U\%$ - нормированное значение падения (потери) напряжения в процентах

U_n - номинальное напряжение сети (В)

γ - удельная проводимость $\frac{\text{М}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}$ (для меди

$\gamma = 57$)

При использовании критерия падения (потери) напряжения ΔU в определении оптимального сечения токопроводящей жилы выбор значений нормированного падения напряжения $\Delta U\%$ должны производиться в строгом соответствии с "Правилами устройства электроустановок" или паспортом (инструкцией) прибора, устройства, системы.

3. Сопротивление токопроводящей линии (шлейфа) $R_{\text{гон}}$.

В отдельных электроустановках и системах связи, цепях контроля и автоматизации одним из основных рабочих параметров является предельно допустимое значение сопротивления (линии).

Для электроустановок и цепей контроля и автоматизации оптимальное сечение следует определять по формуле

$$S = \frac{P \cdot l}{R_{\text{гон}}} \quad (\text{мм}^2)$$

где:

ρ - удельное сопротивление меди ($\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$)

l - длина линии (шлейфа, м)

$R_{\text{гон}}$ - допустимое сопротивление линии (Ом)

Пример расчета:

Определить оптимальное сечение токопроводящей жилы кабеля марки КВВГ 4-х жильного.

Для присоединения термометра сопротивления при длине 100 м:

$$\rho = 0,01752 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$$

$$l = 100,0 \text{ м}$$

$$K_{\text{гор}} = 2,5 \text{ Ом}$$

$$S = \frac{0,01752 \cdot 100}{2,5} = 0,7 \text{ мм}^2$$

Принимаем ближайшее сечение $0,75 \text{ мм}^2$ и выбираем для данных условий эксплуатации кабель марки КВВГ 4х0,75.

Для систем связи расчет сопротивления шлейфа определяется по формуле:

$$R_{\text{шл.}} = 2RL \text{ (Ом)}$$

где:

$R_{\text{шл.}}$ - сопротивление шлейфа (Ом)

R - сопротивление токопроводящей жилы кабеля ($\text{Ом}^2/\text{км}$)

L - длина линии (км)

4. Ток короткого замыкания $I_{\text{к.з.}}$

Этот критерий следует считать одним из основных при выборе оптимального сечения токопроводящей жилы для взрывоопасных помещений с учетом требований "Правил устройства электроустановок" и количественных условий, оговоренных всеми требованиями, т.е.

$$I_{\text{к.з.}} \geq 4 I_{\text{ном}} \quad - \text{номинальный ток выставки ближайшего предохранителя}$$

$$I_{\text{к.з.}} \geq 5 I_{\text{ном}} \quad \text{номинальный ток расцепителя автомата, являющего обратную зависимость от тока характеристики}$$

Расчет $I_{\text{к.з.}}$ следует выполнять, руководствуясь "Справочником по проектированию электроснабжения" (М., "Энергия", 1980 г.) и др.

Выбор оптимального сечения токопроводящей жилы по току короткого замыкания для непервоклассных помещений следует производить с учетом требований "Правил устройства электроустановок" (раздел I, глава I-7 "Заземляющие проводники").

Если значение тока короткого замыкания не совпадает с данными таблиц допустимых нагрузок, допускается применение проводника ближайшего меньшего сечения, но не менее чем, это требуется по расчетному току.

5. Затухание Λ

Этот критерий применим для выбора оптимальных конструкций кабелей и проводов при проектировании новых и реконструируемых существующих городских телефонных сетей и их отдельных кабельных линий, предназначенных для обслуживания телефонной связи городов и рабочих поселков.

С помощью этого критерия определяется диаметр токопроводящей жилы по формуле:

$$\Lambda = \alpha \cdot l \quad (\text{неп})$$

где:

Λ - затухание (неп)

α - коэффициент затухания (неп/км)

l - длина участка (км)

Расчет оптимального диаметра токопроводящих жил кабеля связи следует выполнять с учетом:

- нормы абонентского затухания на участке от удаленного телефонного аппарата системы АТС до кресс-станции АТС;
- нормы сопротивления шлейфа абонентской и соединительной линии на участках от телефонного аппарата (номера) оперативной связи до установки коммутатора оперативной связи и от одной установки оперативной связи до другой;
- нормы сопротивления шлейфа абонентской и соединительной

тельной линии (жучка) пожарной и охранной сигнализации на участках от датчика до пульта станции сигнализации.

Пример расчета:

Определить оптимальный диаметр токопроводящей жилы в телефонной сети на участке от АТС до абонента при частоте $f = 0,8$ кГц. Принимаем кабель марки ТПН и произведем расчет для диаметра токопроводящей жилы 0,5 мм.

Длина линии наиболее удаленного абонента до АТС равна 2,0 км. Для $f = 0,8$ кГц:

$$A = 0,5 \text{ м} - \text{нормируемое значение затухания}$$

$$l = 2,5 \text{ км}$$

$$\alpha = 0,145 \text{ неп/км}$$

Определим фактическое затухание:

$$A_{\Phi} = \alpha \cdot l \quad 0,145 \cdot 2,5 = 0,363$$

$$A_{\Sigma} = 0,5 \text{ неп} \quad A_{\Phi} = 0,363 \text{ неп}$$

Из сравнения видно, что выбранный диаметр = 0,5 мм нельзя считать оптимальным.

Произведем расчет для диаметра 0,4 мм:

$$A = 0,5 \text{ неп}$$

$$l = 2,5$$

$$\alpha = 0,13 \text{ неп/км}$$

$$A_{\Phi} = \alpha \cdot l \quad = 0,13 \cdot 2,5 = 0,45 \text{ неп}$$

$$A_{\Phi} \sim A_{\Sigma}$$

Для данных условий оптимальным будет диаметр равный 0,4 мм.

В случае применения критерия затухания A_{Φ} для определения оптимального диаметра токопроводящей жилы следует строго руководствоваться "Нормами технологического проектирования НТП 322-68" Министерства связи СССР, т.е. выбор значений A_{Σ} и α должны производиться с учетом характера участка сети и частотных характеристик затухания, а также условий шумозащиты.

При оценке количества кабеля по длине необходимо

строго руководствоваться указанием Гострая СССР об установлении 6% надбавки к проектной длине кабеля на изгибы, повороты и отходы.

При применении свинцовых муфт, а также при оценке обоснованности их применения следует руководствоваться требованиями СН и П, раздел Ц-33-76 о преимущественном применении эпоксидных муфт.

Количество муфт определяется нормированным значением строительных длин кабелей.

3. Организационные вопросы согласования применения кабельных изделий, содержащих медь, свинец, цинк, олово.

Постановлением Госснаба СССР №73 от 20 сентября 1976 г. "О порядке выдачи разрешений на применение остродефицитных цветных металлов, их сплавов, нержавеющей, конструкционных и инструментальных сталей" в общем определен порядок рассмотрения МК при Госснабе СССР обоснованности применения остродефицитных цветных металлов, в т.ч. кабельных изделий и выдачи разрешений на их применение, исходя из необходимости максимальной экономии, рационального использования и применения их в тех случаях, когда это действительно вызывается технической и экономической целесообразностью и замена другими материалами не может быть допущена. Данная методика конкретизирует и уточняет общие положения с учетом специфики применения кабельных изделий.

3.1. Порядок обращения и рассмотрения потребности.

За получением разрешения на применение кабельных изделий, содержащих остродефицитные цветные металлы, в адрес МК при Госснабе СССР обращается руководитель союзного или союзно-республиканского министерства, Госплана или Госснаба союзной республики, а также центральных учреждений при Совете Министров СССР, центральных учреждений СССР, Мосгорисполкома, Мособлсполкома, Ленгорисполкома, Главных территориальных управлений Госснаба СССР через Управление собственного капитального строительства Госснаба СССР.

Образец письма-обращения - см. приложение №1.

Министерства, ведомства, предприятия, научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации в целях рационального применения остродефицитных цветных металлов в разрабатываемых и проектируемых ими конструкциях (объектах капитального строительства) перед обращением в МБК при Госснабе СССР производят экспертизу, подтверждающую комплектность и качество обосновывающей документации, а также техническую целесообразность и экономическую эффективность использования этих металлов с учетом возможности применения более экономичных и прогрессивных материалов.

При рассмотрении обращений министерств и ведомств с соответствующей технической документацией исследуется в первую очередь возможность замены остродефицитных цветных металлов на менее дефицитные материалы. Затем по количественным критериям анализируется экономичность рассматриваемой конструкции или ее элементы.

И та, и другая стадия завершается выработкой рекомендации по замене или уменьшению конструктивных элементов рассматриваемых изделий.

В случае обоснованности и экономичности проектных или конструкторских решений на основании которых формируется потребность, МБК при Госснабе СССР дает разрешение на применение запрашиваемых остродефицитных цветных металлов в полном объеме.

В случае представления некачественной документации и не в полном объеме МБК при Госснабе СССР возвращает обращение соответствующему министерству или ведомству без исполнения.

Решения МБК при Госснабе СССР утверждаются заседанием и рассылаются в адрес Госпланов, Госснабов союзных республик, министерств и ведомств, обратившихся за разрешением, с приложением "сводной ведомости...", в которой отражаются потребность в кабельных изделиях, содержащих остродефицитные цветные металлы, и результаты рассмотрения этой потребности. Выделение фондов (нарядов) на кабельные изде-

тия с применением остродефицитных цветных металлов производится плановыми и снабженческо-сбытовыми организациями только при наличии разрешения МВК на их применение.

3.2. Необходимая техническая документация для обоснования потребности

3.2.1. Основным документом при рассмотрении заявленной потребности в кабельной продукции с использованием в ее конструкциях меди и свинца является "Сводная ведомость потребности в кабелях и проводах с использованием меди и свинца (см. приложение № 2).

В сводной ведомости отражается информация о марке применяемых кабельных изделиях, о потребности, характере и условиях эксплуатации, количественных значениях выбранных критериев, нормативно-технической документации, обосновывающей применение той или иной конструкции.

При заполнении сводной ведомости следует учесть:

1. В графе 2 приводятся наименования кабелей и проводов одной марки и сечения, согласно действующим ГОСТам, предусмотренные спецификацией конкретного объекта.

2. В графе 6 указывается назначение кабеля (провода) и характеристика места (зоны) прокладки и среды (взрывоопасная, агрессивная, высокая температура и т.п.); особые случаи применения кабелей в свинцовых оболочках (прокладка в шахтах, под водой, наличие коррозионного разрушения алюминия и т.п.), количество элементов критерия, определяющего выбор сечения или диаметра (падение напряжения, однофазный ток короткого замыкания, расчетный ток, затухание и т.п.).

3. При ссылках на взрывоопасные зоны классов В-I и В-Iа необходимо прикладывать расчеты взрывоопасных контураций, выполненные технологами согласно СН 463-74 Госстроя СССР, в отдельных случаях - обосновывая взрывоопасных помещений или зон классов В-I и В-Iа.

4. В графе 9 приводятся ссылки на действующий нормативный документ (с указанием конкретных № позиций и §§), предписывающий применение кабельных изделий с использованием меди и свинца. В случае ссылки на инструкции завод-изготовителей, паспорт машины и т.п. необходимо прикладывать копии указанных документов или выписки из них.

5. В графе 10 должны приводиться дополнительные пояснения, например, ссылки на треб вания инофирм, контракты, номер схемы или чертежа и т.д.

6. Сводная ведомость должна заполняться с особой тщательностью по всем графам в целом по объекту для небольших или по цехам, участкам, производствам и т.д. для крупных объектов.

Допускается заполнение ее по разделам проектирования (разработки):

- электротехническая часть (Электроснабжение, электрооборудование, освещение).

- КИП и автоматика, включая системы автоматического пожаротушения и пожарную сигнализацию, диспетчеризацию, телемеханику, а также АСУ.

- связь и сигнализация и т.д.

В сводную ведомость не должны включаться провода и кабели с использованием меди и свинца, указанные в выписке из протокола заседания МК № 6(73) от 25.06.1979 г.

3.2.2. Кабельный журнал

Кабельный журнал является обязательным в составе электротехнической части рабочих проектов и содержит сведения о конкретном назначении кабеля (провода), а также о потребной длине для соединения тех или иных элементов.

3.2.3. Электросхемы

К числу необходимых электросхем относятся:

1. Принципиальные однолинейные (расчетные схемы-таблицы питающих сетей) для силовых цепей и сетей освещения.

2. Первичных соединений для подстанций и распределительных пунктов.

3. Внешних соединений для цепей контрольных, автоматизации и управления, сигнализации и систем оперативного управления.

4. Для сетей связи:

- а) ситуационные схемы (трассы с указанием расстояний);
- б) скелетные схемы и слески абонентов.

3.2.4. Пояснительная записка

В пояснительной записке отражаются общие сведения об объекте капитального строительства, об условиях эксплуатации и др. В пояснительной записке должны содержаться следующие данные:

1. Наименование объекта (под объектом подразумевается комбинат, завод, фабрика, комплекс, предприятие, цех, участок, ферма, хозяйство и т.д.);

2. Краткое описание объекта, его характеристика, описание технологического процесса;

3. Цель разработки проектной документации (строительство нового объекта, реконструкция действующего объекта, техническое перевооружение действующего объекта и т.д.);

4. Характеристика специфических условий эксплуатации технологических установок, оборудования и конструкций, которые учитываются при выборе подходящих к ним (или прокладываемых по ним) кабелей и проводов - неизолированные основания, конструкции, подверженные тряске, передвижные, поворотные, переносные, перемещающие механизмы и установки, передвижные установки в строительной технике, плавсредства и др. условия, требующие применения гибких конструкций кабелей и медных токопроводящих жил;

5. Подробное описание химически активных сред (с указанием источников, причин, концентрации и т.д.) для случаев, когда по условиям среды могут быть применены кабели только в специальной оболочке или кабели только с медной жилой.

6. Необходимое обоснование с приложениям официальных анализов грунта, выполненных компетентными организациями, при технической (или по требованию пожарной безопасности) невозможности, а также экономической нецелесообразности применения иных способов прокладки кабелей наружных сетей кроме прокладки их в траншеях в почвах, содержащих вещества, разрушительно действующие на любые оболочки кроме свинцовых. (Примерная пояснительная записка приведена в приложениях № 3 и № 4).

В МБК должна представляться документация, имеющая прямое отношение к обоснованию применения кабельных разделов с использованием остродефицитных цветных металлов, в одном экземпляре.

Если в соответствующей графе "Сводной ведомости..." имеется ссылка на отнесение данного помещения или отдельных его зон к классу взрывоопасных В-I или В-Iа необходима аналитическая оценка (расчет) вероятности образования взрывоопасной концентрации при нормальном режиме технологического процесса и при авариях, требующих применения в электроустановках кабелей и проводов с медными жилами. Расчет выполняется технологами по методике Госстроя СССР № СН 463-74 (образец подобного расчета - см. приложение № 4).

В тех случаях, если отнесение зоны помещения к классам В-I и В-Iа не требует подтверждающего расчета по указанной методике согласно ПУЭ или другому общесоюзному документу, обязательно приложение копии документа или выписки из соответствующих их разделов с приложением планом помещений указанных классов.

При условии применения кабелей и проводов с медной токопроводящей жилой и свинцовой оболочкой по требованию инофирмы, в состав документации по обоснованию потребности включаются копии одного из оригиналов: контракта, письма, инофирмы, протокола совещания и спецификаций инофирмы, предусматривающих применение таких кабелей и проводов.

При ссылке на технические условия, издаваемые другими организациями и ведомствами, на инструкции заводов-изготовителей, в которых предусматривается применение кабелей и проводов с медной жилой и свинцовой оболочкой необходимо прилагать копию документа (или выписку из соответствующих разделов его), подтверждающую необходимость применения данного типа кабеля (см. приложение № 5).

В связи с необходимостью указания в "Сводной ведомости..." масса меди и свинца в приложениях 6, 7, 8, 9, 10 приведены примеры, необходимые данные и графики для их определения.

В настоящей методике сформулированы основные и наиболее часто применяемые в практике качественные и количественные критерии оптимального применения кабельных изделий с медной токопроводящей жилой и свинцовой оболочкой для строящихся и реконструируемых объектов народного хозяйства.

Причем, количественные критерии можно применять в этих же целях и для конструкций кабелей, проводов, шин с токопроводящей жилой из алюминия.

Организационные вопросы согласования применения кабельных изделий, содержащие медь и свинец изложены на текущий момент.

Данная методика не исключает организационные, технические и экономические изменения в последующем, оформленные в установленном порядке.

Приложение № I

Бланк организации, имеющей
право обращения в МВК

О разрешении на применение
остродефицитных цветных металлов

Заместителю Председателя
Межведомственной комиссии
по экономии и рациональ-
ному использованию нержаве-
ющих сталей и остродефи-
цитных цветных металлов
при Госснабе СССР

т. Яковлеву В. Н.

107801, Москва, И-139,
Орликов пер., 5

В соответствии с Постановлением Госснаба СССР от
20.09.76 г. № 73 министерство направляет материалы по при-
менению кабельных изделий с медной жилой и свинцовой обо-
лочкой для нужд (завода, фабрики, ком-
бината и т.п.) и просит дать разрешение на ее применение.

Всего заявлено: км (масса меди т ;
масса свинца т)

- Приложение: 1 Сводная ведомость на л.
2 Пояснительная записка на л.
3 Чертежи, схемы на л.

Заместитель Министра
(Заместитель руководителя
ведомства)

И. И. Иванов

Ответственный исполнитель:

Сергеев Н. Н., тел.

(указываться на обратной стороне письма)

СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ
 потребности в кабелях и проводах с использованием
 меди и свинца

(наименование предприятий, объекта)

(наименование министерства, ведомства СССР,
 Госплана, Убснаба союзной республики)

(наименование проектно-конструкторской организации,
 предприятия)

№ п/п	Наименование, типа, марка изделия	Потребность в кабеле (проводах)			Назначение кабеля (провода), характеристика места (зоны) прокладки и среды	Условия эксплуатации		Обоснование
		км	кг (масса меди)	кг (масса свинца)		рабочее напряжение	механическое воздействие (ударные, вибрация, изгиб)	
7	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Кабель штангоный КШ 1х2,5 + 1х1,5	0,3	20,2	-	Токопровод от лифта к электродви-	380	-	См. черт. № 1-2-3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
					гателям IC и электродвигате- лей: P=10кВт; I _н =18А			
2.	Кабель контрольный КВВГ 4х1,5 5х1,5	0,65 0,42	34,6 28,1	-	Для присоеди- нения приборов ТУДЭ-1 - 16 шт.; ТУДЭ-12 - 12 шт.	220		Требование завода- изгото- вителя см. при- ложение №6
3.	Кабель силовой ВВЕР 3х50+1х25 - 6кВ	4,3	6672,5	-	Присоединение высоковольтного подземного обо- удования в	6000		Согласно §406 "Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах" см. черт. №10, 11
4.	Кабель силовой СВ 3х25 - 6 кВ	2,0	1335	2100	Для питания 6 электродвигателей 3-ей техн. линии с открытой прокладкой в условиях воздейст- вия сильно-агрессив- ной среды	6000		см. пояс- нитель- ную за- писку стр.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.	Провод установочный ПВ 1х4	I,0	36,0	--	Для внутренней сети освещения во взрывоопасном помещении класса В-Iа	380		См. расчет по СН-463-7-74 Госстроя СССР и расчетную схему таблицу черт. N 10204
6.	Кабель телефонный ТПШ 30х2х0,4	0,1	6,7	--	Для присоединения 28 абонентов цаха № I с прокладкой по эстакаде			См. приложение (скелетная схема и список абонентов)
Итого:		8,77	8133	2100				

Руководитель предприятия
(комбинат, завод, НИИ, проектный институт и т.д.)

И. И. Иванов

Министерство химической промышленности
Всесоюзное объединение легкой промышленности
"Совзнаряд"

Всесоюзный научно-исследовательский институт
Гальургия
Уральский филиал

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Главный инженер проектной части

И. И. Иванов

1. Введение

В настоящую пояснительную записку по обоснованию применения кабелей и проводов с медными жилами вошли следующие объекты:

Для БКПРУ-1

1. Корпус технической соли на мощность 480 тыс. т
2. Перевод галургической фабрики на выпуск КС1 I сорта.

Для БКПРУ-2

3. Расширение солеотвалов с опытными участками конвейерного тракта на солеотвалы.
4. Опытно-промышленный участок гидрозакладки

Для БКПРУ-3

5. Поддержание мощности рудника в центральной части шахтного поля в связи с изменением горн. геологических условий (юго-запад)

Для СКПРУ-1

6. Реконструкция ствола № I
7. Механизированный причал
8. Пех затаривания КС1.

Технологический процесс получения хлористого калия и технической соли состоит из переделов дробления, размельчения, обесшламливания, фильтрации, сушки и погрузки.

Эти технологические переделы связаны между собой транспортными коммуникациями.

Переделы технологического процесса расположены в различных сооружениях рудоуправлений, в каждом из которых и процесс и окружающая среда имеют свою специфику.

Руда, концентрат и отходы транспортируются от сооружений к сооружению межцеховым транспортом. Руда на дробление и после него транспортируется на склады и главный корпус открытыми ленточными конвейерами по галереям.

При транспорте дробленой руды наблюдается пыление за счет мелких фракций, особенно на пересышках в перегрузочных узлах, складах, бункерах.

Концентрат после сушки транспортируется на склад открытыми ленточными конвейерами по камерам. Концентрат имеет температуру около 130°C и при транспортировке создает пыление, особенно при переосыпках в перегрузочных узлах и складе. Галитовые отходы, состоящие в основном из NaCl после фильтрации и влажностью 12% транспортируются открытыми ленточными конвейерами. При этом наблюдается образование значительного количества конденсата (особенно зимой) содержащего NaCl .

2. Агрессивное воздействие среды

В производстве пищевой поваренной соли борьба с коррозией имеет особое важное значение. Защитные меры должны обеспечивать не только увеличение срока службы оборудования, но и уменьшение загрязненной пищевой соли продуктами коррозии.

Состав агрессивных сред, в которых эксплуатируется основное оборудование примерно одинаков:

NaCl - 22 + 26%
 Na_2SO_4 - 1 + 5%
 CaSO_4 - 0 + 0,5%
 Na_2CO_3 - 0 + 0,1%

Условия эксплуатации различаются, главным образом, по температуре, которая меняется от 20 до 130°C и содержание твердой фазы от 0 до 30%.

Насыщенный раствор хлористого натрия - агрессивная среда, в которой не стойки многие конструктивные материалы.

Технологический процесс ведется по непрерывному графику и длится целый год от одного капитального ремонта до другого.

При этом особое значение имеет повышение надежности работы оборудования и всей технологической цепочки в целом.

Учитывая вышесказанное и опасность агрессивности

среды необходимо применять серийное оборудование и материалы, изготовленные из таких конструкционных материалов, которые обеспечивают непрерывность технологического процесса и высокую надежность эксплуатации.

Для изготовления технологического оборудования и труб, по рекомендации НИИхиммаша, применяется титан, нержавеющие стали и сплавы на медной основе. Для строительных конструкций из-за сильно агрессивной среды выполняется защитная защита.

В основном корпусе, как следует из описания технологиче- процессов, переработка и транспорт связаны с выделением в окружающую среду соляной пыли, тепла, образованием конденсата.

Конденсат и пыль, осаждающаяся на электрооборудовании, кабелях и конструкции при переменных влажности и температуре создают растворы, содержащие ионы HCl , H , Mg , Cl , которые являются агрессивными.

Содержание солей в растворе до 30%.

Устойчивым покрытием кабелей в указанных средах является поливинилхлоридная оболочка. Применение кабелей в свинцовой оболочке в связи с дефицитностью свинца нецелесообразно, а кабелей с резиновой оболочкой недопустимо, так как резина под воздействием монов Cl быстро разрушается.

Поливинилхлорид, обладая диффузионной проницаемостью для влаги, а в данном случае для растворов HCl , не обеспечивает полностью защиту кабеля от агрессивного воздействия среды. Медь и ее сплавы достаточно стойки к воздействию рассмотренных выше растворов. Медные жилы подвергаются только поверхностной коррозии, которая протекает чрезвычайно медленно. Алюминий за счет высокого собственного потенциала и наличия примесей в металле подвергается межкристаллической точечной коррозии и к воздействию соляных растворов не устойчив.

Точечная коррозия приводит к быстрому разрушению алюминиевых жил в отдельных местах, причем повреждения кабеля

~~Визуальным осмотром определять не представляется возможным.~~
Это подтверждается опытом эксплуатации действующих калийных предприятий.

Учитывая вышесказанное, исходя из условий воздействия внешней среды на технологических объектах производства поваренной соли, принят кабель с медными жилами.

3. Обоснование применения медных жил в кабелях

В данном разделе будут представлены необходимые сведения обоснованного применения медных кабелей по длине и сечению в конкретном объекте.

Первое Березняковское калийное производственное
рудоуправление

I. Корпус технической соли на мощность 480 т/сут

I.1. Внешние сети.

Внешние сети выполнены кабелем АСБ-6000 сечением $3 \times 185 \text{ мм}^2$.

Кабель прокладывается открыто по существующей кабельной эстакаде, желоботрассе и частично в земле. Длина кабеля взята в соответствии с длиной трассы.

Свинцовая оболочка принята для защиты кабеля от воздействия агрессивной среды в присутствии паров H_2S , K_2CO_3 .

I.2. Внутриводоочные сети.

Внутриводоочные наружные сети выполнены кабелем АСБ-6000 сечением $3 \times 70 + 1 \times 25 \text{ мм}^2$.

Кабель прокладывается от РУ-6кВ градирни до насосной станции.

Кабель проложен скрыто, в земле.

Токсовая нагрузка составляет 220 А.

I.3. Главный корпус. Электроосновное оборудование.

Корпус представляет собой многоэтажное здание высотой 10 м. Основное электрооборудование корпуса состоит из электродвигателей переменного тока. Два двигателя мельни-

цы принять напряжением 6000 В, остальные - 380 В. Пускатели и защитная аппаратура двигателей размещены на щитах в электротехнических помещениях. Операторские выполнены отдельными помещениями и на отм. 8.000.

Прокладка кабелей от щитов управления до электродвигателей и аппаратов управления выполнена в основном открытым способом. Местное управление двигателями осуществляется кнопками управления, установленными около механизмов, дистанционное - из операторских.

Участки кабельных трасс распределительной сети выполнены в проекте кабелем АСБГ-6000 для двигателей двух мельниц и ВВГ-1000, ВВГ-600 - для остальных электроприемников (см. соответствующие схемы и сводные ведомости).

Сечения кабелей определены по токовым нагрузкам.

Контрольный кабель КВВГ, провод ПВ предназначены для местного и диспетчерского управления механизмами. Этими кабелями выполнены связи между щитом диспетчера и щитами станций управления, шкафы и приборами КИПиА.

Кабель КРНТ в проекте предназначены для питания электрических талей в зарядной и отделении расфасовки.

Длины кабелей определялись длиной перемещения талей.

1.4. КИП и А

В разделе автоматизации для измерения и регулировки применены кабели с медными жилами согласно рекомендациям заводов-изготовителей (см. копии паспортов).

1.5. Связь и сигнализация

В соответствии со структурой управления производством, требованиями норм и правил безопасности в корпусе запроектированы следующие виды связи и сигнализации: административно-хозяйственная, диспетчерская, производственная громкоговорящая циркуляционной системы, пожарная сигнализация.

В корпусе установлено:

- а) телефонных аппаратов системы АТС - 5 шт.

б) то же системы ИБ - 2 шт.

в) прибор громкоговорящей связи ПГС - Ю - 9 шт.

г) пожарных извещателей:

ручных ПКИИ-9 - 5 шт.

автоматических ДИИ - 143 шт.

автоматически во взрывобезопасном исполнении ТРВ-2

- 4 шт.

Применение кабелей обосновывается по НТИ 322-68 № 34
3.3.; 4.5 и по ВИСН-4-73 (тех.условия по АПС).

Министерство энергетики СССР
Горьковское отделение института
"Энергосетьпроект"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Главный инженер проекта

И. И. Иванов

Объект — стенд 1150 кВ в г.Тольятти.

На мощном испытательном стенде (МИС) Тольяттинского отделения ВЭИ им. В.И.Ленина ведется строительство дополнительных устройств для проведения испытаний оборудования напряжением класса + 750 кВ постоянного тока и класса 1150 кВ переменного тока.

В настоящее время электротехнической промышленность разрабатывается несколько комплексов электрооборудования для передач постоянного и переменного тока.

Стенды создаются для эксплуатационных испытаний электрооборудования линий электропередач 1500 кВ Экибастуз—Центр, 1150 кВ Итал—Новокузнецк и Экибастуз—Урал, а также для вставок постоянного тока передачи СССР—Финляндия.

Проектом предусмотрены испытания оборудования и для перспективных ЛЭП напряжением 2500 кВ с целью поставки на промышленные ЛЭП полностью отработанного и надежного электрооборудования.

Стенды на МИС в г.Тольятти занимают площадь 17га, в которую входят открытое распредустройство 500 кВ, здание преобразовательных устройств, открытое распредустройство 1150 кВ, подстанции для собственных нужд, ящики шитов управления, защиты, автоматики.

Оборудование, поставляемое заводами Минэлектротехпрома проходит на стенде испытания на надежность по специальным программам на соответствие техническим заданиям, техническим условиям.

Проектная документация на "дополнительные устройства для проведения испытаний оборудования на классе напряжения \pm 750 постоянного тока и класса 1150 кВ переменного тока" разрабатывалась на основании технического задания на проектирование по расширению мощного испытательного стенда.

(В 1973 г. было осуществлено строительство МЭС по проекту на класс напряжения 7400 кВ постоянного тока). Стенд 1150 кВ входящий составной частью в "дополнительные устройства" будет введен на полные параметры в 1981 году. Для его ввода потребуется 37,8 км кабеля типа КВВГ с медной жилой. Пунктом Ш-4-3 "Правил устройств электроустановок" предписано для вторичных цепей подстанций с высшим напряжением 220 кВ и выше применять кабели с медными жилами. Мощный испытательный стенд состоит из подстанций 500, 750, 1150 кВ.

Основным сечением по проекту предусматривалось применение кабеля с медной жилой с основным сечением 2,5 мм² с учетом перспективных испытаний оборудования 1800-2000 кВ.

Обосновать это сечение для перспективных разработок, без конкретных аппаратов и их характеристик не представляется возможным. Поэтому нами выполнен пересмотр заказываемых контрольных кабелей со снижением основного количества на сечение 1,5 мм². Кабели, для соединения трансформаторов напряжением, в количестве 0,895 км, сечением 4 мм² выбирались согласно раздела Ш-4-4.

п.2. "Для цепей напряжения - потери напряжения от трансформаторов напряжения до панелей защиты и автоматики - не более 3%". Расчет сечения кабеля по этому условию дает значение по формуле:

$$S = \frac{2l \cdot 100 \cdot I_n \cdot \rho}{\Delta U \% \cdot U_n}$$

где

$$I_n = IA$$

$$U_n = 100 \text{ В}$$

$$\rho = 0,017 \text{ удельное сопротивление } \frac{\text{ОМ} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$l - \text{длина кабеля, м}$$

$$\Delta U \% - \text{допустимое падение напряжения, в процентах}$$

$$\text{Сечение } 3,3 + 3,6 \text{ мм}^2.$$

Проверка проводилась при длине кабеля 260, 290, 330 м.
Кабель марки КВВБ сечением 6 мм^2 в количестве 0,58 км для подключения измерителей напряжения (ПИИ) выбран на основании письма № 8-8/8 от 19.09.72 г. Главтекуправления Минэнерго СССР. В нем рекомендуется применять для подключения ПИИ бронированные кабели сечением не менее 6 мм^2 , т.к. обрыв кабеля приводит к выходу из строя (пробоя) высоковольтного ввода и появлению во вторичных цепях опасного для жизни обслуживающего персонала напряжения.

Приложение № 5

Пример расчета взрывоопасных концентраций
в зонах класса В-Ia по методике СН-463-74

Госстрой СССР

"Указания по определению категории производств
по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности"

I. Расчет концентрации паров скипидара в помещении насосной пеха выпарки брезки

Исходные данные:

1. Концентрация скипидара в жидкости - 60-80%
 2. Диаметр трубопровода - 50 мм
 3. Объем помещения:
 $4 \times 3,2 \times 4,2 = 53,76 \text{ м}^3$ см. лист № 100-1375а
 4. Проектная кратность вентиляции - 8 (по данным отдела ТИВ)
 5. Скорость зеркала испарения; - 0,5 м/сек
 6. $4 \times 3,2 = 12,8 \text{ м}^2$ - площадь зеркала испарения
 7. Нижний предел взрываемости - 0,8%
- Способ устранения аварии - ручной
Время устранения аварии - 15 мин.

II. Расчет:

Максимальное количество скипидара, которое может быть
пролито во время аварии (лопнул трубопровод):

$$0,05^2 \frac{\pi}{4} \times 2 \times 900 = 3,58 \text{ м}^3$$

где: 0,05 м - внутренний диаметр трубопровода
2 м/сек - максимальная скорость движения жидкости в трубопроводе;

900 сек - время аварийного потеченим жидкости

При этом толщина слоя разлившейся жидкости будет равна 280 мм, ввиду чего дальнейший расчет производится по площади разлива.

2. Количество жидкости, испаряющейся с зеркала поверхности розлива:

$$G = \pi (0,000352 + 0,000786 V) \times P \times F \text{ кг/час}$$

где:

M - молекулярный вес испаряющейся вещества

(скипидар $C_{10}H_{16}$) - 116

V - скорость движения паров над жидкостью - 0,5 м/сек

F - площадь розлива - 12,8 м²

P - парциальное давление паров скипидара над жидкостью.

В связи с отсутствием в литературе данных о парциальном давлении над растворами скипидара принимаем данные для - Пинева приведенные в справочнике химика т. I стр. 719

$$P = A - \frac{B}{t + C} = 8,1504 - \frac{2280}{60 + 273,2} = 1,25$$

где:

A, B, C - коэффициенты для β - Пинева соответственно равны 8,1504, 2280, 273,2

t - температура жидкости 60°C

$$e_{gr} = 1,25$$

$P = 40 \text{ мм рт.ст}$

$$\text{Тогда: } G = 116 (0,000352 + 0,000786 \times 0,5) \times 12,8 \times 40 = 4,35 \text{ кг/час.}$$

3. Определение категории помещения в зависимости от пролива скипидара.

3.1. Нижний предел (концентрационный) воспламеняемости: 1 г/м испаряющегося скипидара занимает объем 22,4 л, то

$$C = \frac{116 \times 0,008 \times 1000}{22,4} = 38,7 \text{ г/м}^3$$

где: 116 - молекулярный вес скипидара

0,0008 или 0,8% - нижний предел взрываемости

скипидара.

3.2. Расчетный объем взрывобезопасной смеси

$$V = 1,5 \frac{G}{C} = 1,5 \frac{4,35 \times 1000}{38,7} = 169 \text{ м}^3$$

где:

C - количество поступающего вещества в граммах

C - нижний предел взрываемости

1,5 - коэффициент запаса

3.3. Величина свободного объема с учетом вентиляции

$$V_0 = V \times K = V (AT + I)$$

где:

A - кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией;

T - продолжительность аварии в часах принимаем за 1 час

$$V_0 = 53,76 (8 \times 1 + 1) = 483,84 \text{ м}^3$$

3.4. Процент объема помещения, заполненный взрывоспособной смесью

$$\frac{B \times 100}{V_0} = \frac{169 \times 100}{483,84} = 35\%$$

III. Выводы:

Согласно п.3.2. СН 463-74 помещение цеха фторурала и насосная скважина цеха кышарки бражки относятся к категории А по СНиП II-M2-62 и классу В-Ia по ПУЭ.

Приложение № 6

Выписка из инструкций заводо-
изготовителей приборов (копии)

1. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ДАВНОМЕРЫ, ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ -- ТЯГОМЕРЫ,
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ -- ТЯГОДАВНОМЕРЫ СИЛЬФОННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕС-
КИЕ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ДАВНОМЕРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ (ДСЭЭ,
ДСЭТ, ДСОТН, ДМЭ)

Техническое описание и инструкция
по эксплуатации

"Передача выходного сигнала должна осуществляться по
двухпроводной линии связи, кабелем типа КНРГ с сечением жилы
4х1,5 мм² (ГОСТ 4376-63). Кабели вводятся в прибор через два
кабельных ввода".

2. ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ
2-х ПОЗИЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО (ТУДЭ I - ТУДЭ-12).

Рекомендованные кабели для подключения приборов в цепях
управления -- 3/х жильные без заземляющей жилы ШРПС 3х1,5, ГРН,
ГРНЫ 3х1,5 и др.

Приложение В 7

Определение массы свинцовой оболочки кабелей силовых и связи

Масса свинцовых оболочек кабелей силовых и связи может быть вычислена по зависимости:

$$G = \kappa \pi (d + \delta) \cdot \delta \gamma \quad (\text{кг/км})$$

где: $\pi = 3,14$

κ - коэффициент согласования размерности входящих параметров;

d - диаметр кабеля под оболочкой (мм);

γ - плотность свинца (удельная масса) - 11300 кг/м³;

δ - толщина оболочки (мм).

Толщины оболочек кабелей регламентируются общесоюзными стандартами: ГОСТ 9358-75 "Кабели связи. Оболочки свинцовые", ГОСТ 18410-73 "Кабели силовые с пропитанной бумажной изоляцией", ГОСТ 18409-73 "Кабели силовые с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом".

Массы свинцовых оболочек кабелей силовых и связи функции их диаметров (а также сечений для силовых кабелей и числа пар для телефонных кабелей), рассчитанные по приведенной зависимости, представлены на графиках (приложение 9, 10).

Примеры определения массы свинцовой оболочки по графикам.

1. Для телефонного кабеля марки ТТ 200х2х0,5, длиной 1,5 км по графику находим массу свинцовой оболочки равную 1400 кг/км абсцисса γ ($d=0,5$); кривая 2/. Масса свинцовой оболочки требуемого кабеля находится умножением численной величины длины кабеля на значение массы, определенное по графику: $M = lG = 1,5 \cdot 1400 = 2100$ кг

2. Для силового кабеля марки АСБ 3х95 на напряжение 6 кВ длиной 0,5 км по графику находим массу свинцовой оболочки равную 1625 кг/км (абсцисса S для $U = 6$ кВ, кривая 1). Масса свинцовой оболочки требуемого кабеля будет

$$M = lG = 0,5 \cdot 1625 = 312,5 \text{ кг}$$

Приложение Б 8

Масса одного километра медной токопроводящей жилы в зависимости от диаметра или площади поперечного сечения

I. Для кабеля связи

Диаметр (Д) мм	Масса кг/км
0,32	0,72
0,4	1,12
0,5	1,75
0,7	3,42
0,8	4,42
0,9	5,66
1,0	6,98
1,1	8,45
1,2	10,05

Пример расчета:

Кабель телефонный ТПШ 10х2х0,4

Потребность - 2,7 км

$$M = G \cdot n \cdot \ell = 1,12 \times 20 \times 2,7 = 60,5 \text{ кг}$$

где: M - масса меди в кабеле указанной конструкции и требуемой длины (кг)

G - масса меди одного км одной токопроводящей жилы (кг/км)

n - число жил

ℓ - требуемая длина (км)

II. Для силовых, контрольных кабелей, установочных проводов с одной токопроводящей жилой и многожильных одинакового сечения

Сечение (S) мм ²	Масса жилы (G) кг/км
1,0	8,5
1,2	10,7
1,5	13,4

2,0	17,8
2,5	22,2
3,0	26,7
4,0	35,6
5,0	44,5
6,0	53,4
6,0	71,2
10,0	89,0
16,0	142,4
25,0	222,5
35,0	311,5
50,0	445,0
70,0	623,0
95,0	845,5
120,0	1068,0
150,0	1335,0
185,0	1646,5
240,0	2136,0
300,0	2670,0
400,0	3560,0
500,0	4450,0
625,0	5562,5
800,0	7120,0

Пример расчета:

1) ПВ 16,0

потребность - 4,3 км

$$M = G \times n \times l = 142,4 \times 4,3 = 612,3 \text{ кг}$$

2) КВВГ 27х4

потребность - 2,0 км

$$M = G \times n \times l = 35,6 \times 2,0 \times 27 = 1922,4 \text{ кг}$$

III. Для силовых кабелей однопроволочных четырехпроводных конструкций, кабелей гибких общего назначения и специализированных с резиновой изоляцией

Число и сечение жил, мм ²	Суммарное сечение мм ²	Масса меди кг/км
3x1,5+1x1,0	5,5	49,0
3x2,5+1x1,5	9,0	80,0
3x4 +1x2,5	14,5	129,0
3x6 + 1x4	22,0	196,0
3x10+1x6	36,0	320,4
3x16 + 1x6	54,0	480,6
3x25 + 1x10	85,0	756,5
3x35 + 1x10	115,0	1023,5
3x50 + 1x16	166,0	1477,4
3x70 + 1x25	235,0	2091,5
3x95 + 1x35	380,0	2948,0
3x120+1x35	395,0	3515,5
3x150+ 1x50	500,0	4450,0
3x185+ 1x50	605,0	5334,5
3x10 + 1x6 + 5x2,5	448,5	431,6
3x16 + 1x10 + 5x2,5	70,5	627,5
3x25 + 1x10 + 5x4	106,0	934,5
3x35 + 1x10 + 5x4	135,0	1201,5
3x50 + 1x10 + 5x4	180,0	1602,0
3x70 + 1x10 + 5x4	240,0	2136,0
2x1,5+1x1	4,0	35,6
2x2,5+ 1x1,5	6,5	57,9
2x4 + 1x2,5	10,5	93,5
2x6 + 1x4	16,0	142,4
2x10 + 1x6	26,0	231,4
2x16 + 1x10	42,0	373,8
2x25 + 1x10	60,0	534,0
2x35 + 1x10	80,0	712,0

2x50 + 1x16	116,0	1032,4
2x70 + 1x25	165	1468,5
2x95 + 1x35	225	2002,5
2x150+ 1x50	350	3115,0
2x185+ 1x50	420	3738,0
2x240+ 1x70	550	4895,0
3x35 + 1x10	115	1023,5
3x50 + 1x10	160	1424,0
3x70 + 1x10	220	1958,0
3x95 + 1x10	295	2625,5
3x16 + 1x10 + 4x2,5	68	605,2
3x25 + 1x10 + 4x2,5	95	845,5
3x35 + 1x10 + 4x2,5	125	1112,5
3x16 + 1x10 + 4x4	74	658,6
3x25 + 1x10 + 4x4	101	898,9
3x35 + 1x10 + 4x4	131	1165,9
3x50 + 1x10 + 4x4	176	1566,4
3x70 + 1x10 + 4x4	236	2100,4
3x95 + 1x10 + 4x4	311	2767,9
3x120+1x10 + 4x4	386	3435,4
3x4 + 1, x2,5+3x1,5	19	169,1
3x6 + 1x4 + 3x2,5	29,5	262,5
3x10 + 1x6 + 3x2,5	435	387,15
3x16 + 1x10 + 3x4	70,0	623
3x25 + 1x10 + 3x4	97,0	863,3
3x35 + 1x10 + 3x4	127,0	1130,3
3x50 + 1x10 + 3x4	172,0	1530,8
3x70 + 1x10 + 3x4	232	2064,5
3x95 + 1x10 + 3x4	307	2732,3
6x6 + 5x1,5+ 1x6	49,5	440,5
6x10 + 5x1,5 + 1x6	73,5	654,15
6x16 + 5x1,5 + 1x10	113,5	1010,15
6x25 + 5x1,5 + 1x10	167,5	1490,7
6x35 + 5x1,5 + 1x10	227,5	2024,7

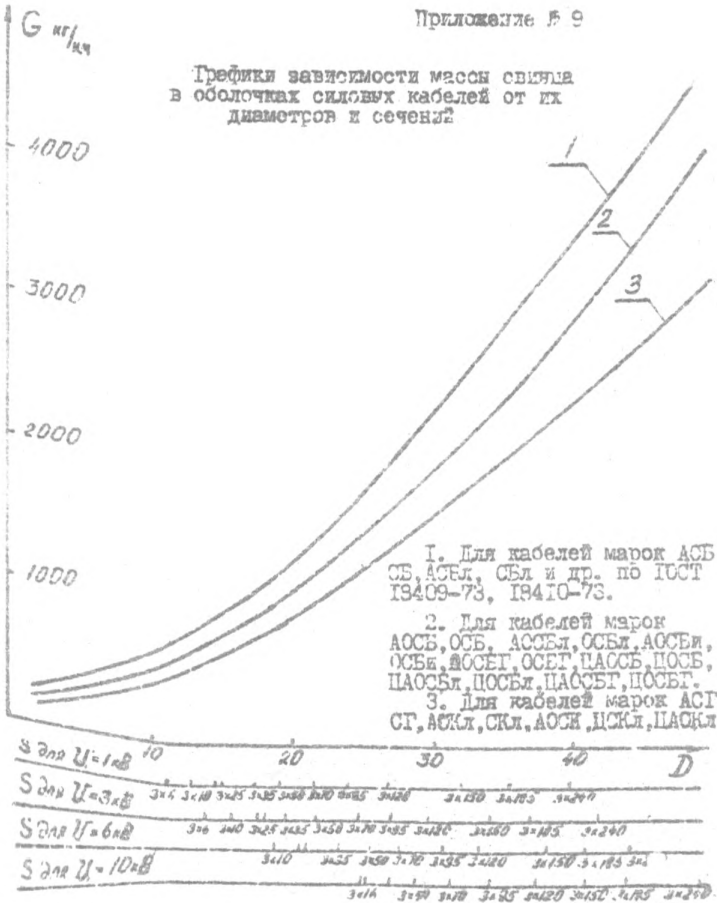
6x50 + 5x1,5 + 1x10	317,5	2825,7
6x16 + 5x2,5 + 1x10	116,5	1054,6
6x25 + 5x2,5 + 1x10	172,5	1535,2
6x35 + 5x2,5 + 1x10	232,5	2069,2
6x50 + 5x2,5 + 1x10	322,5	2870,2

Примеры расчета:

- 1) Кабель КРПТ 3x35 + 1x10 Потребность - 1,5 км
 $M = Q \times l = 1026,5 \times 1,5 = 1539,7 \text{ кг}$
- 2) Кабель ПРПБ 3x35 + 1x10 + 3x4 Потребность - 3,0 км
 $M = Q \times l = 1130,3 \times 3,0 = 3390,9 \text{ кг}$

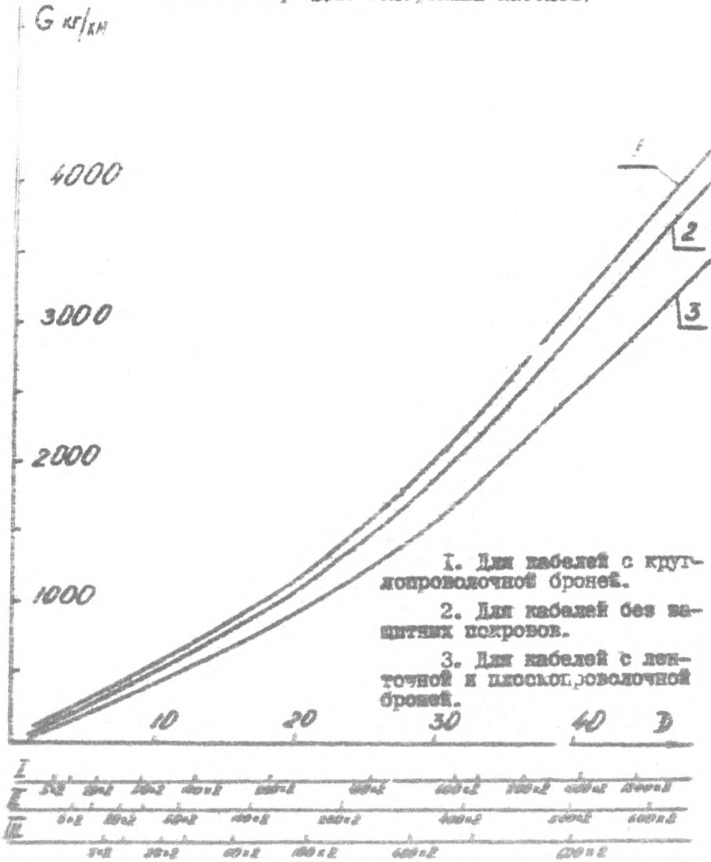
Приложение № 9

Графики зависимости массы свивля
в оболочках силовых кабелей от их
диаметров и сечений



Приложение № 10

Графики зависимости массы свинца в оболочках кабелей связи от их диаметров и числа пар (для телефонных кабелей)



- 1. Для кабелей с круглопроводочной броней.
- 2. Для кабелей без защитных покрытий.
- 3. Для кабелей с ленточной и плоскострувочной броней.

I	50	100	200	400	800	1600	3200	6400	12800
II	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.4	12.8	25.6	51.2
III	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.4	12.8	25.6	51.2

I для $\pi(d=0,4)$; II для $\pi(d=0,5)$; III для $\pi(d=0,7)$

Приложение Б II

Масса меди и свинца низкочастотных
кабелей связи марок ТЭТ, ТЭБ

Число четверок и диаметр в мм	Масса меди		Масса свинца	
	кг/км	ТЭТ и ТЭБ	ТЭТ	ТЭБ
3x4x0,9	69,2		591	517
4x4	92,3		545	564
7x4	162		837	709
12x4	277		1156	951
14x4	323		1305	1046
19x4	439		1461	1179
27x4	623		1996	1646
37x4	854		2385	1991
52x4	1200		3154	2665
61x4	1408		3514	3014
80x4	1846		4402	3821
102x4	2364		5415	4763
114x4	2691		5976	5106
3x4x1,2	123		665	539
4x4	164		795	627
7x4	288		1032	848
12x4	403		1434	1163
27x4	1109		3421	2821
19x4	781		1939	1607
37x4	1520		3110	2646
52x4	2136		3899	3366
61x4	2506		4660	4071

Отпечатано роталитной мастерской института ЦентрОгипрошахт
ул.Петра Романова,18. *Заказ 29 Тираж 100.*