



# АО "ЭЛЕКТРУМ АВ"

**МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ КОММУТИРУЕМОГО НАПРЯЖЕНИЯ  
МККНМ**

**ПАСПОРТ**

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ .....                     | 3  |
| 2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ .....                       | 3  |
| 3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ .....                    | 4  |
| 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ..... | 5  |
| 5 РАБОТА И УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ .....              | 8  |
| 6 СИЛОВЫЕ ВЫВОДЫ .....                           | 11 |
| 7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ .....                 | 13 |
| 8 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ .....   | 15 |
| 9 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ.....                        | 16 |
| 10 ГАРАНТИИ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ .....       | 16 |
| 11 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ.....               | 16 |

Данный документ является паспортом с описанием характеристик данного изделия, для которых предоставляется гарантия. Все изделия в процессе производства проходят полный контроль всех параметров, который выполняется дважды, один раз до герметизации, а затем еще раз после.

Любая такая гарантия предоставляется исключительно в соответствии с условиями соглашения о поставке (договор на поставку или другие документы в соответствии с действующим законодательством). Информация представленная в этом документе не предполагает гарантии и ответственности «Электрум АВ» в отношении использовании такой информации и пригодности изделий для Вашей аппаратуры. Данные, содержащиеся в этом документе, предназначены исключительно для технически подготовленных сотрудников. Вам и Вашим техническим специалистам придется оценить пригодность этого продукта, предназначенного для применения и полноту данных продукта, в связи с таким применением.

Любые изделия «Электрум АВ» не разрешены для применения в приборах и системах жизнеобеспечения и специальной техники, без письменного согласования с «Электрум АВ».

Если вам необходима информация о продукте, превышающая данные, приведенные в этом документе, или которая относится к конкретному применению нашей продукции, пожалуйста, обращайтесь в офис продаж к менеджеру, который является ответственным за Ваше предприятие.

Инженеры «Электрум АВ» имеют большой опыт в разработке, производстве и применении мощных силовых приборов и интеллектуальных драйверов для силовых приборов и уже реализовали большое количество индивидуальных решений. Если вам нужны силовые модули или драйверы, которые не входят в комплект поставки, а также изделия с отличиями от стандартных приборов в характеристиках или конструкции обращайтесь к нашим менеджерам и специалистам, которые предложат Вам лучшее решение Вашей задачи.

«Электрум АВ» оставляет за собой право вносить изменения без дополнительного уведомления в настоящем документе для повышения надежности, функциональности и улучшения дизайна.

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Модуль контроля коммутируемого напряжения модернизированный (далее модуль или МККНМ) предназначен для коммутации и контроля напряжения нагрузки. МККНМ предназначен для использования в схемах, где требуется плавный заряд фильтрующих конденсаторов, снятие набросов напряжения создаваемых нагрузкой и, в частности, в схемах управления электродвигателями различных типов.

МККНМ выполняет следующие функции:

- коммутацию силового напряжения;
- контроль коммутируемого напряжения путём включения/выключения тормозного и зарядного транзисторов;
- регулировку порогов включения/выключения транзисторов;
- регулировку длительности задержки срабатывания транзисторов;
- возможность питания непосредственно от силовой цепи.

МККНМ обеспечивает работу и защиту нагрузки мощностью до 18 кВт. МККНМ выпускается с различными типами радиаторов, что позволяет применять модуль, как для решения общепромышленных задач, так и для решения частных случаев.

## 2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ

МККНМ выпускается с различными типами силовых сборок и на различные контролируемые напряжения. МККНМ выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50, 70 и 100 А. Максимальное напряжение, обозначенное в названии модуля, указывает максимально-допустимое напряжение коллектор-эмиттер (сток-исток) используемых в модуле транзисторов. МККНМ выпускается на напряжения 100, 200, 600 и 1200 В, что соответствует значениям 1, 2, 6 и 12 в названии модуля. При этом максимальное напряжение питания для модуля ниже, чем указанное в названии (см. раздел 4), что обусловлено мерами безопасности при работе силовых транзисторов.

Модули на напряжение 100 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50, 70 и 100 А;

Модули на напряжение 200 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50 и 70 А;

Модули на напряжение 600 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30 и 50 А

Модули на напряжение 1200 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30 и 50 А;

Варианты силовой сборки:

«А» - без выпрямительного моста для подключения модуля к источнику постоянного напряжения.

«Б» - с трёхфазным выпрямительным мостом, для подключения модуля к источнику одно- или трёхфазного переменного напряжения.

На рисунке 2.1 приведена расшифровка названия модулей серии МККНМ.



Рисунок 2.1 – Расшифровка названия модуля

Например, МККНМ-50-12Б – МККНМ с максимальным поддерживаемым током нагрузки 50 А на напряжение 1200 В с выпрямительным мостом.

### 3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

Модуль МККНМ представляет собой сборку схемы управления транзисторами и собственно силовых транзисторов, защитных обратных диодов и выпрямительных диодов (для типа силовой сборки «Б»). Структурная схема МККНМ представлена на рисунке 3.1.

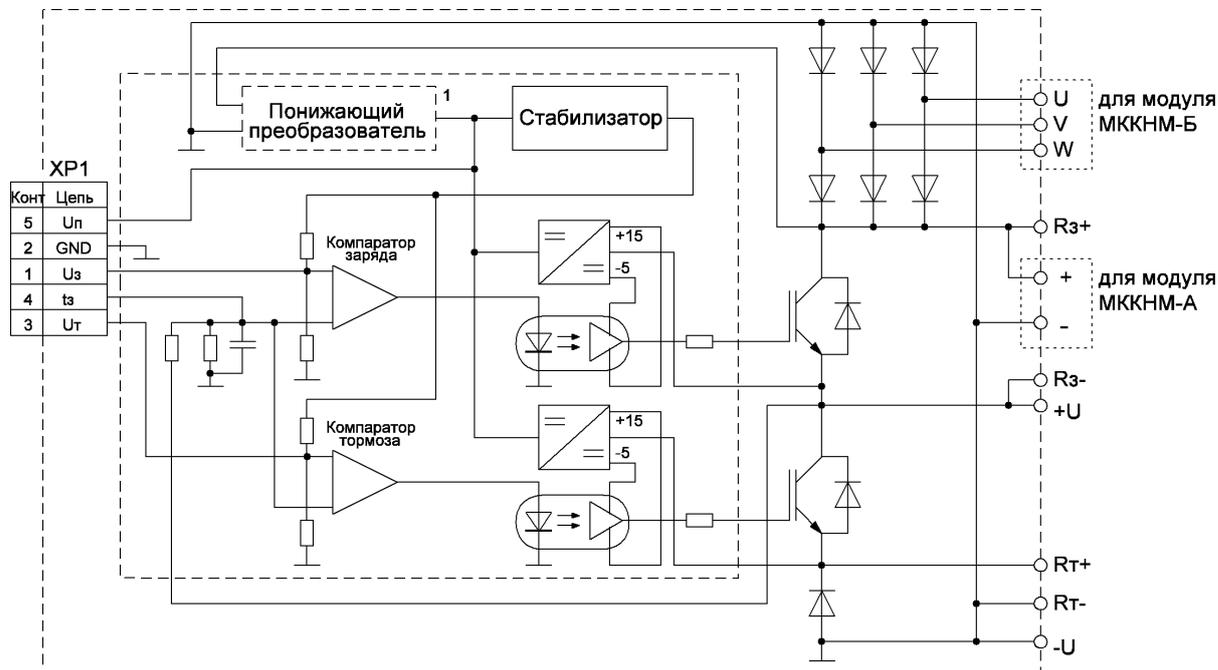


Рисунок 3.1 - Структурная схема МККНМ

1- понижающий преобразователь устанавливается только для модулей 1, 2, 6-ого классов.

Разъём XP1 представляет собой ряд контактов PLS-4 с ответной частью типа PBS-4. Разъём предназначен для настройки управления модуля. Силовые контакты - резьбовые контакты под винт M5 (см. габаритные чертежи). Назначение выводов разъёма XP1 и назначение силовых выводов представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Назначение выводов МККН

| Вывод          | Обозначение    | Назначение   |
|----------------|----------------|--|
| XP1:1          | U <sub>з</sub> | Вывод настройки порога срабатывания зарядного транзистора                              |
| XP1:2          | GND            | Общий вывод силовых и управляющих цепей  |
| XP1:3          | U <sub>т</sub> | Вывод настройки порога срабатывания тормозного транзистора                             |
| XP1:4          | t <sub>з</sub> | Вывод настройки длительности задержки срабатывания транзисторов                        |
| XP1:5          | U <sub>п</sub> | Напряжение питания схемы управления (для модулей 12-ого класса)                        |
| Силовые выходы | +, -           | Выводы подключения силового источника постоянного напряжения (для варианта МККНМ-А)    |
|                | U, V, W        | Выводы подключения одно- или трёхфазного переменного напряжения (для варианта МККНМ-Б) |
|                | +U, -U         | Выводы подключения нагрузки  |
|                | R <sub>т</sub> | Выводы подключения тормозного резистора  |
|                | R <sub>з</sub> | Выводы подключения зарядного резистора   |

#### 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 4.1 – Основные и предельно-допустимые параметры цепей управления (при  $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

| Параметр  | Обозначение   | Единица измерения  | Значение |     |          | Примечания                  |
|---|---------------|--------------------|----------|-----|----------|-----------------------------|
|   |               |                    | не менее | тип | не более |                             |
| <b>Параметры схемы управления</b>   |               |                    |          |     |          |                             |
| Напряжение питания от силовой цепи  | $U_{пс}$      | В                  | 21       |     | 400      | для модулей 1, 2, 6 классов |
| Напряжение питания от внешнего источника                                      | $U_{пн}$      | В                  | 13,5     |     | 20       | для модулей 12 класса       |
| Ток потребления от силовой цепи   | $I_{пс}$      | мА                 |          | 30  | 50       | $U_{пс} = 350\text{В}$      |
| Ток потребления от внешнего источника   | $I_{пн}$      | мА                 |          | 70  | 120      | $U_{пн} = 15\text{В}$       |
| Задержка срабатывания транзисторов  | $t_{з\gamma}$ | мкс                |          | 7   | 10       | Настраивается потребителем  |
| Диапазон контролируемого напряжения   | $U_{к}$       | В                  | 21       |     | 1000     |                             |
| Напряжение срабатывания тормозного транзистора (настраивается потребителем)   | $U_{т}$       | В                  |          | 70  |          | МККНМ-х-1                   |
|   |               |                    |          | 150 |          | МККНМ-х-2                   |
|   |               |                    |          | 400 |          | МККНМ-х-6                   |
|   |               |                    |          | 700 |          | МККНМ-х-12                  |
| Напряжение срабатывания зарядного транзистора (настраивается потребителем)    | $U_{з}$       | В                  |          | 25  |          | МККНМ-х-1                   |
|   |               |                    |          | 55  |          | МККНМ-х-2                   |
|   |               |                    |          | 150 |          | МККНМ-х-6                   |
|   |               |                    |          | 270 |          | МККНМ-х-12                  |
| Гистерезис срабатывания транзисторов  | $\gamma$      | %                  | 5        | 8   |          |                             |
| <b>Параметры изоляции</b>   |               |                    |          |     |          |                             |
| Напряжение изоляции по постоянному току силовых и управляющих цепей на корпус | $U_{isol}$    | В                  | 1000     |     |          | МККНМ-х-1(2)                |
|   |               |                    | 4000     |     |          | МККНМ-х-6(12)               |
| <b>Параметры эксплуатации и хранения</b>                                      |               |                    |          |     |          |                             |
| Рабочий диапазон температур   | $t_A$         | $^{\circ}\text{C}$ | -40      |     | +85      |                             |
| Температура хранения  | $t_s$         | $^{\circ}\text{C}$ | -60      |     | +100     |                             |

Таблица 4.2 – Основные и предельно-допустимые параметры диодов выпрямительного моста.

| Параметр   | Обозначение | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания |
|--|-------------|-------------------|----------|-----|----------|------------|
|  |             |                   | не менее | тип | не более |            |
| Максимальное обратное напряжение диодов  | $U_{RRM}$   | В                 |          |     | 1200     |            |
| Максимальное падение напряжения на диоде на токе 10 А при $25^{\circ}\text{C}$ | $U_{FM}$    | В                 |          |     | 1,65     |            |
| Максимальный действующий ток диодов при $100^{\circ}\text{C}$                  | $I_{FRMS}$  | А                 |          |     | 155      |            |
| Максимальный импульсный ток диодов (10 мс) при $25^{\circ}\text{C}$            | $I_{F(SM)}$ | А                 |          |     | 1350     |            |
| Ток утечки диодов на 1200 В  | $I_{RRM}$   | мА                |          |     | 1        |            |

Таблица 4.3 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых ключей для модулей 1-го класса (МККНМ-х-1х)

| Параметр   | Обозначение | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания |
|--|-------------|-------------------|----------|-----|----------|------------|
|  |             |                   | не менее | тип | не более |            |
| Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (сток-исток)                 | $U_{CE}$    | В                 |          |     | 100      |            |
| Максимальное напряжение звена постоянного тока                         | $U_C$       | В                 |          |     | 70       |            |
| Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 <sup>0</sup> С   | $I_C$       | А                 |          |     | 12       | Ток 5 А    |
|  |             |                   |          |     | 23       | Ток 10 А   |
|  |             |                   |          |     | 30       | Ток 20 А   |
|  |             |                   |          |     | 40       | Ток 30 А   |
|  |             |                   |          |     | 68       | Ток 50 А   |
|  |             |                   |          |     | 97       | Ток 70 А   |
| Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 <sup>0</sup> С | $I_{CM}$    | А                 |          |     | 107      | Ток 100 А  |
|  |             |                   |          |     | 60       | Ток 5 А    |
|  |             |                   |          |     | 110      | Ток 10 А   |
|  |             |                   |          |     | 140      | Ток 20 А   |
|  |             |                   |          |     | 230      | Ток 30 А   |
|  |             |                   |          |     | 380      | Ток 50 А   |
| Мощность потерь при максимальной нагрузке                              | $P_D$       | Вт                |          |     | 550      | Ток 70 А   |
|  |             |                   |          |     | 600      | Ток 100 А  |
|  |             |                   |          |     | 5,5      | Ток 5 А    |
|  |             |                   |          |     | 11       | Ток 10 А   |
|  |             |                   |          |     | 36       | Ток 20 А   |
|  |             |                   |          |     | 52       | Ток 30 А   |
| Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи                          | $I_{ces}$   | мкА               |          |     | 75       | Ток 50 А   |
|  |             |                   |          |     | 105      | Ток 70 А   |
|  |             |                   |          |     | 200      | Ток 100 А  |

Таблица 4.4 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых ключей для модулей 2-го класса (МККНМ-х-2х)

| Параметр   | Обозначение | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания |
|--|-------------|-------------------|----------|-----|----------|------------|
|  |             |                   | не менее | тип | не более |            |
| Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (сток-исток)                 | $U_{CE}$    | В                 |          |     | 200      |            |
| Максимальное напряжение звена постоянного тока                         | $U_C$       | В                 |          |     | 150      |            |
| Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 <sup>0</sup> С   | $I_C$       | А                 |          |     | 11       | Ток 5 А    |
|  |             |                   |          |     | 17       | Ток 10 А   |
|  |             |                   |          |     | 32       | Ток 20 А   |
|  |             |                   |          |     | 44       | Ток 30 А   |
|  |             |                   |          |     | 66       | Ток 50 А   |
|  |             |                   |          |     | 76       | Ток 70 А   |
| Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 <sup>0</sup> С | $I_{CM}$    | А                 |          |     | 70       | Ток 5 А    |
|  |             |                   |          |     | 90       | Ток 10 А   |
|  |             |                   |          |     | 180      | Ток 20 А   |
|  |             |                   |          |     | 260      | Ток 30 А   |
|  |             |                   |          |     | 380      | Ток 50 А   |
|  |             |                   |          |     | 420      | Ток 70 А   |
| Мощность потерь при максимальной нагрузке                              | $P_D$       | Вт                |          |     | 10       | Ток 5 А    |
|  |             |                   |          |     | 25       | Ток 10 А   |
|  |             |                   |          |     | 55       | Ток 20 А   |
|  |             |                   |          |     | 55       | Ток 30 А   |
|  |             |                   |          |     | 125      | Ток 50 А   |
|  |             |                   |          |     | 270      | Ток 70 А   |
| Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи                          | $I_{ces}$   | мкА               |          |     | 100      |            |

Таблица 4.5 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых ключей для модулей 6-го класса (МККНМ-х-6х)

| Параметр   | Обозначение | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания |
|--|-------------|-------------------|----------|-----|----------|------------|
|  |             |                   | не менее | тип | не более |            |
| Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (сток-исток)                 | $U_{CE}$    | В                 |          |     | 600      |            |
| Максимальное напряжение звена постоянного тока                         | $U_C$       | В                 |          |     | 400      |            |
| Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 <sup>0</sup> С   | $I_C$       | А                 |          |     | 11       | Ток 5 А    |
|  |             |                   |          |     | 16       | Ток 10 А   |
|  |             |                   |          |     | 30       | Ток 20 А   |
|  |             |                   |          |     | 60       | Ток 30 А   |
|  |             |                   |          |     | 60       | Ток 50 А   |
| Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 <sup>0</sup> С | $I_{CM}$    | А                 |          |     | 35       | Ток 5 А    |
|  |             |                   |          |     | 60       | Ток 10 А   |
|  |             |                   |          |     | 105      | Ток 20 А   |
|  |             |                   |          |     | 240      | Ток 30 А   |
|  |             |                   |          |     | 240      | Ток 50 А   |
| Мощность потерь при максимальной нагрузке                              | $P_D$       | Вт                |          |     | 20       | Ток 5 А    |
|  |             |                   |          |     | 45       | Ток 10 А   |
|  |             |                   |          |     | 80       | Ток 20 А   |
|  |             |                   |          |     | 90       | Ток 30 А   |
|  |             |                   |          |     | 280      | Ток 50 А   |
| Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи                          | $I_{ces}$   | мкА               |          |     | 100      |            |

Таблица 4.6 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых ключей для модулей 12-го класса (МККНМ-х-12х)

| Параметр   | Обозначение | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания |
|--|-------------|-------------------|----------|-----|----------|------------|
|  |             |                   | не менее | тип | не более |            |
| Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (сток-исток)                 | $U_{CE}$    | В                 |          |     | 1200     |            |
| Максимальное напряжение звена постоянного тока                         | $U_C$       | В                 |          |     | 700      |            |
| Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 <sup>0</sup> С   | $I_C$       | А                 |          |     | 10       | Ток 5 А    |
|  |             |                   |          |     | 15       | Ток 10 А   |
|  |             |                   |          |     | 24       | Ток 20 А   |
|  |             |                   |          |     | 60       | Ток 30 А   |
|  |             |                   |          |     | 60       | Ток 50 А   |
| Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 <sup>0</sup> С | $I_{CM}$    | А                 |          |     | 40       | Ток 5 А    |
|  |             |                   |          |     | 60       | Ток 10 А   |
|  |             |                   |          |     | 90       | Ток 20 А   |
|  |             |                   |          |     | 240      | Ток 30 А   |
|  |             |                   |          |     | 240      | Ток 50 А   |
| Мощность потерь при максимальной нагрузке                              | $P_D$       | Вт                |          |     | 25       | Ток 5 А    |
|  |             |                   |          |     | 65       | Ток 10 А   |
|  |             |                   |          |     | 160      | Ток 20 А   |
|  |             |                   |          |     | 90       | Ток 30 А   |
|  |             |                   |          |     | 280      | Ток 50 А   |
| Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи                          | $I_{ces}$   | мкА               |          |     | 100      |            |

## 5 РАБОТА И УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

Рекомендуемая схема включения МККНМ представлена на рисунке 5.1

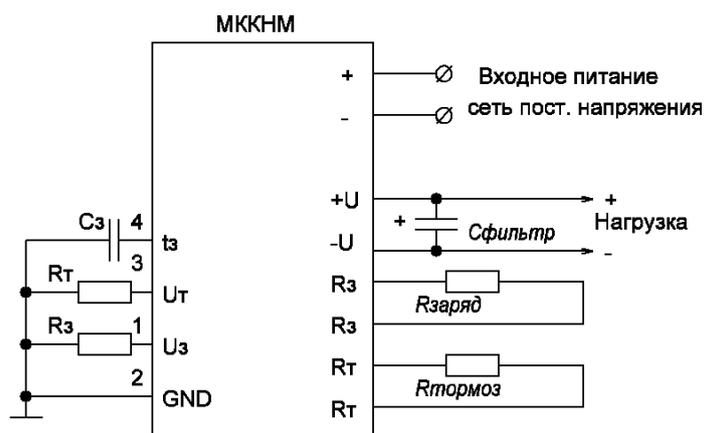


Рисунок 5.1.1 – Схема включения МККНМ-х-хА, для 100, 200, 600 В

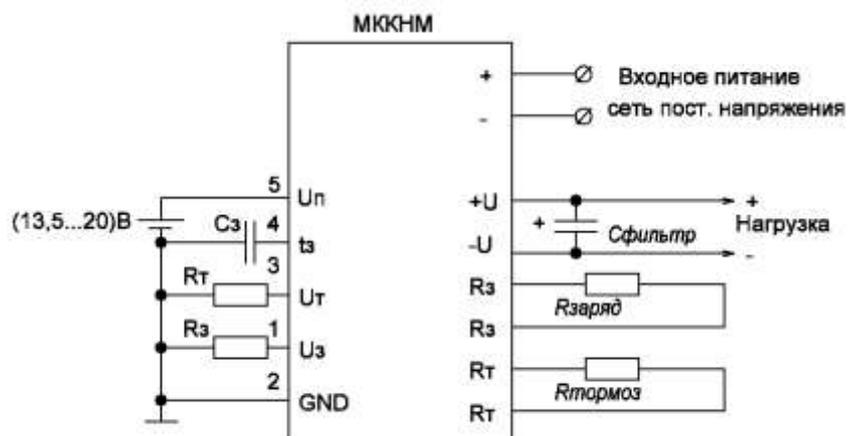


Рисунок 5.1.2 – Схема включения МККНМ-х-хА, для 1200 В

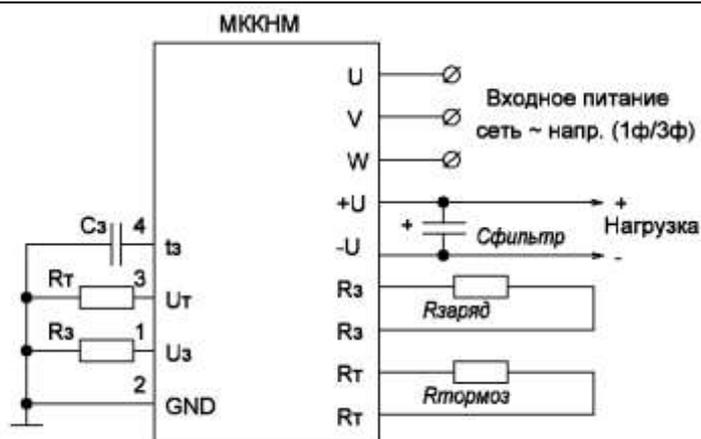


Рисунок 5.1.3 – Схема включения МККНМ-х-хБ, для 100, 200, 600 В

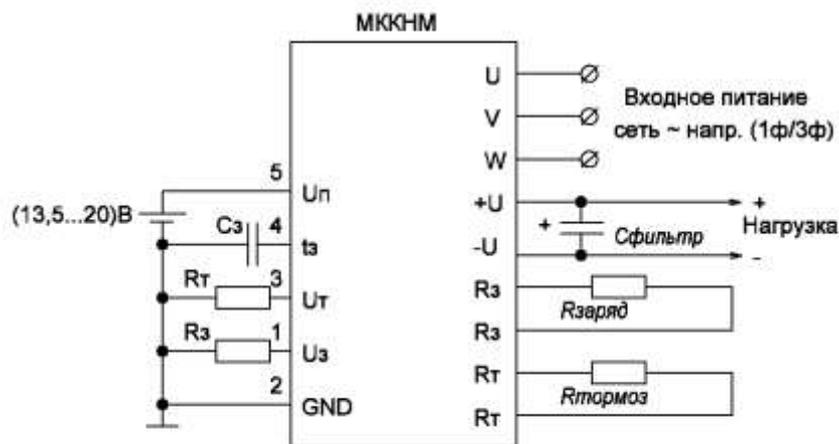


Рисунок 5.1.4 – Схема включения МККМ-х-хБ, для 1200 В

Модуль работает следующим образом. После увеличения напряжения на фильтрующем конденсаторе  $C_{\text{фильтр}}$  до порогового напряжения срабатывания зарядного транзистора ( $U_z$ ), зарядный транзистор открывается и шунтирует зарядный резистор  $R_{\text{заряд}}$ , тем самым осуществляется плавный и безопасный заряд ёмкости фильтра. При снижении напряжения ниже  $U_z$  зарядный транзистор снова закрывается и питание нагрузки осуществляется через зарядный резистор. При увеличении напряжения до порогового напряжения срабатывания тормозного транзистора ( $U_t$ ), тормозной транзистор открывается и подключает нагрузку через тормозной резистор  $R_{\text{тормоз}}$  к общему выводу источника коммутируемого напряжения, тем самым снимая наброс напряжения нагрузки. При снижении напряжения до допустимого уровня (ниже  $U_t$ ) тормозной транзистор закрывается.

**Внимание!** При отсутствии напряжения питания схемы управления нагрузка МККМ будет находиться под напряжением (запитывается через зарядный резистор), при снижении напряжения силовой цепи ниже порога срабатывания зарядного транзистора нагрузка так же будет под напряжением (через зарядный резистор).

« $t_z$ ». Вывод подключения конденсатора настройки длительности задержки срабатывания схемы управления. Увеличение длительности задержки рекомендуется в случае наличия в силовой цепи выбросов напряжения длительностью более 100...200 нс или в том случае, если допускается кратковременное повышение или понижение коммутируемого напряжения. Номинал подстроечного конденсатора должен лежать в диапазоне 100...2000 пФ, при этом задержки на срабатывание тормозного транзистора не нормируются, т.к. время задержки в значительной степени зависит от начального напряжения, с которого начинается выброс и от величины  $dU/dt$ .

« $U_z$ ». Вывод подключения резистора (резистор  $R_z$  на рисунке 5.1) настройки порога срабатывания зарядного транзистора (см. рисунок 5.2). Если требуется максимальное напряжение срабатывания (указанное в таблице 4.1), то данный вывод следует оставить незадействованным.

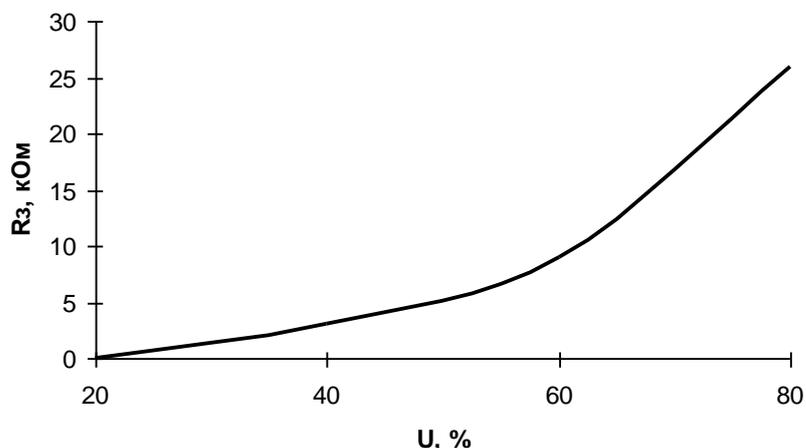


Рисунок 5.2 - График зависимости напряжения срабатывания зарядного транзистора (в процентах от максимального значения по таблице 4.1) от номинала резистора  $R_z$

«**Uп**». Вывод питания схемы управления 12...18 В. Задействован для модулей 12-ого класса (для модулей 1, 2, 6-ого классов питание схемы управления осуществляется от силовой цепи), т.к. данные модули не имеют встроенного понижающего преобразователя.

«**Ut**». Вывод подключения резистора (резистор  $R_t$  на рисунке 5.1) настройки порога срабатывания тормозного транзистора (см. рисунок 5.3). Если требуется максимальное напряжение срабатывания (указанное в таблице 4.1), то данный вывод следует оставить незадействованным.

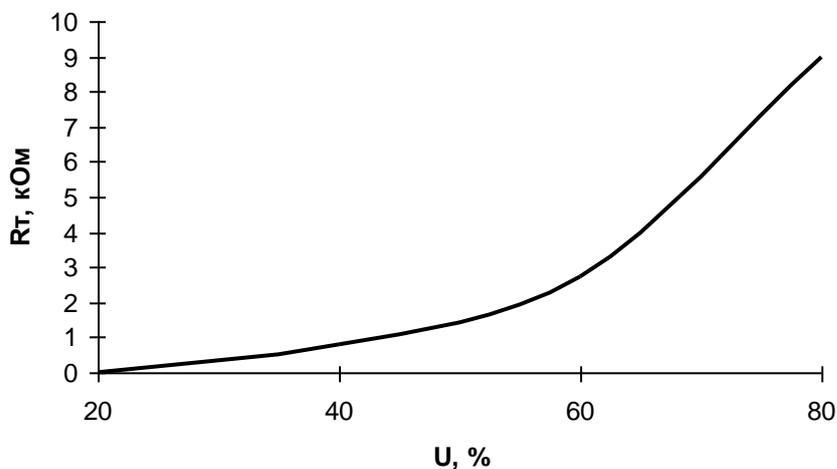


Рисунок 5.4 - График зависимости напряжения срабатывания тормозного транзистора (в процентах от максимального значения по таблице 4.1) от номинала резистора  $R_t$

«**GND**». Общий вывод цепи управления. **Вывод соединён с общим выводом силовой цепи.**

## 6 СИЛОВЫЕ ВЫВОДЫ

«+», «-». Выводы подключения силового постоянного напряжения МККНМ-х-хА.

«U», «V», «W». Выводы подключения силового переменного напряжения МККНМ-х-хБ.

«+U», «-U». Выводы подключения нагрузки модуля. К этим же выводам подключается ёмкость фильтра  $C_{\text{фильтр}}$  (см. рисунок 5.1), необходимая для сглаживания полуволн с выпрямительного моста и для фильтрации выбросов возникающих при работе двигателя или иного типа нагрузки. Ёмкость  $C_{\text{фильтр}}$  рекомендуется устанавливать как можно ближе к выводам модуля. Значения данной ёмкости меняются в зависимости от мощности нагрузки, на который работает МККНМ. Ниже приведена таблица минимальных и рекомендуемых значений  $C_{\text{фильтр}}$  для однофазной сети.

Таблица 6.1 - Выбор ёмкостей для нагрузки различных мощностей.

| Мощность нагрузки, кВт | Минимальная ёмкость, мкФ | Оптимальная ёмкость, мкФ |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <0,51                  | 100                      | 300                      |
| 0,75                   | 200                      | 500                      |
| 1,1                    | 200                      | 500                      |
| 1,5                    | 250                      | 750                      |
| 2,2                    | 400                      | 1000                     |
| 3,3                    | 700                      | 1500                     |
| 5,1                    | 1000                     | 2500                     |
| 7,5                    | 1500                     | 3500                     |
| 11                     | 2000                     | 5000                     |
| 15                     | 3000                     | 7000                     |

Для трёхфазной сети допускается значение ёмкости фильтрующего конденсатора уменьшить на порядок меньше указанных. Допускается с целью увеличения максимально допустимого напряжения подключать конденсаторы последовательно, с выравнивающими резисторами порядка 75 кОм мощностью не менее 1 Вт.

«Rз». Выводы подключения зарядного резистора (см. рисунок 5.1). Зарядный резистор необходим и в том случае, если в нагрузке не установлен фильтрующий конденсатор, т.к. в случае отсутствия зарядного резистора МККНМ не включит зарядный транзистор. Номинал и мощность зарядного резистора следует выбирать исходя из нагрузочной способности источника питания, ёмкости фильтрующего конденсатора и амплитуды напряжения питания. Таким образом, зарядный резистор выбирается исходя только из конкретных условий работы схемы.

«Rт». Выводы подключения тормозного резистора (см. рисунок 5.1), необходимого для уменьшения наброса напряжения во время торможения. Сопротивление резистора следует выбирать для каждого конкретного случая, исходя из условий работы и останова двигателя, однако его номинал должен быть достаточным для того, чтобы ток торможения не превышал максимального среднего тока тормозного транзистора МККНМ.

Мощность резистора также выбирается исходя из условий работы и останова двигателя, однако здесь можно привести общий и корректный расчёт мощности тормозного резистора.

Необходимо вычислить коэффициент нагрузки (см. рисунок 6.1).

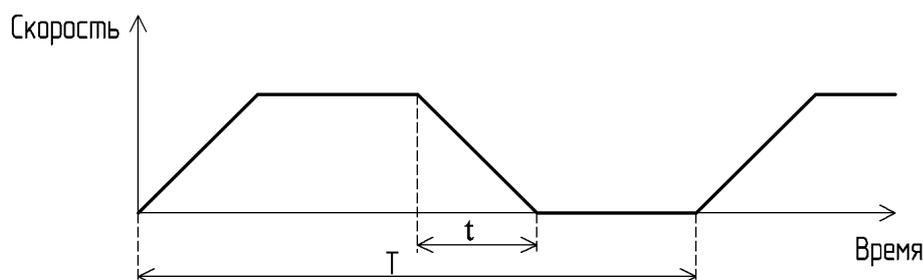


Рисунок 6.1 – Диаграмма работы двигателя.

Где  $t$  – время торможения,  $T$  - время цикла. Тогда коэффициент нагрузки ( $f_m$ ) определяется как  $f_m=(t/T)$ . К примеру, предполагается, что двигатель будет тормозить 10 с один раз в течение 10 мин. Тогда коэффициент нагрузки для данного случая будет равен  $f_m=10/600=0,017$  или 1,7%.

В зависимости от тормозного момента и коэффициента нагрузки определяется поправочный коэффициент  $K_1$  (см. рисунок 6.2).

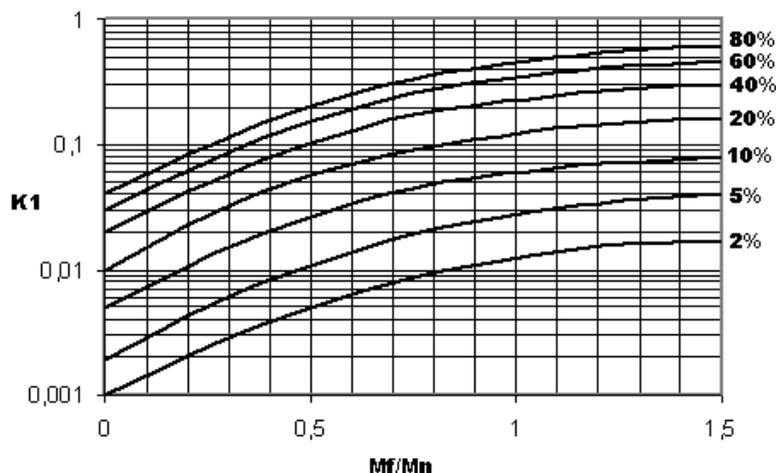


Рисунок 6.2 – Определение поправочного коэффициента  $K_1$

Где  $M_n$  – момент двигателя,  $M_f$  – тормозной момент двигателя.

Допустим, отношение тормозных моментов равно 0,5; коэффициент нагрузки был определён равным 1,6%. Для кривой соответствующей 2% (большее и ближайшее по значению) находится поправочный коэффициент  $K_1=0,005$ .

Не рекомендуется при значения коэффициента нагрузки значительно меньше 2% умозрительно достраивать кривую и выбирать меньший коэффициент  $K_1$ ; значение в таком случае должно быть выбрано по кривой, соответствующей 2%.

При торможении допускается перегрузка тормозного резистора. Допустимая перегрузка определяется коэффициентом  $K_2$ , исходя из рисунка 6.3.

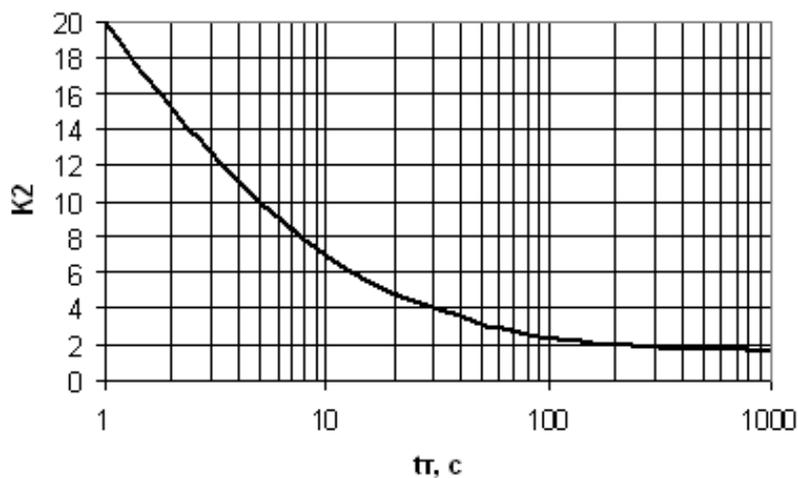


Рисунок 6.3 – Определение поправочного коэффициента  $K_2$

Ранее было предположено, что время торможения будет равно 10 с, тогда  $K_2=7$ .

Далее, определяется номинальная мощность тормозного резистора:  $P_p=R_d \times N_d \times K_1 \times (1+1/(K_2 \times f_m))$ , Вт.

Где  $P_p$  – мощность тормозного резистора,  $R_d$  – мощность двигателя,  $N_d$  – КПД двигателя. Допустим, мощность двигателя равна 11 кВт, а его КПД равен 0,85. Тогда для нашего примера  $P_p=11000 \times 0,85 \times 0,005 \times (1+1/7 \times 0,017)=440$  Вт. Таким образом, мощность тормозного резистора для данного случая должна быть не менее 0,5 кВт.

## 7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

### Подсоединение к модулю

Силовая цепь крепится к модулю с помощью винтов М5. Винты следует затягивать с крутящим моментом  $(5 \pm 0,5)$  Н·м, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб, входящих в комплект поставки модуля.

Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

Сечение жил внешних проводников и кабелей должно быть не менее  $5 \text{ мм}^2$  на токи до 10 А включительно и не менее  $10 \text{ мм}^2$  на токи свыше 20 А.

Управляющие выводы модуля предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше  $(+260 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Продолжительность пайки не более 3 с. При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземлённых низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

### Установка модуля

Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 с крутящим моментом  $(3,5 \pm 0,5)$  Н·м или М6 с крутящим моментом  $(5 \pm 0,5)$  Н·м, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб. В установках модуль следует располагать таким образом, чтобы предохранить его от дополнительного нагрева со стороны соседних элементов. Плоскости ребер охладителя желательно ориентировать в направлении воздушного потока.

Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость не более 2,5 мкм и допуск плоскостности – не более 30 мкм. На поверхности охладителя не должно быть заусенцев, раковин. Между модулем и охладителем не должно быть никаких посторонних частиц. Для улучшения теплового баланса установку модуля на монтажную поверхность или охладитель необходимо осуществлять с помощью теплопроводящих паст типа КПП-8 ГОСТ 19783-74 или аналогичных по своим теплопроводящим свойствам.

При монтаже необходимо обеспечивать равномерность прижатия основания модуля к охладителю. С этой целью следует все винты закручивать равномерно в 2 – 4 приема поочередно: сначала расположенные по одной диагонали, потом по другой. При демонтаже модуля раскручивание винтов производить в обратном порядке.

Не ранее, чем через три часа после монтажа винты необходимо довернуть, соблюдая заданный крутящий момент, так как часть теплопроводящей пасты под давлением вытекает и крепление может ослабнуть.

Допускается на один охладитель устанавливать несколько модулей без дополнительных изолирующих прокладок, при условии, что напряжение между выводами разных модулей не превышает минимального значения напряжения пробоя изоляции каждого из них или при заземленном охладителе.

Ниже приведена таблица 7.1 соответствия МККНМ, потерь мощности на нём и необходимой площади охлаждения.

Таблица 7.1 – Необходимая площадь охлаждения для МККНМ различных типов.

| Прибор      | Мощность потерь на максимальной нагрузке, не более, Вт | Площадь охлаждения без принудительного обдува, не менее, см <sup>2</sup> |
|-------------|--|--|
| МККНМ-5-1   | 5  | 150  |
| МККНМ-10-1  | 10   | 300  |
| МККНМ-20-1  | 35   | 1000   |
| МККНМ-30-1  | 50   | 1500   |
| МККНМ-50-1  | 75   | 2000   |
| МККНМ-70-1  | 100  | 3000   |
| МККНМ-100-1 | 200  | 6000   |
| МККНМ-5-2   | 10   | 300  |
| МККНМ-10-2  | 25   | 750  |
| МККНМ-20-2  | 50   | 1500   |
| МККНМ-30-2  | 60   | 2000   |
| МККНМ-50-2  | 130  | 4000   |
| МККНМ-70-2  | 270  | 8000   |
| МККНМ-5-6   | 20   | 500  |
| МККНМ-10-6  | 50   | 1500   |
| МККНМ-20-6  | 80   | 2500   |
| МККНМ-30-6  | 100  | 3000   |
| МККНМ-50-6  | 300  | 9000   |
| МККНМ-5-12  | 25   | 750  |
| МККНМ-10-12 | 70   | 2000   |
| МККНМ-20-12 | 150  | 4000   |
| МККНМ-30-12 | 100  | 3000   |
| МККНМ-50-12 | 300  | 9000   |

Допускается меньшая площадь охлаждения в том случае, если модуль работает на нагрузку меньше максимальной, либо, если предусмотрено принудительное охлаждение. Таблица дана для модулей с типом силовой сборки «А». Если в состав модуля входит выпрямительный мост (тип силовой сборки «Б»), то необходимо увеличить площадь охлаждения не менее чем на 30% от указанной в таблице 7.1.

### Требования к эксплуатации

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Воздействие механических нагрузок.

| Внешний воздействующий фактор   | Значение внешнего воздействующего фактора |
|---|---|
| Синусоидальная вибрация:<br>- ускорение, м/с <sup>2</sup> (g);<br>- частота, Гц   | 100 (10)<br>1 - 500                       |
| Механический удар многократного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g);<br>- длительность действия ударного ускорения, мс | 400 (40)<br>0,1 – 2,0                     |
| Линейное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g)  | 5000 (500)                                |

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Воздействие климатических нагрузок

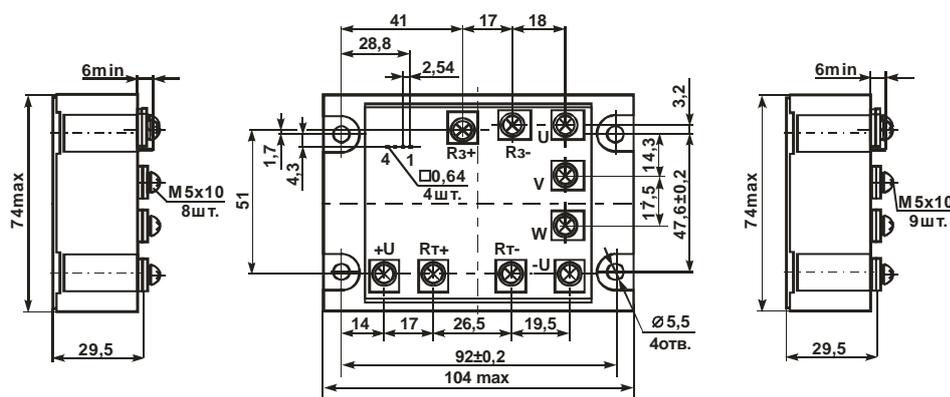
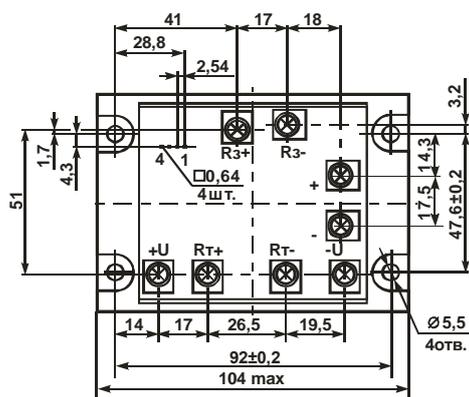
| Климатический фактор  | Значение климатического фактора |
|---|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С                 | - 40<br>- 45                    |
| Повышенная температура среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С                 | + 85<br>+ 100                   |
| Относительная влажность при температуре 35 °С<br>без конденсации влаги, %, не более | 98                              |

### Требования безопасности

- 1 Работа с модулем должна осуществляться только квалифицированным персоналом.
- 2 Не прикасаться к силовым выводам модуля при поданном напряжении питания, даже если двигатель остановлен.
- 3 Не подсоединять и не разъединять проводники и соединители, пока на силовые цепи модуля подано питание.
- 4 При проведении каких-либо операций с силовыми выводами модуля после останова двигателя убедиться в том, что конденсатор фильтра полностью разряжен.
- 5 Подключать щуп осциллографа только после снятия силового напряжения и разряда ёмкости фильтра.
- 6 Не разбирать и не переделывать модуль. При необходимости разборки обращаться к производителю.
- 7 Не дотрагиваться до незаземленного радиатора, если на модуль подано силовое питание.
- 8 Не дотрагиваться до радиатора или разрядного сопротивления, поскольку их температура может быть значительной.
- 9 Если из модуля идет дым, исходит запах или ненормальные шумы, немедленно отключить электропитание и проверить правильность подключения модуля.
- 10 Не допускать попадания воды или других жидкостей на модуль.

**Силовые цепи модуля гальванически не развязаны с цепями управления!  
Соблюдайте осторожность при эксплуатации!**

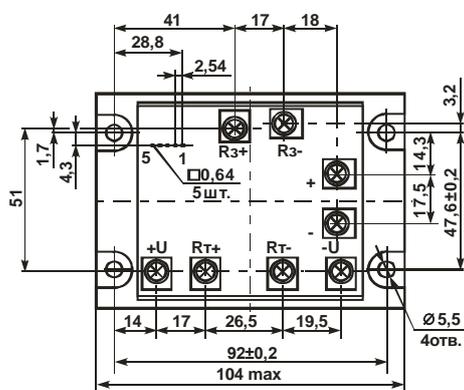
## 8 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ



Неуказанные предельные отклонения присоединительных размеров  $\pm 1$  мм

Рисунок 8.1 – Габаритные размеры  
МККНМ-х-хА, для 100, 200, 600 В

Рисунок 8.2 – Габаритные размеры  
МККНМ-х-хБ, для 100, 200, 600 В



Неуказанные предельные отклонения присоединительных размеров  $\pm 1$  мм

Рисунок 8.3 – Габаритные размеры  
МККНМ-х-хА, для 1200 В

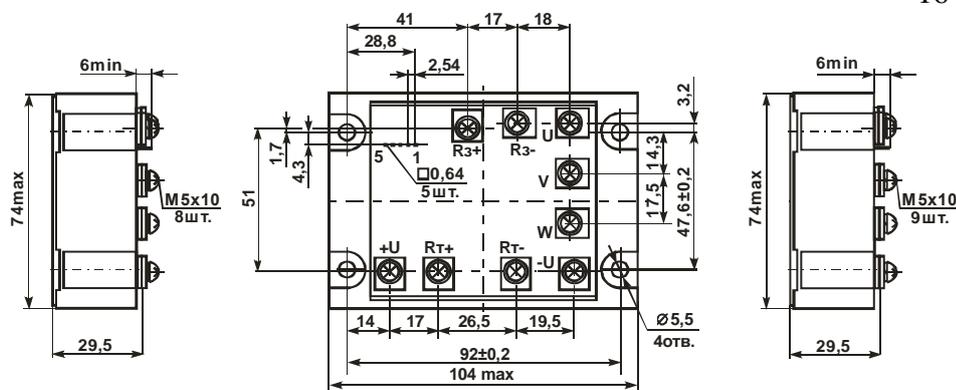


Рисунок 8.4 – Габаритные размеры  
МККНМ-х-хБ, для 1200 В

По заказу потребителя возможна поставка крепления для установки модуля на DIN-рейку. Рекомендуется установка на DIN-рейку модулей с номинальным током не более 10 А.

Драгоценных металлов не содержится.

## 9 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Модуль \_\_\_\_\_

соответствует АЛЕИ.435611.003 ТУ

Заводской номер \_\_\_\_\_

Дата изготовления \_\_\_\_\_

Место для штампа ОТК

## 10 ГАРАНТИИ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие модуля требованиям АЛЕИ.435611.003 ТУ при условии соблюдения правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

Гарантийный срок – 2,5 года с даты изготовления.

Гарантийный срок хранения – 2 года с даты изготовления.

Гарантийный срок эксплуатации – 2 года с даты ввода модулей в эксплуатацию в пределах гарантийного срока.

## 11 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.