

МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УНИВЕРСАЛЬНОЕ РЕЛЕ ЧАСТОТЫ (УРЧ-3)

Данильчук В.Н., Нехай И.Ф., Фостиков В.И., Маслов И.А.

НЭК «Укрэнерго» – Киевский завод реле и автоматики – компания «Сервис-инвест»

Are Represented the general normative requirements to apparatus ACHR, are shown the functional advantages of new MKP universal frequency relay URCH-3 (on comparison with quasi-conductor frequency relay RCH-1) and his wide possibilities for use in different schemes of frequency anti emergency automations, in that number and unloading on frequency lowering speed.

Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) предназначена для предотвращения опасных снижений частоты, поэтому диктует повышенные требования к схемам, устройствам АЧР и основному их элементу – органу частоты. Это, прежде всего, быстродействие, а также минимальная погрешность уставки реле частоты при широком диапазоне изменения внешних параметров: температуры окружающей среды, контролируемого и оперативного напряжения, формы кривой контролируемого напряжения.

Основные параметры органа (реле) частоты устройств АЧР регламентируются ГОСТ 19262-80, в соответствии с которым у полупроводниковых реле частоты типа РЧ-1 и его модификации (Чебоксарский электроаппаратный завод) при номинальном напряжении оперативного источника тока погрешность не должна превышать [1]:

- 0,1 Гц - при (0,8-1,1) $U_{НОМ}$;
- 0,2 Гц – при (0,4-1,2) $U_{НОМ}$;
- 0,3 Гц – при (0,2-1,3) $U_{НОМ}$.

Бурное развитие электронной техники и, на ее основе, средств противоаварийной автоматики, с учетом изменения оборудования электростанций и их технических характеристик, привело в 90-е годы к разработке технического задания на создание новых микропроцессорных реле частоты с повышенной точностью срабатывания и гарантированной стабильностью параметров [3].

Для широкого внедрения в сетях энергосистем требовалось современное, высокоточное и надежное, но простое в исполнении и эксплуатации микропроцессорное реле частоты. Эти работы проводились как в России, так и в Украине, но именно в ОЭС Украины были проведены первые промышленные испытания этой новой техники. В январе 2001 года энергетические компании ОЭС Украины получили в опытную эксплуатацию универсальные реле частоты УРЧ-3, разработанные Киевским заводом реле и автоматики. Предварительно реле прошли испытания в лабораториях служб РЗА, а затем установлены на подстанциях, параллельно существующим устройствам спецочереды АЧР на реле РЧ-1. Промышленные испытания и технический анализ текущей эксплуатации УРЧ-3 проводились в схемах АЧР на подстанциях "Черниговоблэнерго", "Полтаваоблэнерго" и компании ООО «Сервис-инвест».

Поскольку система АЧР в ОЭС Украины в основном выполнена на реле частоты РЧ-1 и его модификациях, естественно, что испытания УРЧ-3 проводились в сравнении с РЧ-1. Настройка реле РЧ-1 довольно кропотлива и требует прогрева в течение не менее 1 часа самого реле и используемого оборудования (ГТЧ, частотомер Ф-246). Ввиду того, что объекты предприятий рассредоточены на значительной территории, корректировка уставок РЧ-1 занимает много времени и связана с большими транспортными расходами.

Испытуемые устройства УРЧ-3 стабильно и правильно работали при всех случаях снижения частоты, ложных срабатываний не было даже при снижении температуры окружающего воздуха до -20°C . Не вызвали сбоев в работе УРЧ-3 также неоднократные короткие замыкания на отходящих линиях 10 кВ и замыкания на «землю» в сети 10 кВ.

Оперативным персоналом отмечено большое преимущество УРЧ-3, в связи с наличием встроенного частотомера, позволяющего дежурному подстанции контролировать частоту сети и визуально оценивать правильность работы реле. Эксплуатационный персонал отмечает следующие преимущества УРЧ-3:

- наличие трёх независимых реле частоты и времени;
- прецизионная точность отработки уставок по частоте и времени;
- наличие встроенного частотомера для контроля текущей частоты и автономной настройки уставок;
- независимость точности уставок частоты и времени от температуры, уровня напряжения и гармоник;
- высокая помехоустойчивость и малая потребляемая мощность.

Для изменения уставок УРЧ-3 не требуется дополнительное оборудование (ГТЧ; частотомер), а перестройка уставок занимает считанные минуты. Простота и удобство пользовательского интерфейса позволяет персоналу РЗА очень быстро освоить методику настройки и изменения уставок УРЧ-3.

Применение двух реле УРЧ-3 позволяет заменить шесть реле частоты РЧ-1, что значительно снижает затраты при замене ими реле РЧ-1 и не приводит к усложнению и установке дополнительных элементов.

Реле УРЧ-3 экспертным заключением Минтопэнерго Украины от 11.07.2002 г. разрешено для применения в системных и местных автоматиках АЧР-ЧАПВ и других частотных автоматиках на подстанциях энергосистем, потребителей и других энергетических объектах с переменным и постоянным оперативным током. Общая схема реле и более расширенные сведения о технических характеристиках УРЧ-3 показаны в [4].

Реле частоты УРЧ-3 может работать на оперативном постоянном токе и оперативном напряжении (~100 В) от измерительного трансформатора. Для гальванической развязки входного напряжения контролируемой сети по частоте от оперативного питания реле может применяться специальный блок питания – БП-121, который работает на входном напряжении питания 220 В 50 Гц, и обеспечивает:

- разгрузку вторичной обмотки измерительных трансформаторов напряжения;
- нормальную работу реле при изменении входного напряжения питания (100-250 В).

Блок питания БП-121 защищён от перегрузок и коротких замыканий по выходу 100 В специальным самовосстанавливающимся предохранителем ВПР (0,2 А).

Реле частоты УРЧ-3 предназначено для использования в противоаварийной автоматике в качестве органа измерения и фиксации частоты в схемах:

- автоматического частотного пуска (АЧП) гидрогенераторов ГЭС при автоматическом вводе резервов (АВР) мощности;
- автоматической частотной разгрузки (АЧР) и частотного автоматического повторного включения (ЧАПВ) при допустимых дефицитах активной мощности;
- дополнительной автоматической разгрузки (ДАР) по скорости снижения частоты при больших дефицитах активной мощности.
- частотной делительной автоматики (ЧДА) для выделения энергоблоков (электростанций) на сбалансированный район нагрузки при больших дефицитах активной мощности.

Реле частоты УРЧ-3 не имеет в своём составе регулировочных и подстроечных элементов. Внешние цепи реле выведены на клеммы контактной колодки.

Конструктивной особенностью реле частоты УРЧ-3 является наличие экрана дисплея и светодиодной индикации, которые позволяют выполнять задание уставок реле и их просмотр без применения специальной измерительной аппаратуры.

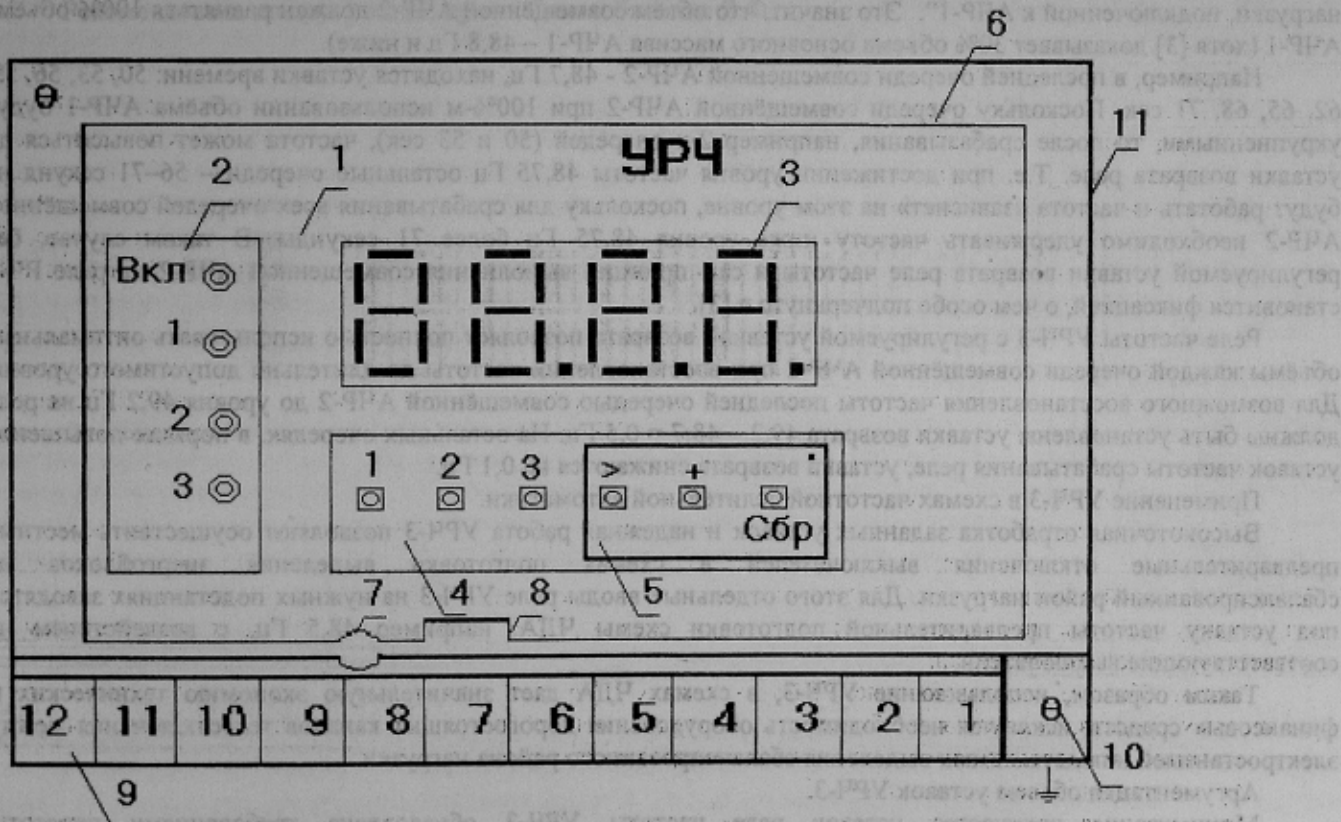


Рис. 1. Панель индикации и управления реле частоты УРЧ-3 (1).

- | | |
|---------------------------------|---|
| 2. Светодиодный узел индикации; | 7. Место пломбировки |
| 3. Дисплей; | 8. Захват снятия съёмной крышки |
| 4. Кнопки управления; | 9. Клеммная колодка внешних подключений |
| 5. Поворотная шторка; | 10. Крепёжный винт с заземлением |
| 6. Съёмная крышка | 11. Корпус реле |

Задание постоянного или импульсного режима работы выходных реле, просмотр и ввод уставок по частоте и времени осуществляется элементами управления, расположенными на панели индикации и управления реле УРЧ (рис. 1). Панель индикации и управления находится под прозрачной съёмной крышкой.

При снятой крышке кнопки «1», «2», «3» открыты для доступа, а кнопки «>», «+», «Сбр» находятся под прикрывающей их для предохранения от случайного несанкционированного нажатия поворотной шторкой. Для доступа к этим кнопкам шторку необходимо повернуть вокруг оси ее крепления вправо.

Кнопки «1», «2», «3» предназначены для просмотра на дисплее уставок по частоте и времени независимых реле частоты 1, 2, 3 соответственно. Кнопки «>», «+», «Сбр» предназначены для ввода уставок по частоте и времени, задания импульсного или постоянного режима работы реле. Кнопка «Сбр» также служит для установки реле в исходное состояние и контроля (с момента отпущения кнопки) текущей частоты.

Применение УРЧ-3 для измерения скорости снижения частоты.

Техническое преимущество микропроцессорных реле УРЧ-3, по сравнению с РЧ-1, заключается в высокоточной обработке заданных уставок (по частоте $\pm 0,005$ Гц, по времени $\pm 0,04$ сек), что обеспечивает их надёжную работу в построении дополнительной автоматической разгрузки (ДАР) по скорости снижения частоты [2]. Измерение двух разных уставок частоты в заданном интервале времени, т.е. косвенный метод определения скорости снижения частоты, ранее считавшийся вынужденным, бесперспективным, становится основным методом в новой концепции построения ДАР по скорости снижения частоты на микропроцессорных реле.

Принимая уставку по скорости снижения частоты равной 1,2 Гц/сек, при начальной (стартовой) уставке частоты $f_1 = 49,0$ Гц и уставке времени $t = 0,3$ секунды получим конечную уставку частоты $f_2 = 48,64$ Гц.

При дефиците мощности равном или большем заданной уставки скорости снижения частоты сработает начальная уставка измерения скорости снижения частоты ($f_1 = 49,0$ Гц) с запуском реле времени и при ранее сработавшей конечной уставке ($f_2 = 48,64$ Гц) реле времени через 0,3 сек (на более низком уровне частоты) выдает импульс на отключение нагрузки.

Применение УРЧ-3 в схемах совмещенной АЧР-2.

В настоящее время микропроцессорное универсальное реле частоты УРЧ-3 является первым реле с регулируемыми уставками возврата. Необходимость в этом возникла при детальном анализе работы совмещенной АЧР-2. В практике формирования системы АЧР, рожденной в последние десятилетия, зафиксирован в [1] п.7: "Следует стремиться к осуществлению второго пуска от устройств АЧР-2 всей нагрузки, подключенной к АЧР-1". Это значит, что объём совмещённой АЧР-2 должен равняться 100% объёма АЧР-1 (хотя [3] доказывает 30% объёма основного массива АЧР-1 – 48,8 Гц и ниже).

Например, в последней очереди совмещенной АЧР-2 - 48,7 Гц, находятся уставки времени: 50, 53, 56, 59, 62, 65, 68, 71 сек. Поскольку очереди совмещённой АЧР-2 при 100%-м использовании объёма АЧР-1 будут укрупненными, то после срабатывания, например 2-х очередей (50 и 53 сек), частота может повыситься до уставки возврата реле. Т.е. при достижении уровня частоты 48,75 Гц остальные очереди – 56–71 секунд не будут работать и частота «зависнет» на этом уровне, поскольку для срабатывания всех очередей совмещённой АЧР-2 необходимо удерживать частоту ниже уровня 48,75 Гц более 71 секунды. В таком случае, без регулируемой уставки возврата реле частоты и сам принцип выполнения совмещенной АЧР-2 на реле РЧ-1 становится фиксацией, о чем особо подчеркнуто в [3].

Реле частоты УРЧ-3 с регулируемой уставкой возврата позволяет полностью использовать оптимальные объёмы каждой очереди совмещённой АЧР-2 при восстановлении частоты до длительно допустимого уровня. Для возможного восстановления частоты последней очередью совмещённой АЧР-2 до уровня 49,2 Гц на реле должны быть установлены уставки возврата $49,2 - 48,7 = 0,5$ Гц. На остальных очередях, в порядке повышения уставок частоты срабатывания реле, уставки возврата снижаются на 0,1 Гц.

Применение УРЧ-3 в схемах частотной делительной автоматики.

Высокоточная обработка заданных уставок и надёжная работа УРЧ-3 позволяют осуществить местные предварительные отключения выключателей в схемах подготовки выделения энергоблоков на сбалансированный район нагрузки. Для этого отдельные вводы реле УРЧ-3 на нужных подстанциях заводятся под уставку частоты предварительной подготовки схемы ЧДА, например 48,5 Гц, с воздействием на соответствующие выключатели.

Таким образом, использование УРЧ-3, в схемах ЧДА дает значительную экономию технических и финансовых средств, исключая необходимость оборудования дорогостоящих каналов телеотключения между электростанцией и подстанциями выделения сбалансированного района нагрузки.

Аргументация объёма уставок УРЧ-3.

Минимизация количества уставок реле частоты УРЧ-3 обусловлена требованиями простоты изготовления и надёжности в широкой эксплуатации частотных автоматик. Необходимый минимальный объём уставок одного реле частоты выполнен исходя из анализа количества уставок частоты на каждой подстанции ОЭС Украины, оборудованной устройствами АЧР-ЧАПВ:

Количество уставок частоты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
% от суммы п/ст по ОЭС	15	55	20	6	2	1	(в сумме – 1%)		

Таким образом, подстанции с тремя уставками частоты составляют 90% от общего количества по ОЭС Украины. Учитывая то факт, что в бывшем СССР подстанции строились по типовым проектам и одинаковым СниП, с большой вероятностью можно утверждать, что и в странах ближнего зарубежья примерно такое же соотношение. Но, например, в ЕЭС России внедряется блок микропроцессорный автоматической частотной разгрузки (БМАЧР) с объёмом – 8 уставок частоты, что является много избыточным для основной части подстанций (около 90%). Кроме того, при малейшей неисправности такого реле выходят из строя схемы автоматик сразу всех 8-и уставок, что чревато неприятными последствиями в аварийных ситуациях.

