

**В.П. Епифанов, В.И. Самулеев**  
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

## КОНТРОЛЬ СЛАБИНЫ КАНАТА ПРИ ОПУСКАНИИ ГРУЗА НА КРАНОВОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

ключевые слова: контроль слабину каната, устройство формирования импульса управления регулятором напряжения.

Рассмотрены существующие системы работы механизма подъема кранового электропривода переменного тока в различных режимах работ электродвигателя, а именно режимы холостого хода и генераторного для решения задачи посадки груза на опору с минимальным образованием слабину каната, что позволяет исключить захват металлоконструкции подъемного сооружения в момент подъема груза. В результате исследования выявлены фазовые изменения мгновенных значений напряжения и тока и на основании этого разработана система контроля слабину каната при опускании груза.

Главным требованием, предъявляемым к электроприводу при опускании груза на опору является снижение до минимума времени чистого запаздывания в системе преобразования сигнала о касании груза опоры. Импульс о касании груза вырабатывается электродвигателем электропривода т. к. происходят изменения электрических и механических параметров ( $\omega, P$ , токов статора и ротора, вращающего момента, коэффициента мощности).

Асинхронный двигатель при опускании работает в силовом режиме с отдачей электрической энергии в сеть (генераторный режим работы параллельно с сетью), но с потреблением реактивной энергии при скорости выше синхронной.

В этом режиме генератора трехфазная асинхронная машина преобразует механическую энергию ( $A = J\omega^2 / 2 + m v^2 / 2$ ) в электрическую ( $P = \sqrt{3} UI \cos \varphi \eta$ ). Ротор асинхронного двигателя в режиме генератора вращается в направлении вращения магнитного поля, но его угловая скорость выше, чем частота вращения поля статора. Мощность, развиваемая машиной, в таких условиях отрицательна, т. е. машина не потребляет энергию, а отдает ее в сеть.

С увеличением абсолютного значения скольжения, индуктивное сопротивление обмотки ротора машины будет возрастать, что приведет к увеличению сдвига фаз между ЭДС и током в обмотке ротора.

Что касается зависимости  $\cos \varphi_1$  в режиме генератора от нагрузки, то его изменения обусловлены следующими соотношениями. Намагничивающий ток генератора мало зависит от нагрузки, но активный ток генератора пропорционален его механической нагрузке. Таким образом, с увеличением нагрузки в режиме генератора относительное значение реактивного тока быстро убывает и  $\cos \varphi_1$  увеличивается и достигает значений 0,8–0,9, а при холостом ходе, когда груз коснется опоры он примерно равен 0,2. Время изменения тока и коэффициента мощности от генераторного режима до холостого хода электродвигателя показано на рис. 1 и составляет 0,1 с.

Анализ технологического процесса опускания груза на опору показывает, что изменения амплитудно-фазового состояния тока  $i$  следующее. Если  $\varphi$  изменяется на 36 % ,то амплитуда тока  $i$  изменяется на 23 % . Значит в системе автоматизации электропривода при контроле слабину каната в момент опускания груза должен быть положен принцип фазового изменения, и на основании этого разработана блок схема и проведены испытания.

Устройство работает следующим образом.

При опускании груза двигатель работает в генераторном режиме (рис. 1), ток статора и коэффициент мощности имеют номинальные значения, поэтому на регулятор напряжения (РН) поступает сигнал и оно контролирует режим опускания груза. В момент касания грузом опоры двигатель из генераторного режима переходит в режим

холостого хода и угол  $\varphi$  увеличивается и регулятор напряжения РН уменьшает выходной сигнал и электропривод отключается от сети (рис. 2). В этом случае время переходного процесса составляет от 0,1 до 0,15 с, за это время слабина каната минимальная (0,8–0,12 м) и не происходит захвата металлоконструкции электропривода и крана в момент подъема груза.

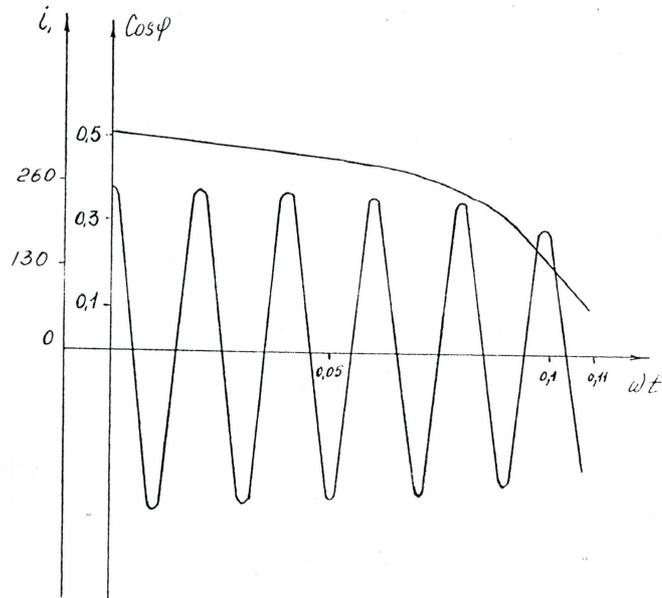


Рис. 1. Изменение тока и коэффициента мощности в процессе посадки груза на опору

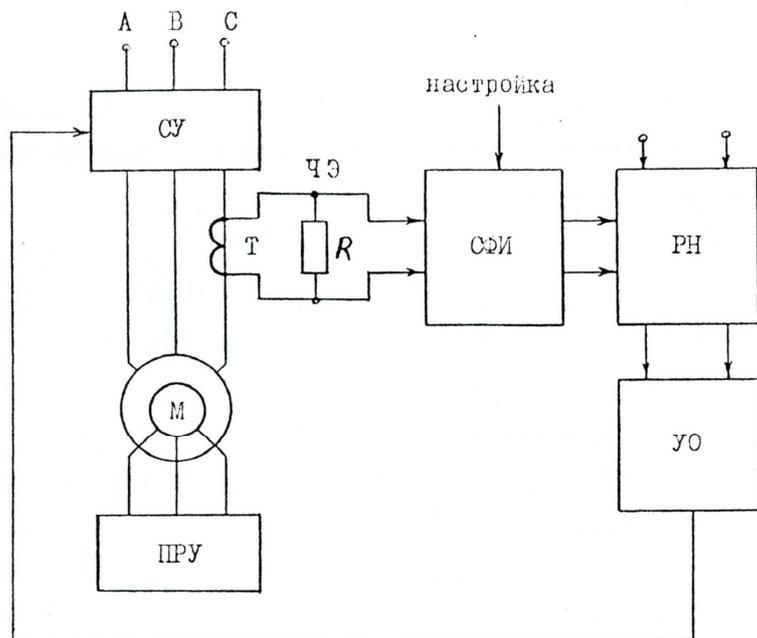


Рис. 2. Блок-схема технологической операции посадки груза на опору

М – асинхронный двигатель.  
СУ – система управления.  
ПРУ – пуско-регулирующее устройство.  
ЧЭ – чувствительный элемент.  
СФУ – система формирования импульса.  
РН – регулятор напряжения.  
УО – управляющий орган.

Отсутствие контрольного устройства слабину каната при опускании груза, в момент реверса электродвигателя происходит захват металлоконструкции крана и при этом возникает динамический момент, который выше номинального в 15–20 раз, а это ведет к разрушению механической части подъемного устройства, большим капитальным затратам и простоем техники.

#### Список литературы:

- [1] Электроснабжение промышленных предприятий. Киев «Высшая школа» 1998 г. 280 с
- [2] Компенсация реактивной мощности. Б.А.Константинов, Г.З.Зайцев. «Энергия» Ленинград 2005. 101 с.
- [3] Курс электротехники. А.С. Касаткин, М.В. Немцов. Высшая школа. Москва. 2005 г. 531 с.

*Д.В. Литов, О.С. Хватов, В.В. Гуляев*  
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

## ПРОБЛЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ГЭУ НА НАПРЯЖЕНИЕ 10 КВ

Ключевые слова: силовой трансформатор, ГЭУ переменного тока.

В докладе приводится обоснование необходимости моделирования трансформатора с учетом его тока намагничивания в переходных процессах при исследовании режимов включения силовых трансформаторов. Приведены модели трехфазных трансформаторов, позволяющие исследовать энергетические показатели трансформаторов в статических и динамических режимах работы при различных параметрах нагрузки.

Впервые в нашей стране ГЭУ полностью на переменном токе была спроектирована в период 2004–2006 г. специалистами ФГУП «ЦНИИ СЭТ» для малого гидрографического судна пр.19910 ОАО КБ «Вымпел». Преобразователи частоты гребных двигателей получают питание от силовых трансформаторов, мощность которых соизмерима с мощностью пропульсивной установки (рис. 1).

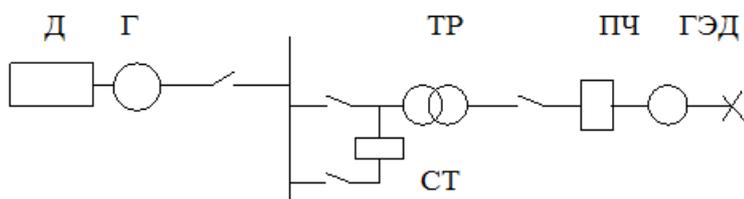


Рис. 1. Структурная схема ГЭУ судна пр.19910

Д – двигатель (дизель)