УДК 621.3.049.77

**Динамика автоматизированных шахтных подъ­емных установок**

**Ламбрино К.А. студент; Новиков Е.Н., доцент, к.т.н.**

*(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)*

Подъемные установки шахт оборудованы механическими тормозами, при помощи которых осуществляется аварийное (предохранительное) и рабочее торможение. На некоторых подъемных машинах эти функции выполняются одним и тем же механическим тормозом.

Исполнительным органом механического тормоза (рис. 1) служат тормозные колодки *1,* которые при помощи груза *3* (при аварийном торможении), пневматического или гидравлического регулятора *2* (при рабочем торможении) воздействуют на тормозные шкивы *4,* расположенные на барабане подъемной машины.

На многих подъемных установках для рабочего замедления применяются также устройства электродинамического торможения.

Электродинамическое торможение (рис. 2) осуществляется при помощи постоянного тока, подаваемого в обмотки статора подъемного двигателя ПДот источника тока **ИПТ***.*

Величина тормозного момента зависит от величины тока в цепи статора и сопротивления роторной цепи, изменяя которые, можно регулировать скорость движения подъемной машины в процессе замедления.

В качестве источника постоянного тока при электродинамическом торможении в настоящее время находят применение два основных вида устройств: магнитополупроводниковые (с силовыми магнитными усилителями (СМУ) и полупроводниковыми вентилями), а также на основе тиристорных преобразователей.

При торможении подъемной установки каким-либо одним тормозным устройством — электродинамическим или механическим - тормозной момент прикладывается с одной стороны силовой трансмиссии, в состав которой входит коренной вал подъемной машины, соединительные муфты, соответствующие элементы редуктора, барабана, двигателя.

Под действием тормозного момента сечение трансмиссии, соответствующее месту приложения тормозного момента, смещается относительно сечения, соответствующего противоположному концу трансмиссии, на некоторый угол α *.* В результате этого в трансмиссии возникает упругий момент:

 

где С12- жесткость трансмиссии; α1, и α2 — углы смещения сечений силовой трансмиссии в ее крайних точках.

Действие упругого момента неблагоприятно сказывается на работе подъемной установки, вызывая перенапряжения в элементах силовой трансмиссии. Это приводит к повышенному износу зубьев редуктора, вызывает „усталость" металла, снижает надежность подъемной установки. Выход из строя механических элементов подъемных установок приводит обычно к длительным простоям подъемов, потере производительности всего предприятия, снижению его технико-экономических показателей.

Положительное влияние на характер динамических процессов может оказать режим одновременного действия (РОД) на подъемную машину двух тормозных моментов: механического тормоза – МТМ и электродинамического - МДТ.

Рис. 2. Упрощенная принципиальная схема электродинамического торможения подъемной установки.

Рис. 1. Кинематическая схема механического. тормоза, подъемной установки.

Уменьшение упругих усилий в механических элементах силовой трансмиссии, в том числе в зубьях редуктора **Р***,* позволяет увеличить срок их службы, эксплуатационную надежность и безопасность подъемной установки в целом.

Возможность применения РОД с целью улучшения качества динамических режимов подъемных установок может быть использована не только в случае аварийного торможения, но и при рабочих режимах замедления при соответствующем построении САУ, которая должна иметь два канала воздействия на объект. Структурная схема двухканальной САР представлена на рис. 3. ее можно преобразовать в схему, приведенную на рис. 4.

Передаточные функции преобразованных блоков имеют вид:

 

В результате расчета в програмне MicroCAP получены кривые переходных процессов при раз­личных вариациях значений К1 и К2 , т.е. были получены значения ω = f ( t , К1 , К2 ) .

Анализ полученных резуль­татов исследования качества САУ показывает, что в одноканальной системе с механическим тормозом (К2 = 0) переходный про­цесс является апериодическим и длительность его весьма значительна. Введение канала динамического торможения (К2 ≠ 0) позволяет форсировать переходный процесс. Однако в этом случае при увеличении К2 процесс может стать колебательным.

 Рисунок 3 -Структурная схема оптимальной программной двухканальной САР

Проанализируем влияние изменения соотношения С = К2 /К1 на качество переходных процессов в двухканальной САУ.



Рисунок 4- Структурная схема исследуемой двух канальной САР

Таблица 1- Характеристики переходного процесса

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | К1 | К2 | С | Показатели качества процесса |
| Длительность, с | Характер | Величина перерегулирования, % |
| 1 | 1,0 | 0 | 0 | 2,6 | Апериодический | - |
| 2 | 0,9 | 0,1 | 0,11 | 1,07 | Апериодический | - |
| 3 | 0,75 | 0,25 | 0,33 | 1,2 | Колебательный | 5 |
| 4 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 1,05 | Колебательный | 14 |
| 5 | 0,25 | 0,75 | 3,0 | 1,4 | Колебательный | 20 |
| 6 | 0,1 | 0,9 | 9,0 | 1,35 | Колебательный | 23 |
| 7 | 0,0 | 1,0 | ∞ | 1,2 | Колебательный | 25 |

При данных параметрах САУ наиболее выгодной следует считать на­стройку САУ изменением величины **C** в пределах 0,11... 0,33. При этом длительность переходного процесса будет составлять 1,1 . . . 1,2 с, а величина перерегулирования не превысит 5%, что можно считать приемлемым