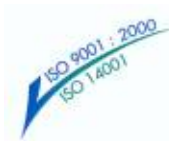
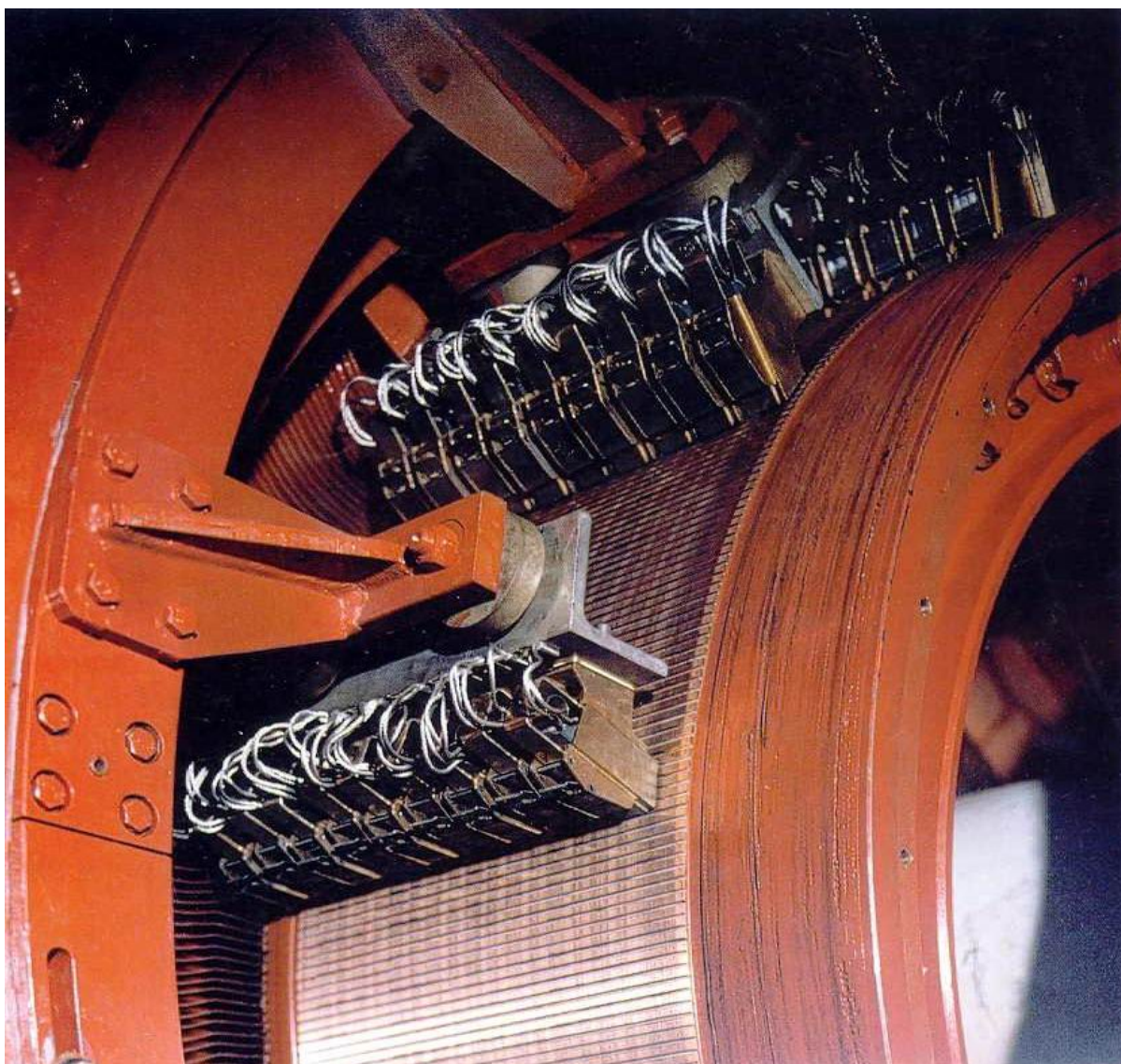




# Техническое руководство Щётки для электрических машин



## Основные группы электрощёток

Здесь представлены пять основных групп щёток, каждая из которых обуславливает конкретный способ их изготовления. К некоторым основным группам можно добавить ещё две подгруппы : пропитанные и многослойные. Ниже приведены краткие характеристики и особенности изготовления электрощёток.

### А - Угольнографитовые щётки.

Производятся из смеси аморфных, натуральных и искусственных углеродистых порошков, отобранных и впоследствии агломерированных. Таким образом порошки, увлажнённые и сжатые в пластины приковываются к углю.

Щётки имеют хорошие коммутационные свойства, прекрасно полируются и обеспечивают средний уровень контактной разности потенциалов.

Применяются в основном на старых медленных электродвигателях, рассчитанных на низкое напряжение, и на современных двигателях киловатной мощности.

Плотность тока..... 8 - 16 А/см<sup>2</sup>.

Периферийная (линейная) скорость..... 25 м/с.

### EG - Электрографитовые щётки.

Изготовленные подобно угольнографитовым щёткам эти подвергаются впоследствии всевозможным термическим обработкам в высокотемпературной среде (около 2500°С) с целью превратить основной аморфный углерод в искусственный графит.

Имеют среднюю контактную разность потенциалов и низкую фрикцию (коэффициент трения). Они менее убыточны и применяются на высокоскоростных двигателях.

Электрографитовые щётки устанавливаются на все типы современных двигателей, стационарные и мобильные, высокооборотные, низковольтные и высоковольтные, а также с постоянной и переменной нагрузкой.

Плотность тока(постоянная нагрузка)..... 8 - 12 А/см<sup>2</sup>.

Плотность тока(короткоимпульсные включения)..... 20 - 25 А/см<sup>2</sup>.

Периферийная (линейная) скорость..... 60 м/с.

### LFC – Мягкие графитовые щётки.

В основе состава содержится предварительно очищенный натуральный или искусственный графит, смешанный с остальными компонентами в строго определённых пропорциях. Далее масса собирается в блоки и отжигается с последующим коксованием.

В итоге получаются мягкие, пластичные щётки, устойчивые к вибрационным и ударным воздействиям. Имеют высокую степень очистки.

В основном идут в дополнение к металлическим кольцам в высокоскоростных синхронных и асинхронных двигателях.

Плотность тока..... 10 - 13 А/см<sup>2</sup>.

Допустимая периферийная (линейная) скорость..... 75 - 90 м/с.

## **CG-МС – Металлографитовые щётки.**

Производятся путём смешивания в строго определённых пропорциях естественного очищенного графита и порошковой меди с добавлением свинца или олова. Таким образом смешанные порошки сжимаются в формы и термически обрабатываются с целью достижения твёрдого состояния и желательной когезии. Другой технологический способ производства заключается в пропитке графита под высоким давлением очищенной расплавленной медью или сплавом меди со свинцом.

В итоге щётки изготовленные подобным образом, обладают низкой фрикционностью, очень малой контактной разностью потенциалов и, как следствие, высокой износоустойчивостью.

Применяются в основном в низкооборотных двигателях постоянного тока, рассчитанных на малое и сверхмалое напряжение. Также комплектуют низкооборотные асинхронные и синхронные двигатели на основе бронзовых и стальных коллекторных колец с большой нагрузкой на низких и средних оборотах.

Плотность тока..... 12 - 30 А/см<sup>2</sup>.

Периферийная (линейная) скорость..... до 35 м/с.

## **BG – Бакелитографитовые щётки.**

Натуральный или искусственный графит, с примесями и без, впоследствии агломерируется с термозакалённой смолой типа бакелита. Далее смесь сжимается и полимеризируется в соответствующей температуре. Такой состав может работать с малой плотностью тока.

Данный тип щёток имеет высокое механическое и электрическое сопротивление, хорошие коммутационные свойства, однако имеющаяся при этом повышенная контактная разность потенциалов обуславливает низкую износоустойчивость.

В основном комплектуют двигатели переменного тока типа SCHRAGE или SCHORCH. Так же используются во многих мобильных и стационарных двигателях постоянного тока средней скорости и нагрузки.

Плотность тока.....изменяется в зависимости от сорта наполнителя (оптимальная достигается на двигателях с малой нагрузкой).

Периферийная (линейная) скорость..... до 40 м/с.

## Главные характеристики щёток

| Группы щёток                 | Модификации | Кажущаяся плотность<br>Г/см <sup>3</sup> | Удельное сопротивление<br>мкОм/см<br>(мкОм/дюйм) | Твёрдость по Шору | Прочность на изгиб<br>МРа | Контактная разность потенциалов<br>ΔU в V | Трение     | Максимальная плотность тока<br>А/см <sup>2</sup><br>А/дюйм <sup>2</sup> | Максимальная периферийная скорость<br>м/сек.<br>(фут/сек.) | Процентное содержания металла<br>% |
|------------------------------|-------------|--|--|-------------------|---------------------------|---|------------|---|--|------------------------------------|
|                              |             |  |  |                   |                           |   |            |   |  |                                    |
| Угольно-графитные            | A 121       | 1,78                                     | 1 700<br>(710)                                   | 30                | 32,5                      | М   | В          | 12 – 20<br>(75 - 125)   | ≤ 15<br>(≤ 49)   |                                    |
|                              | A 122       | 1,70                                     | 40 000<br>(16 000)                               | 27                | 20                        | Е   | В          | 10 – 12<br>(65 – 75)  | ≤ 15<br>(≤ 49)   |                                    |
|                              | A 176       | 1,60                                     | 52 000<br>(21 717)                               | 40                | 20                        | Е   | В          | 8 – 10<br>(50 – 65)   | 30<br>(98)   |                                    |
|                              | A 210       | 1,65                                     | 25 000<br>(10 000)                               | 30                | 20                        | М   | В          | 8 – 10<br>(50 – 65)   | ≤ 25<br>(≤ 82)   |                                    |
|                              | A 252       | 1,65                                     | 40 000<br>(16 706)                               | 27                | 17                        | Е   | В          | 10 – 12<br>(65 - 75)  | ≤ 25<br>(≤ 82)   |                                    |
| Мягкие графитные             | LFC 501     | 1,45                                     | 2 000<br>(835)                                   |                   | 7                         | М   | М          | 6 – 10<br>(40 – 65)   | 75<br>(246)  |                                    |
|                              | LFC 554     | 1,20                                     | 2 000<br>(835)                                   |                   | 10                        | М   | М          | 11 – 13<br>(71 - 84)  | 90<br>(295)  |                                    |
| Электрографитные             | EG 34D      | 1,60                                     | 1 100<br>(460)                                   | 35                | 25                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 389P     | 1,50                                     | 1 600<br>(668)                                   | 24                | 19                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 396      | 1,52                                     | 1 600<br>(668)                                   | 27                | 19                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 362      | 1,62                                     | 2 500<br>(1 045)                                 | 35                | 21                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 40P      | 1,60                                     | 3 200<br>(1 336)                                 | 57                | 27                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 313      | 1,70                                     | 4 700<br>(1 963)                                 | 54                | 21                        | М   | В          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 367      | 1,54                                     | 4 300<br>(1 720)                                 | 48                | 20                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 332      | 1,52                                     | 4 850<br>(2 025)                                 | 48                | 21                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 365      | 1,62                                     | 5 000<br>(2 000)                                 | 40                | 15                        | М   | В/<br>М    | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 300      | 1,55                                     | 4 200<br>(1 680)                                 | 54                | 25                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 98       | 1,59                                     | 3 600<br>(1 503)                                 | 60                | 39                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 369      | 1,57                                     | 5 100<br>(2 030)                                 | 55                | 25                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 319P     | 1,48                                     | 7 200<br>(3 007)                                 | 53                | 26                        | Е   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 98B      | 1,66                                     | 3 400<br>(1 420)                                 | 67                | 30                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 98P      | 1,57                                     | 3 600<br>(1 503)                                 | 56                | 29                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
| EG 321                       | 1,51        | 6 800<br>(2 840)                         | 52   | 28                | Е                         | М   | 12<br>(75) | 50<br>(164)   |  |                                    |
| Пропитанные электрографитные | EG 7099     | 1,70                                     | 1 150<br>(460)                                   | 40                | 33                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 9599     | 1,60                                     | 1 600<br>(640)                                   | 33                | 28                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 9117     | 1,69                                     | 3 300<br>(1 320)                                 | 77                | 32                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 8019     | 1,70                                     | 4 700<br>(1 880)                                 | 77                | 31                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 8067     | 1,65                                     | 4 000<br>(1 600)                                 | 70                | 34                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 7823     | 1,71                                     | 4 400<br>(1 760)                                 | 81                | 35                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 8220     | 1,85                                     | 5 450<br>(2 180)                                 | 89                | 44                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 9049     | 1,64                                     | 4 300<br>(1 720)                                 | 68                | 31                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 7132     | 1,64                                     | 5 100<br>(2 040)                                 | 65                | 33                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 7097     | 1,64                                     | 3 900<br>(1 560)                                 | 65                | 37                        | М   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 341      | 1,57                                     | 7 000<br>(2 800)                                 | 74                | 34                        | Е   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 9041     | 1,56                                     | 6 300<br>(2 520)                                 | 65                | 36                        | Е   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 364      | 1,58                                     | 6 500<br>(2 720)                                 | 73                | 35                        | Е   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |
|                              | EG 6489     | 1,57                                     | 6 500<br>(2 720)                                 | 75                | 35                        | Е   | М          | 12<br>(75)  | 50<br>(164)  |                                    |

## Главные характеристики щёток (продолжение)

| Группы щёток                       | Модификации | Кажущаяся плотность<br>Г/см <sup>3</sup> | Удельное сопротивление<br>мкОм/см<br>мкОм/дюйм | Твёрдость по Шору | Прочность на изгиб<br>МПа | Контактная разность потенциалов<br>ΔU,В | Трение (фрикция) | Максимальная плотность тока              | Максимальная периферийная скорость | Процентное содержания металла |
|------------------------------------|-------------|--|--|-------------------|---------------------------|---|------------------|--|------------------------------------|-------------------------------|
|                                    |             |  |  |                   |                           |   |                  | А/см <sup>2</sup><br>А/дюйм <sup>2</sup> | м/сек.<br>(фут/сек.)               | %                             |
| Бакелито-графитные                 | BG 412      | 1,81                                     | 11 000<br>(4 400)                              |                   | 36                        | Е                                       | М                | 8 - 12<br>(51 - 77)                      | 35<br>(115)                        |                               |
|                                    | BG 469      | 1,81                                     | 10 000<br>(4 000)                              |                   | 36                        | Е                                       | М                | 12<br>(77)                               | 35<br>(115)                        |                               |
|                                    | BG 400      | 1,57                                     | 24 000<br>(9 500)                              |                   | 21                        | Е                                       | М                | 8 - 12<br>(51 - 77)                      | 40<br>(131)                        |                               |
| 1-агломерированные (спрессованные) | LFC 3(2)    | 2,16                                     | 750<br>(300)                                   | 18                | 17                        | В                                       | В                | 12<br>(75)                               | 45<br>(148)                        | 20                            |
|                                    | С 6958      | 2,35                                     | 600<br>500                                     | 23                | 13                        | ТВ                                      | М                | 10 - 25<br>10 - 12                       | ≤32<br>40                          | 25                            |
|                                    | CG 33       | 2,30                                     | (200)  | 25                | 27                        | ТВ/В                                    | В                | (65 - 75)<br>20 - 30                     | (131)<br>≤30                       | 30                            |
|                                    | С 8386      | 2,80                                     | 110<br>(44)                                    | 25                | 27                        | ТВ                                      | В/М              | (130 - 220)                              | (98)                               | 45                            |
|                                    | CG 651      | 2,90                                     | 140<br>(55)                                    | 26                | 33                        | ТВ                                      | В                | 12 - 14<br>(75 - 90)                     | 35<br>(115)                        | 49                            |
|                                    | CG 665      | 4,05                                     | 30<br>(12)                                     | 17                | 50                        | ТВ                                      | В                | 15 - 20<br>(100 - 130)                   | 30<br>(98)                         | 67                            |
|                                    | CG 75       | 4,65                                     | 10<br>(4)                                      | 12                | 48                        | ТТВ                                     | В                | 16<br>(105)                              | 25<br>(82)                         | 77                            |
|                                    | ОМС         | 5,98                                     | 6<br>(2)                                       | 8                 | 85                        | ТТВ                                     | В                | 25 - 30<br>(160 - 200)                   | 20<br>(66)                         | 90                            |
|                                    | МС 79Р      | 5,20                                     | 7<br>(3)                                       | 20                | 95                        | ТТВ                                     | В/М              | 25 - 30<br>(160 - 200)                   | 20<br>(66)                         | 83                            |
|                                    | МС 12       | 6,00                                     | 35<br>(14)                                     | 15                | 175                       | ТТВ                                     | В/М              | 25 - 30<br>(160 - 200)                   | 20<br>(66)                         | 91                            |
|                                    | МС 689      | 5,95                                     | 25<br>(10)                                     | 13                | 145                       | ТТВ                                     | В/М              | 25 - 30<br>(160 - 200)                   | 20<br>(66)                         | 89                            |
|                                    | МС 664      | 4,65                                     | 83<br>(34)                                     | 27                | 39                        | ТТВ                                     | В/М              | 25 - 30<br>(160 - 200)                   | 20<br>(66)                         | 79                            |
| 2-с пропиткой металла              | М 609 (4)   | 2,00                                     | 450<br>(175)                                   | 35                | 38                        | ТВ/<br>ТТВ                              | ТТВ              | 12 - 15<br>(75 - 100)                    | 35<br>(115)                        | 45                            |
|                                    | М 673 (4)   | 1,72                                     | 1 100<br>(430)                                 | 35                | 26                        | ТТВ                                     | Е                | 10 - 12<br>(65 - 75)                     | 40<br>(131)                        | 5,5                           |
|                                    | М 9426      | 1,62                                     | 1 623  | 24                | 16                        | ТТВ                                     | Е                | 12 - 15<br>(75 - 100)                    | 40<br>(131)                        | 9                             |
|                                    | М 685       | 2,78                                     | 360<br>(140)                                   | 34                | 40                        | ТВ/<br>ТТВ                              | В                | 12 - 15<br>(75 - 100)                    | 35<br>(115)                        | 45                            |
|                                    | М 621       | 3,00                                     | 500<br>(200)                                   | 34                | 39                        | В                                       | М                | 40<br>(267)                              | 40<br>(131)                        | 44                            |

### Примечание:

- 1) 1МПа ( Мегапаскаль)= 10 daN/см<sup>2</sup> (decanewton/см<sup>2</sup>) и 1кПа(килопаскаль)= 10 cN/см2(centinewton/см2)  
 2) Другое указание LFC3=KK1

## Контактная разность потенциалов и трение(фрикция)

Контактная разность потенциалов и фрикция определяются с помощью данных символов имеющих следующие значения :

| Символ | Обозначения        | Контактная разность потенциалов | Трение (Фрикция)  |
|--------|--------------------|---------------------------------|-------------------|
| Е      | повышенный         | $E > 3$                         | $E > 0,20$        |
| М      | средний            | $2,3 < M < 3$                   | $0,12 < M < 0,20$ |
| В      | низкий             | $1,4 < B < 2,3$                 | $B < 0,12$        |
| ТВ     | очень низкий       | $0,5 < ТВ < 1,4$                |                   |
| ТТВ    | очень очень низкий | $ТТВ < 0,5$                     |                   |

Контактная разность потенциалов и уровень трения измерены в лаборатории на пазовом медном кольце, при следующих условиях:

| Элементы              | Контактная разность потенциалов | Трение (Фрикция)     |
|-----------------------|---------------------------------|----------------------|
| Ток                   | постоянный                      |                      |
| Плотность тока        | 10 А/см <sup>2</sup>            | 10 А/см <sup>2</sup> |
| Периферийная скорость | 12,5 м/с                        | 25 м/с               |
| Давление              | 18 кПа                          |                      |
| Температура кольца    | 65 – 70 °С                      |                      |
| Щётки                 | радиальный тип                  |                      |

Значения плотности тока и периферийной скорости получены в результате измерений на реальных машинах в хорошем состоянии и в нормальных условиях эксплуатации.

## Идентификация устаревших групп щёток.

**Всё увеличивающееся число моделей электродвигателей и генераторов в различных отраслях промышленности обуславливает необходимость идентификации и проведения соответствия между щётками старых типов и новыми типами щёток, производимых компанией в настоящее время.**

**В большинстве случаев это не вызывает трудностей. Приведённая ниже таблица устанавливает соответствие некоторых старых групп щёток, снятых с производства, новым типам. В случае затруднений можно обратиться к специалистам технической службы компании. Последняя имеет 37 филиалов, расположенных в 30 странах мира.**

| Группы щёток                 | Старая модификация   | Новая модификация   |
|------------------------------|--|---|
| Электрографитные             | EGAD – EGA – EG 344<br>EG – X – 274 – Z – EG 389<br>EG 97 – EG 97B – EG 72<br>EG 306<br>EG 98B – EG 43 – EG 99 – EG 99B<br>EG 5309N – EG 5309D – EG 20N – EG 25<br>EG 48P<br>EG 70 – EG 70D – EG 48 – EG 316<br>EG 319 | EG 34D<br>EG 389P – EG 396<br>EG 367 – EG 313<br>EG 332<br>EG 98<br>EG 309 – EG 369<br>EG 98P<br>EG 300 или А 176*<br>EG 319P или EG 321* |
| Графитные и Угольнографитные | LFC 2-LFCLFC60LFC3BS<br>LFC76-LFC4-LFC557<br>A107-A141   | LFC501<br>LFC554*<br>A176-A121-A252   |
| Металлографитные             | CG50-CG2-M609-M685-MK45<br>CG65-CG3371-CG653-CG6553<br>CG3-CG4-MC94<br>MC-MC3702<br>MC1-MC22-MC2<br>MK75-MK75E   | CG651<br>CG665<br>MC79P<br>OMC-MC79P<br>MC12<br>CG75  |
| Графитно-смолистые           | BG 62 – BG 417<br>BG 530   | BG412-BG469<br>BG400-A104*  |

\* Советуйтесь с нами

стр. 5

## Область использования основных типов щёток.

В данной таблице приведено соответствие групп однотипных электрических машин группам наиболее часто используемых в них щёток. Нижеприведённые соотношения имеют скорее рекомендательный, нежели обязательный характер. Но тем не менее есть один пункт, требующий неукоснительного соблюдения: не следует устанавливать на один и тот же коллектор или на одно и тоже контактное кольцо разные типы электрических щёток.

### Стационарные коллекторные электрические машины.

| Тип тока   | Плотность тока<br>А/см <sup>2</sup> | Скорость<br>м/сек | Давление<br>кРа | Типы щёток   |
|--|-------------------------------------|-------------------|-----------------|--|
| <b>Постоянный ток</b>  |                                     |                   |                 |  |
| Старые машины без интерполяции                               | 6                                   | 15                | 18              | EG 40P – A 176 – EG 389 P – EG 396   |
| <b>Машины с низким напряжением<br/>(любые мощности)</b>      |                                     |                   |                 |  |
| Морские возбудители Т.А. 30 – 50 V                           | 4 – 8                               | 25                | 18              | LFC 3 – EG 98 – EG 7099 – CG 651   |
| Генератор машиной пайки 30 – 50 V                            | 0–20                                | < 20              | 18              | EG 389P – EG 98B – EG 367 – EG 309<br>EG 396 – EG 313                                    |
| <b>Машины с промышленными напряжениями<br/>(110–750 В)</b>   |                                     |                   |                 |  |
| Двигатели с различными применениями<br>(повышенная скорость) | 8–12                                | 20–45             | 18              | EG 34D – EG 313 – EG 367 – EG 389 P  |
| Гидравлические возбудители Т.А.                              | 8–12                                | < 20              | 18              | EG 34D – EG 7099 – EG 389P – EG 9599   |
| Термические возбудители Т.А.                                 | 8–10                                | 35–50             | 18              | EG 98 – BG 412 – EG 367 – EG 369 – EG 9599   |
| Управленческие возбудители                                   | 2–5                                 | < 35              | 18              | EG - 34D – EG 389P – BG 412  |
| Электромашинные усилители                                    | 4–12                                | 25                | 18              | S-EG 34D – EG 389P   |
| Генераторы illgner и WardLeonard<br>(все скорости)           | 4–12                                | 20–35             | 18              | EG 98 – EG 389P – EG 98P   |
| Генераторы и двигатели бумажных<br>фабрик                    | 4–12                                | 35                | 18              | S-EG 34D – EG 396 – EG 9599 – EG 7099<br>EG 34D – EG 389P/J – BG 469 – EG 6489<br>EG 313 |
| Морские генераторы   | 4–12                                | 20–35             | 18              | EG 34D – EG 389P – EG 7099 – EG 6732 *   |
| Обратимые двигатели прокатных станков                        | 8–20                                | 0–15              | 18              | EG 332 – EG 319P – EG 369 – EG 321 – EG 313  |
| Двигатели корпусов   | 8–15                                | 20–35             | 18              | EG 389P – EG 40P – EG 319P – EG 6489<br>EG 313 EG 321                                    |
| Двигатели возбудителя руд                                    | 12                                  | 25                | 18              | EG 309 – EG 332 – EG 369 – EG 313  |
| Закрытые – непроницаемые двигатели                           | 10–12                               |                   | 18              | EG 9117 – EG 8067 – EG 7593  |
| <b>Переменный ток</b>  |                                     |                   |                 |  |
| Двигатели монофазные, двигатели с<br>отталкиванием           | 8                                   | 5–15              | 18              | EG 98 – EG 332 – A 252   |
| Двигатели трёхфазные тип Schrage                             | 8–12                                | 5–35              | 18              | BG 412 – BG 469* – BG 400 – EG 367   |
| Двигатели трёхфазные тип Schorch                             | 10–14                               | 5–35              | 18              | BG 28* – BG 469 – EG 98 – EG 367<br>BG 400   |
| Машины Scherbius   | 7–9                                 | 30                | 18              | EG 98B – EG 389P – EG 396 – EG 313<br>LFC 554  |

\* Эти щётки могут быть выполнены в виде сэндвича или в виде двойной щётки, но с толщиной слоя « t » не менее 6мм.

## Тяговые коллекторные электрические машины.

| Тип тока  | Плотность тока<br>А/см <sup>2</sup> | Скорость<br>м/сек | Давление<br>кПа | Типы щёток  |
|---|-------------------------------------|-------------------|-----------------|---|
| <b>Постоянный ток</b>   |                                     |                   |                 |   |
| Маленькая тяга  | 8 - 12                              | 40-50             | 30-40           | EG 34D – EG 98 – EG 8285 – EG 7099<br>EG365 – EG 9599 – EG 8067 – EG364<br>EG 7823        |
| <b>Большая тяга</b>   |                                     |                   |                 |   |
| Старые двигатели  | 10 - 12                             | < 45              | < 35            | EG 34D – EG 98B – EG 98P<br>EG 337** – EG 300 – EG 9117 – EG 365                          |
| Современные двигатели   | > 12                                | > 45              | 35              | EG 8067 – EG 9049 – EG 7097 – EG 7045<br>EG 9041 – EG 6754 – EG 364 – EG 5563             |
| <b>Тяга топливно-электрическая (локомотивы и электрические грузовики)</b> |                                     |                   |                 |   |
| Генераторы  | 10 -14                              | 40                | 25              | EG 389 – EG 98/T – EG 300 – EG 7099<br>EG 8067 – AC 137                                   |
| Генератор переменного тока (возбудитель)                                  | 8 - 12                              | < 50              | 22              | EG 34D – EG 389P  |
| Двигатели   | 15                                  | 45                | 35              | EG 7099 – EG 8067 – EG 7097<br>EG 6754 – EG 6948  |
| <b>Двигатели транспортеры и установок (низкое напряжение)</b>             |                                     |                   |                 |   |
| Тип открытый (обслуживание)   | 10 - 15                             | 10-25             | 35              | EG 40P – A 121 – EG 9599 – C 7307<br>CG 665–M 621-C 7788                                  |
| <b>Выпрямленный ток</b>   |                                     |                   |                 |   |
| <b>Большая тяга</b>   |                                     |                   |                 |   |
| Современные двигатели   | 12 - 15                             | 50                | 35              | EG 367** - EG 300 – EG 8067<br>EG 9049 – EG 7097<br>EG 9041 – EG 6754 – EG 5563 – EG 7823 |
| <b>Переменный ток</b>   |                                     |                   |                 |   |
| <b>Большая тяга 16<sup>2/3</sup> и 50 Hz</b>                              |                                     |                   |                 |   |
| Двигатели   | 12 - 16                             | 45                | 25              | EG 367** – EG 8067 – EG 7097 – EG 364<br>EG 5563 – EG 7823                                |

\*\* Советуйтесь с нами, когда толщина щёток или элементы щёток ниже 8 мм.

## Электрические машины на основе контактных колец.

| Тип тока                           | Металл                        | Плотность тока<br>(максимум)<br>А/см <sup>2</sup> | Скорость<br>м/сек. | Давление<br>кПа | Типы щёток                         |
|------------------------------------|-------------------------------|---|--------------------|-----------------|------------------------------------|
| <b>Обратный ток</b>                | Сталь - Бронза                | ε – 30  | 3 – 8              | 35 – 40         | MC 689 – MC 12 – MC 79P – MC 664   |
| <b>Постоянный ток</b>              |                               |   |                    |                 |                                    |
| Ролики травления / лужения         | Бронза                        | 20 - 30   | 3                  | 18 – 40         | MC 12 – MC 79P                     |
| Синхронные машины                  | Нержавеющая сталь             | 11 - 13   | 100                | 13 – 18         | LFC554<br>LFC501                   |
| Кольца 3 000 t/min                 | Сталь                         | 6 – 10  | 70 – 80            | 15 – 18         | CG665-CG651                        |
| Спиральные 1 500 t/min             | Сталь - Бронза                | 8 – 12  | ≤ 40               | 18              | EG 34D – EG 389P                   |
| или ровные ≤ 500 t/min             | Литевой чугун                 | 6 – 10  | ≤ 20               | 18              | EG34D – EG 389P                    |
| Компенсаторы в водороде            | Сталь - Бронза                | 5 – 8   | 25                 | 18              | EG 34D/J –M 5155                   |
| <b>Переменный ток</b>              |                               |   |                    |                 |                                    |
| <b>Машины асинхронные</b>          |                               |   |                    |                 |                                    |
| Тип открытый                       | Сталь - Бронза                | 12 – 16   | 15 – 25            | 18              | CG 665 – CG 651 – EG 34D – EG 389P |
| Закрытого типа                     | Сталь – медно никелевый сплав | 6 – 8   | 15 – 25            | 18              | EG 34D – CG 33                     |
| Двигатели с подъёмным механизмом   | Сталь - Бронза                | 25 – 30   | 20 – 25            | 18              | MC 12 – OMC – MC 79P               |
| Асинхронные (насосы и вентиляторы) | Бронза                        | 8 – 10  | 50                 | 18              | EG 389P-EG 34D – M 9426            |
| Синхронные индукционные            | Бронза                        | 8 – 12  | 15 – 40            | 18              | CG 33 – M 609 – M 673 –M 9426      |
| Ветрогенераторы                    | Сталь - Уголь                 | 12 – 15   | 45                 | 18              | M8285 – M9426                      |



## Важные замечания

### Банк данных компании

У нас хранится много моделей щёток разного типа и монтажа, разработанных в содружестве с конструкторами электрических машин. Более того, эти типы продукции отвечают в большинстве своём рекомендациям Международной Электронной Комиссии (С. Е. I.).

### Книга чертежей

По заказу клиентов мы ведём и постоянно пополняем книгу чертежей, учитывая типы и размеры моделей щёток, входящих в состав электрооборудования различных предприятий-заказчиков. Подобный учёт значительно облегчает задачу обслуживания, технической поддержки клиентов, а так же идентификации и определения неизвестных типов щёток.

### Анкеты

В конце данного справочника, находятся модели анкет согласно рекомендациям Международной Электронной Комиссии. Чтобы мы изготовили щётку наиболее приемлемую для любого отдельно взятого сложного случая, достаточно заполнить наиболее подробным образом одну из представленных анкет. По первому требованию они могут быть высланы в Ваш адрес.

### Монтаж тоководов

Варианты установки и крепления токоведущих проводников (кабелей) непосредственно в щётки изучались и разрабатывались совместно с конструкторами электрических машин и щёткодержателей. В результате предлагаемый на сегодняшний день монтаж является наиболее рациональным в свете решения технологических задач, соответствия типам и сортам используемых составов, а также вследствие прохождения многоэтапных испытаний по контролю за качеством изделий.

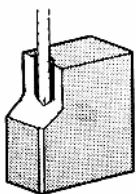
### Кабели

Используемые кабели на наших щётках имеют следующие характеристики.

| Диаметр ( мм )     | 1,6 | 1,8 | 2  | 2,2 | 2,5 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 4  | 4,5 | 5  | 5,6 | 6,3 |
|--------------------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|
| Предельный ток (А) | 15  | 17  | 20 | 24  | 28  | 32  | 38  | 44  | 50 | 60  | 75 | 85  | 100 |

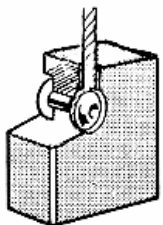
Все кабели могут быть облужены в целях предотвращения разрушения меди .

## Принципиальные способы фиксации кабелей на щётках



### Метод запрессовки

Проводящий порошок совместно с кабелем механически запрессовывается в отверстие в щётке, заполняя собой все пустоты вокруг кабеля. Этот способ применяется ко всем достаточно твёрдым сортам, способным выдержать процесс запрессовки (сорта EG и CG).

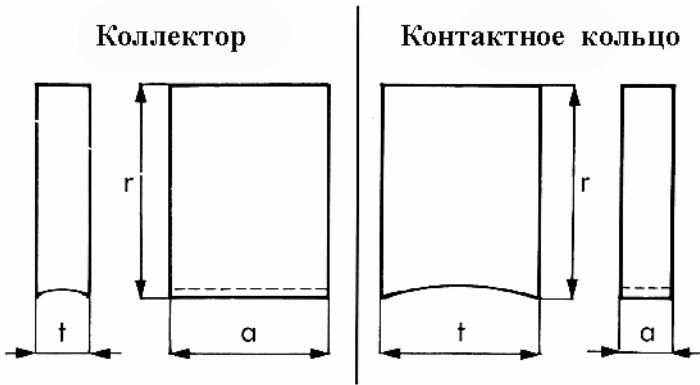


### Метод заклёпывания

Этот способ характерен для более хрупких сортов, для которых запрессовка неприемлема, в частности для LFC сортов (мягкие графиты). Перед заклёпыванием петля кабеля формируется определённым образом при помощи специального инструмента.

# Форма и главные размеры щёток

Размеры  $t$ ,  $a$ ,  $r$

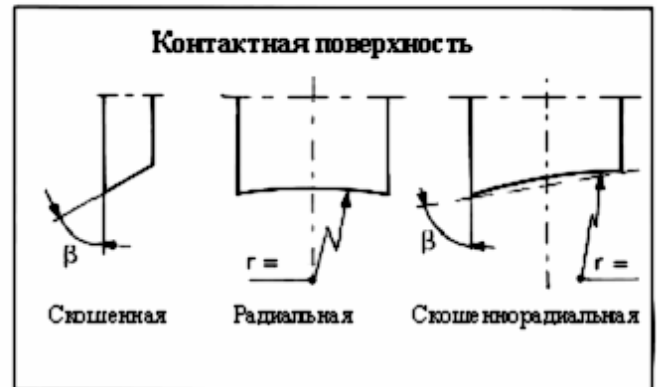
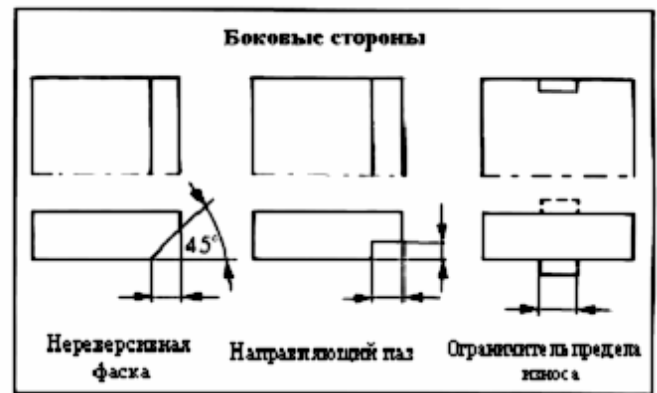
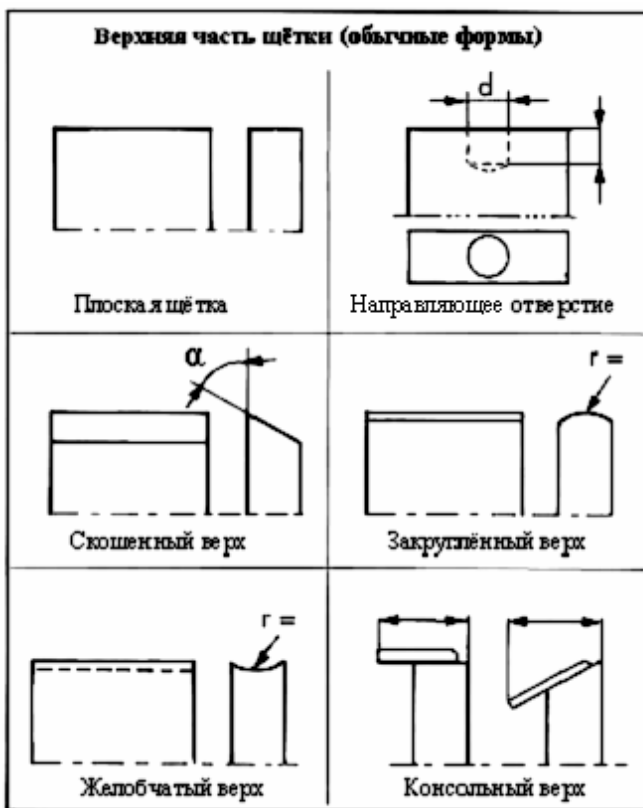


Размеры должны отражать номинальные значения и указываться в следующей последовательности "t" - "a" - "r", так рекомендует делать I.E.C. (Международная Электрическая Комиссия).

Размер "r" может быть указан приблизительно.

Так как на сегодняшний день используются обе системы и метрическая и дюймовая, следует тщательно проверять указываемые

размеры, в частности "t" и "a" на предмет их принадлежности к какой-либо одной из систем. Например : 12, 5 мм и 1/2" ( 12,7 ) – 16 мм и 5/8 " ( 15,87 ).



**Типы наконечников - размеры**

**Соотношения диаметров винтов и размеров зазора**

| Винт<br>Ø (мм)  | 2,5 | 3   | 4   | 5   | 6   | 8   | 10   |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Зазор<br>d (мм) | 2,8 | 3,4 | 4,3 | 5,2 | 6,5 | 8,5 | 10,5 |

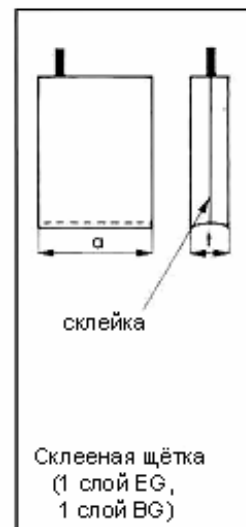
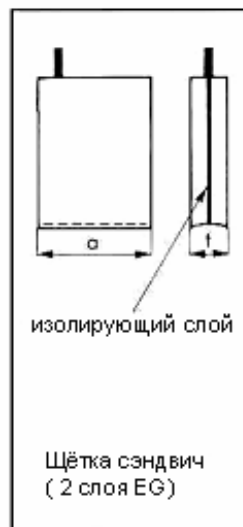
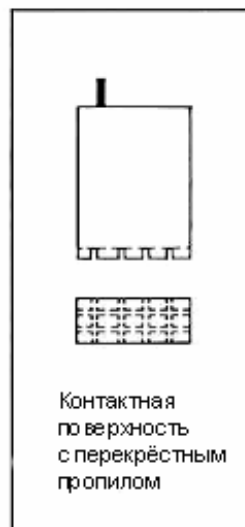
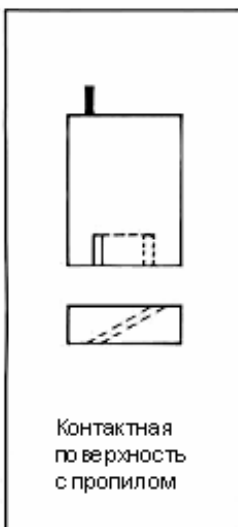
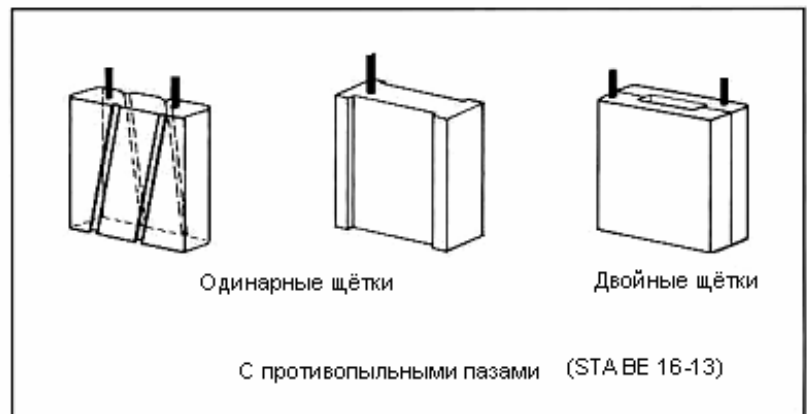
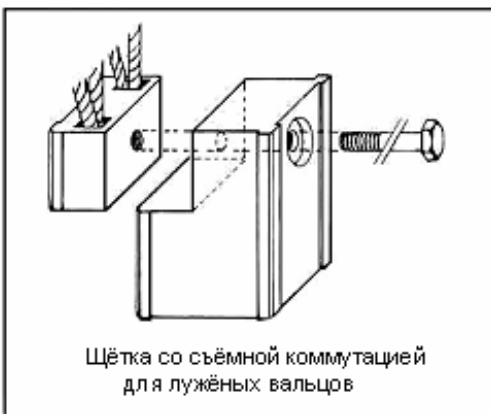
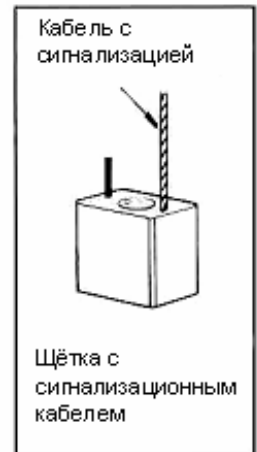
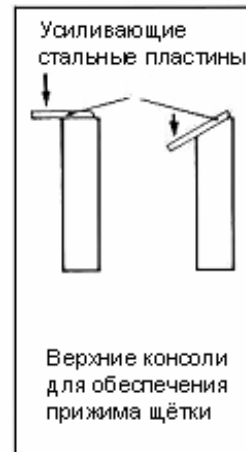
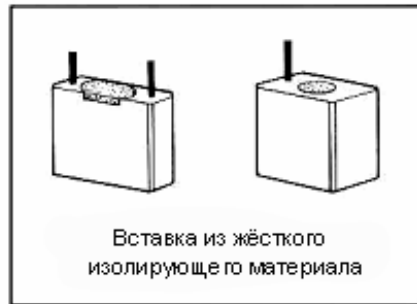
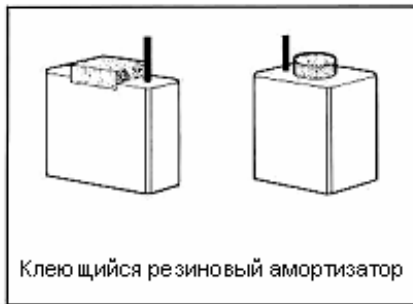
**Длины кабелей**

**Стандартные длины L (мм)**

16 - 20 - 25 - 32 - 40 - 50 - 56 - 63 - 71

80 - 90 - 100 - 112 - 125 - 140 - 160

## Типы крепления и конструкции



# Монтаж для разделённых щёток

## Верх с металлическими пластинами

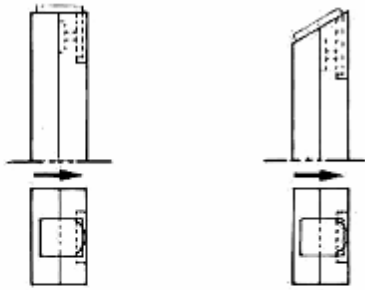


Рис.1

Рис.2

Монтаж с металлическим верхом, как способ самый старый и наиболее популярный. Чаще всего используется на однонаправленных машинах, значительно реже - на реверсивных. Стойкость к механическим воздействиям лучше у щёток, комплектующих однонаправленные машины, нежели реверсивные (рис.1 и 2).

Щётка помещается в отсек щёткодержателя таким образом, чтобы часть с механическими пластинами оставалась в доступном для последующей замены положении.

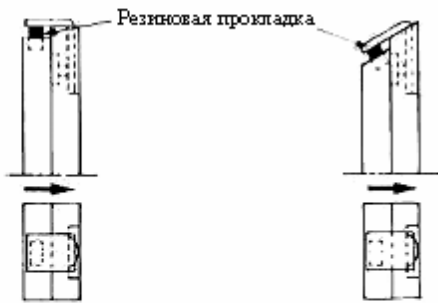


Рис.3

Рис.4

Резиновая прокладка (рис. 3 и 4), вклеиваемая между металлической пластиной и щёткой заметно улучшает стойкость к механическим воздействиям.

## Приклеиваемый каучуковый мост

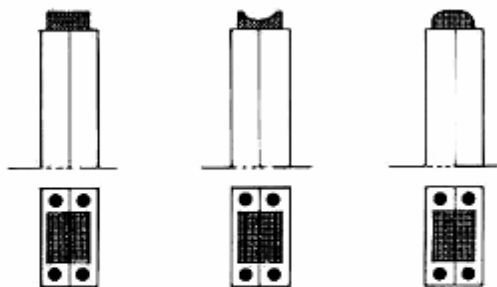


Рис. 5

Рис. 6

Рис. 7

Этот вид монтажа является симметричным и наиболее пригодным при реверсивном вращении, но обеспечиваемое давление должно быть в пределах площади контакта пальца и прокладки. Кроме того высокий коэффициент трения каучука способствует хорошему сцеплению пальца с мостом в процессе износа щётки.

## Резиновый амортизатор и жёсткая пластинка

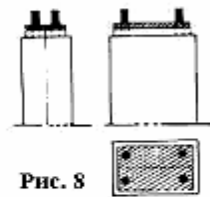


Рис. 8

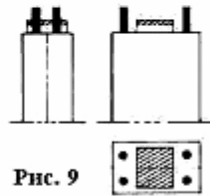


Рис. 9

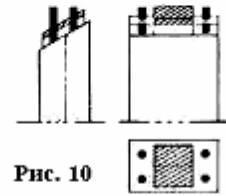


Рис. 10

Непосредственно зафиксированный на щётке резиновый амортизатор, находится под немаetalлической и жёсткой пластиной. Таким образом выполненная конструкция может быть склеена между собой и со щёткой (рис. 9 и 10) или удерживаться на щётке без склейки, при помощи гибких кабелей (рис. 8).

## SILESS1 SILESS 2

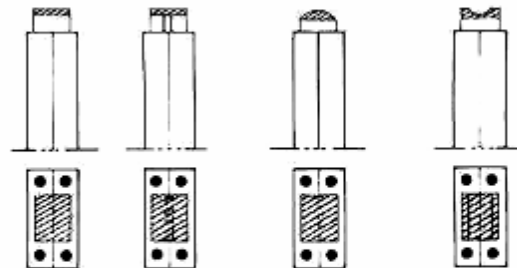


Рис. 11

Рис. 12

Рис. 13

Вид монтажа, когда эластичная и жёсткая пластинки приклеены между собой и непосредственно к щётке (рис. 11) называется **SILESS**. При этом **SILESS 1** - моноблочный амортизатор, **SILESS 2** - разделённый амортизатор.

Разделение резины увеличивает относительную подвижность каждой части амортизатора. Это особенно актуально для реверсивных двигателей.

В зависимости от вида пальца, обеспечивающего прижим щётки, амортизатору может быть придана выпуклая (рис. 12) или вогнутая (рис. 13) форма.

## Комбинация моста клиновидной формы и резинового амортизатора с жёсткой пластиной

Сочетание резинового амортизатора с жёсткой пластиной и каучукового клина с углом  $120^\circ$  позволяет сохранить преимущества обоих видов монтажа. При этом гибкие кабели проходят сквозь амортизаторы и запрессовываются в каждую пластину щётки. Данная модификация применяется там, где имеет место частое реверсирование.

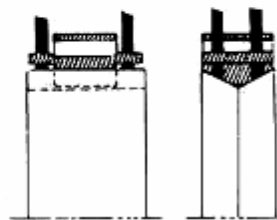
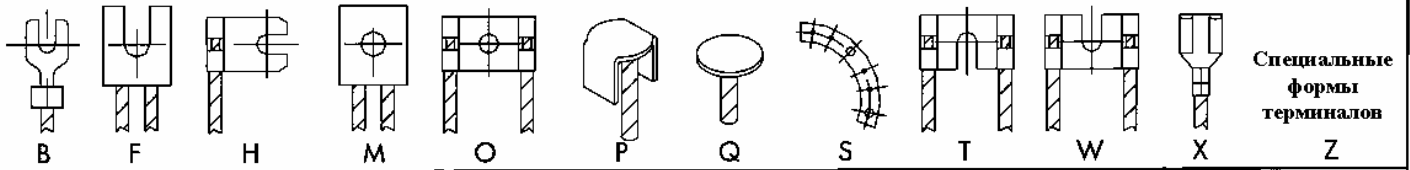


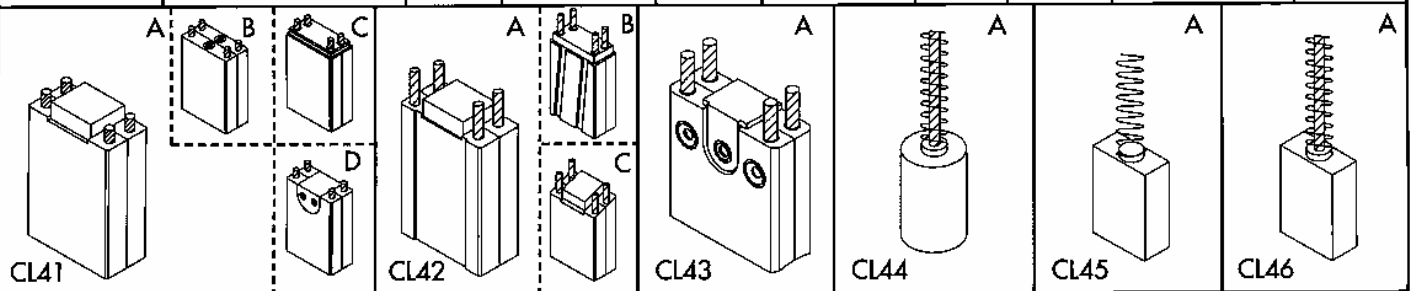
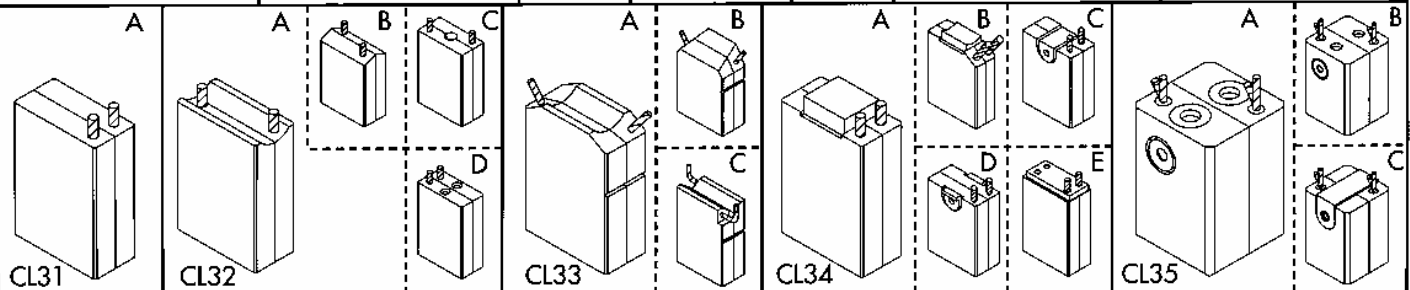
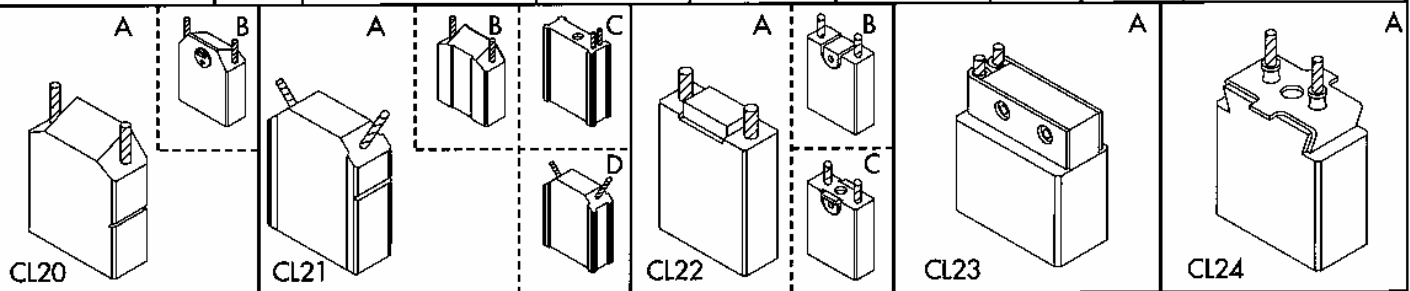
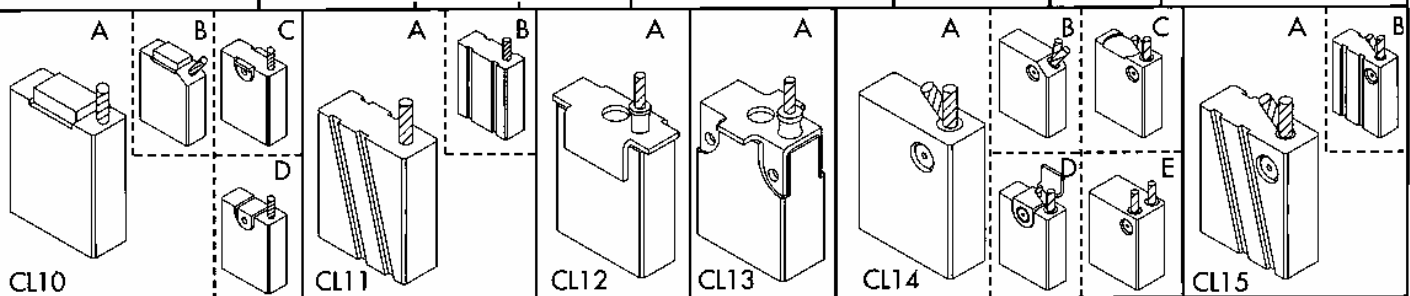
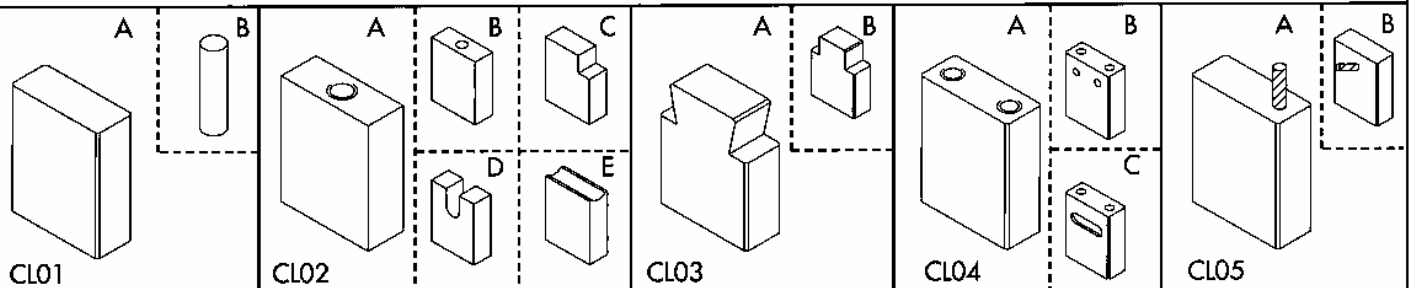
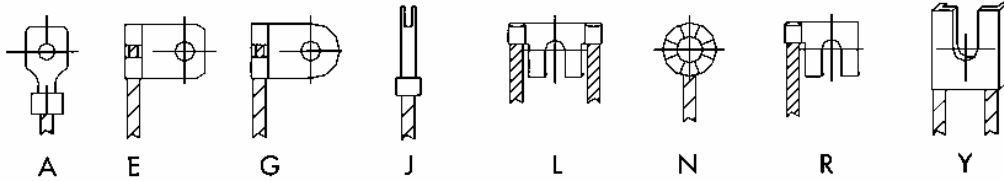
Рис. 14

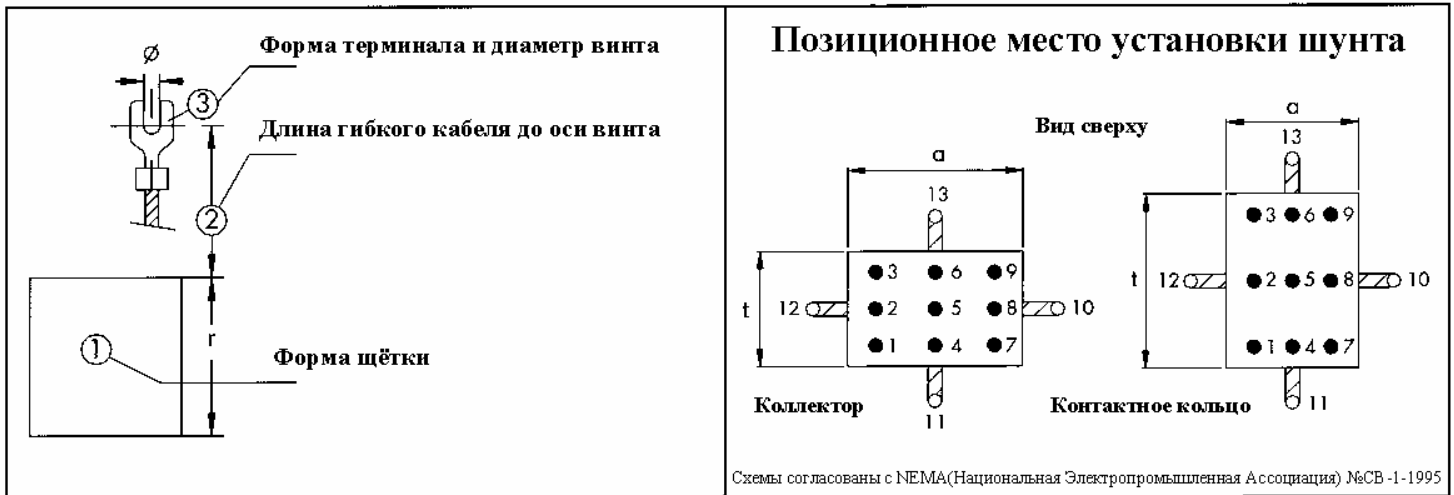
# Стандартные формы щёток

## Новые формы терминалов (рекомендуемые)



## Старые формы терминалов





Схемы согласованы с NEMA (Национальная Электропромышленная Ассоциация) №СВ-1-1995

|             |  |             |  |             |  |             |  |
|-------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|--|
| <p>CL06</p> |  | <p>CL07</p> |  | <p>CL08</p> |  | <p>CL09</p> |  |
| <p>CL16</p> |  | <p>CL17</p> |  | <p>CL18</p> |  | <p>CL19</p> |  |
| <p>CL25</p> |  | <p>CL26</p> |  | <p>CL27</p> |  | <p>CL28</p> |  |
| <p>CL29</p> |  | <p>CL30</p> |  | <p>CL36</p> |  | <p>CL37</p> |  |
| <p>CL38</p> |  | <p>CL39</p> |  | <p>CL40</p> |  |             |  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p><b>Специальные формы</b></p> <p>CL47</p> | <p><b>Сэндвич</b></p> <p>К формам указанным выше добавляется суффикс "S".</p> <p>Будьте внимательны: число пластин умножается на 2!</p> | <p>Рисунки отражают одну форму в щёткодержателе, например:</p> <p>пара щёток (два щёткодержателя = две формы);</p> <p>разделённые щётки (один щёткодержатель = одна форма).</p> |
|---|---|---|