

УДК621.316

**В. П. Самошкин**, канд. техн. наук,  
**Я. Б. Форкун**, канд. техн. наук  
Харьковская национальная академия  
городского хозяйства

## **АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПУТЕВЫХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ**

**Введение.** Научно-технический прогресс, являющийся главным рычагом интенсивности и ускорения социально-экономического развития страны, происходит при все более широком использовании электрической энергии во всех отраслях современного производства. Поэтому при подготовки рабочих специальностей необходимо достаточно подробное изучение теоретических и практических вопросов, связанных с эксплуатацией различных электроустановок. Операторы и наладчики автоматов, автоматических линий, станков с числовым программным управлением, изучают не только устройство и работу конкретных станков, но и их электрооборудование, так как без знаний в области аппаратуры управления куда входят и путевые переключатели невозможно обслуживание станков, в особенности станков с ЧПУ и гибких производственных модулей, связанных в основном с развитием их систем управления, в том числе и управления с помощью микропроцессоров.

Путевые переключатели являются важнейшей и неотъемлемой частью всех станков и комплексов, определяющие их нормальную бесперебойную работу и взаимодействие отдельных механизмов, а так же их частичную или полную автоматизацию.

Путевые переключатели относятся к коммутирующей аппаратуре и обеспечивают автоматическое включение и отключение силовых цепей электроприводов в зависимости от программы управления.

**Изложение основного материала.** Путевой переключатель представляет собой многоэлементную конструкцию, его работоспособность зависит от надежности элементов. Каждый элемент можно рассматривать как невосстанавливаемое изделие, а переключатель в целом - как восстанавливаемое изделие.

Методам оценки надёжности восстанавливаемых изделий и определения характеристик надёжности по результатам испытаний посвящено ряд работ. Однако испытания путевых переключателей на надёжность имеют свои специфические особенности, которые недостаточно освещены в литературе. Элементы переключателей имеют неодинаковый уровень надёжности. Так например, если срок службы контактов достаточно велик, то элементов привода сравнительно мал, что затрудняет оценку долговечности путевого переключателя в целом.

Наиболее надёжным элементом путевых переключателей серии ВК-200 и ВК-300 является штифт. Анализ причин поломки показал, что в условиях эксплуатации пережим привода устанавливается значительно больше того значения, при котором гарантируется выполнение аппаратом установленных функций в заданных условиях эксплуатации, что в значительной степени снижает усталостную прочность штифта, а этот вид отказа по отношению к остальным отказам составляет 52%.

Наиболее надёжным элементом путевых переключателей серии ВПК-200 является пластмассовая панель, анализ причин поломки которой показал, что немаловажную роль в обеспечении высокой надёжности путевых переключателей играют упаковка, транспортировка и правильная затяжка винтов при монтаже. В результате несоблюдения этих требований возникают микротрещины.

Наиболее надёжным элементом путевых переключателей серии ВПК-1000 является привод, причиной отказа которого являются производственные погрешности т.е., разного рода отступления от номинальных данных, указанных в чертежах, нормалях и другой технической документации. Производственные погрешности элементов привода следует рассматривать как следствие влияния нестабильности технологических процессов изготовления деталей, сборки, регулировки и т.п.

К причинам, вызывающим производственные погрешности, следует отнести:

- а) дефекты технологического оборудования (деформации деталей станка, инструмента, неравномерность хода и люфты в управляющих механизмах, неточность шкал, лимбов и т.п.);
- б) методические погрешности, которые присущи данному методу обработки детали;
- в) колебания режимов при прессовании пластмассовых деталей;
- г) неоднородность прессматериала, ошибки рабочего персонала.

Производственные погрешности чаще распределяются по нормальному закону. Характерным для данного закона распределения является то, что построенная по этой функции кривая является своего рода индикаторной диаграммой технологического процесса и таким образом позволяет давать объективную оценку его качества. Другими словами, кривая нормального распределения позволяет судить о стабильности технологического процесса, фиксировать его нарушения, дает представление о влиянии технических изменений, а так же в ряде случаев позволяет устанавливать причины нарушений процесса. Вместе с тем, пользуясь кривой нормального распределения, можно определить количество возможного брака и соответствие между назначенным допуском и точностными возможностями технологического оборудования. Таким образом, контроль основных размеров деталей позволяет значительно повысить надёжность путевых переключателей в условиях эксплуатации, т.к. отказ типа «заклинивание привода» по отношению к остальным отказам составляет 62%.

Отказы элементов путевых переключателей взаимнонезависимы. В этом случае уравнение вероятности безотказной работы переключателя можно записать, используя теорему вероятностей

$$P(t) = \prod_{i=1}^m P_i(t) = \exp \left[ - \sum_{i=1}^m \int_0^t \lambda_i(t) dt \right]$$

где  $P_i(t)$  – вероятность безотказной работы  $i$ -го элемента;

$m$  - количество элементов переключателя;

$\lambda_i(t)$  - интенсивность отказов  $i$ -го элемента переключателя.

Интенсивность отказов элемента можно определить по формуле:

$$\lambda_i(t) = \frac{\Delta n_i(t)}{N_{cp,i}(\Delta t)}$$

где:

$N_{cp,i}$  - среднее количество элементов, исправно работающих в интервале наблюдения;

$\Delta n_i(t)$  - количество элементов, отказавших в интервале наблюдения.

**Вывод.**

По статистическим данным эксплуатации построены функции распределения отказов путевых переключателей серии ВПК-1000, ВПК-2000, ВК-200 и ВК-300 (рис. 1-3) и эксплуатационные характеристики надёжности (рис. 4-6). На рис. 1-3 сплошной линией показаны теоретические функции распределения отказов, кружочками отмечены значения функции, полученные на основании статических данных эксплуатационных испытаний, а пунктирными линиями отмечены верхняя и нижняя доверительные границы функции. Как видно из рис.1-3, эмпирические функции распределения отказов путевых переключателей в условиях эксплуатации на машиностроительных предприятиях могут быть описаны эксплуатационным законом распределения, который подтверждается по критерию Колмогорова. Все экспериментальные точки находятся в доверительном интервале, соответствующем доверительной вероятности 0,8.

Полученные эксплуатационные характеристики надёжности показывают, что для рассматриваемых аппаратов период приработки составляет 250-500 тыс. коммутационных циклов. Для удобства расчётов значение интенсивности отказов принято постоянным и равным среднему значению за период испытаний. Соответствующие характеристики надёжности для различных типов путевых переключателей показаны на рис. 4-6.

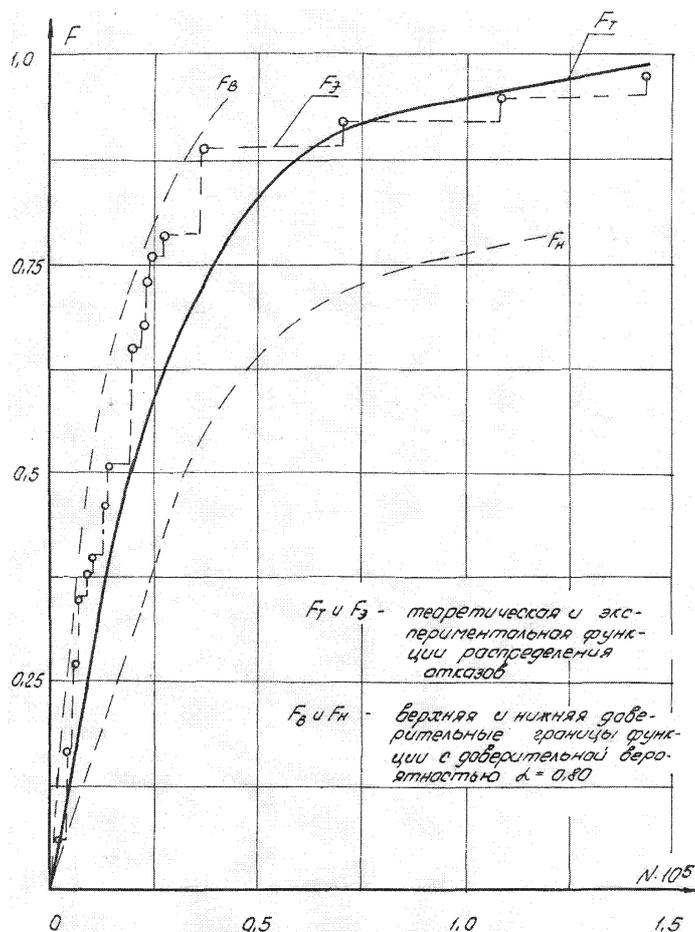


Рис 1. Функция распределения отказов путевого переключателя ВПК – 1000

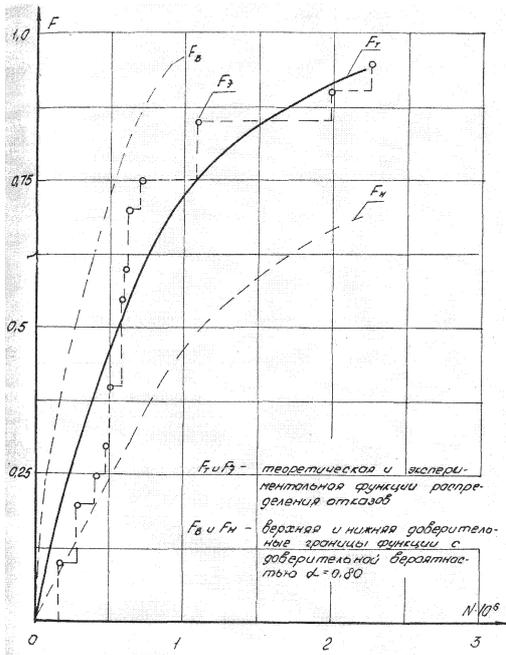


Рис. 2 Функция распределения отказов путевого переключателя ВПК – 2000

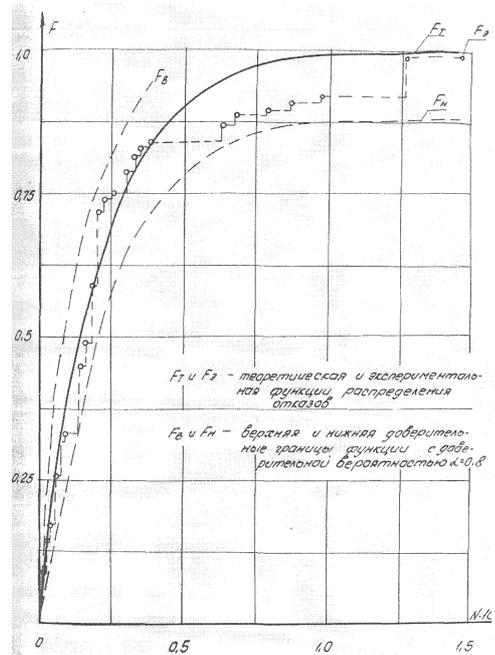


Рис.3. Функция распределения отказов путевого переключателя ВК – 200

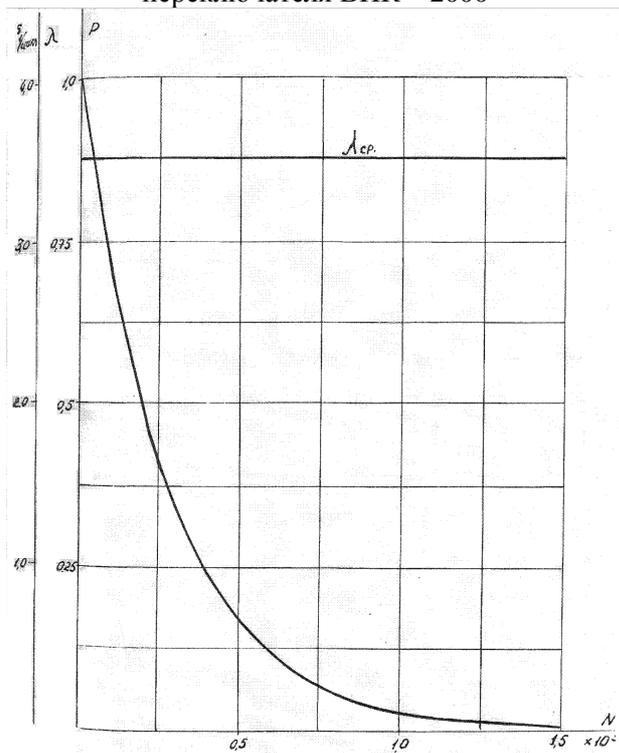


Рис 4. Эксплуатационные характеристики надежности путевых переключателей ВПК – 1000

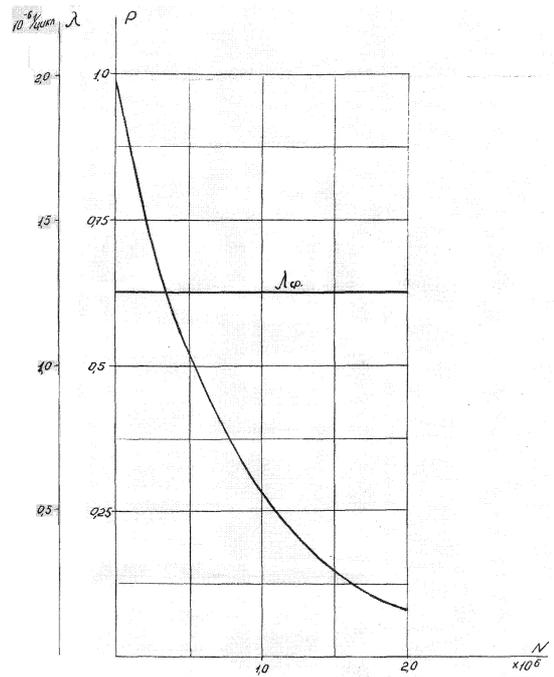


Рис 5 Эксплуатационные характеристики надежности путевых переключателей ВПК – 2000

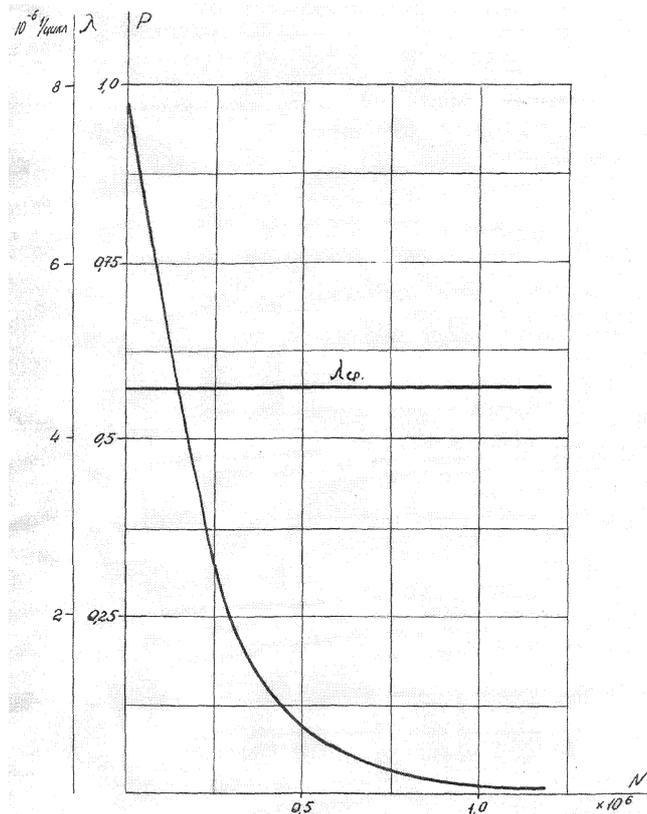


Рис. 6 Эксплуатационные характеристики надежности путевых переключателей ВК – 200

### Литература

1. Шторм Р. «Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества». Перевод с немецкого под редакцией Н.С. Райбман. Издательство «Мир», 1970г.
2. Румшинский Л.З. «Математическая обработка результатов эксперимента». Издательство «Наука», 1971г.
3. Гурман В.Е. Теория вероятностей математическая статистика – М.: Высш. шк., 2002г.
4. Жалдак М.І., Кузьміна Н.М., Берлінська С.Ю. Теорія ймовірностей і математична статистика з елементами інформаційної технології.-К.: Вища школа, 1990р.
5. Ширяев А.Н. «Статистический последовательный анализ». Издательство «Наука», 1969г.
6. Коваленко И.Н., Гнеденко Б.В. Теория вероятностей.-К.: Высш. шк., 1990г.
7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей.-М.: «Наука», 1969г.

### АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПУТЕВИХ ПЕРЕМИКАЧІВ

В.П. Самошкін, Я.Б. Форкун

За статичними даними експлуатації путевих перемикачів типу ВПК-1000, ВПК-2000, ВК-200 і ВК-300 побудовані функції розподілу відмов і експлуатаційні характеристики надійності.

### ANALYSIS OF OPERATING CAPACITY OF THE GROUND SWITCHES

V. Samoshkin, Y. Forkyn

From static data of exploitation of the ground switches of type of VPK-1000, VPK-2000, VK-200 and VK-300 is built the function of distributing of refuses and ekspluatacionnye description of reliability.