

УДК.621.3.078.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СХЕМ УЗЛА ТОКООГРАНИЧЕНИЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

СУЛТАНОВ Р.З.

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия

Обычно механизмы тяги и подъема работают в режиме со статическими перегрузками, - частого пуска, электрического торможения и регулирования скорости в большом диапазоне. Наиболее подходящим электроприводом для этих механизмов считается электропривод постоянного тока с тиристорным автоматическим управлением. Частотное управление асинхронными электроприводами находит меньшее применение из-за сложности управления.

При возникновении перегрузок, а также в переходных процессах пуска, торможения и реверса, ток якорной цепи электродвигателя возрастает. Если значение тока якоря становится выше допустимых величин, то начинает действовать узел ограничения тока, вырабатывается сигнал отрицательной обратной связи, снижается напряжение якорной цепи, уменьшается скорость вращения и таким образом обеспечивается ограничение прироста тока якоря электропривода.

В разнообразных существующих схемах узла токоограничения, начало сигнала отрицательной обратной связи берется тогда, когда текущее значение тока якоря превышает величину тока отсечки. Величина тока отсечки выбирается в зависимости от режима работы электропривода. В большинстве случаев величина токоограничения определяется степенью ухудшения коммутации на коллекторе, т.е. по предельно – допустимому току при номинальной скорости вращения для конкретной серии приводного электродвигателя.

Для различных величин задающей скорости примерные электромеханические характеристики для электроприводов с существующими схемами узла токоограничения имеют вид, приведенный на рис. 1, а. [1,2, 3, 4].

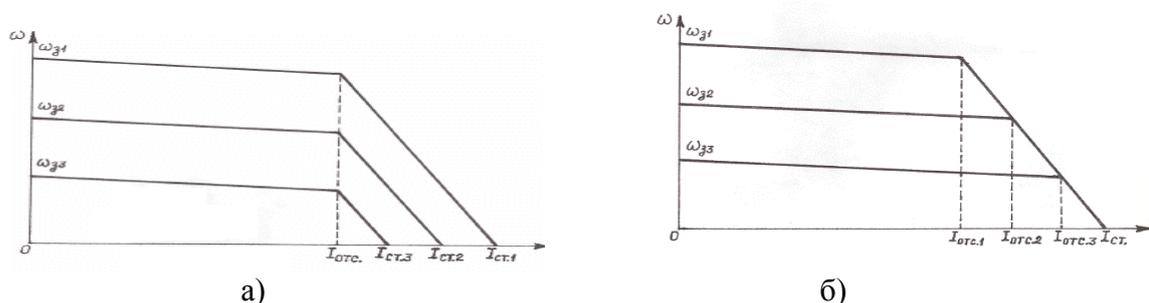


Рис.1. Электромеханические характеристики привода:
 а) при существующем узле токоограничения;
 б) при новом узле токоограничения.

Как видно из характеристик рис. 1, а отрицательный обратный сигнал у существующих схем узлов токоограничения, независимо от величины задающей скорости ω_z , наступает при одной и той же величине тока отсечки, так как $I_{отс} = \text{const}$. В то же время известно, что предельно – допустимое значение тока якоря, ухудшающее процесс коммутации у коллекторных двигателей, зависит от текущей скорости

двигателя. Это явление обуславливается изменением реактивной э.д.с. якорной обмотки электродвигателя при изменении скорости вращения. С уменьшением скорости вращения уменьшается реактивная э.д.с. якорной обмотки, улучшается коммутация и соответственно увеличивается предельно – допустимое значение тока якоря двигателя [5, 6 и др.].

Во многих случаях для улучшения тяговых характеристик, а также производительности электропривода целесообразно полное использование предельной перегрузочной способности приводного электродвигателя [7]. Следовательно, с целью полного использования предельно – допустимой перегрузочной способности электродвигателя постоянного тока при всех скоростях, нужно увеличить значение тока отсечки при уменьшении скорости вращения.

Однако, как видно из рис.1а, поставленную цель невозможно достичь применением в электроприводе одной из существующих схем узла токоограничения, так как ток отсечки при этом остается постоянным. Отсюда становится очевидным, что эти схемы токоограничения не могут обеспечить полного использования предельно – допустимой перегрузочной способности приводного электродвигателя при заданных пониженных скоростях работы. Этот недостаток становится еще более существенным если регулируемый электропривод работает в кратковременном режиме с предельными перегрузками, в которых нет возможности повышения установленной мощности электропривода.

Для достижения выше поставленной цели, т.е. для полного использования предельно – допустимой перегрузочной способности приводного электродвигателя при всех заданных скоростях вращения, требуется составить такую схему токоограничения, при помощи которой можно было бы получить электромеханические характеристики, как примерно указанные на рис. 1, б. То есть, при изменении скорости, значение тока отсечки не оставался бы постоянным, а автоматически увеличивался бы при уменьшении заданной скорости вращения (по рис. 1, б, например: $I_{отс.1} < I_{отс.2} < I_{отс.3}$ при значениях заданной скорости $\omega_{31} > \omega_{32} > \omega_{33}$).

Упрощенная схема управления электроприводом постоянного тока, отвечающая выше поставленным требованиям, применением предложенного автором данной статьи нового узла токоограничения [8], представлена на рис. 2.

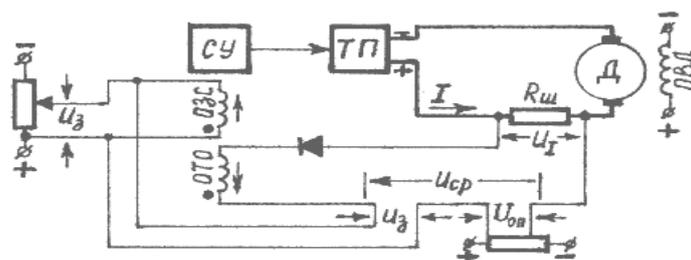


Рис. 2. Упрощенная схема управления электроприводом постоянного тока с новым узлом токоограничения:

- Д – двигатель постоянного тока независимого возбуждения;
- ТП – тиристорный преобразователь;
- СУ – суммирующий блок;
- ОЗС – обмотка управления задающего сигнала;
- ОТО – обмотка управления токоограничения.

Отличительной частью этой схемы от существующих является то, что в контур узла токоограничения дополнительно введено напряжение из управляющего сигнала задающей скорости ω_3 . Полярность дополнительно введенного сигнала берется согласно с полярностью сигнала u_i , снимаемый с сопротивления шунта $R_{ш}$, включенного в цепь якоря двигателя ($u_i = I \cdot R_{ш}$). Отметим, что при этом значение

существующего в цепи токовой отсечки опорного напряжения $U_{оп}$ необходимо увеличить на величину дополнительно введенного напряжения u_3 задающей скорости.

Когда, для работы на скоростях меньше номинальной, оператор производится снижение задающего сигнала u_i , одновременно автоматически увеличивается напряжения сравнения $u_{ср} = U_{оп} - u_3$, что приводит к соответственному увеличению значения тока отсечки, так как $I_{отс} = u_{ср}/R_{ш} = (U_{оп} - u_3)/R_{ш}$ и тем самым автоматически обеспечивается полное использование увеличивающейся предельно – допустимой перегрузочной способности приводного электродвигателя при пониженных скоростях. Следует отметить, что величина тока стопорения при этом остается постоянным $I_{ст} = const$ (см. рис. 1, б).

Электромеханическую характеристику привода с новым узлом токоограничения аналитически можно выразить по следующим уравнениям:

$$\omega = \frac{k_{п}(u_{\Sigma})}{k \cdot \Phi} \cdot u_3 - \frac{R_{п} + R_{д}}{k \cdot \Phi} \cdot I - \frac{k_{п}(u_{\Sigma})R_{ш} [I - (U_{оп} - u_3)/R_{ш}]}{k \cdot \Phi} \cdot 1(\Delta I) \quad (1)$$

Здесь $k_{п}(u_{\Sigma})$ и $R_{п}$ – коэффициент усиления по суммарному входному сигналу и входное сопротивление преобразователя соответственно; I и $R_{д}$ – ток и сопротивление якорной цепи двигателя; u_3 – задающее напряжение; k – электромашинная постоянная; Φ – поток возбуждения двигателя; $1(\Delta I)$ – единичная функция, равная 0 или +1, соответственно при токах якоря меньших и больших тока отсечки.

При выводе формулы (1) принято, что: обмотки управления ОЗС и ОТО сумматора сигналов идентичны; $k_{п}(u_{\Sigma}) \approx const$.

Из уравнения (1) следует, что $I_{отс} = (U_{оп} - u_3)/R_{ш} = var.$, то есть достигнуто желаемое изменение тока отсечки.

Отметим, что обычно для электроприводов постоянного тока, стопорный ток определяется величиной кратковременного допустимого тока двигателя при неподвижном состоянии якоря, которое является постоянной величиной. Если из уравнения (1), задавая $\omega=0$, определим стопорный ток, то увидим, что

$$I_{ст} = \frac{k_{п}(u_{\Sigma})U_{оп}}{R_{п} + R_{д} + k_{п}(u_{\Sigma})R_{ш}} = const \quad (2)$$

то ест желаемое постоянство тока стопорения, так же достигнуто.

Семейство статических скоростных характеристик, построенных по уравнению (1) для различных значений задающего сигнала u_3 , полностью совпадают с примерными характеристиками, показанными на рис. 1, б. Лабораторные испытания модели новой схемы узла токоограничения дали идентичные электромеханические характеристики [9].

Следует отметить, что наклон крутопадающей части электромеханической характеристики выбирается по требованию конкретного рабочего механизма. Например, для электроприводов металлообрабатывающих станков, крутопадающий участок электромеханической характеристики настраивается почти вертикальной формы.

А для электроприводов тяги, например, у главного привода прокатного стана, у шагающего экскаватора и т.п., этот участок выполняется несколько пологим. Ведущий оператор, заметивший снижение скорости работы механизма подачи, воздействием на задающий сигнал уменьшает подачу, предотвращает дальнейшее нежелательное уменьшение скорости и тем самым сохраняет производительность механизма на возможно высоком уровне. Для применения схемы, показанной на рис. 2, в подобных механизмах, наклон крутопадающего участка скоростной характеристики электропривода нужно настраивать по наклонной линии предельно – допустимых перегрузок двигателя (или параллельно этой линии, но на несколько меньших значениях перегрузок, в зависимости от режима работы электропривода).

Применение предложенного узла токоограничения в схемах автоматизированных электроприводов подобных механизмов может дать ощутимо полезные результаты в отношении повышения их тяговых возможностей и производительности, путем полезного использования предельно – допустимых перегрузочных возможностей приводного электродвигателя.

1. Вуль Ю.Я., Ключев В.И., Седаков Л.В. Накладка электроприводов экскаваторов. – М.: Недра, 1975, с. 140 – 147, 180 – 191.
2. Сиротин А.А. Автоматическое управление электроприводами. – М.: Энергия, 1969, с. 326 – 335.
3. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов. – М.: Энергия, 1980, с. 157 – 180.
4. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. – М.: Энергоатомиздат, 1986, с. 86 – 95.
5. Вешневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. – М.: Энергия, 1977, с. 20 – 26.
6. Толкунов В.П. Теория и практика коммутации машин постоянного тока. – М.: Энергия, 1979, с. 6 – 61.
7. Султанов Р.З. Реализация предельно – допустимой перегрузочной способности электродвигателя постоянного тока. – Изв. Вузов СССР. Электромеханика 1981, №9, с. 1045 – 1049.
8. Султанов Р.З. Система токоограничения с автоматическим регулированием тока отсечки. – Изв. Вузов СССР. Электромеханика 1985, №8, с. 97 – 100.
9. Султанов Р.З., Сафаров Г.М., Фархадзаде Е.М., Османов С.Д.. Реализация схемы узла ограничения тока с автоматическим изменением допустимых токов от величины заданной скорости двигателя. Труды первой международной конференции «Technical and Physical Problems of Power Engineering». – Баку, 2002, с. 235 – 237.

SABİT CƏRƏYAN ELEKTRİK İNTİQALLARININ AVTOMATİK İDARƏ SİSTEMLƏRİNDƏ CƏRƏYANMƏHDUDLAŞDIRMA DÜYÜMÜ SXEMLƏRİNİN MÜQAYISƏLİ ANALİZİ

SULTANOV R.Z.

Mövcud cərəyanməhdudlaşdırma düyümü sxemlərinin analizi göstərir ki, onlar nominaldan kiçik sürətlərdə elektrik intiqalı mühərrikinin hədd artıqyüklənmə qabiliyyətindən tam istifadə olunmasına imkan vermir. Bununla əlaqədar olaraq yeni sxem təklif olunmuş və bu sxemin araşdırılması aparılmışdır. Təklif olunmuş yeni sxem qarşıya qoyulmuş tələblərə tam cavab verir və onun tətbiqi elektrik intiqallarının dərzi qabiliyyətinin və məhsuldarlığının artırılmasına imkan yarada bilər.

COMPARATIVE ANALYSES OF CURRENT – LIMITED NODE SCHEME IN THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS OF DIRECT CURRENT ELECTRIC DRIVES

SULTANOV R. Z.

Analyses of existing current – limited node schemes shows that these schemes don't supply full use of limiting permissible overloading ability of driving engine. In connection with new schemes of current – limited node meeting the requirements are offered. Analyses of offered scheme show that its application in some mechanisms can give useful results, increasing of traction possibilities and productivity.