

ISSN 0033-1155

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА



Советские энергетики желают успехов и плодотворной работы участникам X Международной конференции по промышленной энергетике!

Сердечный привет организаторам X конференции — энергетикам Дружественной Венгерской Народной Республики!

A szovjet energetikusok sikereket és gyümölcsöző munkát a X. Nemzetközi ipari — energetikai konferencia résztvevőjének kívánnak.

A X. konferencia szervezőinek — a barátságos Magyarország energetikusainak szívélyes üdvözlését küldünk.

Die sovjetischen Energiewirtschaftler wünschen den Teilnehmern der X. Internationalen Konferenz für industrielle Energiewirtschaft viel Erlolge und fruchtbare Arbeit!

Herzliche Grüße den Organisatoren der X. Konferenz — den Energiewirtschaftlern der Volksrepublik Ungarn!

Travailleurs d'énergie soviétique souhaitent succès et travail fructueux aux participants de X Conférence Internationale sur énergétique industrielle!

Salutations cordiales aux organisateurs de X Conférence — travailleurs de l'énergie d'amicale République Populaire de Hongrie!

Soviet power engineers wish every success and fruitful work to the participants in the X International conference on industrial power engineering.

We send our heartfelt greetings to organizers of the X Conference power engineers of the friendly Hungarian peoples republic.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

О. Н. Багров, Б. Д. Белый, С. И. Веселов (главный редактор), Н. И. Волощенко, П. И. Головкин, В. Л. Громова, Е. А. Джанаридзе, А. П. Егоричев, Б. А. Константинов, В. В. Михайлов, Г. Б. Онищенко, М. Н. Павлов, Ю. Л. Рыжнев, Н. И. Рябцев, В. И. Савин, Б. В. Сазанов, Б. А. Соколов, И. А. Шадрухин (зам. гл. редактора).



Адрес редакции: 103012, Москва, Б. Черкасский пер., 2/10. Телефон 221-66-04.

Коммунизм — это есть Советская власть
плюс электрификация всей страны.

Ленин



ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Ежемесячный производственно-технический журнал
ОРГАН МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
И ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

10 1981

Октябрь

Москва, Энергоиздат

Основан в 1944 году

СОДЕРЖАНИЕ

Михайлов В. В. — К предстоящей X Международной конференции по промышленной энергетике	2	Коротков Н. И. — Перспективы совершенствования комплектов шинопроводов до 1000 В	33
ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ			
Михайлов В. В. — О параметрах и уровнях надежности энергоснабжения	3	Лепихов В. М., Динабург М. Л. — Ускорить перевод электроприемников угольных предприятий на напряжение 10 кВ	36
Серов В. И., Набоков Э. П., Волощенко Н. И., Дегтярев В. В. — Экономия электроэнергии на шахтах крупного падения, опасных по внезапным выбросам	5	Долин А. П. — К определению допустимых нагрузок на изоляторы и шинные опоры	37
ЭКСПЛУАТАЦИЯ, МОНТАЖ И НАЛАДКА			
Соколов Н. А., Бреннер А. Н. — Перевод паровых котлов ДКВР-4-13 на водогрейный режим работы	7	Филиппов В. А., Тев Ен Зе, Шестаков М. Э. — Экспериментальное исследование процесса сжигания твердого топлива в вибрирующем слое	38
Подолов В. Е., Петрова В. И., Козырева И. Л. — Опыт эксплуатации обложной натрий-катодной установки	9	Доценко А. М., Левитасов Я. М., Старк С. Б. — Пылегазовые выбросы мажеров металлургических заводов	41
Ключков В. Н. — Определение плотности котловой воды для наладки измерительных и регулирующих приборов	7	Юдильев М. М., Гарников А. Д. — Использование газовых выбросов предприятий в качестве дутьевого воздуха в котлах и промышленных печах	43
Золотухин В. А., Темеров А. А., Видин Ю. В., Евтихов Ж. Л. — О некоторых факторах, влияющих на характер зарастания окислами каналов индукционной лавальной печи	11	Семенов Л. Г., Аронов И. З., Пресняк Г. А., Котляров Л. А., Григоров В. Г. — Комплексное использование природного газа в котельных установках с контактными экономизерами	45
ПРОЕКТЫ И ИССЛЕДОВАНИЯ			
Дзвенский А. Я. — Анализ и прогнозирование электроэнергетических показателей промышленных предприятий	15	Равич М. Б., Дашевский Ю. М. — К определению потерь теплоты с уходящими газами при работе промышленных котлов на мазуте	48
Чеботарев Е. В., Жохов Б. Д., Соколова А. С. — Потери электроэнергии в сетях со статическими возбудителями	18	Колбасов М. Г., Скунин Н. И., Петров М. А. — К определению предельной длины замерзания конденсирующейся влаги в надземных трубопроводах сжатого воздуха	49
Гольденблат Б. И. — Об ударном эффекте дуговых сталеплавильных печей	21	Детков С. П. — Связь между тепловой мощностью и диаметром вращающихся печей цветной металлургии	51
Раух Я. Я., Хитров А. И., Кабанов В. В. — Учет нагрузки при выборе электродвигателей 6—10 кВ	24	Симонов Ф., Дологовская Н. В. — Расчет оптимальных эксплуатационных характеристик при совместной работе компрессорной холодильной установки и систем оборотного водоснабжения	54
Бернер М. С., Чижиков А. И., Паринков А. В., Ковалев И. Н., Лыбах Н. И., Сидельников В. И. — Оперативный прогноз нагрузок заводского энергопотребления	26	Шкиряков А. П. — Тепловая работа вавны рудовосстановительной ферросплавной печи с увеличенными расстоянием электродов	57
Вагин Г. Я., Лоскутов А. Б. — Исследование режимов работы труб электросварочных станков	28	Экстер А. М., Грабовская М. А. — О поверочном расчете водо-водяных эжекторов реактивного хозяйства химикоочисток	58
Зачичено В. Ф., Буловский В. П. — Комбинированная защита двигателя напряжением ниже 1000 В	30	Шелыгин Б. Л., Бахирев В. И., Гудзюк В. Л. — Проектирование установок обезжелезивания сточных вод в топке парового котла	60
ХРОНИКА			
Научно-техническое совещание энергетиков Латвии			63

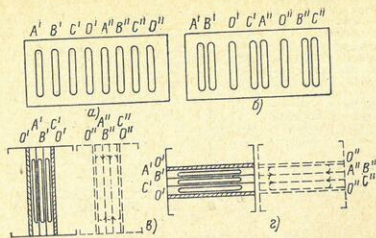


Рис. 4. Эскизы перспективных магистральных шиннопроводов. а, б — вентилируемые; в, г — невентилируемые.

узлов соединений (геометрическая несимметрия концов полюс, дополнительный расход металла на оболочку и нулевой проводник, несколько ухудшенные по сравнению с конструкциями на рис. 4, а, г электрические показатели). Премуществами вентилируемых конструкций являются несколько более высокая плотность тока в проводниках, а также возможность использования в качестве защитной изоляции собственно шин,

а в качестве рабочей — воздуха и твердых изоляторов, служащих для закрепления проводников внутри оболочки. В некоторых случаях предпочтительнее следует отдать более простой по конструкции схеме на рис. 4, а.

Перечисленные недостатки отсутствуют у пакетных шиннопроводов (рис. 4, в, г). Однако для них характерны несколько меньшая плотность тока и необходимость использования для изоляции шин твердой изоляции, рассчитанной на рабочее напряжение шиннопровода.

При разработке шиннопроводов пакетного типа предпочтение следует отдать схеме на рис. 4, г. В этом случае механическая прочность шиннопроводов очень высока, что позволит использовать их в качестве опорных конструкций для других элементов электрической сети. Кроме того, упрощается монтаж перемычек по трассе магистрали, выполненной из двух или более параллельных пакетных шиннопроводов, для соединения проводников одноименных фаз в местах ответвлений к токоприемникам.

Анализ показал, что при разработке перспективных комплектов магистральных шиннопроводов предпочтение следует отдать унифицированным конструкциям пакетного типа с лучшими качественными показателями по сравнению с известными конструкциями, в которых используются вентилируемые оболочки.

УДК 621.311.031:662.2721.001.2

Ускорить перевод электроприемников угольных предприятий на напряжение 10 кВ

Лепихов В. М., инж.
ПО «Ворошиловградуголь»
Динабург М. Л., канд. техн. наук

В настоящее время все большую актуальность приобретает вопрос увеличения напряжения шахтных электропотребителей с 6 до 10 кВ. Непрерывный рост производственных мощностей шахт, повышение уровня механизации и переход к отработке глубоких горизонтов приводят к резкому увеличению установленной и потребляемой мощности. В ПО «Ворошиловградуголь» в 1980 г. установленная оплачиваемая мощность по шахтам Ворошиловградская № 1, им. В. И. Ленина, им. Артема и «Украина» составила соответственно 36, 34,4, 32,2, 35,1 тыс. кВт·А, а потребляемая мощность — 10—15 тыс. кВт. Институтом Южгипрошахт проектируются шахты Богдановская № 1 и 2 с потребляемой мощностью 31,2 и 38,6 тыс. кВт и годовым расходом электроэнергии 132 и 124 млн. кВт·ч.

Возросли и единичные мощности электроприемников подземных и поверхностных установок. На шахте Ворошиловградская № 1 мощность каждого синхронного двигателя двигателя-генераторных групп угольных подъемов МК5×4 равна 3200 кВт, а двигателя вентилятора главного проветривания ВРЦД4,5—4000 кВт. Пуск таких мощных двигателей при напряжении 6 кВ

вызывает большую посадку напряжения и связан с необходимостью прокладки нескольких кабелей большого сечения, установки специальных разгонных двигателей.

Значительно возросла также мощность угледобывающих и проходческих комбайнов, для питания которых применяются сухие передаточные подстанции мощностью 630 кВт·А (предполагается использование подстанций 1000 кВт·А). Удаленность угледобывающих участков от центральных подземных подстанций (ЦПП) и их большая энергоемкость вызывают необходимость прокладки нескольких высоковольтных кабелей, что затрудняет их эксплуатацию. Сложной является также схема передачи электроэнергии от ГПП к ЦПП, включающая несколько реакторов и большое количество ствольных кабелей.

Проектом института Южгипрошахт на шахте Ворошиловградская № 1 для электроснабжения токоприемников на горизонте 510 м предусмотрены прокладка 14 ствольных кабелей сечением 120—150 мм² каждый, установка четырех реакторов на ГПП и сооружение трех ЦПП. Расчет показал, что при переводе этой

шахты на напряжение 10 кВ число ствольных кабелей уменьшится с 14 до 6, реакторов — с 4 до 2, ЦПП — с 3 до 1. Это значительно упростит схему электроснабжения шахты и даст экономию капитальных вложений (150 тыс. руб.), цветных металлов (100 т), электроэнергии (1,5 млн. кВт·ч в год).

УДК 621.315.623.001.2

К определению допустимых нагрузок на изоляторы и шинные опоры

ДОЛИН А. П., канд. техн. наук
Московский энергетический институт

В соответствии с ПУЭ изоляторы шинных конструкций удовлетворяют условиям электродинамической стойкости, если выполняется неравенство

$$R_{max} \leq R_{доп}, \quad (1)$$

где R_{max} — максимальная расчетная нагрузка на изолятор; $R_{доп}$ — допустимая нагрузка на головку изолятора.

Методика расчета максимальных нагрузок для различных типов конструкций напряжением как ниже, так и выше 110 кВ приведена, например, в [Л. 1—4]. Допустимые нагрузки согласно ПУЭ составляют 60% минимальной разрушающей нагрузки изолятора:

$$R_{доп} = 0,6R_{разр}. \quad (2)$$

Для опорных изоляторов напряжением 110 кВ и выше заводы-изготовители указывают разрушающую нагрузку на изгиб, так как фазы шинных конструкций с этими изоляторами, как правило, расположены в одной (горизонтальной) плоскости и при к. з. изоляторы испытывают только изгибающие усилия. Для опорных изоляторов напряжением 35 кВ и ниже указывают разрушающую нагрузку на изгиб или разрыв. В зависимости от взаимного расположения фаз изоляторы таких конструкций могут испытывать при к. з. изгибающие, растягивающие или сжимающие усилия. Однако на сжатие изоляторы работают значительно лучше, чем на растяжение или изгиб, поэтому проверка на сжимающие нагрузки не производится.

При расположении фаз шинной конструкции в одной горизонтальной плоскости изоляторы проверяются только на изгибающие усилия, а при расположении в одной вертикальной плоскости — только на растягивающие усилия. Если фазы расположены по вершинам треугольника, изоляторы испытывают как изгибающие, так и растягивающие (или сжимающие) нагрузки. Поскольку действующие на изоляторы при к. з. результирующие нагрузки меняются во времени по значению и направлению, электродинамическую стойкость изоляторов с некоторым запасом можно определить неравенством:

$$R_{max} \leq R_{доп.н}, \quad (3а)$$

$$R_{max} \leq R_{доп.р}, \quad (3б)$$

Идея перехода с напряжения 6 на 10 кВ, возникшая около 20 лет назад, до сих пор не нашла практического применения в угольной промышленности. В настоящее время необходимо начать разработку организационно-технических мероприятий по скорейшему внедрению в отрасли напряжения 10 кВ.

где R_{max} — максимальная результирующая нагрузка, действующая на изолятор при к. з.; $R_{доп.н}$ и $R_{доп.р}$ — допустимые нагрузки на изгиб и растяжение, определяемые по формуле (2).

Неравенства (3) справедливы для изоляторов, площадь основания которых примерно в 1,5—2,5 раза больше площади головки. Для изоляторов с одинаковыми размерами основания и головки условия стойкости ужесточаются. В этом случае в левой части неравенства (3б) вместо R_{max} можно принять $2R_{max}$. Если центр поперечного сечения шины удален от головки изолятора (рис. 1), допустимую изгибающую нагрузку необходимо уменьшить. Из условия равенства моментов сил, приложенных к головке изолятора и к центру тяжести поперечного сечения шины, получаем допустимую изгибающую нагрузку:

$$R_{доп.н} = 0,6R_{разр} \frac{H}{H+h}, \quad (4)$$

где H — расстояние от головки до опасного сечения изолятора; h — расстояние от головки до центра тяжести поперечного сечения шины.

Расстояние H для изоляторов с внутренним креплением арматуры (рис. 1, а) принимается равным высоте изолятора, а с внешним креплением (рис. 1, б) — расстоянию от верхней торцевой поверхности опорного фланца до вершины изолятора [Л. 5].

Допустимую изгибающую нагрузку составных изоляционных опор (рис. 2, а, б) можно определить по формуле (4), в которой $R_{разр}$ — разрушающая нагрузка на изгиб нижнего изолятора; H — расстояние от вер-

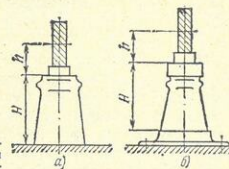


Рис. 1. Изоляторы с внутренним (а) и внешним креплением арматуры.

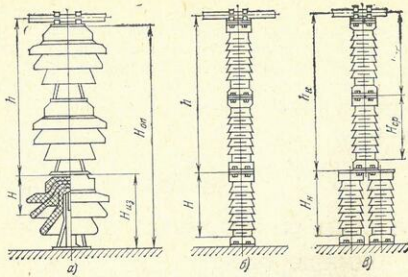


Рис. 2. Составные изоляционные опоры с опорно-штыревыми (а) и опорно-стержневыми (б, в) изоляторами.

шины до опасного сечения нижнего изолятора; h — расстояние от головки нижнего изолятора до центра тяжести поперечного сечения шины.

Испытания показали, что опасное сечение опорно-штыревых изоляторов расположено вблизи места соединения чугунного штыря и фарфорового тела. Иногда расстояние H ошибочно принимают равным высоте изолятора. В этом случае возможны значительные ошибки при определении допустимых нагрузок. Например, изоляционная опора напряжением 110 кВ, состоящая из трех изоляторов типа ОНШ-35-2000 (рис. 2, а), имеет высоту $H_{оп}=1200$ мм. Высота каждого изолятора $H_{ст}=400$ мм. Разрушающая нагрузка одного изолятора $R_{разр}=20000$ Н. Расстояние от головки нижнего изолятора до центра тяжести поперечного сечения шины $h \approx H_{оп} - H_{ст} = 800$ мм. Если принять расстояние H равным высоте изолятора $H_{ст}$, допустимая нагрузка согласно формуле (4) составит 4000 Н. В действительности H составляет около 190 мм, поэтому допустимая нагрузка

$$R_{доп} = 0,6 \cdot 20000 \frac{190}{190 + 800} = 2300 \text{ Н.}$$

УДК 662.93:62-261.001.6

Экспериментальное исследование процесса сжигания твердого топлива в вибрирующем слое

ФИЛИППОВ В. А., канд. техн. наук, ТЕН ЕН ЗЕ, ШЕСТАК М. Э., инженеры
НИПКИ обогащения твердых горючих ископаемых

На обогащательных фабриках сушка угля осуществляется дымовыми газами топочных устройств, в которых сжигается твердое топливо. Наибольшее распространение в сушильных установках получили слоевые топки. Однако для них характерны нарушения аэродинамической устойчивости слоя при увеличении форсировки дутья и, как следствие, повышение потерь

Таким образом, расчетное значение допустимой нагрузки изоляционной опоры при неверном выборе расстояния H может оказаться почти на 75% выше ее фактического значения. Этот вывод подтвердили также экспериментальные исследования.

Электродинамическая стойкость составных опор с двумя изоляторами в основании (см. рис. 2, а) определяется прочностью либо этих двух, либо среднего изолятора. Поэтому допустимая нагрузка опоры равна наименьшей из двух нагрузок: допустимой нагрузки на средний изолятор и нагрузки на нижние изоляторы. Допустимые нагрузки также вычисляются по формуле (4), в которой $R_{разр}$ является суммой разрушающих нагрузок нижних изоляторов или разрушающей нагрузки среднего изолятора. Расстояние от вершины до опасных сечений изоляторов и расстояние от головок изоляторов до центра тяжести шины в формуле (4) принимают равными для нижних изоляторов H_n и H_v , а для средних — $H_{ср}$ и $h_{ср}$ (см. рис. 2, а). Если опора собрана из одинаковых изоляторов, допустимая нагрузка среднего изолятора будет допустимой нагрузкой опоры, так как она более чем на 30% меньше $R_{доп}$ нижних изоляторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудрявцев Е. П., Долин А. П., Васильев А. А. Методика расчета шин и опорных изоляторов распределительных устройств напряжением до 35 кВ на электродинамическую стойкость.—Промышленная энергетика, 1975, № 11.
2. Долин А. П. Электродинамическая стойкость изоляторов и шин, расположенных по вершинам треугольника.—Промышленная энергетика, 1977, № 7.
3. Кудрявцев Е. П., Долин А. П. Методика расчета электродинамической стойкости токопроводов напряжением 110 кВ и выше с учетом податливости опор.—Электричество, 1977, № 5.
4. Кудрявцев Е. П., Долин А. П. Электродинамическая стойкость жесткой ошинокки напряжением 110 кВ и выше.—Электрические станции, 1980, № 1.
5. Сивяцкий В. Н. Расчет и конструирование электрокерамических конструкций.—М.: Энергия, 1977.



горения твердого топлива в топке с вибрационной решеткой, смонтированной на Жилевской опытно-промышленной обогатительной фабрике.

На рисунке приведена схема экспериментальной установки. Подготовленный для сжигания уголь из бункера 1 подается питателем-забрасывателем 2 на вибрационную решетку 3 (площадь — 0,104 м², живое сечение — 8%). Для увеличения дальности заброса и обеспечения равномерного распределения топлива по длине решетки под забрасыватель подводится воздух от дутьевого вентилятора 4. Этим же вентилятором подается воздух, необходимый для горения топлива.

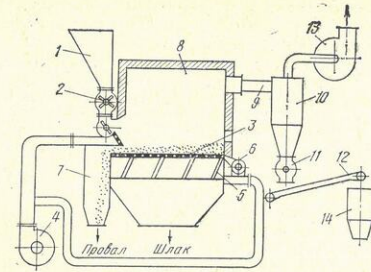
Решетка устанавливается на наклонных эксцентриках 5 и приводится в колебательное движение эксцентриком вибратором 6 с регулируемым эксцентриситетом (0—6 мм). Частота вращения вибратора регулируется с помощью вариатора в диапазоне от 300 до 450 об/мин.

Горение топлива происходит в основном на решетке, которая периодически выключается от реле времени. Горящий слой топлива под воздействием механической вибрации перемещается к фронту топки 8. Угол вектора вибрации с горизонтом составляет 30°. По мере продвижения по решетке топливо проходит все стадии горения.

Выжженный шлак удаляется с решетки в шлаковый бункер 7, а продукты сгорания вместе с летучей золой по борозу 9 поступают в циклон 10, где происходит осаждение твердых частиц. Осиженные газы выбрасываются дымососом 13 через дымовую трубу в атмосферу, а осевшие частицы уноса из шлакового питателя 11 направляются на ленточный конвейер 12 и далее в бункер 14.

Предварительные испытания установки показали, что при сообщении решетке колебательного движения не происходит заметного увеличения объема и порозности слоя угля. Поэтому для рассматриваемой технологической схемы возможно применение методов исследования и аналитического расчета, которые обычно используют при изучении слоевых процессов. Метод исследования включал наблюдение за поведением частиц в слое, определение состава газа, температурного режима и потерь топлива, составление золowego баланса.

На вибрационной решетке сжигали каменные угли марок Г, СС, ОС и бурый подмосковный уголь с размером кусков 0—13 и 0—25 мм различного гранулометрического состава. Результаты некоторых опытов по сжиганию топлива приведены в таблице.



При визуальном наблюдении за процессом было установлено, что воспламенение топлива на вибрационной решетке происходит в ее начале. Кроме того, в отдельных случаях после сообщения вибрации горящему слою топлива резко повышается его температура $t_{сн}$, достигая 1500°С.

Структура слоя и шлака и содержание горючих в шлаке зависят от степени интенсивности колебательного движения частиц в слое и относительного времени работы решетки. При интенсивном относительном движении слоя образуется **нелавный** шлак с пористой структурой, а при отсутствии такого движения шлак сплавляется в плотные куски и плохо выжигается. При вибрации шлак всегда скапливается в нижней низко-температурной части слоя, благодаря чему ухудшаются условия работы слоя и уменьшается (до 0,08—0,5 кг/ч) провал частиц кокса через решетку.

Из потерь с механическим недожогом наибольшую долю составляют потери с уносом. Это объясняется принятой при исследовании повышенной скоростью дутья и отсутствием специальных устройств для возврата уноса.

Для математической обработки экспериментальных данных принята критериальная зависимость

$$\frac{Q_{нв} B}{R} (1 - q_n) = \Phi (A \omega^2 / g)^a (\tau_{наб} / \tau_{ост})^b (Fr)^c (k/a_n)^d \times \times (d_{ср} / h_{ср})^e,$$

где $\frac{Q_{нв} B}{R} (1 - q_n)$ — удельная тепловая нагрузка решеткой (параметр интенсивности) с учетом потерь от механи-

№ опыта	Марка угля	Q _{нв} ^р , ккал/кг	B, кг/ч	h _{ср} ^р , мм	t _{ср} ^р , °С	A, мм	ω, с ⁻¹	d _{ср} ^р , мм	τ _{наб} ^р , с	τ _{ост} ^р , с	u _в ^р , м/с	α _т	ε _{плд} ^р , %	q _n , %	Теплонапряжение	
															зеркала горения, ккал/(м ² ·ч)	объема топлива, т/кал/(м ² ·ч)
1	Г	5992	51,96	74	850	4	39,77	4,4	10	100	1,33	3,95	36,6	17	3,992	0,7076
2	Г	5992	57,14	85	1200	4	35,07	6	7	97	1,79	3,92	37	34,6	4,380	0,778
3	Г	5992	43,1	115	1180	4	45	4,4	7	100	1,36	3,45	35,8	9,7	3,312	0,589
4	СС	8549	85,6	55	1350	4	38,63	4,7	14	108	1,57	0,09	39,9	22,9	5,51	0,976
5	СС	8549	48,2	75	1200	4	36,63	4,7	5	106	1,58	2,76	39	22,8	4,10	0,7293
6	ОС	2706	67	155	1090	8	33,5	2,5	5	205	1,34	3,14	33,1	34	4,22	0,7483
7	Бурый	2576	60	30	1100	6	37,68	4,3	3	84	0,385	3,14	18,2	19,92	1,982	0,3518
8	"	2576	60	65	1100	8	33,5	4,3	3	80	0,33	2,8	17,2	27,9	1,982	0,3513

Цена 40 к.

Индекс
70734

ЭНЕРГОИЗДАТ

Промышленная энергетика, 1981, № 10, 1—64.