

УДК 621.9.04

**БЛОК ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЧАСТИЦ АБРАЗИВА  
В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ  
ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЛЕНТОЧНОГО АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА**

*канд. техн. наук, доц. С.Э. ЗАВИСТОВСКИЙ, А.С. КИРИЕНКО, П.П. РЕДЬКО  
(Полоцкий государственный университет)*

*Представлено описание конструкции и рабочих характеристик блока транспортирования частиц абразива в электростатическом поле для специальной установки по производству ленточного абразивного инструмента с ориентацией положения закрепленных зерен абразива.*

Исходной предпосылкой для проектирования высоковольтного блока транспортирования частиц абразива в электростатическом поле стало решение задачи получения высокоэффективного шлифовального инструмента. Было высказано предположение о том, что наибольшая эффективность процесса резания при шлифовании гибким абразивным инструментом возможна при реализации схемы лезвийного резания, для которой имеются строгие соотношения между параметрами режущего инструмента и положением обрабатываемой заготовки [1].

Результаты проведенных в этой области исследований показали, что наиболее эффективным по критерию производительности обработки является такой ленточный шлифовальный инструмент, все составляющие абразивные частицы которого последовательно участвуют в процессе резания с равными затратами мощности резания, обусловленными равной ориентацией частиц абразива относительно обрабатываемой заготовки.

В соответствии с вышеизложенным наиболее рациональным методом конструирования высокоэффективного ленточного шлифовального инструмента является определенная ориентация с последующей жесткой заделкой частиц абразива на поверхности основы. Ориентация частиц предполагает достижение такого положения частиц абразива, чтобы резание производилось наиболее острыми режущими кромками, образующимися относительно главной оси частицы [2]. Реализовать данный способ ориентации абразивных частиц решено путем транспортирования абразива в электростатическом поле к предварительно проклеенной подложке. С этой целью необходимо было разработать высоковольтное устройство, которое позволило бы создавать электростатическое поле в зоне транспортирования частиц и сообщать абразивным частицам необходимый заряд для последующего их переноса к проклеенной подложке.

В настоящее время известны следующие основные методы сообщения частицам избыточного заряда:

- поляризация в электрическом поле с последующей нейтрализацией зарядов одного знака – индукционная зарядка;
- осаждение на поверхность частицы ионов из объема газа, окружающего частицу – ионная зарядка;
- контактирование частиц, обладающих разнородными физико-химическими свойствами, – статическая электризация [3].

В основу создания высоковольтного блока (ВВ-блока) положено условие ионизации молекул воздуха с последующим взаимодействием образовавшихся ионов с мелкодисперсным абразивным порошком и ориентированным транспортированием абразивных зерен в созданном электростатическом поле коронного разряда. Процесс транспортирования зависит от степени ионизации, величины (дисперсности) зерен, от значения напряжения электростатического поля, конструкции электродов, их полярности и расстояния между ними. Энергетическим параметром указанного процесса является конвективный ток переноса частиц, который в зависимости от перечисленных факторов составляет от 5 до 50 мкА [3].

Напряжение источника обеспечения этого процесса должно иметь величину 20...25 кВ и может достигать отметки 50...100 кВ. Верхние значения напряжения  $U_{вв}$  сопряжены с трудностями электроизоляции высоковольтных цепей (ВВ-цепей), более жесткими требованиями относительно степени влажности среды его использования, наличия близрасположенных металлических конструкций, и в особенности заземленных, и т.п.

Высоковольтные источники (ВВ-источники) могут быть реализованы совершенно по разным схемотехническим решениям или могут использоваться выпускаемые заводами-изготовителями (например, блоки от рентгеновских установок, от специальных защитных высоковольтных средств и т.д.).

В экспериментальном варианте предложено два вида ВВ-блоков.

Первый построен по принципу электроконтактных преобразователей (прерывателей), используемых в авто- и авиатехнике. Принципиальная электрическая схема первого варианта высоковольтного

блока транспортирования частиц абразива в электростатическом поле для специальной установки по производству ленточного шлифовального инструмента представлена на рисунке 1).

Преобразователь выдает на выходе переменное напряжение 6...8 кВ, которое при умножении достигает примерно 25 кВ. Резисторы в выходной цепи выполняют функцию стабилизации конвекционного тока, а также обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала.

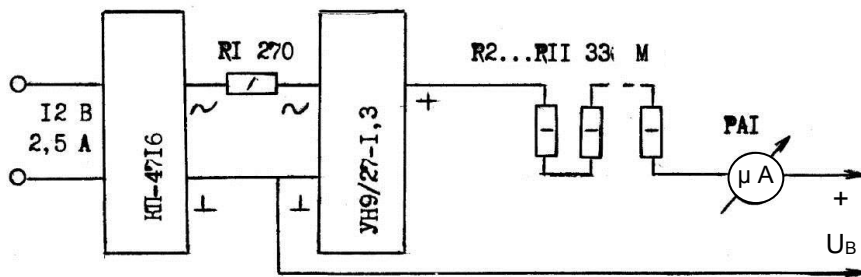


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема экспериментального варианта высоковольтного блока транспортирования частиц абразива в электростатическом поле для специальной установки по производству ленточного шлифовального инструмента

Второй разновидностью является схема полупроводникового двухтактного транзисторного преобразователя, нагруженного на высоковольтный трансформатор с умножителем и работающего на частоте строчной развертки телевидения. Структурная блок-схема второго варианта высоковольтного блока транспортирования частиц абразива в электростатическом поле для специальной установки по производству ленточного шлифовального инструмента показана на рисунке 2.

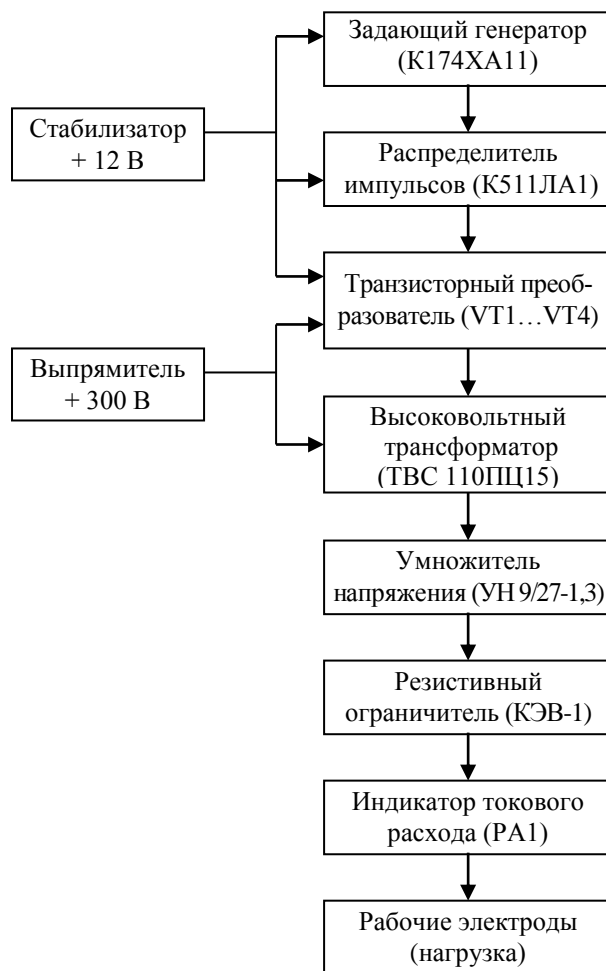


Рис. 2. Структурная блок-схема полупроводникового двухтактного транзисторного преобразователя

экспериментального варианта высоковольтного блока транспортирования частиц абразива в электростатическом поле для специальной установки по производству ленточного шлифовального инструмента  
Данная схема может быть реализована по двум модификациям:

1) с нагрузкой на один высоковольтный трансформатор (ТВС) с множителем высоковольтного напряжения ( $U_{вв} = 25$  кВ);

2) двумя ТВС с множителями высоковольтного напряжения ( $U_{вв} = 50$  кВ).

Каждая из них может перестраиваться на необходимое напряжение изменением (регулированием) питающего напряжения как в меньшую, так и в большую сторону ( $U_{пит.макс} \leq 280$  В). Регулирование питающего напряжения может осуществляться плавно при помощи малогабаритного ЛАТРа ( $I_n < 100$  mA). При режиме только уменьшения питающего напряжения (обычно для двух ТВС) рекомендуется включение неполярного конденсатора в последовательной цепи на входе выпрямительного моста VD7...VD10. Используя выпрямительный мост, в зависимости от характеристик неполярного конденсатора, происходит регулирование питающего напряжения и соответственно регулирование необходимого высоковольтного напряжения, умноженного и снимаемого с двух ТВС. Параметры неполярного конденсатора с напряжениями нитей ( $U_{нит}$ , В) в результате гашения и получаемое соответствующее напряжение высоковольтного блока  $U_{вв}$  представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры конденсатора с соответствующими напряжениями

$C$ , мкФ	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	КЗ
$U_{нит}$ , В	140	170	180	190	200	210	220
$U_{вв}$ , кВ	14	17	19	21	23	25	28

Набором конденсаторов с возрастающей или накопительной емкостью при помощи суммирующего включения можно организовать для этого режима ступенчатое регулирование с требуемым дискретным шагом.

Преобразователь работает в режиме внешнего возбуждения, в качестве задающего генератора которого используется модуль синхронизации от серийного заводского телеприемника (ТВ) или его схема. Используемый во втором варианте высоковольтный блок-модуль синхронизации ИМС К511ЛА1 выполняет функцию распределителя однополярных противофазных импульсов. Трансформатор Т1 является согласующим, а также выполняет функцию гальванической развязки ВВ цепей и питаемых от +12 В. Намоточные данные трансформатора Т1 приведены в таблице 2.

Таблица 2

Намоточные данные трансформатора

№ обмотки	Количество витков	Тип провода	Марка магнитопровода
1 (две)	30×2	ПЭТВ-0,23	К16×10×4,5 М2000НМ1
1 (две)	24×2		

Помехоподавляющий фильтр серийный от серийного заводского телеприемника (ТВ). Конденсаторы С5, С6 используются взрывозащищенного исполнения.

Настройка ВВ-блока осуществляется при подаче пониженного питания ( $U_{пит.} = 30...40$  В), и при появлении на экране осциллографа соответствующих прямоугольных импульсов питающее напряжение доводят до номинального, контролируя токовый расход первичной обмотки ТВС и нагрев теплоотводящих радиаторов на транзисторных преобразователях VT3, VT4. При этом питание трансформатора Т3 осуществляется номинальным нерегулируемым напряжением. Регуляторы R14, R25 устанавливаются на симметричный прямоугольный импульс длительностью 64 мкс (амплитуда порядка 11 В) на клемме «СИ запуска».

При отсутствии запуска включением непосредственно на полное напряжение следует увеличить количество витков вторичных обмоток на несколько единиц. При этом необходимо помнить, что увеличение витков вторичных обмоток вызывает рост тока в цепи выходных транзисторов и увеличение ими потребляемой мощности, а также рост температуры нагрева [3].

Данный блок хорошо зарекомендовал себя в ходе проводимых экспериментов по транспортированию в электростатическом поле абразивных материалов при проектировании метода получения специального ленточного шлифовального инструмента.

В связи с этим ВВ-блок нашел применение в разработанной для реализации этого метода конструкции опытной установки для производства специального лентошлифовального инструмента. На рисунке 3 показано крепление основных узлов высоковольтного блока на раме опытной установки.

Установка выполнена в вертикальном исполнении из двух основных блоков: лентопротяжного с проклеивающим блоком и сушильными камерами; ВВ-блока.

На сварной раме, стоящей на виброопорах, смонтирован лентопротяжный механизм, приводимый в движение электродвигателем через клиноременную передачу посредством шкивов. Лента располагается в бобинах.

В конструкцию ВВ-блока входит электронная часть в изолирующем корпусе, от которого передается положительный и отрицательный заряды по высоковольтным проводам к электроду в насыпном бункере и экрану. Лента, предварительно проклеенная, протягивается между бункером и экраном. При воздействии электростатического поля на абразивные материалы они транспортируются к ленте и внедряются в клеевой слой.

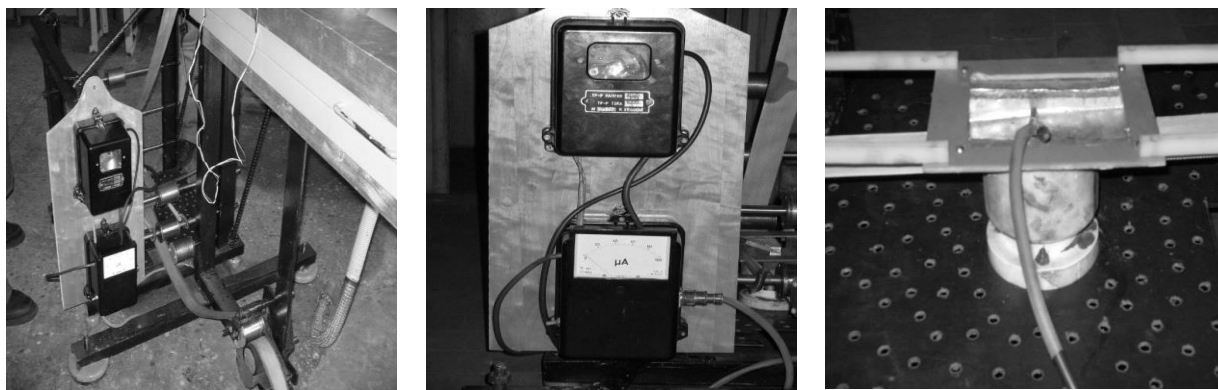


Рис. 3. Расположение основных узлов ВВ-блока в конструкции опытной установки для производства специального лентошлифовального инструмента

Установка обеспечивает достижение следующих технических характеристик:

- диапазон изменения угла ориентации зерен абразива (переднего угла резания) – до  $\pm 15^\circ$ ;
- ширина исходной текстильной ленты – 60 мм;
- емкость приемного барабана – до 500 м;
- диапазон изменения скорости протягивания ленты – от 0,5 до 1 м/мин;
- максимальный электростатический потенциал высоковольтного генератора – до 50 кВ;
- диапазон изменения дистанции напыления – от 0,01 до 0,1 м;
- диапазон регулирования подачи дисперсного абразива – до 0,5 кг/мин.

В результате воздействия электростатического тока, вырабатываемого ВВ-блоком установки, происходит формирование заряженного диполя с последующей его ориентацией вдоль главной оси абразивного зерна, а затем отрыв, полет и внедрение заряженного зерна в проклеенную тканевую основу, таким образом происходит формирование поверхности абразивного материала с ориентацией положения зерен абразива [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Завистовский С.Э., Завистовская Т.И., Кириенко А.С. Рационализация конструкции и особенности технологии изготовления оптимального абразивного инструмента // Современные методы проектирования машин. Расчет, конструирование и технология изготовления: Сб. тр. первой Междунар. науч.-техн. конф. – Мн., 2002. – С. 27 – 31.
2. Завистовский С.Э. Аналитическая оценка конструкции оптимального абразивного инструмента по стохастическому критерию // Материалы, технологии и оборудование для упрочнения и восстановления деталей машин: Тем. Сб. / Под общ. ред. П.А. Витязя, С.А. Астапчика. – Мн.: Технопринт; Новополоцк: ПГУ, 2003. – С. 367 – 369.
3. Телевизоры цветного изображения: Справочное пособие / Под ред. В.И. Кирилова. – Мн.: Высшая школа, 1988. – 304 с.
4. Завистовский С.Э., Кириенко А.С. Проблемы изготовления специального инструмента для отделочной обработки восстановленных шеек коленчатых валов // Научные проблемы и перспективы разви-

тия ремонта, обслуживания машин, восстановления и упрочнения деталей: Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. – М., 2004. – С. 42 – 45.