



## Автоматические выключатели Hyundai Heavy Industries

Михаил Подольский

**Hyundai Heavy Industries Co., Ltd представляет собой одну из крупнейших международных производственных групп, занимающихся выпуском высококачественного электротехнического оборудования, и является подразделением известной мировой корпорации, ставшей синонимом корейского экономического чуда. В Россию эта компания пришла сравнительно недавно, но благодаря высочайшему качеству своей продукции она активно завоевывает новые позиции на отечественном рынке. В электротехническом сегменте низковольтное коммутационное оборудование Hyundai представлено автоматическими выключателями на диапазон токов от 1 до 6300 А.**

Необходимым условием для эффективной работы любого промышленного предприятия, для успешной эксплуатации коммерческого или жилого объекта является качественное и бесперебойное энергоснабжение. В системах электропитания автоматические выключатели являются неотъемлемой частью оборудования распределительных сетей и применяются для эффективной защиты от последствий нештатных ситуаций. Качество автоматических выключателей напрямую влияет на надежность и безопасность эксплуатации энергетической системы в широком диапазоне температур, влажности и прочих факторов, что в конечном итоге отражается на экономической эффективности эксплуатации оборудования электросетей.

### Миниатюрные (модульные) автоматические выключатели

Самой многочисленной группой электротехнической продукции Hyundai Heavy Industries (HHI) являются миниатюрные (модульные) автоматические выключатели. В первую очередь это объясняется широчайшей областью их применения. В общей схеме электроустановки их место — непосредственно возле потребителей. Автоматические выключатели в модульном

исполнении применяются в комплектах распределительных устройствах объектов жилищного, коммерческого и промышленного секторов (в щитках этажных учетно-распределительных, квартирных, гаражных, коттеджных, различных распределительных щитках общественных и административных зданий, а также в качестве защиты отдельных электроустановок). Эти изделия служат для защиты линий от перегрузок и коротких замыканий, а также оперативных включений и отключений в цепях постоянного и переменного тока напряжением до 500 В.

Принцип действия автоматических выключателей этого типа состоит в следующем: при перегрузках в защищаемой цепи протекающий ток нагревает биметаллическую пластину. При нагреве пластина изгибается и толкает рычаг, воздействующий на механизм свободного расцепления. Выдержка времени отключения уменьшается с ростом тока. При коротком замыкании в защищаемой цепи ток, протекающий через электромагнитную катушку автоматического выключателя, многократно возрастает, соответственно возрастает магнитное поле, которое перемещает сердечник, переключающий рычаг свободного расцепления. В обоих случаях подвижный контакт

отходит от неподвижного, аппарат выключается, происходит разрыв цепи, тем самым электрическая цепь защищается от перегрузок и токов короткого замыкания. При перегрузках и токах короткого замыкания отключение автоматического выключателя производится независимо от того, удерживается ли рукоятка управления во включенном положении.

При изготовлении корпуса автоматических выключателей HHI используются высококачественные негорючие материалы с высокими огнеупорными и противударными характеристиками, обладающие высокой механической прочностью. Контактные зажимы (вилочный + зажимной, верх/низ), глубоко погруженные внутрь корпуса, обеспечивают степень безопасности IP20 при случайном прикосновении человека к корпусу прибора. Биметаллическая пластина соединена с механизмом свободного расцепления без люфта, что улучшает чувствительность прибора к ее изгибу.

Все автоматические выключатели, дифференциальные выключатели и выключатели нагрузки HHI модульной серии снабжены указателем состояния (включен/отключен соответствует цвету указателя: красный/зеленый).

Автоматические выключатели серий HiBD63 (рис. 1) и HiBD125 рассчитаны на применение как в цепях переменного тока частотой 50 или 60 Гц, так и в цепях постоянного тока. Номинальное напряжение изоляции составляет 500 В АС. Отключающая способность выключателей этих серий высока как на переменном (6 и 10 кА при 400/460 В АС), так и на постоянном токе (10 и 15 кА при 110 В DC) соответственно.



● Рис. 1. Модульный автоматический выключатель серии HiBD63

При выборе выключателя следует обращать внимание на количество защищенных расцепителями полюсов: 2- и 4-полюсные выключатели могут быть как в конфигурации 2P, 4P, так и в конфигурации 1+N, 3+N соответственно. В серии HiBD63 доступен нестандартный ряд номинальных токов 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 13, 15, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 А с характеристиками отключения типов В, С, D, что позволяет соот-

ветствовать уникальным техническим требованиям в нестандартных проектах. В серии HiBD125 доступен ряд номинальных токов 63, 80, 100, 125 А (В, С, D) при увеличенных по сравнению с серией HiBD63 на 50% в ширину габаритах. Максимальное сечение присоединяемого провода — 50 мм<sup>2</sup>. Диапазон температур окружающей среды для нормальной работы модульных автоматических выключателей ННІ лежит в пределах -25...+55 °С, при этом необходимо учитывать влияние температуры на чувствительность биметаллической пластины расцепителя к протекающему току. В каталоге ННІ «Miniature Series» приведена таблица изменения чувствительности автоматических выключателей к протекающему току в диапазоне температур от -40 до +70 °С. Применение запатентованных Hyundai новейших материалов и покрытий свело к минимуму зависимость параметров выключателей от температуры окружающей среды, что позволяет им показывать лучшие характеристики по сравнению с известными аналогами.

В качестве дополнительного оборудования модульных автоматических выключателей для повышения их функциональности используются такие опции, как вспомогательные контакты AUX перекидного типа, контакты аварийного срабатывания ALT, расцепи-

тели минимального напряжения UVT и независимые расцепители SHT.

В модульную серию ННІ также входят выключатели нагрузки серии HiSD с различным количеством полюсов на токи от 16 до 125 А (рис. 2), дифференциальные автоматические выключатели серий HiRO (рис. 3), HiRD и дифференциальные выключатели нагрузки (УЗО) HiRC.

Дифференциальные выключатели нагрузки обеспечивают защиту от токов утечки, которые могут появляться в цепи вследствие ухудшения свойств изоляции электроприборов и электропроводки и этим спровоцировать поражение человека электрическим током или пожар. Устройства серий HiRC63 (рис. 4) и HiRC100 рассчитаны на номинальные токи 16...63 и 63...100 А и на ожидаемые токи короткого замыкания 6 и 10 кА соответственно. Серия HiRC63 имеет чувствительность 10, 30, 100, 300 или 500 мА, серия HiRC100 — 30, 100, 300 или 500 мА. Для бытовых нужд оптимально использовать серию HiRC63, к условиям коммерческой или промышленной эксплуатации лучше подойдет серия HiRC100.

Дифференциальные автоматические выключатели защищают цепи от токов перегрузки, короткого замыкания и утечек на землю, то есть являют собой автоматический выключатель и УЗО в едином корпусе. Таким образом, они



● Рис. 2. Модульный двухполюсный выключатель нагрузки



● Рис. 3. Двухполюсный дифференциальный автоматический выключатель серии HiRO



● Рис. 4. Двухполюсный дифференциальный выключатель нагрузки (УЗО) серии HiRC

наследуют технические характеристики обоих устройств: номинальный ток (1...32 А у серии HiRD32, 40...63 А у серии HiRD63, 63...125 А у серии HiRD125), характеристику отключения (тип B, C, D), отключающую способность (6 кА у серий HiRD32 и HiRD63; 10 кА у серии HiRD125) и чувствительность к току утечки (10, 30, 100, 300 или 500 мА). Как и все модульные устройства, могут иметь от 1 до 4 полюсов на корпус и занимать габариты от 2 до 7 модулей.

### Автоматические выключатели в литом корпусе

Корпусные автоматические выключатели Hyundai выпускают в двух разных сериях: Hi и U.

**Изделия серии Hi** (рис. 5) являются одними из наиболее надежных и совершенных устройств, конструкция которых разработана на основе заданных электрических и кинетических характеристик. Диапазон номинальных токов в фиксированном исполнении от 3 до 1200 А, во втычном — от 30 до 800 А. Отключающая способность — до 130 кА. Доступны термоманитные, регулируемые термоманитные, полупроводниковые и гидромагнитные устройства расцепления максимальной токовой защиты.

Полупроводниковые (электронные) устройства расцепления в стандартном исполнении для автоматических выключателей до 225 А имеют регули-

ровки:  $I_0$  (установка порогового значения базового тока в пределах 0,5...1 от номинального), L (значение тока для длительного времени выдержки в пределах 0,8...1 от номинального) и S (значение тока для кратковременной выдержки в пределах 0...10 от номинального). Для автоматических выключателей диапазона токов от 400 до 1200 А полупроводниковые расцепители могут быть как в стандартном исполнении (функции L, S, I, P), так и в расширенном исполнении (функции L, S, I, P, G) с функцией защиты от короткого замыкания на землю. Кроме того, имеются отдельные регулировки значений токов и времени для каждой защитной функции: для L время задается в секундах (от 2 до 12 с для шестикратной перегрузки от номинального тока), для S время задается в долях секунды (от 0 до 0,3 с), для I (мгновенное расцепление без выдержки времени) задается ток, кратный номинальному (от 0 до 11), и для функции G — значение тока КЗ на землю (в пределах 0...40% от номинального тока) и время выдержки в долях секунды (от 0,1 до 0,8 с). Все полупроводниковые расцепители имеют функцию P (индикация перегрузки, предупредительный сигнал перед расцеплением) — при токе нагрузки 0,9 от порогового значения  $I_1$  за 40 с до расцепления загорается красный светодиод на лицевой панели автоматического выключателя.

Иногда возникает необходимость защиты электрических цепей от перегрузки в условиях сурового климата или резких перепадов температур окружающей среды. В таких условиях характеристики максимальной токовой защиты термоманитных расцепителей меняются значительно. Остановимся подробнее на этом моменте. Номинальный ток автоматического выключателя — это ток в главной цепи, который выдерживается бесконечно долгое время при температуре окружающей среды +30 °С. При изменении температуры окружающей среды меняется чувствительность термометаллической пластины расцепителя и, соответственно, меняется номинальный ток. При -40 °С ток, который может протекать в цепи выключателя, равен 84 А (несмотря на то, что на корпусе выключателя указан номинальный ток 63 А при температуре +30 °С). И рас-

цепитель при этом не сработает. При температуре +70 °С чувствительность расцепителя возрастает, и номинальный ток уменьшается до 47 А, то есть всего 47 А автомат сможет удерживать бесконечно долгое время. Соответственно, при большем токе в условиях 70-градусной жары расцепитель сработает и автоматически обесточит цепь. При таком разбросе параметров ложные отключения или несработки будут неизбежны. Для выполнения требования прецизионного срабатывания автоматического выключателя вне зависимости от температуры окружающей среды существует тип автоматических выключателей в литом корпусе Hyundai с гидромагнитными расцепителями. Роль инерционного элемента в таком расцепителе выполняет перемещающийся сердечник в герметичной масляной камере. Данное техническое решение удачно сочетает в себе точность полупроводникового расцепителя и низкую стоимость термоманитного. Все изделия серии Hi могут комплектоваться моторными приводами на различные напряжения (24, 110 и 220 В) переменного и постоянного тока и аксессуарами: дополнительными контактами перекидного типа, независимыми расцепителями, расцепителями минимального напряжения, контактами аварийного срабатывания.

**Автоматические выключатели в литом корпусе серии U** (рис. 6) — следующее поколение корпусных автоматических выключателей с улучшенными техническими характеристиками. По сравнению с предыдущей серией Hi эти выключатели имеют меньшие габариты корпусов для аналогичных токов, диапазон номинальных токов расширен до 1600 А, увеличено номинальное напряжение для постоянного тока до 500 В (тип UPB), обновлен дизайн корпуса. Доступны термоманитные, регулируемые термоманитные, полупроводниковые и гидромагнитные устройства расцепления максимальной токовой защиты.

Автоматические выключатели данной серии имеют самую высокую в мире отключающую способность 200 кА при 240 В AC (Q-class в серии U для применения на атомных энергетических объектах) в компактном корпусе размерами 105×146×86,5 мм.



● Рис. 5. Трехполюсный автоматический выключатель в литом корпусе серии Hi с полупроводниковым расцепителем





● Рис. 6. Трехполюсный автоматический выключатель в литом корпусе серии U с полупроводниковым расцепителем

Моторные приводы для дистанционного управления выключателями подходят к обеим сериям — H и U — и рассчитаны на напряжения 24, 110 или 220 В постоянного или переменного тока.

### Воздушные автоматические выключатели

Данные устройства (рис. 7) рассчитаны на диапазон токов от 630 до 6300 А и содержат в себе передовые достижения коммутационных технологий Hyundai. Об этом говорят следующие показатели: высокая отключающая способность и высокая динамическая стойкость при напряжении 500 В AC — от 70 до 130 кА.



● Рис. 7. Воздушный автоматический выключатель выкатного исполнения

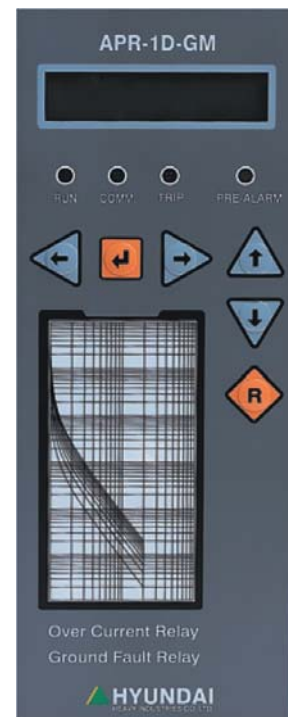
Автоматические выключатели могут выпускаться как в фиксированном, так и в выкатном исполнении (на 4000 А и выше — только в выкатном). Тип шинного присоединения — заднее горизонтальное или заднее вертикальное. Встроенные многофункциональные электронные реле защиты (APR) обеспечивают высочайшую точность рабочих характеристик и защитных функций в аварийных режимах. Представлено 7 типов APR: 5 для защиты цепи питания общего назначения и 2 для защиты генератора.

Каждое устройство APR имеет разнообразные функции индикации и защиты, и можно выбрать устройство, максимально соответствующее требованиям к набору функций: L (длительная выдержка), S (кратковременная выдержка), I (мгновенное расцепление), MCR (функция расцепления при превышении тока включения), G (расцепление при КЗ на землю), P (настраиваемая подача предупредительного сигнала перед расцеплением — светодиод красного цвета). При этом функции индикации возможно использовать на удалении: встроенный контакт «UI» меняет свое состояние через 80 мс после срабатывания защиты, встроенный контакт «Uit» (или «CP/I», в зависимости от модели APR-электронного расцепителя) подает продолжительный сигнал на LCD-дисплей (или светодиод, в зависимости от модели APR-электронного расцепителя) до тех пор, пока не будет выполнен «сброс» на APR. Работу защитных функций можно протестировать внешним устройством проверки APR (опция) или самим APR, для этого нужно войти в меню «Test» (для модели APR-1D-GM, рис. 8).

Для удаленного мониторинга и управления автоматическими выключателями есть возможность связи по протоколу ModBus через порт RS-485 (у расцепителя APR-1D-GM). Все устройства APR требуют внешний источник питания AC/DC 100...250 В.

Все воздушные автоматические выключатели Hyundai имеют ручной и моторный (опция) привод взвода силовых пружин, возможность дистанционного управления через соленоиды включения/отключения или по протоколу ModBus (с APR-1D-GM), а также могут комплектоваться расцепителями

минимального напряжения и дополнительными контактами. Меры безопасности могут быть усилены системой блокировки с ключом, крышкой блокировки кнопок, устройством предотвращения неправильной установки (для выкатных вариантов), а также устройствами механической блокировки. Резиновый фланец двери закрывает пространство между вырезом в двери щита и воздушным выключателем и обеспечивает защиту по классу IP20. Для определения необходимости проведения технического обслуживания на передней панели выключателей встроен 5-значный счетчик циклов (стандартная комплектация). Все воздушные автоматические выключатели Hyundai соответствуют стандартам: МЭК (IEC 60947-2), европейскому EN 60947-2, российским ГОСТ Р 50345-99 и ГОСТ Р 51326.1-99 и другим стандартам качества: NEMA PUB NO.SG3 (Национальная ассоциация производителей электротехнического оборудования), VDE 0660 (Ассоциация немецких электроинженеров), ANSI C37.13 (стандарт Американского национального института стандартов). Изделия имеют многочисленные сертификаты, в том числе и LR/U.K. (Регистр судоходства Ллойда).



● Рис. 8. Реле защиты воздушного автоматического выключателя. Модель APR-1D-GM