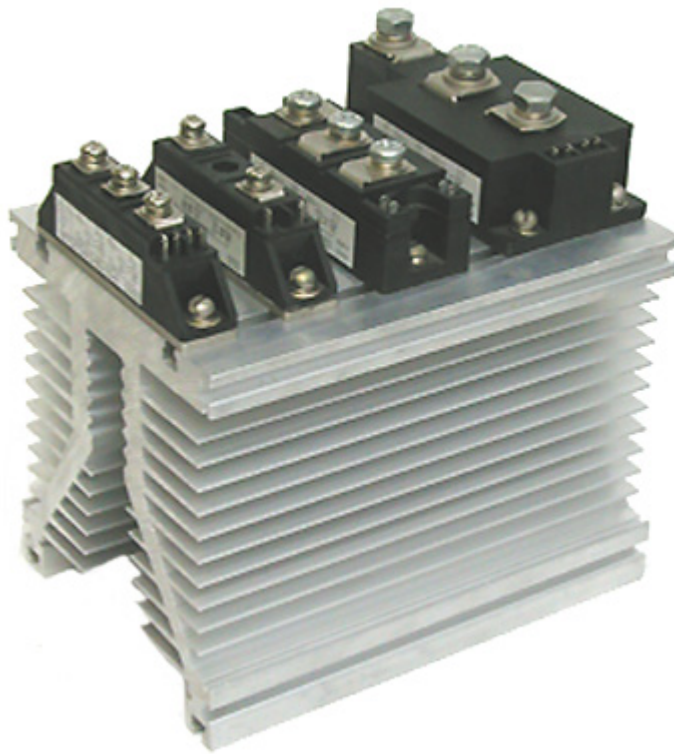


ООО "Элемент-Преобразователь"

Силовые полупроводниковые приборы

# МОДУЛИ

## на токи 100-200 А



## Общие сведения

### Назначение и область применения

Модули представляют собой два полупроводниковых элемента, соединенных последовательно с выводом средней точки, в одном корпусе. В зависимости от набора составляющих их структур, модули подразделяются на следующие функциональные группы:

- модули диодные ;
- модули диодные быстросовстнавливающиеся ;
- модули тиристорные и комбинированные (тиристорно-диодные и диодно-тиристорные);
- модули оптотиристорные и комбинированные (оптотиристорно-диодные и диодно-оптотиристорные).

Применяют модули для преобразования тока в различных электротехнических устройствах.

### Условия эксплуатации

Модули предназначены для эксплуатации во взрывобезопасных и химически неактивных средах в условиях, исключающих воздействие различных излучений (нейтронного, электронного,  $\gamma$ -излучения и т.д.) в атмосфере условно чистой (тип I) или промышленной (тип II), где содержание коррозионно активных агентов не должно превышать : сернистого газа -  $0,31 \text{ мГ/м}^3$ , хлоридов -  $0,3 \text{ мГ/м}^3$  в сутки.

Климатическое исполнение и категория размещения модулей по ГОСТ 15150-69 следующие :

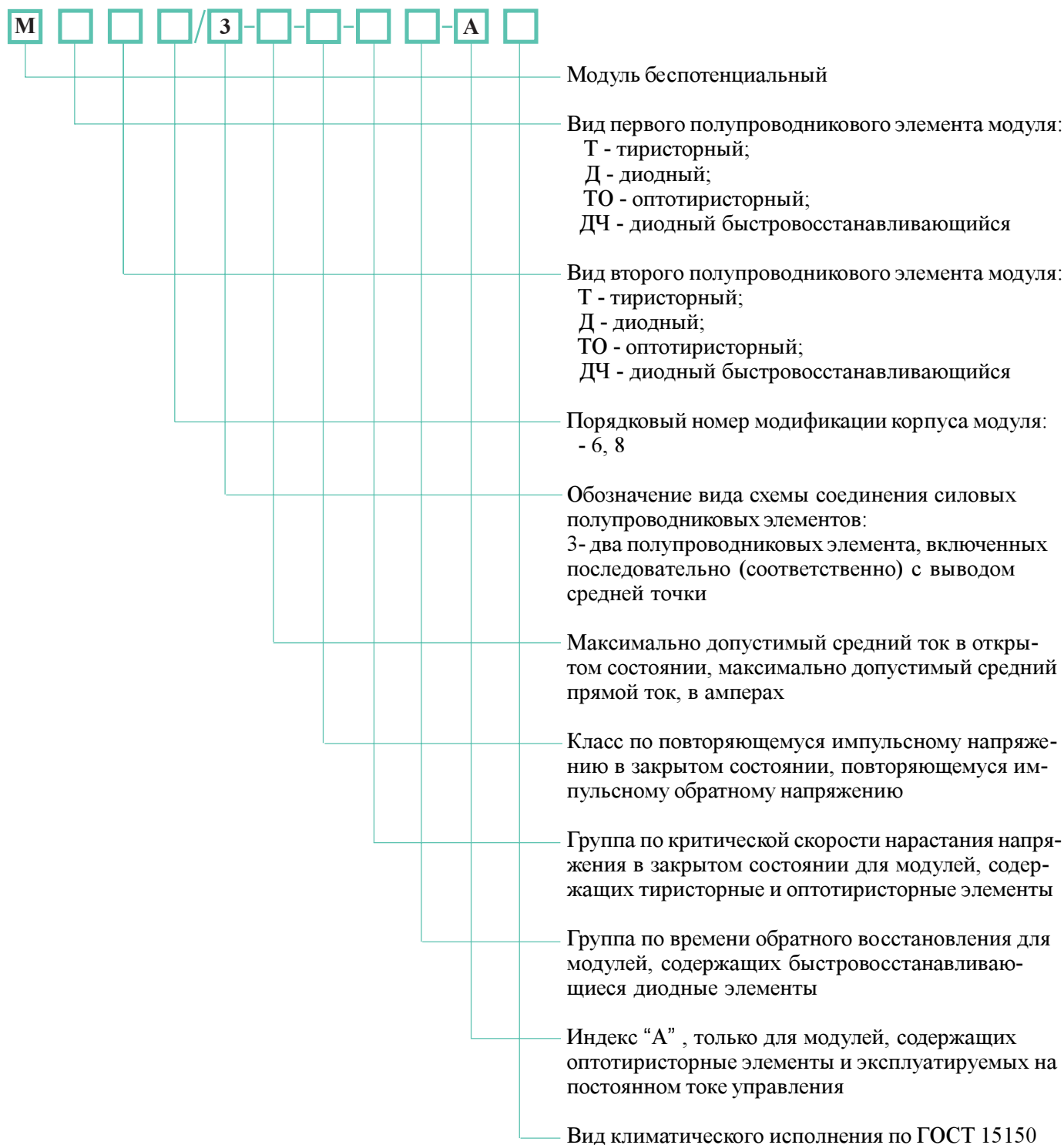
У2 - для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным климатом под навесом или в помещении, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха, но отсутствует воздействие солнечного излучения и атмосферных осадков.

Т3 - для эксплуатации в макроклиматических районах с сухим и влажным тропическим климатом в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе.

По прочности и устойчивости к воздействию механических нагрузок модули соответствуют группе условий эксплуатации М27 по ГОСТ 17516.1-90. Допускают воздействие вибрационных нагрузок в диапазоне частот от 10 до 100 Гц с ускорением  $50 \text{ м/с}^2$  и одиночных ударов с длительностью импульса 50 мс и ускорением  $40 \text{ м/с}^2$ .

Модули по своим параметрам и характеристикам соответствуют ТУ У 32.1-30077685-003-2002.

## Структура условного обозначения модулей



## Комплектность поставки и формулирование заказа

Модули поставляют без охладителей, но по согласованию с предприятием-изготовителем могут поставляться с охладителем. Рекомендуемые охладители : ОР344-120, ОР344-180, ОР344-240, ОР344-300, ОР344-350 по ТУ У 32.1-30077685-015-2004.

К каждой партии модулей, транспортируемых в один адрес, прилагается этикетка.

При заказе необходимо указать: наименование, тип, класс, группу по критической скорости нарастания напряжения в закрытом состоянии, индекс "А" для оптотиристорных модулей с постоянным током управления, климатическое исполнение и категория размещения, номер технических условий, количество, комплектность.

Пример заказа 20 штук модулей оптотиристорных на ток 125 А, девятого класса, с критической скоростью нарастания напряжения в закрытом состоянии 100 В/мкс ( 3 группа) с постоянным током управления, климатического исполнения У2 в комплекте с охладителем ОР344-180:

Модуль МТОТО8/3-125-9-3-А У2 ТУ У 32.1-30077685-003-2002 20 штук с охладителем ОР344-180.

## Указания по монтажу и эксплуатации модулей

Для надежной эксплуатации модулей, необходимо учитывать следующие основные требования.

При эксплуатации модулей в любых режимах не допускается превышать предельно допустимые значения параметров, необходимо также учитывать их зависимость от конкретных условий работы.

Надежность работы модулей в нециклических режимах эксплуатации, как и силовых полупроводниковых приборов других типов, зависит, в первую очередь, от величины температуры перегрева полупроводниковой структуры и от величины рабочего напряжения. Чем ближе эти значения к предельно допустимым, тем выше интенсивность отказов модулей.

При максимально допустимой температуре перехода не допускается прикладывать импульсное обратное напряжение и импульсное напряжение в закрытом состоянии выше 80 % от напряжения класса. Постоянное обратное напряжение и постоянное напряжение в закрытом состоянии не должно превышать 60 % от напряжения класса.

Для обеспечения оптимального теплового режима модули должны устанавливаться на охладители или другие поверхности, обеспечивающие эффективный теплоотвод. При этом запрещается изгибать выводы модуля. При соединении нескольких модулей шинами необходимо учитывать их тепловое расширение при нагреве, которое создает изгибающее усилие на выводы модуля. Контактные поверхности необходимо покрыть тонким равномерным слоем теплопроводящей пасты КПП-8 по ГОСТ 19783-74, притереть модуль к поверхности и поочередно закручивать крепежные винты, обеспечивая равномерное прижатие модуля. Перекос модуля не допускается.

Особенно тщательно должны выполняться требования по монтажу модулей типа МТТ8, МТОТО8, МДД8 и МДЧДЧ8. Керамическая подложка, являющаяся основанием этих модулей, обладает меньшей механической прочностью по сравнению с медным основанием модулей типа МТТ6, МТОТО6, МДД6 и МДЧДЧ6.

При установке модулей следует предохранять их от подогрева со стороны соседней аппаратуры и обеспечивать беспрепятственный доступ охлаждающего воздуха. Наличие подогрева необходимо учитывать при расчете режимов работы модулей.

## Основные параметры и характеристики полупроводниковых элементов модулей

Предельными токами конструкции модулей являются максимально допустимые токи, определяемые при предельной температуре корпуса в установившемся режиме. Превышать эти значения недопустимо в любом установившемся режиме работы.

Если охлаждение модулей недостаточно для поддержания температуры корпуса не выше допустимой, ток нагрузки необходимо снижать, подбирая по графику зависимости тока от температуры корпуса. Если модуль эксплуатируется на охладителе, необходимо ток подбирать по графику зависимости от температуры окружающей среды.

Ударный ток модулей является допустимым током аварийной перегрузки при однократном импульсе. При воздействии ударного тока происходит кратковременный перегрев структуры выше допустимой. При этом теряется способность выдерживать предельно допустимое значение обратного напряжения.

Предохранитель, защищающий модуль, должен иметь защитный показатель меньший по значению чем защитный показатель модуля.

Для тиристорных элементов модуля необходимо, чтобы скорость нарастания тока не превышала критической. Быстрое включение по всей площади всей тиристорной структуры обеспечивается подачей отпирающего тока управления с высокой скоростью нарастания. Скорость нарастания прямого напряжения, прикладываемого к тиристорному элементу в закрытом состоянии, не должна превышать критическое. Превышение значения  $(du_D/dt)_{crit}$  приводит к произвольному включению тиристорного элемента в проводящее состояние без подачи тока управления.

### Особенности эксплуатации модулей с оптотиристорными элементами

Оптотиристорные элементы модуля управляются светоизлучающими диодами. При длительной работе диодов происходит ухудшение их излучающей способности. Скорость деградации светодиодов увеличивается с увеличением тока управления и температуры корпуса светодиода. Поэтому при выборе значения тока управления рекомендуется импульсный режим по цепи управления с длительностью импульса 50-100 мкс и , по возможности, значением амплитуды тока меньшим гарантированного в рабочем интервале температур. Запас по току управления по сравнению с отпирающим значением должен составлять порядка 20 % для учета деградации светодиода в течение срока эксплуатации.

Необходимо учитывать, что эксплуатация модулей на постоянном токе управления возможна только при положительных температурах окружающей среды. В аппаратуре, предназначенной для работы при отрицательных температурах, необходимо применять только импульсный режим управления. Обратное напряжение на излучающем диоде не должно превышать 3 В.

Если применение импульсного режима по цепи управления невозможно, или длительность импульса управления превышает 100 мкс, рекомендуется применять модули, предназначенные для работы с постоянным током управления. В условном обозначении модулей этого типа присутствует буква "А". Ток управления должен выбираться в диапазоне от 60 мА (отпирающий ток по ТУ) до 80 мА (максимально допустимый постоянный ток управления).

## Определение токов нагрузки модулей при эксплуатации нескольких модулей на одном охладителе при естественном охлаждении и при обдуве

При монтаже нескольких модулей на одном охладителе и использовании их в однофазной или трехфазной мостовой схеме необходимо определить ток нагрузки схемы. Для этого приведены зависимости допустимой суммарной рассеиваемой мощности  $P_{tot}$  и допустимого среднего выпрямленного тока  $I_d$  от температуры окружающего воздуха  $T_a$  при естественном охлаждении или при обдуве со скоростью 6 м/с.

Определить допустимую нагрузку по этим зависимостям можно следующим образом:

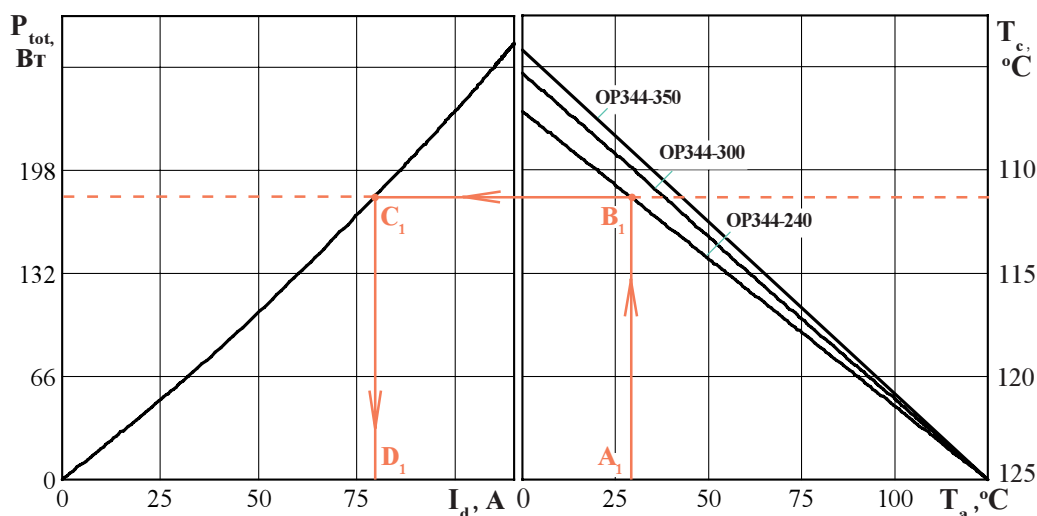
- 1) измерить значение установившейся температуры воздуха вокруг охладителя с учетом подогрева со стороны аппаратуры;
- 2) из точки, соответствующей этому значению температуры на оси  $T_a$  восстановить перпендикуляр до пересечения с линией, соответствующей выбранному охладителю;
- 3) из полученной точки провести горизонтальную прямую влево до пересечения с графиком зависимости  $P_{tot} = f(I_d)$  и опустить перпендикуляр на горизонтальную ось. Полученное значение укажет допустимый ток  $I_d$ .

Продление влево горизонтальной прямой укажет допустимую мощность рассеяния при данных условиях охлаждения, а продление вправо укажет температуру корпуса модуля.

### Пример

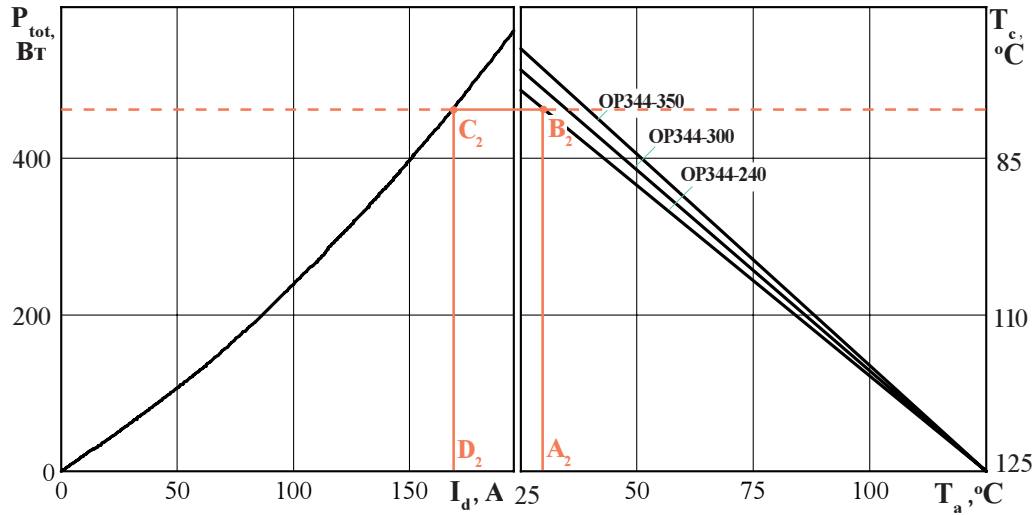
Необходимо определить допустимый ток нагрузки однофазной мостовой схемы, собранной на двух модулях МТТ8/3-125, на охладителе ОР344-240 при естественном охлаждении, если температура окружающей среды в рабочем режиме не превышает 30 °С.

Восстанавливаем перпендикуляр в точке  $A_1$  ( $T_a = 30$  °С) до пересечения с прямой, соответствующей охладителю ОР344-240 (точка  $B_1$ ). Из точки  $B_1$  проводим горизонтальную прямую до пересечения с графиком зависимости  $P_{tot} = f(I_d)$ . Получим точку  $C_1$  и опустим перпендикуляр на ось  $I_d$  (точка  $D_1$ ). Получим значение тока  $I_d = 78$  А. Значит, в данном режиме охлаждения предельно допустимый ток схемы 78 А. При этом, допустимая мощность 180 Вт, корпус модуля нагреется до 112 °С.



**Рисунок 1** - Зависимость допустимой суммарной рассеиваемой мощности  $P_{tot}$  и допустимого выпрямленного тока  $I_d$  при эксплуатации двух модулей МТТ6/3-125, МТТ8/3-125 на охладителях от температуры окружающей среды  $T_a$  и температуры корпуса  $T_c$  при естественном охлаждении

При обдуве этой схемы на охладителе ОР344-240 воздухом при температуре 30 °С со скоростью 6 м/с допустимый ток  $I_d = 170$  А. Допустимая рассеиваемая мощность 460 Вт, а корпус модуля нагреется при этом до 78 °С.



**Рисунок 2** - Зависимость допустимой суммарной рассеиваемой мощности  $P_{tot}$  и допустимого выпрямленного тока  $I_d$  при эксплуатации двух модулей МТТ6/3-125, МТТ8/3-125 на охладителях от температуры окружающей среды  $T_a$  и температуры корпуса  $T_c$  при принудительном охлаждении со скоростью воздуха 6 м/с.