

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЙ ПРОВАЛОВ НАПРЯЖЕНИЯ НА РАБОТУ ТИРИСТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА SSD**

**Г.О. ШИРОКОВ**

*Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»,  
Республика Беларусь*

### **Введение**

Опыт эксплуатации электроприводов постоянного тока выявил их низкую устойчивость к провалам напряжения по цепи питания, что приводит к отключению привода и в конечном итоге к нарушению технологического процесса.

В настоящее время при синтезе электропривода проблеме вредного воздействия провалов напряжения на их работу уделяется наименьшее внимание.

### **Цель работы**

Определить время, за которое возможно предотвращение отключения электропривода постоянного тока в случае возникновения кратковременного провала напряжения в цепи его питания.

### **Метод достижения цели**

Цель может быть достигнута экспериментальным путем. Для этого необходима регистрация мгновенных значений напряжений узлов тиристорного электропривода постоянного тока SSD серии 545 в момент моделирования провалов напряжения по его цепи питания.

### **Описание схемы устройства, моделирующего провалы напряжения**

Для моделирования провалов напряжения в цепи питания исследуемого электропривода SSD (ЭП) использовалось устройство согласно [1], которое было усовершенствовано. Схема устройства представлена на рис. 1, она реализует следующий алгоритм работы.

Пускатели КМ1 и КМ2 последовательно включены в цепи нагрузочных сопротивлений R1, R2, R3 и, посредством рубильников К1, К2, К3, присоединены к соответствующим фазам н.н. разделительного трансформатора Т1. Исследуемый ЭП получает питание со стороны в.н. разделительного трансформатора Т2. Катушки пускателей КМ1 и КМ2 получают питание через нормально открытые контакты КЛ1.1 и КЛ2.1 промежуточных реле постоянного тока КЛ1 и КЛ2. Катушки промежуточных реле постоянного тока КЛ1 и КЛ2 получают питание через подстроечный резистор R и переключатель К. При положении переключателя К в позиции 2 силовые контакты пускателя КМ2 замкнуты, а силовые контакты пускателя КМ1 разомкнуты и напряжение на нагрузочные сопротивления R1, R2, R3 не подается. При переводе ключа К из позиции 2 в позицию 1 происходит замыкание силовых контактов пускателя КМ1, а размыкание силовых контактов пускателя КМ2 произойдет через промежуток времени, зависящий от времени разряда (емкости) конденсатора С. Длительность провала напряжения в рассматриваемой схеме определяется временем одновременного замкнутого состояния силовых контактов пускателей КМ1 и КМ2. Это время может изменяться путем соответствующего изменения величины емкости конденсатора С в диапазоне от 3 мс до десятка минут. Глубина провала напряжения на зажимах испытываемого ЭП определяется величиной падения напряжения от тока наброса параллельной нагрузки на сопротивлении питающей цепи. А величина тока наброса параллельной нагрузки зависит от значения

сопротивлений R1, R2, R3. Изменяя значение этих сопротивлений, можно моделировать симметричный или несимметричный провал напряжения требуемой глубины.

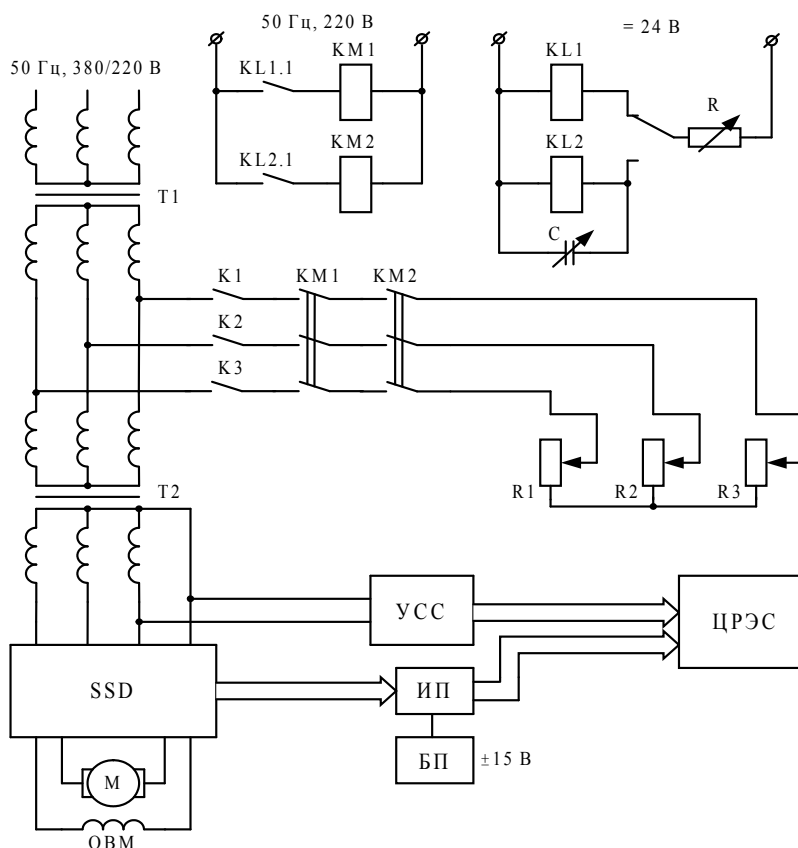


Рис. 1. Схема устройства, моделирующего сетевые провалы напряжения: SSD – исследуемый электропривод; М – электродвигатель постоянного тока серии 2ПБ132ЛГУХЛ4; ОВМ – обмотка возбуждения двигателя

Усовершенствование заключается в следующем. Для регистрации использовался вместо светолучевого осциллографа цифровой регистратор электрических сигналов (ЦРЭС), который имеет следующие характеристики:

- частота опроса активизированного канала регистрирования – 5000 Гц;
- длительность регистрации одного события – до 1,6 с;
- количество регистрируемых событий не ограничено;
- продолжительность регистрации предыстории – 80 мс;
- продолжительность регистрации постистории – 80 мс;
- переход на регистрацию мгновенного значения оперативного напряжения происходит при его выходе за пределы  $\pm 10\%$  ранее установившегося значения или при внешнем пуске.

На вход ЦРЭС подавались следующие сигналы:

- фазное напряжение питающей сети (для регистрации параметров провала напряжения);
- опорное пилообразное напряжение ЭП;
- узел защит ЭП;
- +15 В стабилизированное напряжение ЭП;
- –15 В стабилизированное напряжение ЭП.

Так как ЦРЭС не может принимать сигналы, превышающие значения напряжения 5В, то между ним и фазным напряжением питающей цепи использовалось устройство согласования сигналов (УСС), а со стороны ЭП – измерительный преобразователь (ИП), который представляет собой делитель напряжения, выполненный на базе операционного

усилителя. Данный ИП должен питаться напряжением  $\pm 15$  В, для этого используется блок питания (БП).

### Исследование влияния провалов напряжения на работу электропривода постоянного тока SSD серии 545

Диапазон длительности 160 смоделированных провалов составил от 25 мс до 900 мс, глубиной от 0 % до 50 %, причем эксперимент повторялся при разной частоте вращения электродвигателя (ЭД). Их значения:  $n_1 \approx 500$  об/мин,  $n_2 \approx 1500$  об/мин,  $n_3 \approx 2500$  об/мин. В результате выявлено три типа реакций электропривода на внешние провалы напряжения:

1. ЭД привода не реагирует на внешний провал напряжения. Это иллюстрируется осциллограммой, представленной на рис. 2.

2. ЭД привода после внешнего провала напряжения кратковременно останавливается, после чего разгоняется до номинальной частоты вращения. Осциллограмма зарегистрированных сигналов при этом типе реакции представлена на рис. 3.

3. ЭД останавливается после внешнего провала напряжения, срабатывает защита электропривода, что видно на рис. 4.

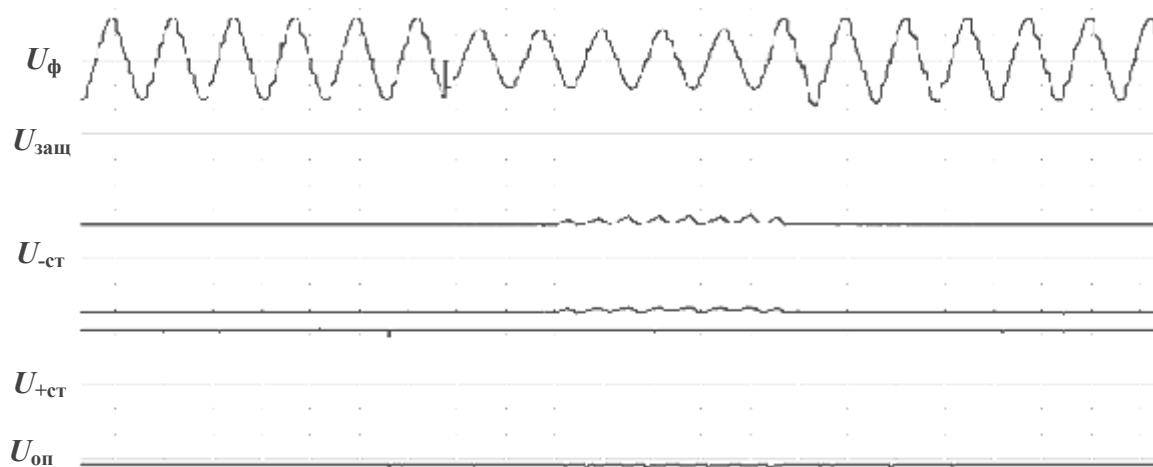


Рис. 2. Осциллограмма провала напряжения по цепи питания ( $U_{\phi}$ ), напряжения узла защит ( $U_{заш}$ ), стабилизированного напряжения – 15 ( $U_{-ст}$ ) и + 15 ( $U_{+ст}$ ) и опорного пилообразного напряжения ( $U_{пил}$ ). Первый тип реакции ЭП на провал напряжения

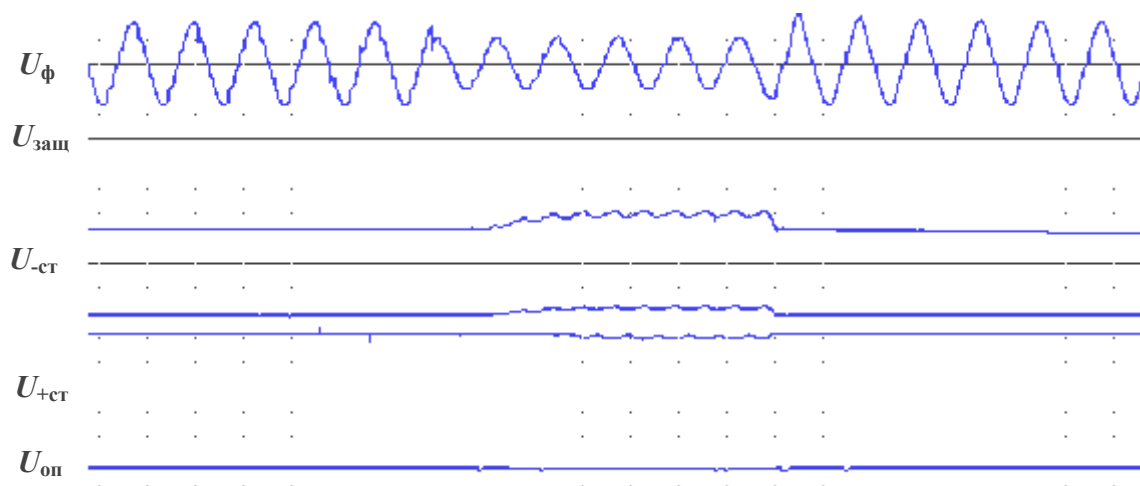


Рис. 3. Осциллограмма провала напряжения по цепи питания ( $U_{\phi}$ ), напряжения узла защит ( $U_{заш}$ ), стабилизированного напряжения – 15 ( $U_{-ст}$ ) и + 15 ( $U_{+ст}$ ) и опорного пилообразного напряжения ( $U_{пил}$ ). Второй тип реакции ЭП на провал напряжения

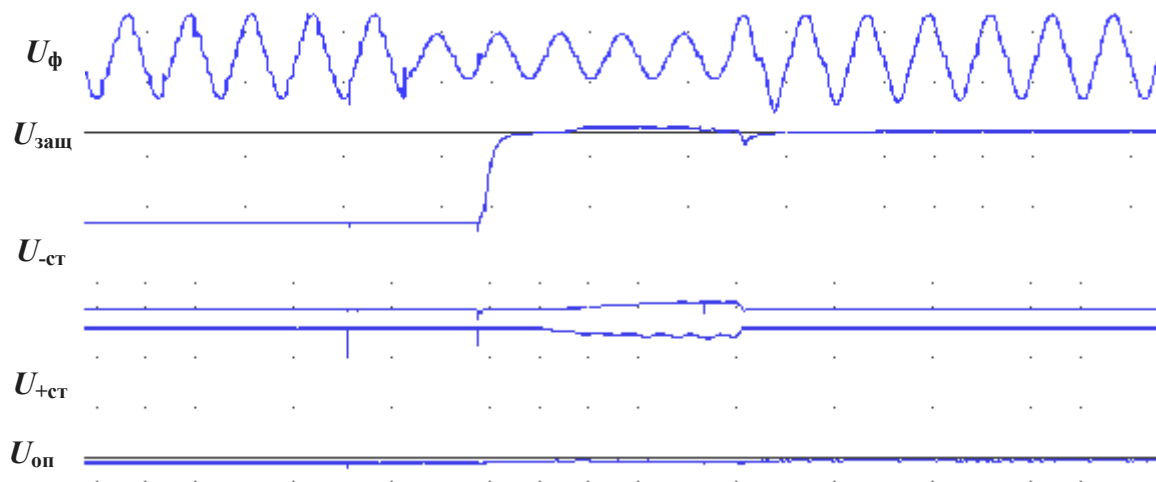
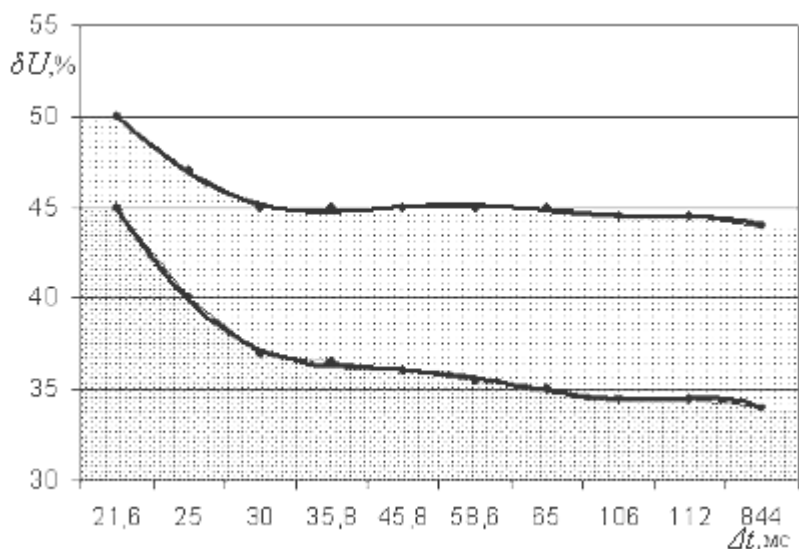


Рис. 4. Осциллограмма провала напряжения по цепи питания ( $U_{\phi}$ ), напряжения узла защит ( $U_{заш}$ ), стабилизированного напряжения – 15 ( $U_{ст}$ ) и + 15 ( $U_{ст}$ ) и опорного пилообразного напряжения ( $U_{пил}$ ). Третий тип реакции ЭП на провал напряжения

По полученным данным построен график границы устойчивой работы тиристорного электропривода SSD (рис. 5).



- область устойчивой работы ЭП
- область работы ЭП, при которой провал влияет на временную остановку ЭД
- область работы ЭП, при которой провал влияет на срабатывание защиты

Рис. 5. График устойчивой работы ЭП SSD при провалах напряжения. Частота вращения ЭД 500 об/мин

Проведенные исследования устойчивости тиристорного электропривода типа SSD к внешним провалам напряжения также показали, что его защита срабатывает и отключает привод через время порядка 15 мс от момента начала развития провала напряжения. Это иллюстрируется осциллограммой, приведенной на рис. 6.

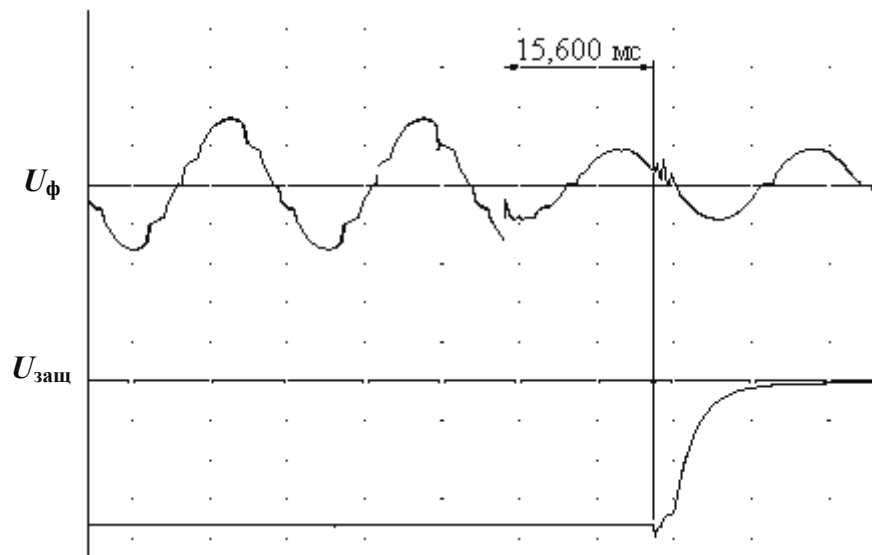


Рис. 6. Оциллограмма провала напряжения по цепи питания ( $U_{\phi}$ ), напряжения узла защит ( $U_{заш}$ )

Согласно [1] длительность большинства внешних провалов напряжения составляет порядка 200 мс глубиной до 60 %, после чего возможно возобновление нормальной работы электроприемников.

Поэтому для повышения устойчивости тиристорного электропривода SSD при критических провалах напряжения по цепи питания необходимо введение в узел защиты привода логического блока, который позволял бы за время, не превышающее 15 мс, отличать внешний провал напряжения от внутреннего короткого замыкания и не допускать отключение привода при внешнем кратковременном провале напряжения. Логический блок должен также контролировать провалы напряжения по всем питающим фазам и различать прямой и инверторный режимы работы электропривода.

### Заключение

Выявлено три типа реакций электропривода на внешние провалы напряжения. Тип первый – двигатель электропривода не реагирует на внешний провал напряжения. Второй тип – провал напряжения вызывает кратковременную остановку электродвигателя. Третий тип – двигатель окончательно останавливается после внешнего провала напряжения, срабатывает защита электропривода.

Защита электропривода SSD срабатывает и отключает привод через время порядка 15 мс от момента начала развития провала напряжения. На основании этого сформулированы требования к логическому блоку, который необходимо ввести в узел защит электропривода.

### Литература

1. Прокопчик В.В., Широков О.Г. Проблемы электроснабжения предприятий с непрерывным технологическим процессом //Электрификация металлургических предприятий Сибири: Материалы науч-техн. и метод. конф., Новокузнецк, 19–21 ноября, 1997 г. Вып. 7. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1997. – С. 56-71.

Получено 09.07.2004 г.