

напряжения  $U_{kr}$  устанавливается минимальная частота вращения ротора, при которой двигатель с автоматическим срабатыванием тормозного устройства обесточивается.

Математическая модель, предполагает возможность задания начальных  $U_0, f_0$  (при  $t = 0$ ) и установившихся  $U_{yst}, f_{yst}$  значений напряжения и частоты ПЧ. За время регулирования  $t_{reg}$  частота и напряжение изменяются от начальных до установившихся значений по линейному закону.

Имеется возможность задания только начальной и установившейся частоты ПЧ. В этом случае за время  $t_{reg}$  частота изменяется по линейному закону

$$f_x = \frac{f_{yst} - f_0}{t_{reg}} \cdot t + f_0. \quad (3)$$

Если выполняется условие  $(t_{reg} + t_{rav}) \geq t \geq t_{reg}$ , то принимается  $f_x = f_{yst}$ . За время  $t > (t_{reg} + t_{rav})$  частота изменяется также по линейному закону

$$f_x = f_{yst} - \frac{f_{yst}}{t_{ost}} \cdot (t - t_{reg} - t_{rav}). \quad (4)$$

Напряжение ПЧ является функцией частоты  $U_{1x} = f(f_{1x})$  и с учетом напряжения компенсации  $U_{ком}$  рассчитывается по формуле

$$U_{1x} = \sqrt{2} \cdot \left( U_{ком} + \frac{U_{нф} - U_{ком}}{f_1} \cdot f_{1x} \right). \quad (5)$$

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баклин В. С. Математическая модель частотно-регулируемого асинхронного двигателя [Электронный ресурс] / В. С. Баклин, А. С. Гимпельс // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). — 2005. — Т. 308, № 7. — [С. 148-153]. — Заглавие с титульного листа. — Электронная версия печатной публикации. — Свободный доступ из сети Интернет. — Adobe Reader. [http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin\\_TPU/2005/v308/i7/35.pdf](http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin_TPU/2005/v308/i7/35.pdf) (Дата запроса 10.06.15)

#### ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАБЕЛЕЙ В ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОМ ПРИВОДЕ

Горбатенко А. А., Щербакова Ю. М.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Частотно-регулируемый привод имеет различные функциональные возможности, что обеспечивает его применение в разных областях.

Значительная экономия электроэнергии обеспечивается за счет регулирования какого-либо технологического параметра. Если это транспортер или конвейер, то можно регулировать скорость его движения. Если это насос или вентилятор – можно

поддерживать давление или регулировать производительность. Если это станок, то можно плавно регулировать скорость подачи или главного движения.

Особый экономический эффект от использования преобразователей частоты дает применение частотного регулирования на объектах, обеспечивающих транспортировку жидкостей. До сих пор самым распространенным способом регулирования производительности таких объектов является использование задвижек или регулирующих клапанов, но сегодня доступным становится частотное регулирование асинхронного двигателя, приводящего в движение, например, рабочее колесо насосного агрегата или вентилятора.

При всем при этом, частотно-регулируемый привод имеет существенный недостаток. Большинство моделей является источником помех, обусловленных влиянием высокочастотных составляющих напряжения, на изоляцию кабеля, обмотки двигателя и т.д. Во многих случаях это становится причиной резкого снижения срока службы питающих кабелей и приводит к возникновению аварийных ситуаций. В настоящее время в РФ работы по созданию кабелей для частотно-регулируемого привода находятся на начальной стадии. Не достаточно информации об эксплуатации самих систем частотно-регулируемого привода, о методах и критериях оценки стойкости питающих кабелей к перегрузкам, способах и средствах защиты от перенапряжений.

В последнее время рядом ведущих зарубежных кабельных компаний ("LAPPKABEL", "The Okonite company", "AlphaWire", "HELUKABEL" и др.) уже разработаны и выпускаются специальные кабели для частотно-регулируемого привода с широтно-импульсной модуляцией, называемые "VFD cables".

Для конструкции данных кабелей можно отметить наличие общих элементов:

1) В качестве изоляции используется сшитый полиэтилен, который обладает отличными диэлектрическими свойствами, а также короностойкостью, что дает ему преимущество по сравнению со стандартным полиэтиленом или ПВХ.

2) В кабелях применяется экранирование алюминиевой или медной оболочкой, которая обеспечивает для низкого частотного диапазона от 1 до 30 МГц высокую помехозащищенность.

3) Применяется симметричная конструкция кабелей, в качестве заземления в которых используются оголенные многожильные медные проводники, расположенные в наружных слоях конструкции кабеля.