

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁵
F03B 15/04

(45) 공고일자 1992년09월25일
(11) 공고번호 특1992-0008189

(21) 출원번호	특1988-0015485	(65) 공개번호	특1989-0010415
(22) 출원일자	1988년11월24일	(43) 공개일자	1989년08월08일
(30) 우선권 주장	87-318846 1987년12월18일 일본(JP) 87-318850 1987년12월18일 일본(JP)		
(71) 출원인	가부시기가이샤 히다찌세이사쿠쇼 미다 가쓰시게 일본국 도쿄도 지요다구 간다 스루 가다이 4조메 6반짜간사이 덴료꾸 가 부시기가이샤 모리이 세이지 일본국 오오사카시 기따구 나까노시마 3조메 3-22		
(72) 발명자	구와바라 다카오 일본국 이바라기켄 히다찌시 니시나루 사와조 4조메 1-13 이노우에 히사오 일본국 이바라기켄 히다찌시 미나미 고오야조 3조메 7-4 나카가와 히로토 일본국 오오사카 미시마군 시마모토조 와까야마다이 2조메 1, 16-201 기따 에이조 일본국 교토 교토시 후시미구 가와히가시조 14-3-502		
(74) 대리인	한규환		

심사관 : 최재희 (책자공보 제2960호)

(54) 가변속 양수 시스템

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

가변속 양수 시스템

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 일실시예에 따른 가변속 양수 시스템을 나타낸 제어회로에 대한 블록도.

제2도는 본 발명의 일실시예가 적용된 것으로 권선형 유도기를 사용한 가변속 양수 시스템의 일예를 나타낸 도면.

제3도는 제1도의 실시예를 설명하기 위한 도면으로 그 제어장치 각부의 신호파형을 나타낸 도면.

제4도는 본 발명의 또다른 실시예를 적용한 가변속 양수 시스템의 흐름도.

제5도와 제6도는 펌프특성의 전형적 일예를 설명하는 도면.

제7도는 펌프특성을 나타내는 H-Q 특성 곡선.

제8도는 펌프특성과 안내배인 개방도와와의 관계를 나타낸 H-Q 특성 곡선 그래프.

제9도는 펌프터빈의 회전속도와 펌프특성간 관계를 나타낸 특성 곡선 그래프.

제10도는 본 발명의 또다른 실시예에 따른 가변속 양수 시스템을 나타낸 제어회로의 개략적인 블록도.

제11도는 본 발명의 일예를 적용한 권선형유도기를 사용한 가변속 양수 시스템의 또다른 일예.

제12도는 본 발명의 제10도의 실시예를 설명하기 위한 설명도로써, 제10도 제어장치 각부의 파형을

도시한 도면.

제13도는 본 발명의 또다른 실시예를 적용한 가변속 양수 시스템의 또다른 형태의 일예를 나타낸 도면.

★ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 전력계통	2 : 전동기
3, 17 : 싸이클로 변환기	4 : 펌프터빈
5 : 회전속도 검출기	6 : 전력검출기
7 : 전력제어기	9 : 안내베인 제어기
11 : 위상검출기	12 : 속도함수 발생기
13 : 안내베인 개방도 함수발생기	16 : 전력제어 보정신호 발생기
18, 19 : 가산기	20, 23 : 비교기
22 : 한계산정기	24 : 험프회피 보정신호 발생기
25 : 안내베인	Po : 모터구동전력지령
Ya : 적정안내 베인 개방신호	Y : 안내베인 개방도
Pp : 펌프입력	N : 실제 회전속도
P : 실제 전동기 출력	Q : 유량
H : 전양정	GD^2 : 관성모멘트

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 가변속 양수 시스템에 관한 것으로, 특히 높은 양정(揚程)측에서 험프특성이라 칭하는 역류특성을 나타내는 펌프 또는 펌프터빈을 구비한 가변속 양수 시스템에 관한 것이다.

본 발명은 가변속 양수 시스템에 관한 것으로, 특히 상류 또는 하류측관로를 다른 수력기계와 공유하고, 또 펌프운전 영역에서 험프특성(역류특성)을 나타내는 펌프 또는 펌프터빈을 구비한 가변속 양수 시스템의 제어방법에 관한 것이다.

가변속 양수 시스템의 펌프터빈에서, 고양정측에서 제7도의 z로 표시된 영역으로 나타낸 험프특성(펌프터빈 운전이 $dH/dQ > 0$ 이 되는 특성, 여기서 H는 상류와 하류관로내의 수두손실을 포함하는 전체양정을 나타내며, Q는 유량임)이 나오는 것은 피할 수 없다고 생각되고 있다. 이 부분에서의 운전은 불안정하여 진동, 소음을 수반할 뿐 아니라, 유량(Q)은 H와 Q의 관계를 나타낸 제7도의 곡선상의 범위(z)에서는 결코 안정될 수 없기 때문에, 더 큰 Q에서 점(Q_x, H_x)으로 접근해 온 펌프터빈의 운전점은 전체양정(H)이 H_x 에 접근하고 이상 수격현상이 상류와 하류관로에 발생함과 동시에 점(Q_y, H_y)으로 급변한다.

험프특성의 왜곡(찌그러짐)정도는 제8도와 같이 안내베인 개방도에 따라 다르다. 제8도의 안내베인 개방도 각각은 $Y_4 < Y_3 < Y_2 < Y_1$ 으로 표시되었다. 명확한 왜곡부분이 험프특성 영역에서 나타나지 않더라도, 펌프터빈의 런너내의 흐름이 불안정해짐으로써 다소 동일한 문제가 발생한다.

이 원인은 전체양정이 일정한 안내베인 개방하에서 너무 높을 때 제5도와 제6도에서 보여지듯이 부분적으로 역류를 허용하여 유량이 현저히 감소하고 왜곡되는 것에 있다고 말해지고 있다. 또 이와같은 상태에서 유량은 런너면으로부터 박리되고 소위 실속(stalling)상태가 된다.

일본 특개소 186069/1987에서는 가변 양수 장치의 부하를 증가시킬 때, 펌프터빈의 운전점이 상기 언급한 험프특성으로 과도기적으로 돌입하지 않도록 먼저 구동장치의 출력을 높여서 회전속도를 높이고, 그 후에 안내베인의 개방정도를 늘려야 한다고 되어 있다.

또한 부하를 감소시킬 때에 대해서는, 안내베인의 폐쇄가 동작이 펌프터빈의 회전속도 저감동작보다 일찍 끝나도록 안내베인 폐쇄와 펌프터빈의 회전속도 저감이 동시에 행해지는 안을 개시하고 있다.

펌프터빈의 상류 또는 하류관로를 다른 수력기계와 공유하고 있는 경우, 즉 복수의 수력기계와 동일관로로부터 분기한 관로에 연결되어 있는 경우는 이하에서 고찰된다. 유량을 포함하는 어떤 수력기계 운전상태가 변화했을 경우, 이 수력기계 수격작용현상이 발생하여 이것이 그 공유관로를 거쳐 고려중인 펌프터빈에도 전달되므로 반드시 펌프터빈에 그 영향이 미친다.

특히, 독립 변속 양수 시스템의 양정을 상측으로 올렸을 경우는 그 가변속 양수장치 단독으로는 완벽하게 제어할 수 있도록 되어 있어도, 험프특성 영역돌입이 생기게 된다.

특개소 149583/1986에서는 펌프기동시 즉, 펌프터빈(펌프)을 폐쇄상태로부터 소망의 부하에서의 본격적 가변속 양수 운전으로 이행시킬 때, 점차적으로 개방하는 안내베인의 개방도에 비례하여 펌프터빈의 회전속도가 상승되어, 최종적으로 그 소망부하에서의 적정 회전속도와 적정 안내베인 개방도를 달성하는 펌프기동방법이 개시되어 있다. 그러나 이 공지예에서는 본격적 가변속 양수 운전에서

어간 후에 제어방법에 대해서 는 일체 언급되어 있지 않다.

상기와 같이 종래의 험프특성회피 제어방법은 독립 가변속 양수 시스템내에 있어야 할 제어법칙의 일부를 개시하고 있는데 불과하다. 더욱이 일본 특개소 175271/ 1987에서는 상측저수지와 하측저수지의 수위차가 소정치 이상이 되면, 이 오버슈트분에 따라 회전속도를 상승하여 보정하는 제어방법이 개시되고 있다. 그러나 본 발명이 대상으로 하고 있는 공유관로내의 수격작용현상에 의한 해당 펌프터빈의 전체양정의 일시적 빠른 상승에 의한 험프특성(역류특성) 돌입에 관하여는 전혀 무방비이다.

상기와 같이 종래의 험프특성회피 제어방법은 어디까지나 독립 가변속 양수 시스템에 적용가능한 제어방법의 일부를 개시하고 있는데 지나지 않는다. 즉, 공유관로내의 수격현상에 의한 펌프터빈의 운전점이 험프특성 영역으로 돌입하는데 대한 대책수단이 지금까지 전혀 제안되어 있지 않다.

본 발명의 목적은 펌프 또는 펌프터빈의 안정하며 신뢰성 있는 제어가 성취될 수 있는 가변속 양수 시스템의 제공하는 것이다. 본 발명의 또다른 목적은 운전점이 험프특성 영역으로 돌입하지 못하도록 대책이 취해진 가변속 양수 시스템을 제공하는 것이다. 본 발명의 또다른 목적은 관로를 공유하는 다른 수력기계로부터 수격현상의 영향을 받아도, 운전점이 험프특성에 접근하지 않도록 대책이 취해진 가변속 양수 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명이 대상으로 하는 운전점을 계속 감시하여 험프특성 영역으로의 접근도를 파악하고 험프특성 돌입회피를 위해 적절한 때에 적절한 액션을 취하는 것과 같은 자기수정 기능을 구비한 가변속 양수 시스템에 본 발명에 의해 제공된다.

관로를 공유하는 다른 수력기계로부터 수격현상의 영향을 받아도, 운전점은 험프특성 영역에 어떠한 이상접근도 허용하지 않고 유지된다.

본 발명에 따른 가변속 양수 시스템은 이하에 설명하는 바와 같은 기능을 갖는다. 먼저, (1) 안내배인 개방도(Y)의 펌프터빈의 회전속도(N)를 계속 관측하는 기능을 갖는다. (2) 상기 N과 Y로부터 그 조건하에서의 험프특성의 개시점에 상당하는 양정(H_k)을 메모리 저장된 모델 테스트 데이터를 기초로 구한다. (3) 전체양정(H) 압력수두 또는 펌프터빈 출구에서의 압력수두 더하기 속도수두가 측정된다. (4) 양정(H_k)과 전체양정(H)과의 차이가 연산된다. (5) 이 차가 소정치보다 높지 않으면, 가변속 양수 시스템 본래의 제어에 개입중단을 같이 펌프 구동장치의 출력을 강제적으로 증대시켜 펌프터빈의 회전속도(N)를 높혀 험프특성으로의 돌입을 방지한다.

관로를 공유하는 다른 수력기계의 운전상태의 변화시, 특히 펌프모드에서 다른 수력기계의 기동이나 그 출력급증조작시, 그 공유관로내의 수격현상에 의하여 해당 가변속 양수 시스템의 전체양정(H)이 일시 상승하는 사실에 주목하여, 그 수력기계의 기동이나 출력급증조작에 앞서, 또는 동시에 해당 가변속 양수 시스템의 펌프터빈의 회전속도(N)를 일시적으로 올려 보정한다.

다음에 수력기계에 의한 공유관로내의 수격현상 간섭의 위험이 제거된 후, 개입중단제어, 즉 펌프터빈에 대한 회전속도 보정제어는 제거되고, 가변속 양수 시스템의 제어는 정상으로 복귀된다. 자체장치 내부의 어떤 이유로 가변속 양수장치가 험프특성 영역으로 돌입하려고 하는 경우, 또는 상 또는 하류의 관로를 공유하는 다른 수력기계에서 발생한 수격현상으로 인한 외적영향으로 동일하게 돌입하려고 하는 경우에도, 스스로 그 가능성을 사전에 감지하여 자기보정을 행한다. 즉, 즉시 펌프터빈의 회전속도를 증가시켜 운전점이 험프특성 영역으로 돌입함을 방지하는 동작을 이행한다.

제8도는 일정한 회전속도하에서 측정한 안내배인 개방도에 따라 유량(Q)대 전체양정(H)관계 그래프를 나타낸 것이다. 이 경우에 있어서, 일정한 회전속도(N)는 그 순간에서 요망된 전력에 적절한 속도로 가정된다. 그리고 가변속 양수 시스템의 최대 효용동작은 제8도의 점선으로 표시된 포락선 관계를 얻도록 수행된다.

제9도에 있어서 두개의 곡선(C_1), (C_2)은 펌프터빈의 회전속도(N_1), (N_2) 각각에 대하여 제8도에 포락선과 동일하게 구한 저전력에 대해선 곡선(C_2), 고전력에 대해선 곡선(C_1)인 각각의 전력레벨 동작에 대한 최적설정 곡선이다. 제9도에 따라서, 곡선(C_1)의 회전속도(N_1)는 곡선(C_2)의 회전속도(N_2)보다 크게 설정된다. 펌프터빈의 회전속도(N)를 올리면 이 최적설정곡선(C_1), (C_2)는 제9도에서 우측으로 이동한다고 고려될 수 있다.

상측저수지와 하측저수지의 수위차(H_0)가 일정할 때, 유량(Q)의 증가와 함께 전체양정(H)이 증가, 관로내의 마찰손실이 증가한다. 이 현상을 나타내는 곡선은 상기 수위차(H_0)에 있어서의 부하곡선(L)(제9도참조)이라 부른다. H_1 과 H_2 는 같은 수위차(H_0)하에서의 회전속도(N_1), (N_2)에 대한 각각의 양정이다. 요망된 전력레벨에 응한 회전속도의 최적제어와 안내배인 개방은 상기 두 경우에 모두 확실히 보장된다.

공유되는 관로내에 발생하는 수격현상에 의해 전체양정(H)이 순간적으로 증가할 때에도, 가변속 양수 시스템의 운전점이 험프특성 영역에 접근될 때에도, 펌프터빈에 대한 회전속도 상승 보정은 사전에 또는 동시에 수행되고, 험프특성영역 자체가 운전점에서 멀어져가서, 제9도에 나타낸 바와 같이 운전점이 험프특성으로 돌입하는 것을 확실히 방지할 수 있다. 이러한 사실을 이하에서 상세히 기술한다.

제9도에서 명백한 바와 같이 펌프터빈의 회전속도(N)가 증가함에 따라, 전체양정(H) 즉 H_1 , 또는 H_2 의 부하점과 동일 Q-H 곡선상에서 험프특성 영역의 시작점(H_k)(제7도참조) 즉, H_{1k} 또는 H_{2k} 과의 차이가 증가하고, 가변속 양수 시스템의 운전점은 험프특성 영역에서 벗어난다.

펌프터빈의 회전속도(N)가 증가할때, 험프특성 영역의 개시점(H_k)은 안내배인의 동일 개방도하에서도 더욱 상향이동되고, 전체양정(H)이 공유되는 관로에서 수격현상의 영향으로 순간적으로 증가할

때에도, 가변속 양수 시스템의 운전점이 험프특성 영역으로 돌입하는 것을 피할 수 있다.

본 발명에 따른 가변속 양수 시스템의 일실시예를 제1도를 참조하여 설명한다.

제1도는 본 발명에 따른 가변속 양수 시스템의 제어회로에 대한 개략적인 블록도이다. 싸이클로(cyclo)변환기 제어를 위한 교류 여자회로에 관한 상세는 본 발명에 직접 관계가 없으므로 제1도에 도시하지 않았다.

전동기 제어루프는 가산기(18), 전력제어 보정신호 발생기(16), 전력제어기(7), 싸이클로 변환기(3), 전동기(2), 관성모멘트(GD^2), 전력귀환회로로 구성된다. 속도함수 발생기(12)가 외부로부터의 모터구동전력지령(P_o)과 실제 전체양정(H)(상하 저수조의 단순한 수위차에서 상·하류 관로내의 수두손실을 감한 것으로 정의된다)를 입력으로 받고 펌프터빈(4)에 대한 적정 속도신호(N_a)를 출력한다.

가산기(18)는 적정 속도신호(N_a)와 속도 보정신호(ΔN_a)의 합과 실제 회전속도(N)를 비교하여 상기 양자가 차를 계산한다. GD^2 는 전동기(2)와 펌프터빈(4)이 가지는 관성모멘트의 작용을 나타내기 위한 블록으로서 별개의 특별 장치를 나타내는 것은 아니다. 전력제어 보정신호 발생기(16)는 임의의 정상상태하에서의 편차신호[$(N_a + \Delta N_a) - N$]를 소거하는데 사용하기 위한 적분요소를 포함한다. 전력제어 보정신호 발생기(16)의 출력인 전력 보정신호(ε)는 가산기(19)에서 구동전력지령(P_o)에 가산되고, 합성신호($P_o + \varepsilon$)는 비교기(20)에서 실제의 전동기 출력(P_M)과 비교된다.

전력제어회로 루프는 전력제어기(7), 싸이클로 변환기(3), 전동기(2), 실제 전동기출력(P_M)에 대한 귀환회로로 구성되어 상기 루프는 부귀환회로를 형성한다. 전력제어기(7)는 임의의 정상상태하에서 편차[$(P_o + \varepsilon) - P$]를 소거하는데 사용하기 위한 적분요소를 포함한다. 안내베인 제어루프는 안내베인 개방도 함수발생기(13), 안내베인(25)(제2도참조), 비교기(21), 안내베인 제어기(9), 안내베인(25)의 실제개방도(Y)의 귀환으로 구성되어 상기 루프는 부귀환회로를 형성한다.

안내베인 개방도 함수발생기(13)가 입력으로서 받아들이는 것은 모터구동전력지령(P_o)과 실제 전체양정(H)이며 출력하는 것은 적정 안내베인 개방신호(Y_a)이다. 비교기(21)는 안내베인 개방도 함수발생기(13)의 출력인 적정 안내베인 개방신호(Y_a)와 안내베인(25)의 출력인 실제개방도(Y)를 비교하기 위해 채택된 것이다. 안내베인(25)은 안내베인 제어기(9)에 의해 제어되어 비교기(21)로부터의 편차($Y_a - Y$)는 안내베인 제어기(9)내에 포함된 예러 제거기능 또는 적분 기능장치에 의해 임의의 정상상태에서 제로가 된다.

따라서 정상상태하에서 $N = N_a + \Delta N_a$ ($\Delta N_a = 0$ 이면, $N = N_a$), $P = P_o + \varepsilon$ 와 $Y = Y_a$ 은 상기 기술된 바와 같이 각각 부귀환과 결함된, 전력제어 보정신호 발생기(16), 전력제어기(7), 안내베인 제어기(9)의 예러 제거기능에 의해 얻어질 수 있다.

임의의 편차($P_M - P_P$) 즉, 실제 전동기출력전력(P_M)에서 펌프전력(P_P)을 감한 상기 편차는 전동기(2)와 펌프(4)의 회전부의 가속/감속 즉, 회전속도(N)의 변화를 일으키며, 관성모멘트(GD^2)가 크면클수록 속도 변화비는 점점 느려지게 된다.

회전속도 제어루프는 가산기(18), 전력제어 보정신호 발생기(16), 가산기(19), 비교기(20), 전력제어기(7), 싸이클로 변환기(3), 전동기(2), 관성모멘트(GD^2)로 구성되어 있고, 상기 언급한 바와 같이 가산기(18)에 실제 회전속도(N)를 부귀환시키는 귀환회로가 형성되어 있기 때문에, 제어동작은 편차($P_M - P_P$)가 제로가 되도록, 즉 임의의 정상상태하에서 $P_M = P_P$ 가 되도록 수행된다.

회전속도 함수발생기(12)의 예러를 무시할 수 있으면, 펌프입력(P_P)은 안내베인(25)의 적정 안내베인 개방신호(Y_a)가 이론적으로는 모터구동전력지령(P_o)에 대응하기 때문에 자연히 모터구동전력지령(P_o)과 동일하게 즉 $P_P = P_o$ 이도록 제어되어야 한다.

요약하면, $P_o = P_P = P_M = P_o + \varepsilon$ 이 얻어지므로 전력 보정신호(ε) 레벨은 최종에 제로로 설정된다. 상기 동작으로 인하여, 실제 전동기출력(P_M)은 ε 로 인한 변동없이 외부로부터 모터구동전력지령(P_o)을 충족시키도록 제어될 수 있다.

제1도의 실시예에 대한 상기 기술된 바를 제3도에서 그래프로 나타내었다. 그래프(a)는 시점(t_0)에서 구동출력지령(P_o)이 스텝상으로 상승했을 때의 응답을 나타낸다. 먼저, 실제 전동기출력(P_M)은 그래프(g)에 보인 바와 같이 매우 짧은 시정수로 상승한다.

안내베인 개방도 함수발생기(13)로부터의 적정 안내베인 개방신호(Y_a)와 회전속도 함수발생기(12)로부터의 적정 회전속도신호(N_a)는 그래프(b), (c)와 같이 각각의 시정수로 응답한다. 그래프(b)에서 적정 안내베인 개방신호(Y_a)에 대한 안내베인(25)의 실제 응답은 그래프(d)에 나타난 바와 같다. Y의 응답에 직선부분이 있는 것은 안내베인 서보 모터용 배압밸브에 일반적으로 인가되는 안내베인 서보모터용 개방속도 제한기에 의하여 안내베인(25)의 개방속도가 제한을 받고 있는 경우를 나타낸다.

펌프(4)의 실제 회전속도(N)는 그래프(g)의 실제 전동기출력(P_M)과 그래프(e)의 펌프입력(P_P)간 차에 의하여 증가되어 그래프(f)와 같이 상승하고 최종적으로 $N = N_a$ 에 달하는 시점에서 정지한다. 안내베인 개방도(Y)의 상승과 펌프터빈(4)의 회전속도(N)의 상승의 양쪽에 의한 증가분이 펌프 입력(P_P)에 가산되어 펌프입력(P_P)은 그래프(e)와 같이 증대한다. 그래프(f)에서는 펌프터빈(4)의 실제 회전속도(N)의 변동은 완만하게 안정되나 이것은 전력 보정신호 발생기(16)에 충분한 댐핑작용을 부여했기 때문이다. 상기 댐핑효과는 전력 보정신호 발생기(16)를 비례요소와 적분요소의 병렬회로에 의

해 구성하고, 그 이득을 적절히 선택함으로써 달성된다.

이상은 본 발명에 따른 가변속 양수 시스템의 일 실시예를 기술한 것으로 펌프터빈(4)의 운전점이 과도하게 험프특성 영역에 접근하고 있지 않고 정상운전 영역에서 유지되는 경우를 설명한 것이다.

본 발명의 정수인 자기보정기능이 부가된 본 발명의 실시예는 다음과 같이 행해진다. 먼저, 한계산정기(22)는 연속적으로 펌프터빈(4)의 실제 회전속도(N)와 안내베인(25)의 개방도(Y)를 관측하고 상기 검출된 파라미터로 펌프터빈의 저장된 H-Q 특성을 참조하면서 험프특성 영역의 개시점에서의 양정(H_x)(제7도참조)을 결정한다.

비교기(23)는 이와 같이 하여 얻어진 양정(H_x)과 그때의 실제의 전체양정측정치(H)를 비교하여 2차 신호(εH)를 험프특성회피 보정신호 발생기(24)에 보낸다. 험프특성회피 보정신호 발생기(24)는 차 신호(εH)레벨이 비정상적으로 작아졌을 때 즉, 운전점이 험프특성에 이상 접근했을 때 그 접근도에 따라 펌프터빈(4)에 대한 회전속도신호(ΔNa)를 출력한다. 상기 회전속도 보정신호(ΔNa)는 가산기(18)에 입력되고, 여기서 적정 회전속도신호(Na)는 신호($Na + \Delta Na$)로의 보정이 행해진다.

제2도는 상기 제1도의 제어회로에 의하여 권선형유동기(2)를 가변속 전동기로서 사용한 경우의 가변속 양수 시스템 장치구성을 나타낸 일예이다. 도면중 동일번호는 동일부재를 나타낸다. 권선형유동기(2)의 제1측이 전력계통(1)에 접속되고, 제2측이 싸이클로 변환기(3)에 접속되고, 유도전동기(2)의 출력전력은 싸이클로 변환기(3)로부터의 교류 여자전류의 위상 및 전압제어에 의하여 제어된다. 실제의 전동기출력(P_m)은 전력검출기(6)에 의해 검출되어 비교기(20)에 입력되고, 실제의 회전속도(N)는 회전속도검출기(5)에 의하여 검출되어 가산기(18)에 입력된다.

제4도는 제1도의 제어회로를 사용한 또다른 실시예에 대한 장치 구성도이고, 여기서 동기기(10)는 전력계통(1)과 동기기(10)와의 사이에 마련된 주파수 변환기(17)와 함께 사용된다. 이 주파수 변환기(17)에의 위상지령과 맞추기 위하여, 위상검출기(11)를 설치하고 있다.

본 발명의 상기 실시예에 대한 효과는 상기 기술한 바와 같이 운전점을 연속감시하면서 험프특성으로 이상 접근하고 있는지 여부를 계속 감시하고, 필요에 따라 험프특성회피 액션을 적시에 정확하게 행하고, 가변속 양수 시스템의 안정되고 확실한 운전을 보증하는데 있다. 특히, 펌프터빈 장치의 상 또는 하류관로를 복수의 펌프터빈과 공유하도록 하는 설계는 경제적 이유로 오히려 보통 행해지고, 이 종류의 시스템에도 안심하고 적용할 수 있는 가변속 양수 시스템을 제공할 수 있는 큰 효과가 있다.

본 발명에 의한 가변속 양수 시스템의 또다른 실시예를 제10~13도를 참조하여 설명한다.

제10도는 관로를 공유하는 또다른 수력기계를 갖는 가변속 양수 시스템의 제어회로에 대한 블록도이다. 제10도와 제1도에 서로 같은 부분을 가르킨다.

제11도는 제10도의 제어회로를 사용한 가변속 양수 시스템에 대한 장치의 일 실시예이며 권선형유도전동기(2)는 가변속 전동기로서 사용된다. 제10도 및 제2도와 동일한 제11도의 참조번호는 동일 부분을 표시한다.

상류측관로 또는 하류측관로를 공유하는 다른 수력기계를 갖는 가변속 양수 시스템이 양수모드에서 개시되고 또는 출력급증 상태에서 동작될 때, 특별한 가변속 양수 시스템의 회전속도(N)는 가산기(18)에 인가된 소정의 회전속도(ΔNa)의 보정에 의해 사전에 상승 보정된다.

펌프터빈(4)의 소정의 회전속도 보정치(ΔNa)는 말할 필요도 없이 또다른 수력기계의 운전량에 따라서 변경될 수 있다. 더욱이 소정의 회전속도 보정(ΔNa)은 특별히 또다른 수력기계의 동작상태의 급변동작 동안과 동시에 수행될 수 있다. 또다른 수력기계의 급운전이 종료되고 공유되는 관로내의 수격현상이 진정될 때, 소정의 회전속도 보정치(ΔNa)는 제로가 된다. 특별한 가변속 양수 시스템의 응답상태를 상기 표명한 소정의 회전속도치(ΔNa) 보정이 수행된 경우에 제10도에서 함께 나타내었다.

제10도, 제11도, 제12도에 나타난 본 실시예는 모터구동전력지령(P_o)은 운전중이 아니므로, 안내베인(25)의 적정 안내베인 개방신호(Y_a)는 변환되지 않고 따라서 실제 안내베인 개방도(Y)는 일정하다는 점에서 제3도와는 다르다. 제13도는 제10도의 제어회로를 사용한 또다른 실시예의 장치도로서, 여기서 동기기(10)는 주파수 변환기(17)와 함께 사용된다. 제11도, 제4도, 제13도에 있어서 그 참조부호가 같은 것은 서로 동일 부분을 나타낸다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 상기 실시예의 효과는 가변속 양수 시스템이 관로를 공유하는 다른 수력기계의 수격현상을 받기 쉬울때에도 펌프(4)의 운전점이 험프특성 영역으로의 돌입을 회피할 수 있으며, 가변속 양수 시스템 동작의 안정과 신뢰를 확실히 할 수 있다는 것이다.

펌프터빈장치에 있어서는 상 또는 하류관로를 복수대의 펌프터빈이 공유하는 설계는 경제적 이유로 오히려 보통 행해지고, 이러한 종류의 시스템에도 안심하고 적용할 수 있는 가변속 양수 시스템을 제공할 수 있는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

전기구동모터 또는 전동기(2)는 전력계통(1)으로부터 상기 전력계통의 일정한 주파수의 전력을 받으면서 그 동작상태에 적합한 가변회전속도(N)로 펌프 또는 펌프터빈(4)을 동작시키도록한 전기구동모터 또는 전동기(2)를 갖고 또한 상기 전력계통(1)에 연결된 가변속 양수 시스템에 있어서, 상기 가

변속 양수 시스템은 개입중단 제어장치(22,23,24, 18)를 포함하고, 상기 개입중단 제어장치(22,23,24, 18)는 구동전력지령(P_o)를 가산하고 회전속도 제어루프를 구성하기 위한 가산기(18), 펌프특성영역(Z)의 개시점에서 양정(H_k)를 결정하기 위한 한계산정기(22), 상기 양정(H_k)를 비교하기 위한 비교기(23) 그리고 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)용 회전속도 보정신호(ΔNa)를 출력하기 위한 펌프특성회피 보정신호 발생기(24)로 구성되고, 상기 비교기(23)는 차신호(εH)를 상기 펌프특성회피 보정신호 발생기(24)에 보내며 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)의 상기 회전속도 보정신호(ΔNa)는 상기 가산기(18)에 입력되며, 상기 개입중단 제어장치(22,23,24, 18)는 펌프 또는 펌프터빈(4)의 운전점이 펌프운전 영역에서 펌프특성을 나타내는 경우에 펌프 또는 펌프터빈(4)의 운전점이 펌프특성영역(Z)에 근접할 때 상기 가변속 양수 시스템을 위한 정규속도(운전)제어가 개입중단 제어의 개시를 허용하도록 사실상 차단되게 구성되고, 상기 개입중단 제어장치(22, 23,24, 18)는 상기 전기구동 모터 또는 상기 전동기(2)에 여분의 출력을 줌에 따라 일시적으로 펌프 또는 펌프터빈(4)에 여분의 가속에너지를 주도록 작용하여서 상기 펌프특성영역(Z)으로부터 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)의 운전점을 더 빨리 회피하는 것이 달성되는 것을 특징으로 하는 가변속 양수 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 양수 시스템은 최소한 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)의 양정(H) 또는 펌프 또는 펌프터빈(4)의 양정 대응신호, 조절가능한 안내배인(25)의 개방도(Y) 및 상기 펌프 또는 상기 펌프터빈(4)의 회전속도(N)를 입력으로 받고 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)의 실제 운전점이 상기 펌프특성영역(Z)에 접근한 정도 또는 상기 실제 운전점이 상기 펌프특성영역(Z)에 이상 접근하고 있는지 여부를 판단하는 수단(22,23,24)을 부가하여 포함하고, 상기 입력수용수단(22,23,24)에 의해 판정된 결과에 따라 상기 구동모터 또는 전동기(2)의 출력을 개입중단 조정하도록 하는 것을 특징으로 하는 가변속 양수 시스템.

청구항 3

펌프운전영역내에서 펌프특성영역(Z)을 나타내고 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)의 가변속 회전속도(N)가 그 동작상태에 따라 조절됨에도 불구하고 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)를 구동하기 위하여 전력계통(1)으로 일정한 주파수의 전력을 받아 들이도록 구성된 주파수 변환기(3,17)를 가진 유도형 모터 또는 전동기(2)와, 조절가능한 안내배인(25)을 포함하는 펌프 또는 펌프터빈(4)을 구비한 가변속 양수 시스템의 펌프모드 운전에서, 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)의 상기 회전속도(N)와 상기 안내배인(25)의 개방도(Y)를 연속적으로 관측하고; 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)의 모델 테스트 데이터에서 상기 펌프특성영역(Z)의 개시점(H_k)의 데이터가 양정(H), 상기 펌프(4)의 회전속도(N), 상기 안내배인(25)의 개방도(Y)의 함수로서 저장되어 상기 펌프특성영역(Z)의 상기 개시점(H_k)은 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)의 운전 범위에서 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)의 임의의 실제 회전속도(N)와 상기 안내배인(25)의 임의의 실제 개방도(Y)에 응하여 연산될 수 있도록 하고; 실제의 전체양정(H)를 측정하고; 상기 펌프특성영역(Z)의 상기 개시점(H_k)과 상기 실제로 측정된 전체양정간의 차이를 계산하고, 상기 차($H_k - H$)가 소정의 레벨보다 작을 때, 상기 가변속 양수 시스템에 대한 개입중단 제어가 시작되고, 상기 개입중단 제어가 상기 구동모터 또는 전동기(2)에 여분의 출력을 주도록 작용함에 따라 일시적으로 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)에 여분의 가속에너지를 주도록 작용하여 상기 펌프특성(Z)으로부터 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)의 운전점을 더 빨리 회피하는 것이 달성되는 것을 특징으로 하는 가변속 양수 제어시스템.

청구항 4

구동모터 또는 전동기(2)가 일정한 주파수의 전력공급을 받아들이는 것에도 불구하고 실제운전 상태에 적합한 가변 회전속도(N)로 상기 펌프(4) 또는 펌프터빈을 동작시키는 주파수 변환기(3,17)를 가진 구동모터 또는 전동기(2)와, 펌프 운전영역에서 펌프특성영역(Z)을 나타내는 펌프 또는 펌프터빈(4)을 구비하고, 다른 수력기계와 상류측관로 또는 하류측관로를 공유하는 가변속 양수 시스템의 양수모드 동작에 관련하여서, 상기 상류측관로 또는 상기 하류측관로가 공유한 상기 다른 수력기계의 운전상태가 급변하는 경우, 상기 펌프 또는 상기 펌프터빈(4)의 상기 회전속도(N)는 상기 펌프 또는 상기 펌프터빈(4)의 운전이 그 펌프특성영역(Z)로 돌입하지 않고 유지될 수 있는 정도로 증가하도록 일시적으로 보정 제어되고, 상기 다른 수력기계의 급변하는 동작상태에 따른 상기 공유하는 관로내의 수격현상이 평정된 후에는 상기 일시적 회전속도 보정제어는 해제되는 것을 특징으로 하는 가변속 양수 시스템의 양수모드운전방법.

청구항 5

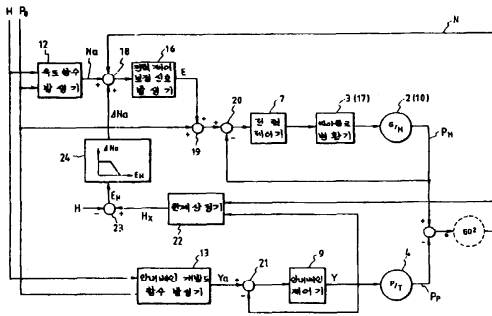
제4항에 있어서, 상기 상 또는 하류측관로를 공유하는 상기 다른 수력기계가 양수모드에서 그 입력을 급증 또는 개시하려고 할때, 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)의 상기 회전속도(N)를 증가시키는 상기 회전속도 보정제어는 사전에 수행되는 것을 특징으로 하는 가변속 양수 시스템의 양수모드운전방법.

청구항 6

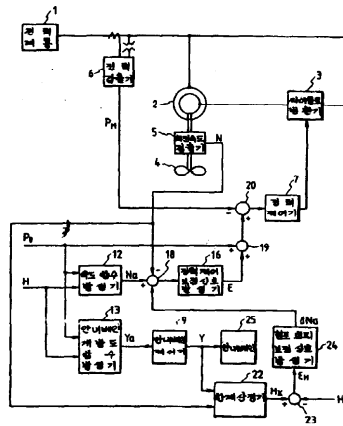
제4항에 있어서, 상기 상 또는 하류측관로를 공유하는 상기 다른 수력기계가 양수모드에서 그 입력을 급증하거나 개시하려고 할때, 상기 펌프 또는 펌프터빈(4)의 상기 회전속도(N)를 증가시키는 상기 회전속도 보정제어가 동시에 수행되는 것을 특징으로 하는 가변속 양수 시스템의 양수모드운전방법.

도면

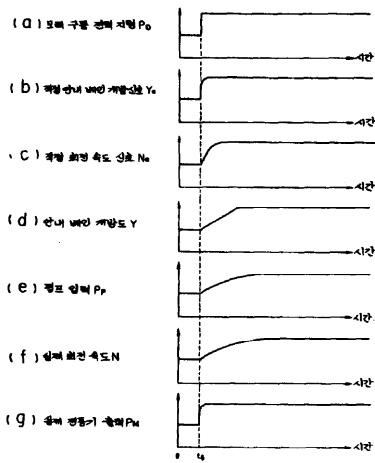
도면1



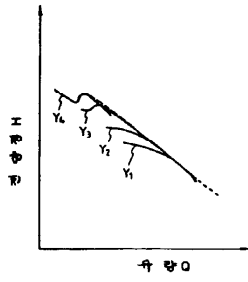
도면2



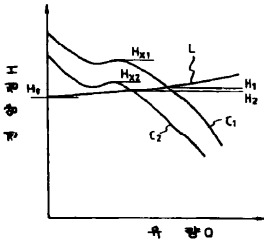
도면3



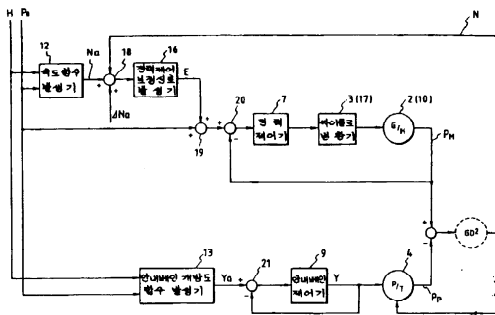
도면8



도면9



도면10



도면11

