

발 전 기

제 1장 발전기 원리 및 특성

1. 개요

가. 동기발전기의 분류

1). 회전계자형의 장점(원통형, 비돌극기)

- 3상권선의 배열 및 결선이 쉽고
- 고압의 전기자 권선의 절연용이
- 슬립링없이 대전력 인출
- 기계적으로 튼튼한 구조
- 과도안정도를 높이기위한 회전자 관성을 높임

나. 유기기전력

$$E = 4.44k\omega f\phi N[V]$$

E : 1상의 유기기전력, **K_w** : 권선계수(분포계수 × 단절계수)

f : 주파수, **N** : 1상의 직렬권수, **φ** : 자속수

$$V_l = \sqrt{3}V_p \angle 30^\circ$$

$$I_l = \sqrt{3}I_p \angle -30^\circ$$

2. 발전기 이론

가. 전기자 반작용

(1) 횡축반작용

- 유기기전력과 부하전류가 동상(역률 100%)인 경우를 말함
- 유기기전력과 동상인 전류가 최대치가 되는 것은 각극의 한가운데를 지나가는 순간
- 전기자전류에 의한 기자력이 주 계자 기자력과 90°의 각이 되는 방향(횡축방향)
- 자극의 윗부분 좌측에는 자속이 증가, 우측에는 감소되는 편자작용
- 합성자속의 중심은 회전방향과 반대방향으로 이동
- 저항성 부하

(2) 감자작용(직축반작용)

- 전류가 기전력보다 90° 뒤진 경우, 즉 순 유도성 부하인 경우
- 전기자 전류에 의한 기자력은 주 계자기자력과 직축으로 일치
- 방향이 반대방향으로 작용하여 주 자속을 감소시키므로 감자작용
- 발전기 전압이 강하되지 않도록 더 많은 계자전류를 공급(중부하)

(3) 증자작용(직축반작용)

- 전류가 기전력보다 90° 앞선 경우, 즉 순 용량성 부하인 경우
- 전기자 전류에 의한 기자력은 주 계자기자력과 직축으로 일치
- 방향이 같은방향으로 작용하여 주 자속을 증가시키므로 증자작용
- 발전기 전압이 상승되지 않도록 계자전류를 감소(경부하)

(4) 위상각 θ 일때 반작용

- $I \cos \theta$ 는 횡축반작용, $I \sin \theta$ 는 직축반작용을 한다.

나. 동기임피던스(Z_s)

$$X_s = X_a + X_l$$

$$Z_s = X_s + R_a$$

X_s : 동기리액턴스, X_a : 전기자반작용 리액턴스

X_l : 전기자누설리액턴스, R_a : 전기자 권선저항

- X_a (전기자반작용 리액턴스) : 전기자 반작용에 의한 가상적인 리액턴스
- X_l (전기자누설 리액턴스) : 전기자 전류에 의한 자속 중 전기자 권선하고만 쇄교하는 자속의 리액턴스
- 동기리액턴스에서 전기자반작용 리액턴스가 지배적이며 전기자권선의 저항은 무시될 만큼 매우 적다

다. 발전기 출력

- 유기기전력과 단자전압 사이의 각도(δ)를 부하각이라 함
- 부하각의 물리적 의미는 자극축과 자계축 사이의 각도
- 무부하시 부하각 0°
- 터빈에 공급되는 증기량을 증가시키면 부하각이 증대되어 발전기 출력 증가
- 원통형 회전자로 가진 동기발전기에서는 부하각이 90°

돌극기에서는 60° 부근에서 극한전력(최대출력)이 된다.

- 부하각이 90° 이상에서 증가할수록 출력은 감소

3. 발전기 특성

가. 역률

- 발전기 정격역률을 높이면 정격부하시의 계자 암페어 턴이 감소

나. 단락비

- 정의 : 정격속도에서 무부하 정격전압을 발생하는데 필요한 계자전류와 3상 단락상태에서 정격전류를 흘리는데 필요한 계자전류의 비

- 단락비의 정의에서 무부하 정격전압시의 계자전류를 기초로 계자전류와 단락비는 다음과 같은 관계가 있다.

- 무부하 정격전압 운전시 계자전류를 일정하게 하고 단자에서 삼상단락을 일으키면 단락비와 같은 단락전류가 흐른다.
- 정격전류와 같은 연속 단락전류를 흘리는데 필요한 계자전류는 동기리액턴스와 같다.

- 동기임피던스(Z_s)와 반비례

○ 단락비가 적은 기계의 특성

- 동기임피던스가 크고 즉 전기자반작용이 크다
- 공극의 길이가 짧고 계자기자력이 작다
- 계자기자력이 작은 것은 동을 많이 사용하므로 동기계
- 중량이 가볍고 기계의 치수가 작게되어 가격이 싸다
- 철손, 기계손이 감소되어 효율이 좋다
- 단락시 단락전류가 적다
- 단점으로는 과부하 내량이 적고 안정도 및 전압변동률이 나쁘다.

○ 최근에는 단락비가 낮아지고 있음

- 발전기 중량감소에 의한 경제적인 이유
- 보호계전기의 고속화
- 여자속응도의 개선으로 안정도 문제가 해결되기 때문

- 화력 및 원자력 L 0.5~0.8, 수력(돌극형) : 0.9~1.2정도

다. 안정도

(1) 동기화력

- 회전자 앞선 위치를 처음의 위치로 회복시키는 힘
- 안정된 동기운전이 유지되기 위해 $dP/d\delta > 0$

(2) 정태안정도(정여동단)

- 여자전류를 일정하게 유지한 상태에서 발전기의 부하를 서서히 증가 시키는 경우 동기를 벗어나지 않고 안정된 운전을 계속할 수 있는 정도
- 원통형 발전기에서는 부하각(δ)이 90° 에서 극한전력이 되는데 이러한 전력을 정태안정 극한전력이라 함

(3) 동태안정도

- 발전기 전압조정장치(AVR)로서 발전기 단자전압을 일정하게 유지하면서 발전기를 안정되게 운전 할 수 있는 경우의 안정도
- 진상운전 영역에서의 안정도에 중점
- 동태안정도를 증진시키기 위해 AVR의 시정수는 적고 이득은 커야한다
- 진상운전 : 여자전류가 적고, 유기기전력 낮아져 안정적인 전력은 적어지므로 계통 불안정

(4) 과도안정도

- 부하의 급변, 선로의 개폐, 단락고장시
- 정태안정도극한전력 보다 훨씬 적다

(5) 안정도 향상대책

- 과도 리액턴스를 적게 한다
 - 일정한 부하각에 대하여 과도 시 출력을 증대시켜 안정도를 증대
- 영상 및 역상 임피던스를 크게 한다.
 - 1선 접지, 2선 단락등의 비대칭 고장 시 고장전류를 감소
- 발전기 단자전압 변동을 적게
 - AVR의 속응도를 크게 함

- 회전자 관성을 크게
 - 부하각의 이동속도가 느리게 되어 탈조되는 부하각에 도달하기 전에 조치할 수 있는 시간적 여유가 발생
- 고장 시 발전기 입출력 불평형을 적게

라. 자기여자

- 무여자의 발전기를 무부하의 송전선(용량성부하)에 연결한 경우 진상전류에 의해서 발전기 단자전압이 상승하는 현상
- 자기여자 방지법
 - ① 발전기 2대 또는 3대를 병렬로 모선에 접속
 - ② 발전기의 단락비를 적당하게 선택
 - ③ 송전선로의 수전단에 변압기를 선택
 - ④ 수전단에 리액터를 병렬로 접속
 - ⑤ 수전단에 동기조상기를 접속하고 부족여자로 운전
 - ⑥ 단락비가 큰 발전기 사용

제 2절 발전기 구조와 냉각

1. 구조

가. 고정자

(1) 고정자 틀

- 주요기능
 - 진동절연
 - 기밀유지(수소가스 밀봉)
 - 냉각을 위한 통풍로 구성
 - 비틀림 방지
 - 부속장치지지

(2) 고정자 철심

- 주자속의 통로가 되며 고정자 권선을 지지하는 역할
- 와전류손과 히스테리시스손을 줄이기 위해 얇은 규소강판(두께 0.35~0.5mm, 규소함유량 2~4%)을 사용
- 고정자 철심 단부는 누설자속에 의한 표류부하손을 줄이기 위해
 - ① 적층상태에서 에폭시 수지로 접착하는 기술
 - ② 비자성 내측 간격편 채택
 - ③ 철심단부 조임판(압판)의 도전성 차폐판 처리
- 축방향 누설자속을 감소시키기 위해
 - 고정자 철심단부를 계단식으로 가공하여 공극을 크게하여 주 계자에 의한 자속밀도를 감소시키며 또한 수소 통풍로의 저항을 줄임
 - 자속분로를 설치하여 고정자 철심단부에 축방향누설 자속량을 저감
- 고정자 단부의 누설자속에 의한 과열을 방지하기 위해
 - ① 누설자속에 대한 자속저항을 크게하는 방법
 - ② 와전류에 대해 전기저항을 높게하는 방법
 - ③ 고정자 단부측에 더 많은 냉각매체가 통과하도록 하는 것

- ※ Key Bar : 고정자 철심에 작용하는 잔동감쇄 및 철심(Core) 고정
Spring Bar : 고정자 틀에 전달되는 철심 진폭 감쇄

(3) 고정자 권선

(가) 소선

- 표피효과와 와전류에 의한 손실을 방지하기 위해 소도체(소선)로 분할
- 슬롯내 상, 하부의 누설자속의 불균형으로 전압차가 발생되어 내부순환 전류가 흐른다.
- 각 소선간에 전압의 균형을 맞추기 위해 소선의 위치를 서로 바꾸는 전위 실시

(나) 고정자 권선의 절연

- 고정자 권선의 절연을 주 절연 또는 슬롯 절연이라고 하며 발전기 수명과 성능을 좌우하는 중요한 부분

나. 회전자

(1) 회전자 축

- 고자기 특성, 고 인장력이 요구
- 하나의 덩어리로 단조 된 니켈-몰리브덴-바나듐(Ni-Mo-V) 합금강
- 축 몸체에 슬롯을 만들고 회전자 권선을 넣는 방식
- 초음파 탐상시험기로 검사

(2) 권선단부 보호환(Retaining Ring)

- 운전중에 강한 원심력으로부터 코일의 이탈을 방지
- ※ 센터링링 : 권선의 축방향 이탈방지

다. 냉각방식

(1) 개요

$$P \propto k \times D^2 \times L \times N[kVA]$$

P : 발전기 용량, D : 회전자 직경, L : 회전자철심길이,
N : 회전수, k : 출력계수

(2) 냉각방식의 실제

(가) 고정자 냉각방식

① 수소냉각방식

- 밀도가 1/14(공기에 비해)로 풍손이 적고
- 열전달율이 공기의 1.5배로 냉각효과가 크며
- 불활성 기체로 절연물의 수명상 유리
- 비열이 크고(공기에 비해), 밀도가 작으며, 열전달계수가 크다

② 수냉각방식

- 물이 오일에 비해 냉각능력이 우수하고 점성이 작아 수두손실이 적다
- 물의 흡수능력은 공기의 약 50배, 압력이 3k 인 수소의 12.5배
- 1 경로방식
 - 냉각수가 Collector측에서 공급되어 터빈측으로 배수
 - 수두손실이 적고 냉각효과가 크기 때문에 대용량에 채용
- 2경로방식
 - 냉각수의 공급 및 배수헤더가 터빈측에 있다

(나) 회전자 냉각방식

① 직접 냉각방식

- 단부공급형(End Feed)
 - 회전자 축에 설치된 팬에 의해 냉각매체가 축방향으로 공급
- 공극공급형(Air Gap Pick-up)
 - 소형, 대용량 발전소에서 채택
 - 회전자의 회전에 의해 공극을 통과하여 다시 공극으로 배기

제 3절 발전기 부속설비 및 보조계통

1. 부속설비

가. 서지흡수장치(Surge Absorber)

- 발전기를 보호할 목적으로 보호콘덴서와 피뢰기의 조합을 말함
- 보호콘덴서 : 충격파의 파두를 완만하게 하며, 파장의 길이가 짧은 경우에는 파고치를 저감, 한 상당 $0.1 \sim 0.15\mu\text{F}$
- 파장의 길이가 길면 파고치 저감효과가 없으므로 피뢰기를 병용

2. 보조계통

가. 발전기 가스계통

(1) 계통구성

(가) 가스분석기

- 측정원리 : 가스 열전도도가 가스 농도에 따라 달라지는 것을 이용
- 팬 전, 후 차압은 가스밀도(비중)에 비례한다. 즉, 수소의 순도가 낮거나 또 수소에 습분이 많이 포함되어 있으면 팬 전, 후 차압은 증가한다.

나. 밀봉유 계통

(1) 개요

- 저널 직경보다 $0.1 \sim 0.2(\text{mm})$ 정도 큰 내경을 가진 2조 분할된 밀봉링이 취부되어 축상에 부동의 상태로 설치되어 축과 함께 회전하지 않도록 되어있음

(2) 축 밀봉방식

(가) 단류식

- 발전기내 수소가스 압력에 비례하여 밀봉유의 양이 증가
- 밀봉유에 흡수되어 빠져나가는 수소의 양도 증가하여 수소가스 소비량이 증대

다. 고정자 냉각수 계통

- 냉각수가 발전기 내부로 누출되는 것을 방지하기 위해 수소압력보다 낮게 유지($1 \sim 2\text{k}$)

제 4절 여자기 및 자동전압조정기

1. 여자기

가. 개요

- 여자전류를 조정하여 발전기 전압이나 무효전력을 조정
- 발전기 출력이 증가하면
 - AVR이 자동인 상태 : 계자전류는 자동으로 증가
→ 증가된 전기자 반작용을 극복하기 위해
 - AVR이 수동인 상태 : 전압은 강하

나. 속응도

(1) 여자기 전압속응도

- 속응도는 0.5초간의 여자전압 변화율을 공칭 슬립링 전압으로 나눈 값
- 보통 속응도는 1~2 정도

(2) 여자시스템 전압속응도

- 속응도는 0.5초에 걸쳐 평균전압 상승의 기울기를 초기전압으로 나눔
- 초기전압 200V, 0.5초에 25V 최종전압이 주어진다면
 - 전압속응도 = 0.5초간 평균기울기/초기전압
$$= \{(250-200)/0.5\} / 200 = 0.5[\text{P.U.}] (\text{기준 } 200\text{V})$$

다. 여자방식

(1) 직류여자방식

(2) 교류여자방식 (별정, 회전무브)

- 두방식 모두 AVR 구성은 같고 여자기 정류 회로만 다름

(가) 별치 정류기 방식(무 정류자 여자방식)

- 슬립링이 필요하지만 정류자가 필요 없기 때문에 보수가 용이

(나) 회전정류기 방식(무브러시 여자방식)

- 슬립링과 브러시가 없으므로 유지정비가 용이하나 회전부에 정류기가 설치되기 때문에 구조가 복잡

(3) 정지형 여자방식

2. 자동전압조정기(AVR)

가. 교류여자방식 AVR

(1) 회로구성

○ 자동계통

- 발전기 전압 검출부, 무효황류 검출부, 목표전압 설정부(90R), 연산증폭회로, 펄스발생 및 증폭회로로 구성

○ 수동계통

- 계자전류 설정부, 계자전류 검출부, 연산증폭회로, 펄스발생 및 증폭회로로 구성

○ 공통부분

- 보조여자기, 주 여자기 및 자동추종장치로 구성

(2) 동작원리

- 발전기 전압조정을 수동계통으로 운전하면 안정도 향상을 위해 계통 안정화 장치(PSS), 과여자 제한장치(OEL), 저여자 제한장치(UEL)등의 보조기능은 제외

제 5절 발전기 운전 및 관리

1. 발전기 운전

가. 병렬운전

(1) 병입조건

- ① 주파수 ② 전압의 크기 ③ 위상 ④ 상 회전 방향 ⑤ 파형 이 같아야 함

(2) 병입조건이 다를때 문제점

(가) 주파수가 같이 없을때

- 단자전압은 시간적으로 심하게 잔동하고 권선은 비 정상적으로 가열
- 발전기 속도(터빈속도)를 조정하여 주파수를 조정
- 무효회류가 흐름

(나) 전압의 크기가 같지 않을때

- 전압의 차이로 발전기에 내부순환전류(무효회류)가 흐름
- 순환전류를 역율이 거의 0인 무효전류이므로 출력에 무관하고 발전기 전기가 권선에 저항손을 생기게 함
- 이를 없애기 위해 발전기의 계자전류를 조정하여 전압을 같게 함
- 무효순환전류가 흐름

(다) 전압의 위상이 같지 않을 경우

- 위상차에 해당하는 순환전류(유효회류)가 흐름
- 위상이 앞선 발전기는 부하분담이 많아져 회전속도가 감소
- 위상이 뒤진 발전기는 부하분담이 줄어들어 회전속도가 상승
- 동기화 전류 흐름(유효순환전류)

(3) 계통병입 방법

- 발전기측 주파수 조정은 터빈속도로 조정
- 발전기측 위상의 조정은 터빈속도 즉 터빈에 유입되는 증기의 량으로 조정

나. 부하배분

- 유효전력 : 터빈에 공급되는 증기량에 비례하여 배분
- 무효전력 : 발전기의 계자전류에 비례하여 배분

(1) 유효전력의 배분

- 발전기 B기의 입력을 증가시키면 B기의 위상은 A기의 위상보다 앞서려고 하므로 동기화 전류가 흘러 발전기 B의 부하는 증가

(2) 조속기의 특성과 부하배분

- 안정되게 병렬운전을 하려고 하면 부하증가시 속도가 감소하고 부하감소시 속도가 증가하는 수하특성을 가져야 함
- 속도조정율

$$S = (N_0 - N) / N \times 100\%$$

N_0 : 무부하회전수, N : 정격회전수

- 속도조정율이 작은 것은 부하부담을 많이 하고,
- 속도조정율이 큰 것은 부하분담을 적게한다.
- 수력 및 내연 : 3~4%, 가스 4~5%, 기력5~6%, 원자력 8%

(3) 무효전력의 배분

- 발전기 A의 계자전류를 증가시키면 두 발전기 사이에는 무효순환전류가 흘러 A발전기에 대해서는 지상전류가 되어 A발전기의 단자전압을 내리게 하고, B발전기에 대해서는 진상전류가 되어 단자전압을 상승시킴
- 발전기 A는 그 만큼 무효전류가 증가하고, 발전기 B는 무효전류가 감소한 것이다.

(4) 역률조정

- 발전기의 역률은 계자전류를 조정하여 조정
- 계자전류를 증가시키면 지상무효전력이 증가하고 역률은 지상역률로 감소
- 계자전류를 감소시키면 진상무효전력이 증가하며 진상역률로 감소

다. 가능출력곡선

- 발전기의 역률 및 수소압력에 따라 낼 수 있는 유효전력(MW)을 횡축, 무효전력(MVar)을 종축에 표시
- 발전기 가능출력을 제한하는 요소로서
 - 회전자 권선온도 상승한도
 - 고정자 권선온도 상승한도
 - 고정자 단부온도 상승한도에 의해 제한된다.

(1) 회전자 권선온도에 의해 제한되는 범위

- 지상영역에서는 지상무효전력을 증가시키기 위해 계자전류를 증가시켜야 하기 때문에 계자권선의 온도가 상승
- 회전자 권선의 온도상승에 의하여 지상무효전력을 출력하는데 제한

(2) 고정자 권선온도에 의해 제한되는 범위

- 정격역률 부근의 운전에서 전기자 전류(유효전력)가 증가할수록 전기자 권선의 온도가 상승
- 고정자 권선 온도상승에 의해 출력(유효전력)이 제한

(3) 고정자 단부온도 의해 제한되는 범위

- 앞선 무효전력을 증가시키기 위해서는 계자전류를 정격이하로 감소시켜야 함
- 계자전류가 정격이하로 감소하면 회전자 철심이 포화되지 않아 고정자 철심 단부의 온도를 상승시킨다.
- 고정자 단부온도를 제한하기 위해 진상무효전력을 내는데는 지상무효전력보다 더 엄격히 제한을 받는다.

라. 진상운전(저 여자운전)

(1) 개요

- 계통의 진상무효전력을 흡수하기 위해 저여자로 운전하는데 이것을 진상운전이라 함

(2) 진상운전 시 문제점(저여자시 문제점)

(가) 발전기 고정자 단부온도 상승

- 진상운전시 고정자 단부온도 상승을 방지하기 위해 AVR 제어회로에 URAL(Underexcited Reactive Limit)회로를 설치하여 여자전류를 제한하고 있음

(나) 안정도 저하

- 저여자로 하면 내부 기전력이 작게 되며 부하각이 증대하여 동기화력이 감소하기 때문에 탈조가능성이 있다.

(다) 소내전압 저하

- 전압이 저하하면 토크(전압의 2승에 비례) 부족으로 과부하를 초래

(3) 진상운전 시 고정자 단부온도 상승 경감 대책

- ① 누설자속에 대한 자기저항을 크게하는 방법
- ② 와전류에 대해 전기저항을 높게하는 방법
- ③ 고정자 단부측에 더 많은 냉각매체를 통과
- ④ 비 자성 회전자 단부권선 보호환(Retaining Ring) 채용
- ⑤ 자속분로
- ⑥ 비자성 압판
- ⑦ 동차폐판
- ⑧ 고정자 권선단부 에폭시 수지 접착
- ⑨ 고정자 철심단부 계단식 모양으로 가공

마. 발전기 비정상운전

(1) 고정자 무냉각수 운전

- 정격 수소압 3.2k : 정격용량(전류)의 30%
- 정격 수소압 4.2k : 정격용량(전류)의 26%
- 냉각수 상실직전 전도도 0.5us/cm 이상 : 부하감발 후 3분 이내 정지
- 냉각수 상실직전 전도도 0.5us/cm 이하 : 부하감발 후 60분 이내 정지

(2) 과부하운전

- 130%의 전기자전류와 125%계자전류에 1분간 견딤

(3) 비동기운전(계자상실)

- 동기속도 이상으로 되며, 유도발전기로 운전

(4) 동기발전기의 동기전동기화 운전

- 발전기 자체는 별 문제 없지만, 터빈날개가 풍손으로 과열
- 계자전류 충분, 증기량 부족 → 동기전동기
- 계자전류 상실, 증기량 부족 → 유도전동기
- 계자전류 상실, 증기량 충분 → 유도발전기

(5) 이상전압시 운전

- 정격전압의 $\pm 5\%$ 이내의 변동범위에서 정격출력 유지

(가) 정격전압의 95% 이하에서 운전

- 고정자 철심의 단부과열을 방지하기 위해 제한
- 지상(과여자)인 경우 출력은 전압저하분에 따라 감소
(90% 전압은 출력 90%로 감소)
- 진상(저여자)인 경우 출력은 전압강하분의 2승에 비례하여 감소
(90% 전압은 출력 81%까지 감발)

(나) 정격전압의 105% 이상에서 운전

- 과여자 운전의 경우 고정자 철심내에서 철손이 증가하여 과열 원인
- 과여자를 V/Hz로 평가
 - V/Hz가 1.1~1.8이면 45초이내, 1.18 초과 시 2초이내 비상정지

(6) 비정상주파수 운전(저주파 운전)

- 발전기측 보다 터빈측이 엄격히 제한된다.
- 저압터빈 최종날개 단에 진동증가, 회전수 강하에 의한 냉각성능저하, 자기회로 과포화(V/Hz 값 상승) 및 계자전류 증가에 의한 회전자 권선 온도상승 등이 문제

(7) 불평형 부하운전

- 발전기를 불평형부하 또는 단상부하에서 운전하면 고정자 권선에 역상전류가 흐른다.
- 역상전류에 의한 회전자계는 2배 주파수의 와전류가 회전자 표면, 회전자 켈트에 흘러 회전자가 과열
- 회전자 과열을 방지하는 방법은
 - ① 와전류가 국부적으로 흐르지 않도록 하는 것 과
 - ② 와전류 회로가 되는 부분에 접촉저항이 적게되도록 하는 것이다.

2. 발전기 유지관리

가. 최고허용온도와 온도상승한도

(1) 허용최고온도

절연종류	Y	A	E	B	F	H	C
허용최고온도(℃)	90	105	120	130	155	180	180초과

(2) 온도상승한도

- 온도상승한도 = 허용최고온도 - (기준온도 +여유)
- 기준온도란 냉각매체의 주위온도 임

3. 터빈발전기 진동

가. 터빈발전기 진동 기본치

- 베어링에서 측정한 진폭은 축에서 측정한 진폭보다 작으며 보통 축에서 측정한 진폭의 약 40%의 크기이다.

나. 진동의 원인과 특성

(1) 전기적 진동

- 회전자나 고정자에 작용하는 자력의 불균형으로 발생
- (가) 특성
 - 진동은 2X(2Xrpm) 진동

(2) 불평형에 의한 진동

(가) 특징

- 진동주파수는 회전수와 동기(1X)

(3) 회전마찰(Rubbing)

- 회전부와 고정부가 접촉함으로써 발생하는 진동

○ 특징

- 시간에 따라 진폭, 위상이 변화하고 위상은 회전방향과 반대로 움직인다.
- 1차 위험속도 근처 및 이하에서 더욱 심각

(4) 오일 Whip

- 미끄럼 베어링 내에서 저널의 펌프 작용에 의한 가압된 압력의 일정간격으로 반복되어 큰 진폭을 갖는 진동

- 저널 중심의 편심율이 작을수록 오일 Whip이 발생하기 쉽다

○ 특징

- 발생 및 소멸이 돌발적이고, 진동 진폭은 대단히 높으며 진동주파수는 운전속도 주파수의 약 $1/2(1/2X)$ 이며 오일 Whip은 위험속도 2배 이상의 회전수에서 발생

4. 축전압

가. 축전압의 종류

(1) 직류전압

- 블레이드와 다이어프램 사이의 정전현상으로 발생

(2) 교류전압

- 고정자 자속의 비대칭, 공극의 불균일, 회전자 자속밀도의 불평형이 원인

나. 축전류에 의한 베어링 손상의 방지방법

(1) 베어링을 절연하는 방법

- 발전기 컬렉터 링측 베어링, 밀봉링 및 여자기를 대지와 절연

(2) 축을 접지하는 방법

5. 콜렉터 및 브러시

가. 콜렉터 링 집전기능 발휘조건

- ① 콜렉터의 양호한 피막
- ② 브러시의 규정내 접촉압력
- ③ 브러시와 콜렉터 링과의 접촉

나. 점검

(1) 운전 중의 브러시 교환

- 각극 당 20%를 넘지 않는 범위 내에서 교환가능

(2) 콜렉터 링의 마모

- 일반적으로 전기적 마모가 더 크다.

(3) 브러시 압력

- 압력이 높으면 마모율이 증가하고, 낮으면 아크가 발생한다.

(4) 콜렉터 링의 피막(Film)

- 브러시의 진동이 감소하고, 브러시 및 링의 마모율이 감소하며 또 통전효과를 증가시킨다.

(5) 습기

- 집전장치가 이상적으로 운전 될 수 있는 습도는 30%이다.

(6) 오염가스

- 유화가스, 아황산, 사염화탄소에서 증발한 염소와 기타 공기중의 연소가스
- 오염가스는 활성탄소를 넣은 화학적 여과기를 통풍장치에 취부하여 제거

6. 베어링

- 강제, 편 방향 급유형 미끄럼 베어링이 채용되며 일반적으로 타원형 베어링이 사용
- 재질은 친화력이 좋고 흠집이 잘 생기지 않으며 경계마찰 계수가 적고 잘 늘어 붙지 않는 Sn계가 사용