



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3889281/24-06

(22) 02.01.85

(46) 23.06.86. Бюл. № 23

(71) Белорусский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт

(72) В. А. Сычик, В. П. Кашеев,

В. А. Левадный и А. П. Мычик

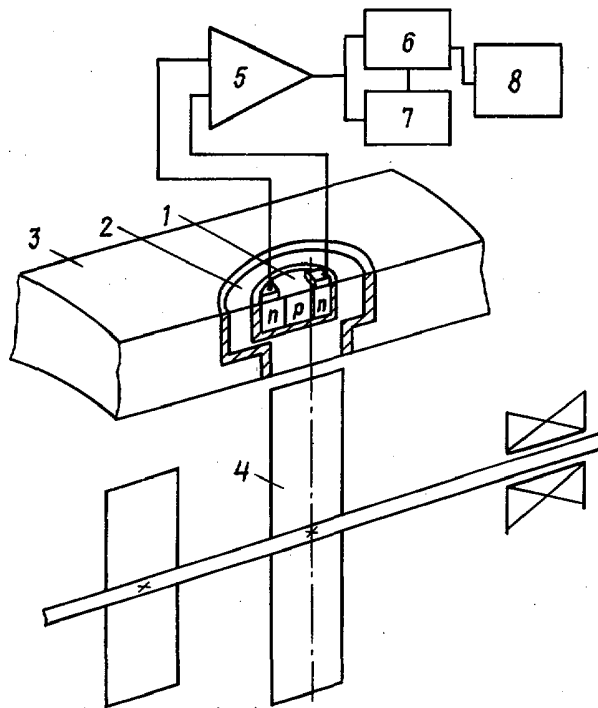
(53) 621.165-783.5(088.8)

(56) Патент Японии № 46—28049,

кл. 50 В 55, опублик. 1971.

(54) (57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РОТОРА ТУРБИНЫ ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ, содержащее измерительный преобразователь, установленный на корпусе турбины вблизи ротора и подключенный через промежуточный блок к индикатору состояния, отличающееся тем, что,

с целью расширения функциональных возможностей путем одновременного контроля биений, прогиба, эрозии и загрязнения лопаток ротора, измерительный преобразователь выполнен в виде полупроводникового преобразователя электрических зарядов с  $n-p-n$  структурой, размещенного на изолированном вкладыше, и установлен вблизи наиболее длинных лопаток ротора, а промежуточный блок — в виде входного усилителя, генератора калиброванных сигналов и компаратора, причем входы усилителя подключены к выходу преобразователя, выходы усилителя к входам генератора и компаратора, соединенного входом с выходом генератора, а выходом — с входом индикатора состояния.



Изобретение относится к теплоэнергетике и может быть использовано при эксплуатационном контроле работоспособности турбин.

Цель изобретения — расширение функциональных возможностей путем одновременного контроля биения, прогиба, эрозии и загрязнения лопаток ротора.

На чертеже приведена принципиальная схема устройства.

Устройство содержит полупроводниковый преобразователь 1 электрических зарядов, изолированный металлический вкладыш 2, установленный на обойме 3 корпуса турбины вблизи наиболее длинных лопаток 4 ротора турбины. Полупроводниковый преобразователь 1 и изолированный вкладыш 2 образуют измерительный преобразователь, выход которого подключен к промежуточному блоку выполненному в виде входного усилителя 5, компаратора 6 напряжения и генератора 7 калиброванных сигналов. Выход компаратора подсоединен к индикатору 8 состояния.

Полупроводниковый преобразователь 1 электрических зарядов выполнен с трехслойной  $n-p-n$ -структурой заданной конфигурации (обычно цилиндрической формы), причем для получения оптимальной чувствительности толщина контактирующего с изолированным металлическим вкладышем  $n$  слоя составляет (0,7—0,8) диффузионной длины основных носителей тока в слое (электронов).

Полупроводниковый преобразователь 1 электрических зарядов установлен на изолированном металлическом вкладыше 2 цилиндрической формы и отделен от него тонким диэлектрическим слоем. В свою очередь, изолированный металлический вкладыш 2 закреплен на обойме 3 корпуса турбины, отделен от нее изоляционным слоем и установлен в плоскости вращения наиболее длинных лопаток 4 ротора турбины. Такое размещение преобразователя 1 на обойме 3 корпуса турбины обусловлено тем, что лопатки 4 турбины с наибольшими размерами (максимальные лопатки) обладают наибольшей линейной периферийной скоростью и максимальными вибрациями (если они возникают), а поляризованный электрический заряд на этих лопатках (их торцах) вследствие конденсации на их поверхности из пара влаги в виде капель пропорционален линейной скорости лопаток 4, т.е. в данном случае максимален.

Полупроводниковый преобразователь 1 электрических зарядов подключен внешними выводами к усилителю 5 электрических сигналов, в качестве которого может использоваться операционный усилитель. Усилитель 5 соединен с одним из входов сравнения компаратора 6 напряжения, второй вход которого соединен с генератором 7 калиброванных сигналов. Выход компаратора 6 напряжения соединен с индикатором 8 состояния, в качестве которого может использо-

ваться электрический осциллограф, цифровое, индикаторное или печатающее устройство с аналого-цифровым преобразователем на входе.

Устройство для контроля состояния ротора турбины работает следующим образом.

При подаче пара на лопатки турбины ротор с лопатками турбины приходит во вращение. На лопатках 4 ротора турбины накапливается электрический заряд  $Q$  неравномерной плотности с максимумом на выступающих частях поверхности лопаток, т.е. на торцовых краях лопаток и эрозионных ее участках. Накопленный электрический заряд  $Q$  создает электрическое поле  $E$ , которое в соответствии с законом электрической индукции воздействует на преобразователь 1 электрических зарядов. Поскольку сформированный на лопатках 4 электрический заряд  $Q$  и создаваемая им напряженность электрического поля, действующая на преобразователь 1, связаны соотношением

$$E = Q / 4\pi\epsilon_0\epsilon_r g^2,$$

где  $\epsilon_0$  — диэлектрическая постоянная вакуума;

$\epsilon$  — относительная диэлектрическая постоянная среды;

$g$  — расстояние от края лопатки до преобразователя 1,

(то преобразователь 1 электрических зарядов формирует на выходе пульсирующее напряжение и ток (при подключении нагрузки), частота которого пропорциональна числу однотипных лопаток и скорости вращения ротора, а амплитуда — величине электрических зарядов и зависит от зазора между лопатками 4 и преобразователем 1 электрических зарядов.

Генерированное в преобразователе 1 электрических зарядов напряжение, несущее информацию о состоянии ротора турбины, усиливается усилителем 5. Сигнал с усилителя 5 поступает на один из входов сравнения компаратора напряжения, на второй вход сравнения которого поступает напряжение от генератора 7 калиброванных сигналов. Последний формирует напряжение, частота, амплитуда и форма импульсов которого соответствуют напряжению на выходе усилителя 5 в случае эталонного состояния ротора турбины, причем частота формируемого генератором 7 напряжения соответствует частоте выходного сигнала усилителя 5.

На выходе компаратора 6 напряжения появляется результирующее напряжение, которое поступает на индикатор 8 состояния. Индикатор 8 принимает, преобразует напряжение сигнала и регистрирует на табло исправное либо неисправное состояние ротора турбины, в частности появление биений вала ротора турбины, прогиб лопаток, появление на лопатках турбины эрозионных ямок, слоев загрязнений.

В случае, если в качестве индикатора 8 используется осциллограф, поступающее с выхода компаратора 6 результирующее напряжение формирует на экране осциллографа импульсы, амплитуда которых в соответствии с указанным выше соотношением возрастает с уменьшением зазора между лопатками 4 и обоймой 3, частота их следования пропорциональна числу однотипных лопаток 4, а длительность — ширине торцов лопаток 4.

Если амплитуда импульсов результирующего напряжения неравномерна — это в соответствии с указанным соотношением свидетельствует о наличии биений вала ротора, модуляция импульсов результирующего напряжения типа сигнал—шум сви-

детельствует о наличии эрозии лопаток. При этом появление отложений на лопатках в виде слоев загрязнений приводит к снижению частоты и амплитуды модулирующего напряжения типа сигнал—шум. Если амплитуда импульсов превышает допустимые значения — это характеризует снижение зазора между лопатками ротора турбины и обоймой сверх допустимого.

10 Таким образом, формируемое в преобразователе электрических зарядов напряжение сигнала несет информацию о состоянии ротора турбины и обеспечивает предотвращение поломок турбины, находящейся в эксплуатации, при своевременном  
15 учете выявленных дефектов ее ротора.

Редактор А. Шишкина  
Заказ 3372/32

Составитель А. Калашников  
Техред И. Верес  
Тираж 500

Корректор И. Эрдейи  
Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий  
113035, Москва, Ж—35, Раушская наб., д. 4/5  
Филиал ППП «Патент», г. Ужгород, ул. Проектная, 4