

Р. И. Чайковский, Э. З. Тлюшук,
В. И. Парил, З. М. Литинский

ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ АНТЕННЫ СИСТЕМ СПУТНИКОВОГО ПРИЕМА

Описан актуатор (исполнительный механизм) антенны системы спутникового приема, позволяющий посредством дистанционного изменения положения антенны осуществлять прием телепередач от нескольких искусственных спутников Земли (ИСЗ). Приведены результаты исследования актуатора, содержащего электромеханоэлектронный преобразователь (ЭМП). ЭМП выполнен на базе параметрического двигателя оригинальной конструкции и позиционера.

В последние годы в отечественной технике телевизионного приема интенсивное развитие получил направление, связанное с индивидуальным приемом телепередач, ретранслируемых через ИСЗ. Ряд промышленных предприятий приступили к освоению массового выпуска аппаратуры спутникового телевидения индивидуального приема. В частности, в 1991 году системы спутникового телевидения (СТВ) марки "ЛЕБЕЛ" начнут выпускаться предприятиями ассоциации "Сателит".

Конструкция антенны этой и подавляющего большинства аналогичных отечественных систем СТВ, рассчитанных на массовое производство, не предусматривает оперативную переориентацию апертурной части антенны с одного ИСЗ на другой. При этом переориентация антенны связана со значительными затратами времени и зачастую не может быть выполнена самим потребителем, что не позволяет эффективно использовать дорогостоящую аппаратуру СТВ.

Головной институт Ассоциации разрабатывает новую модель системы спутникового приема, обеспечивающую посерединный прием телепередач от нескольких ИСЗ посредством оперативного дистанционного изменения положения антенны. В общепринятом

290060, Львов, ул. Научная, 7, Львовский научно-исследовательский радиотехнический институт, тел. 638207

варианте исполнения такая антенна имеет однокоординатное опорно-поворотное устройство с актюатором, управляемым позиционером. Допустимое значение среднеквадратической погрешности установки диаграммы направленности антенны 5-7 угл. мин. определяется исходя из максимального значения ширины диаграммы направленности антенны, составляющей 1,2 угл. град. по уровню минус 3 дБ (диаметр апертуры до 1,5 м) и допустимом падении отношения сигнал/шум на выходе антенны (не более 0,5 дБ), при сканировании апертуры под воздействием ветровой нагрузки. Пространственная ориентация апертурной части и ее оси вращения (так называемой полярной оси) определяется координатами места установки антенны и обеспечивается имеющимися степенями свободы опорно-поворотного устройства. Поворот апертурной части вокруг полярной оси осуществляется актюатором.

Актюаторы, выпускаемые за рубежом, содержат винтовую пару, один из элементов которой сопряжен посредством редуктора с ротором двигателя постоянного тока [1].

Однако применение такой схемы построения при разработке актюаторов, предназначенных для массового производства в нашей стране, не целесообразно по следующим причинам:

высокая стоимость двигателей постоянного тока (до 300 руб.);

большие трудозатраты на изготовление согласующего редуктора;

низкая надежность щеточно-коллекторного узла двигателя при эксплуатации во влажных климатических условиях с широким диапазоном изменения температуры;

большие габаритные размеры актюатора.

В новых разработках бытовой аппаратуры, проводимых в нашей стране, находят широкое применение ЭМП, представляющие собой структурное и функциональное совмещение электрической машины и электронного устройства управления [2].

Анализ показывает, что применение ЭМП обеспечивает длительную конкурентоспособность такой аппаратуры, увеличивает надежность ее работы, снижает потребление электроэнергии, массу и габариты при одновременном снижении затрат на производство.

Один из путей развития этого направления - создание дешевых ЭМП на базе синхронных параметрических (реактивных)

двигателей (СРД) [3]. перспективным является применение ЗМП с СРД в актюаторах антенн систем спутникового приема в силу следующих их свойств:

конструктивные особенности СРД позволяют совместить его пассивный ротор с гайкой винтовой пары, выполнив актюатор в виде оригинальной конструкции в малых габаритах;

СРД не содержит дефицитных и дорогостоящих материалов, их изготовление не требует специальных технологий и возможно на универсальном оборудовании;

применение специальных схем полупроводниковых коммутаторов с емкостными накопителями энергии (ЕНЭ) обеспечивает в определенном диапазоне частот вращения и моментов весогабаритные показатели на единицу создаваемого электромагнитного момента на уровне двигателей постоянного тока.

Внешний вид разработанного актюатора, содержащего ЗМП с СРД, работающем в режиме шагового двигателя с самокоммутацией показан на рис. 1.

Механизм линейного перемещения реализован в виде винтовой пары с трапецидальным профилем нарезки. Угол подъема винтовой линии выбран из условия самоторможения. Гайка выполнена в виде полого вала. На его концах установлены детали с резьбой, которые фиксируются относительно вала специальными приспособлениями и, кроме того, могут поворачиваться относительно друг друга.

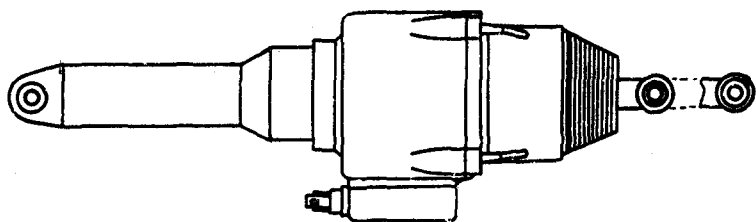


Рис. 1 Внешний вид актюатора

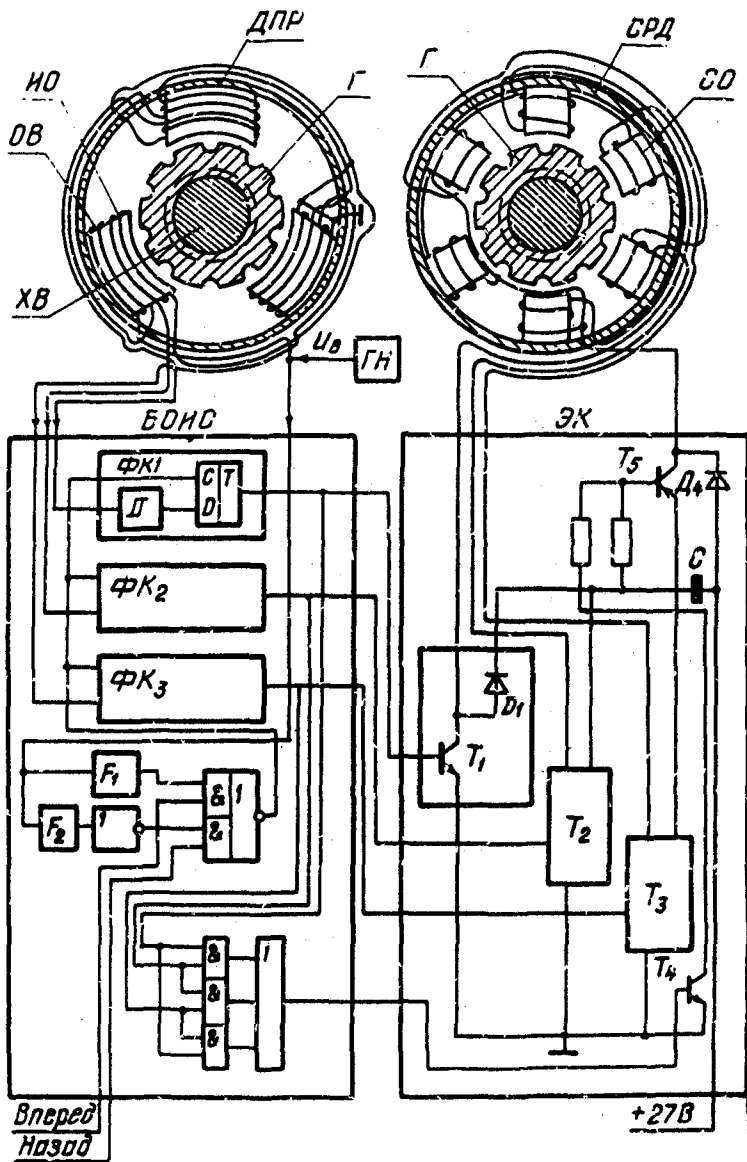


Рис. 2 Функциональная схема ЭМТ

Такое конструктивное решение позволяет выбирать осевую люфт в процессе износа кинематической пары. Винтовая пара рассчитана на осевое усилие, в 2,5 раза превышающее максимальное тяговое. Плата с электронной схемой ЭМП установлена в приливе корпуса СРД.

На рис. 2 показана функциональная схема ЭМП с синхронным двигателем СРД актюатора. Приняты следующие обозначения: СДР - синхронный параметрический (реактивный) двигатель; С0 - статорная обмотка СРД; Г - гайка, выполняющая роль ротора СРД; ХВ - кодовый винт; ДРП - датчик положения ротора; ОВ - обмотка возбуждения ДПР; ИО - информационная обмотка ДПР; ГН - генератор напряжения возбуждения ДПР; БОИС - блок обработки информационных сигналов; ЭК - электронный коммутатор; ФК1-ФК3 - формирующие каскады, каждый из которых содержит триггер Шмидта и D-триггер; F_1 и F_2 - формирователи длительности импульсов; $T_1 \div T_3$ - силовые транзисторные ключи; $T_4 \div T_5$ - транзисторные ключи емкостного накопителя энергии (ЕНЭ); С - конденсатор; $D_1 \div D_4$ - диоды.

Генератор напряжения (ГН) формирует импульсы напряжения возбуждения прямоугольной формы, поступающие на обмотку возбуждения ОВ ДПР и синхронизирующий вход БОИС. Сигналы, снимаемые с информационных обмоток ИО ДПР, поступают на блок обработки информационных сигналов, который формирует напряжения, управляющие работой силовых транзисторных ключей $T_1 \div T_3$ ЭК и транзисторных ключей $T_4 \div T_5$ емкостного накопителя энергии ЭК. Кроме того, БОИС обеспечивает изменение направления вращения гайки Г в соответствии с командами, поступающими по шинам "Вперед" и "Назад".

Под действием тока, протекающего по статорным обмоткам С0 СРД, коммутируемых силовыми транзисторными ключами $T_1 \div T_3$ ЭК, возникает дискретно поворачивающееся магнитное поле. Оно создает синхронизирующий момент, вращающий гайку Г, которая приводит в движение кодовый винт ХВ.

Конденсатор С совместно с диодом D_4 и транзисторными ключами $T_4 \div T_5$ образуют емкостный накопитель энергии ЕНЭ. ЕНЭ обеспечивает преобразование энергии магнитного поля статорной обмотки СРД при ее отключении в электростатическую энергию конденсатора С и последующую ее передачу на очередную С0 при ее включении.

Пакеты статоров и роторов СРД и ДП набраны из обычной электротехнической стали. В пазах статоров размещены бескаркасные катушки обмоток, пропитанные лаком МП-92. В качестве ротора СРД использована гайка винтовой пары, что позволило рационально использовать объем и получить минимальные габариты актюатора.

Максимальное тяговое усилие, развиваемое актюатором, составляет 800 Н, скорость линейного перемещения - 0,02 м/с.

Управление актюатором осуществляется от позиционера, функциональная схема которого приведена на рис. 3

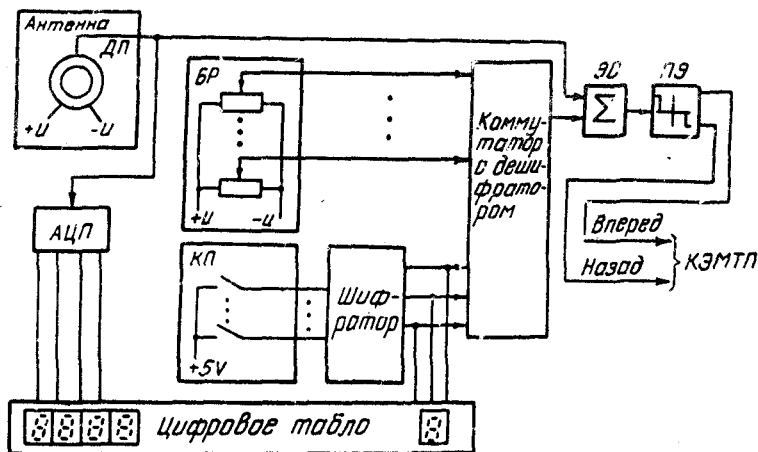


Рис. 3 Функциональная схема позиционера

На рис. 3 приняты следующие обозначения: ДП - датчик положения антенны; АЦП - аналого-цифровой преобразователь; БР - блок резисторов; КП - кнопочный переключатель; ЭС - элемент сравнения; ПЗ - пороговый элемент.

Позиционер обеспечивает дистанционное позиционирование антенны в одном из восьми предварительно заданных блоком резисторов БР положений, переключаемых с помощью кнопочного переключателя КП. На цифровом табло индицируется условный номер ИСЗ и угловое положение антенны в градусах.

Изготовлены и испытаны опытные образцы ЭМП и позиционера.

Проведенные испытания актюатора с позиционером показали, что среднеквадратическая погрешность позиционирования антенны составляет бутл. мин. Система спутникового приема, укомплектованная антенной с актюатором и позиционером, осуществляет посредством оперативного переориентирования апертурной части антенны поочередный устойчивый прием телепередач, ретранслируемых несколькими ИСЗ, наблюдаемых в данном регионе. Время переориентирования антенны с одного ИСЗ на другой не более 30 с.

Так, например, в западных регионах прием осуществляется от шести спутников.

Список литературы

1. Satelliet -TV, Montage van een parabool; Polar - Mount, P. B. Elektron Comput, 1986, Oktober.
2. Лебедев Н. И., Гандшау В. Ч., Явдошек Я. И. . Перспективы применения и промышленного освоения регулируемых ВД для бытовой техники//Всесоюзный научно-технический семинар по электромехатронике: Тез. докл. -Л., 1989. -С. 4-6.
3. Осидач Ю. В., Ткачук В. И. . Параметрический двигатель с полупроводниковым преобразователем//Всесоюзная НТК по электромехатронике: Тез. докл. -Л., 1987. -С. 107-109.