

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Периферийные устройства

**Лекция №9**  
**Принтеры**

# Классификация принтеров

**Принтеры** (print – печатать, используется также термин «печатающие устройства») – устройства, предназначенные для вывода текстов, графиков, изображений и фиксации их на бумаге, специальной пленке.

Принтеры можно классифицировать по целому ряду признаков: по технологии вывода и фиксации изображения, по скорости печати, по разрешению, с которым принтер способен наносить на бумагу точки изображения, по размерам бумажного носителя.

Наиболее важное значение имеет классификация по технологии печати. Это связано с тем, что технология печати определяет и все остальные характеристики принтера. По этому признаку принтеры делятся на:

# Классификация принтеров

Принтеры ударного действия;

Струйные принтеры;

Термические принтеры;

Электрофотографические (лазерные  
принтеры).

# Принтеры ударного действия

В принтерах ударного действия нанесение изображения на бумагу или иной носитель осуществляется посредством удара литерой через красящую ленту.

Основные преимущества такой технологии – низкая стоимость расходных материалов, возможность печати на самых разнообразных материалах, возможность одновременного получения оригинала и точных его копий.

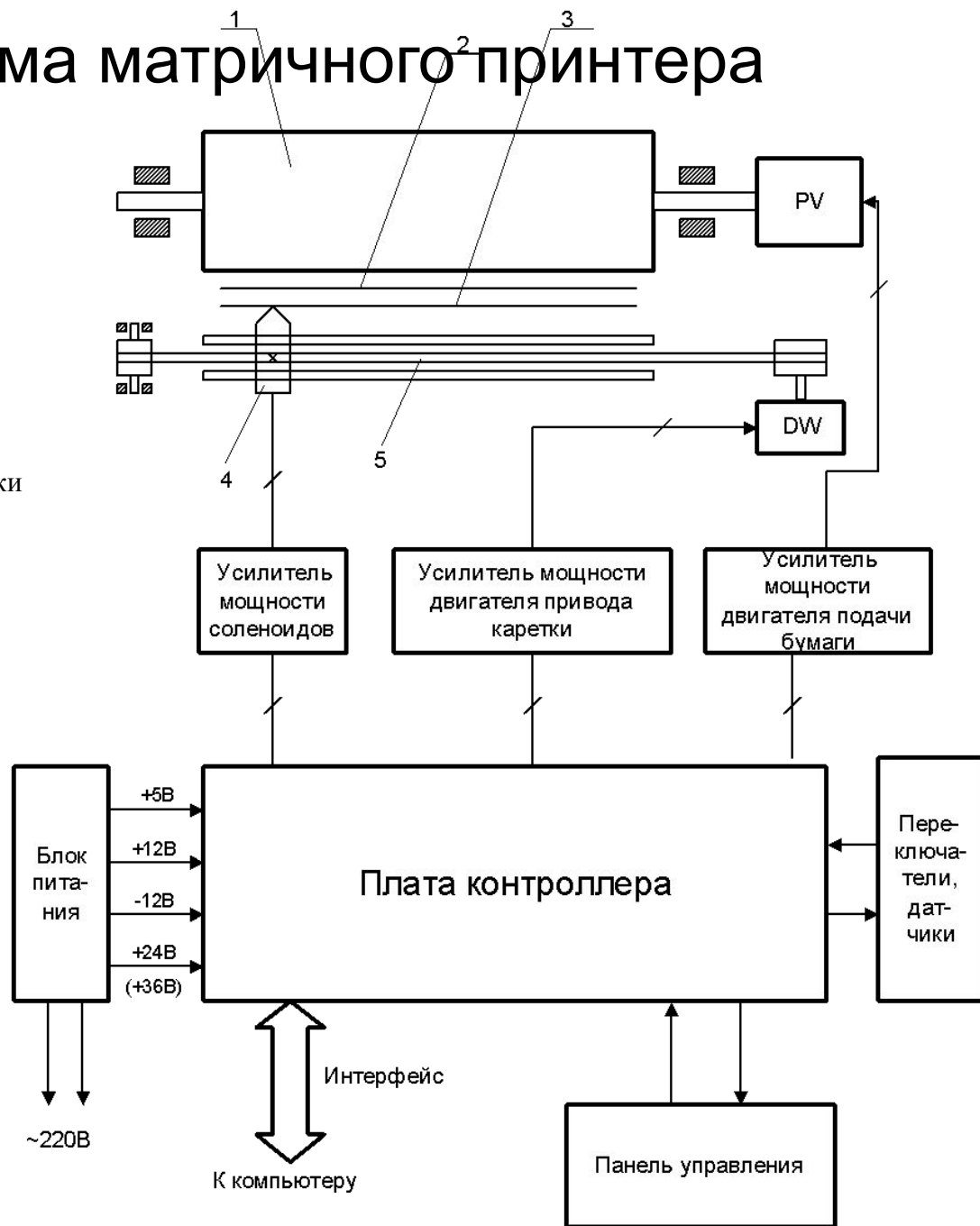
Основным недостатком принтеров этого типа являются высокий уровень шума, низкое качество печати изображений, недостижимость качественной цветной печати.

# Принтеры ударного действия

Матричные принтеры ударного действия наносят изображение на бумагу или иной носитель путем удара через красящую ленту специальными иголками, расположенными в виде ряда или прямоугольника (матрицы). Поскольку выводимые символы образуются одновременными ударами по ленте некоторой комбинацией иголок, в принтерах данного типа можно получить при печати шрифты различного начертания и размера, а также сложные изображения. Однако при данной технологии невозможно получить качественную цветную печать, да и символьную также. Матричные (называемые еще игольчатыми) принтеры (Dot Matrix Printer) долгое время являлись стандартным устройством вывода для РС.

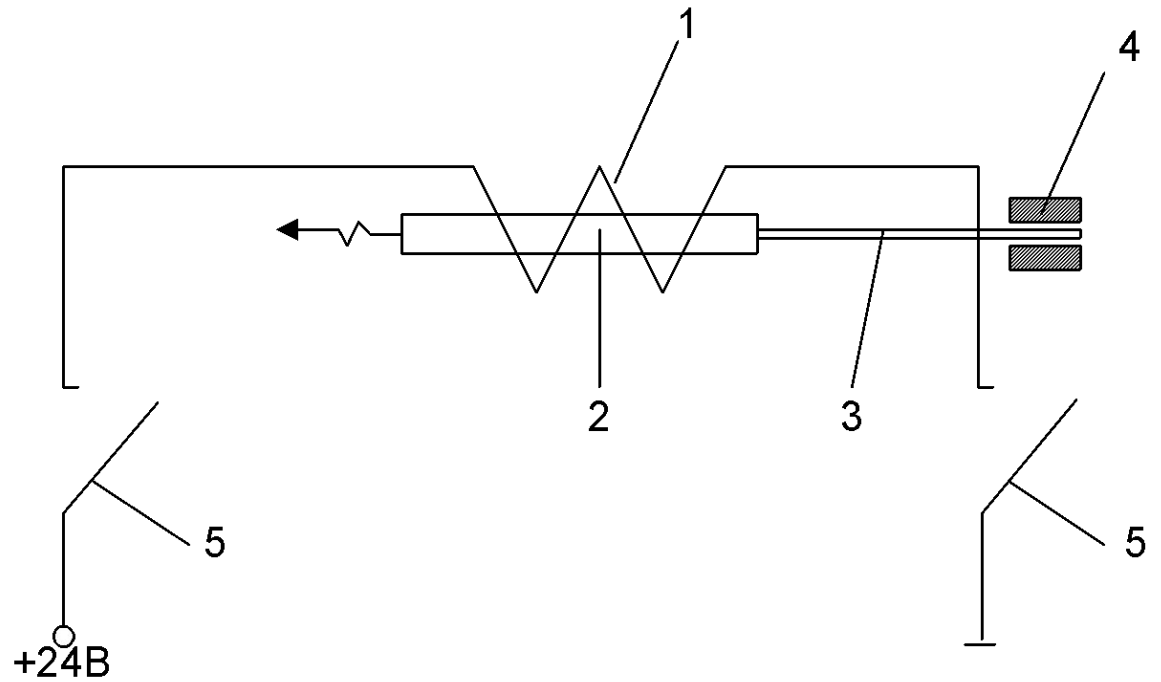
# Структурная схема матричного принтера

- PV – шаговый двигатель подачи бумаги,  
DW – шаговый двигатель привода каретки;  
1 – бумагопротяжный барабан;  
2 – бумажный носитель;  
3 – картридж с красящей лентой;  
4 – каретка с установленной печатающей головкой;  
5 – зубчатый ремень, передающий движение от шагового двигателя привода каретки



# Принцип управления иглками печатающей ГОЛОВКИ

- 1 – обмотка электромагнита (соленоид),
- 2 – сердечник из магнитного материала;
- 3 – игла;
- 4 – направляющие из твердого износостойчивого материала;
- 5 – ключевые транзисторы, управляемые усилителями мощности



## Матричные принтеры

Достоинства этих принтеров определяются, в первую очередь, их универсальностью, которая заключается в способности работать с любой бумагой, а также низкой стоимостью печати. Если необходим принтер, который должен целый день без перерыва печатать различные формуляры, то целесообразно использовать именно матричный принтер. Матричный принтер может иметь либо печатающую головку, либо печатающую планку (в последнем случае принтер называют строчным). В печатающей планке строчного принтера размещено столько иглонок, сколько необходимо для формирования матрицы строки. Поэтому строка печатается целиком за один такт, что дает скорость печати до 1500 строк в минуту (примерно 20 страниц в минуту). Этот тип принтеров обеспечивает механическое копирование с помощью копировальной бумаги, что делает их востребованными в банках.



# Струйные принтеры

При струйной печати изображение формируется из капель краски, каким-либо образом доставляемых на бумагу или иной носитель. Струйные принтеры обеспечивают относительно матричных высокое качество печати. При использовании данной технологии легко организовать цветную печать. Струйные принтеры работают практически бесшумно, могут печатать не только на бумаге, но и на специальных пленках для проекторов или для последующего перевода изображения на ткань. Несмотря на дорогие расходные материалы, струйные принтеры являются достаточно распространенными.

# Конструкция струйного принтера

Большинство узлов струйного принтера совпадает с узлами матричного принтера. В них также присутствует бумагопротяжный барабан, контроллер с оперативной буферной памятью, привод печатающей головки. Различие заключается в конструкции печатающей головки.

# Конструкция струйного принтера

Печатающая головка струйного принтера может иметь различную конструкцию.

Головка (картридж) может иметь встроенную систему хранения и подачи чернил. Принтер в этом случае только имеет гнездо для установки печатающей головки. В этом гнезде имеются контактные пластины, предназначенные для передачи управляющих сигналов в систему генерации капель (собственно, печатающую головку). Подобная система применяется, например, в принтерах фирм Hewlett-Packard и Canon. Применение такой головки позволяет упростить конструкцию принтера, а также повысить надежность принтера, поскольку при выходе из строя головки ее легко заменить, детали самого принтера в ремонте не нуждаются.

# Конструкция струйного принтера

Перемещающаяся каретка может иметь одно или несколько гнезд под картриджи. Например, принтер HP-670C имеет гнезда для одновременной установки цветного и черного картриджей. Принтер фирмы Canon VJC-1000, наоборот, имеет одно гнездо для установки картриджа, в которое можно устанавливать либо головку для цветной печати, либо головку с большим объемом резервуара с черными чернилами.

- Недостаток схемы: так как головка сделана сменной, это делает дорогими расходные материалы к принтерам данного типа.

# Конструкция струйного принтера

Существует другой тип струйных принтеров, в которых головка (система генерации чернил) стационарно устанавливается на перемещающуюся каретку. В печатающую головку устанавливают сменные резервуары с чернилами, не содержащие никаких дорогостоящих деталей. При этом принтер оснащается специальной системой заправки, обеспечивающей правильное заполнение печатающей системы при установке нового резервуара.

- Достоинством такой системы является: относительная дешевизна расходных материалов; более высокое разрешение. В стационарную печатающую головку, как правило, устанавливают более качественную печатающую систему (она не входит в цену расходных материалов).
- Принтеры от Epson, использующие такую систему, обеспечивают более высокое разрешение, чем струйные принтеры от Hewlett-Packard или Canon.

# Конструкция струйного принтера

Недостатки такой схемы принтеров следующие.

- Невозможность использования резервуаров (картриджей) разных цветов. Печатающую головку, печатавшую ранее черными чернилами, нельзя заправлять чернилами другого цвета. Более того, следует крайне осторожно подбирать расходные материалы. Если в установленных картриджах чернила окажутся несовместимыми с теми, которые использовались ранее, то их смешение в системе подачи и генерации чернил может вызвать закупоривание сопел. Закупоривание сопел может потребовать замены печатающей головки и системы подачи чернил. **Заметим, что стоимость печатающей головки и системы подачи чернил приближается к 2/3 стоимости нового принтера!**
- При длительном бездействии сопла печатающей головки закупориваются засыхающими чернилами. По этой причине принтеры со стационарной печатающей головкой рекомендуется приобрета

# Конструкция струйного принтера

При длительном бездействии сопла печатающей головки закупориваются засыхающими чернилами. По этой причине принтеры со стационарной печатающей головкой рекомендуется приобретать, когда предполагается часто печатать.

Для защиты печатающей головки от засыхания чернил в неработающем принтере в нем устанавливаются специальные приспособления. При отключении принтера печатающая головка отводится на специальный «парковочный» участок и под сопла подводятся специальные заглушки, устраняющие контакт с воздухом. Перед работой печатающая головка проводится над специальным скребком, очищающим ее рабочую поверхность.

Печатающие головки могут плохо работать с чернилами, изготовленными на основе растворителя, отличающегося от фирменного, или с чернилами, имеющими вязкость, отличную от расчетной.

# Конструкция струйного принтера

Бумагопротяжный механизм струйных принтеров во многом схож с бумагопротяжным механизмом матричных принтеров. В отличие от матричных принтеров, бумагопротяжный вал в струйных принтерах, как правило, не имеет ручной протяжки бумаги, так как принтеры оснащаются устройствами автоматической загрузки бумаги стандартных форматов. Некоторые принтеры оснащаются лотками для чистой бумаги и отпечатанных страниц.



# Технологии струйной печати

В настоящее время применяются следующие технологии, все они основаны на построении изображения из капель чернил, выбрасываемых через специальные сопла на носитель (бумагу или пленку).

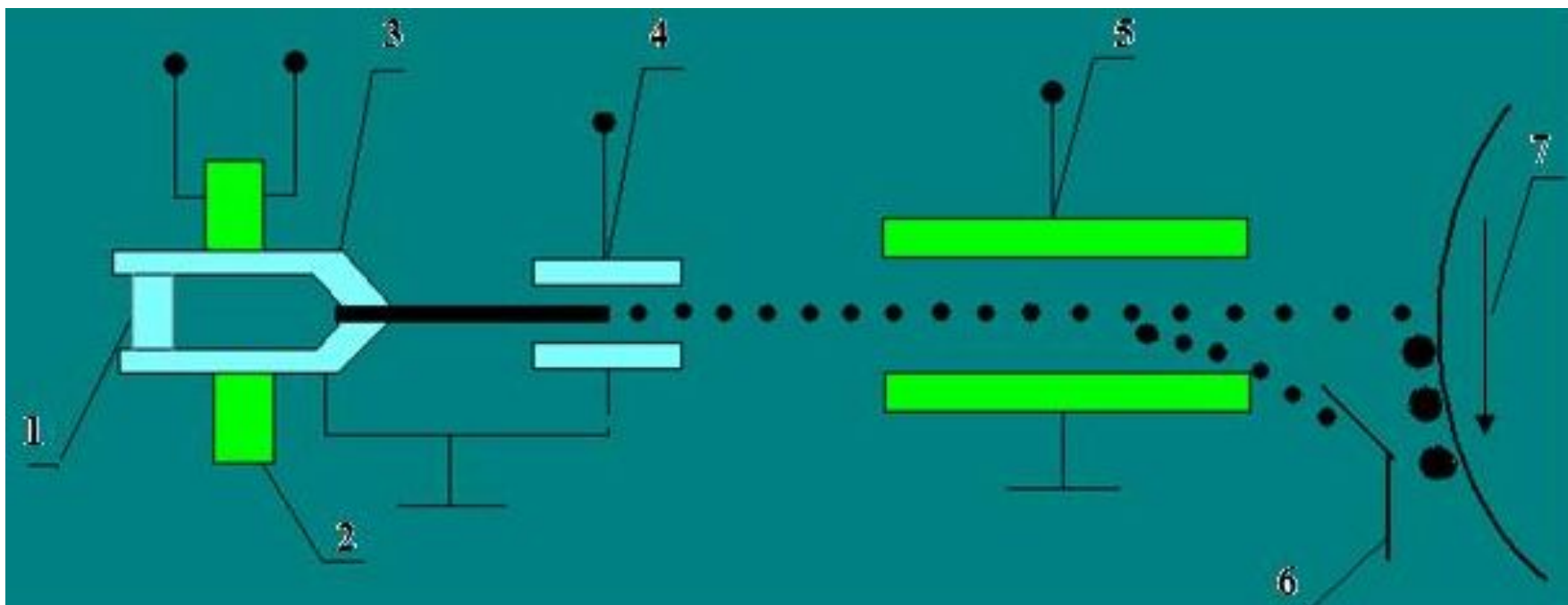
1. Струйная печать с электростатическим управлением. Управление движением капель чернил осуществляется электростатическим полем. Эта технология применяется, например, в принтерах, предназначенных для маркировки товаров.
2. Термоэлектрическая (пузырьково-струйная – *bubble-jet*) печать. Капли чернил выбрасываются на носитель за счет давления расширяющихся пузырьков пара. Пар образуется при испарении растворителя чернил под действием специального нагревателя. Технология применяется в принтерах фирм Canon и Hewlett-Packard.
3. Пьезоэлектрическая (*piezoelectric*) печать. Чернила выбрасываются на носитель за счет колебания активных пьезоэлементов, находящихся в соплах печатающей головки. Технология применяется в принтерах фирм Epson и Oki.

## Технологии струйной печати

Струйные принтеры разделяют также на две большие группы по следующему признаку: чернила через сопла выбрасываются непрерывно или только при необходимости.

- Если чернила выбрасываются непрерывно, метод печати относится к группе «непрерывный поток чернил» (*Continuous InkJet = CIJ*). В таких принтерах чернила выбрасываются соплом непрерывно, а на носитель направляются по мере необходимости. Это позволяет повысить быстродействие печатающей головки, так как формирование новой капли может занимать гораздо больше времени, чем перенаправление готовых чернил. .
- В обычных принтерах капли чернил выстреливаются на носитель только по мере надобности, и метод печати относится к группе «капля по требованию» (*Drop on demand = DOD*). Принтеры этой группы, как правило, имеют меньшее быстродействие, чем устройства группы CIJ. К этой группе относятся принтеры пузырьково-струйной и пьезоэлектрической печати.

# Печатающая головка с электростатическим управлением

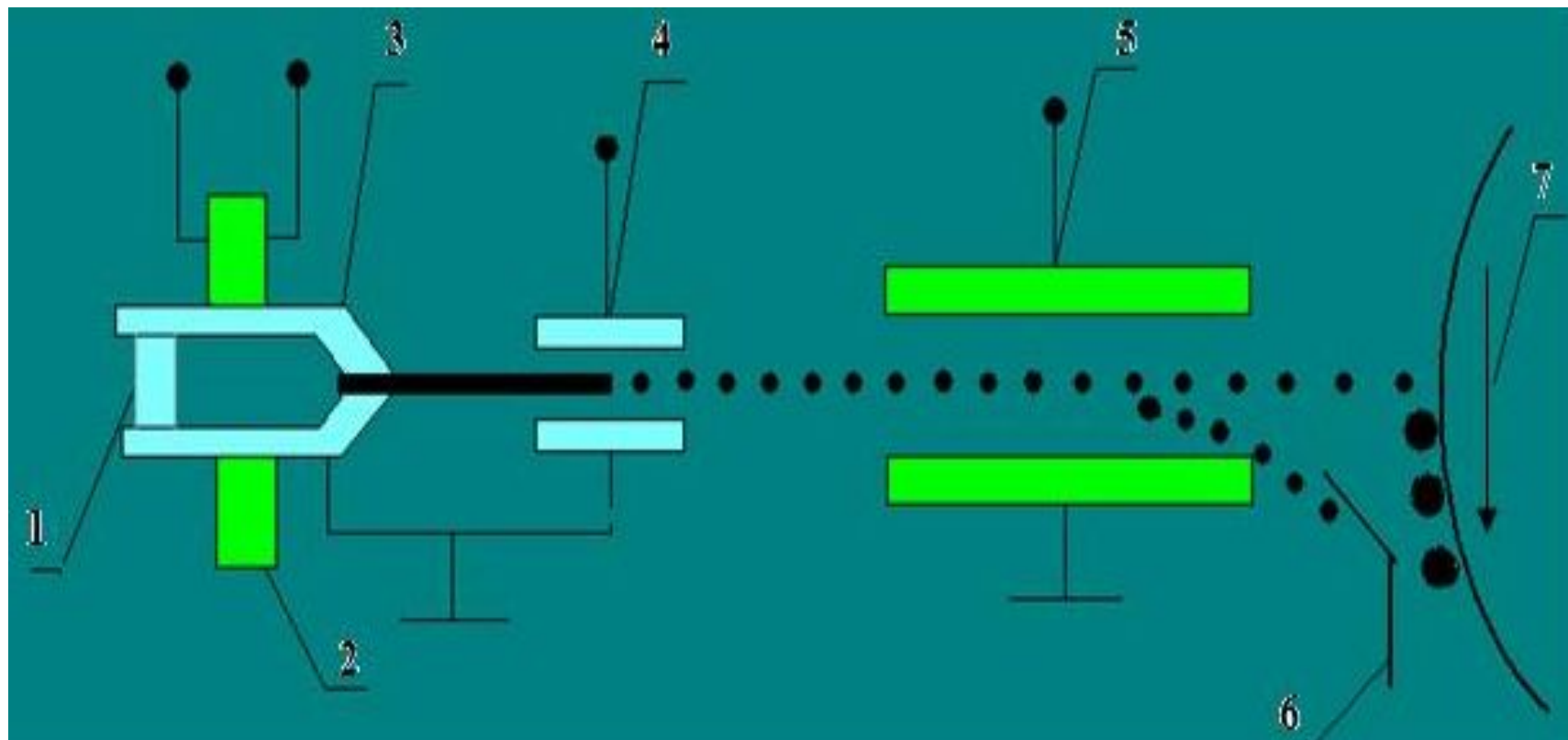


## **Печатающая головка с электростатическим управлением**

Как известно, если некоторое тело (капля чернил в печатающей головке принтера) зарядить электрическим зарядом и затем заставить двигаться между заряженными электродами, то путем изменения заряда этих электродов можно изменять траекторию движения тела. Если множество таких заряженных тел летят друг за другом, изменяя их траекторию нужным образом и направляя их на некоторую поверхность, можно заставить их образовать там некоторую фигуру.

В печатающей головке принтера капли чернил либо отклоняются в специальный сборник, либо пролетают дальше и образуют изображение на бумаге, заряженной в принтер.

# Печатающая головка с электростатическим управлением



## Печатающая головка с электростатическим управлением

Цифрами на рисунке обозначены следующие компоненты печатающей головки:

1. Фильтр предназначен для защиты сопел и остальные частей печатающей системы от попадания частиц пыли и иных примесей, которые могут оказаться в чернилах

2. Вибратор, генерирующий ультразвуковые колебания. Для получения равномерной струи чернил, выбрасываемой из сопла, оно непрерывно встряхивается вибратором с частотой около 100 кГц.

## Печатающая головка с электростатическим управлением

3. Сопло: предназначено для образования ровной однородной струи чернил. Для получения равномерного потока чернил оно должно быть изготовлено с высокой точностью.

Для формирования струи (и, соответственно, капель) нужной формы, а также придания каплям необходимой скорости чернила подаются к соплам под давлением. Это давление может создаваться при помощи насоса или путем подачи заряжающим электродам необходимо приложить высокое напряжение, в составе принтера должны присутствовать источник такого напряжения и устройства управления им.

# Печатающая головка с электростатическим управлением

4. Заряжающий электрод представляет собой полый цилиндр, к которому приложено напряжение. Пролетая через этот цилиндр, струя чернил дробится на капли, которые приобретают электрический заряд. Именно это позволяет управлять дальнейшим движением капель.
5. Управляющие электроды предназначены для отклонения чернил (управления их движением).

Для придания электродам необходимого заряда к ним прикладывают высокое напряжение. Как видно на рисунке, пролетая мимо управляющих электродов, капли чернил либо не изменяя свою траекторию и попадают на носитель, либо отклоняются от прямого пути и отводятся в специальный сборник чернил.



# Печатающая головка с электростатическим управлением

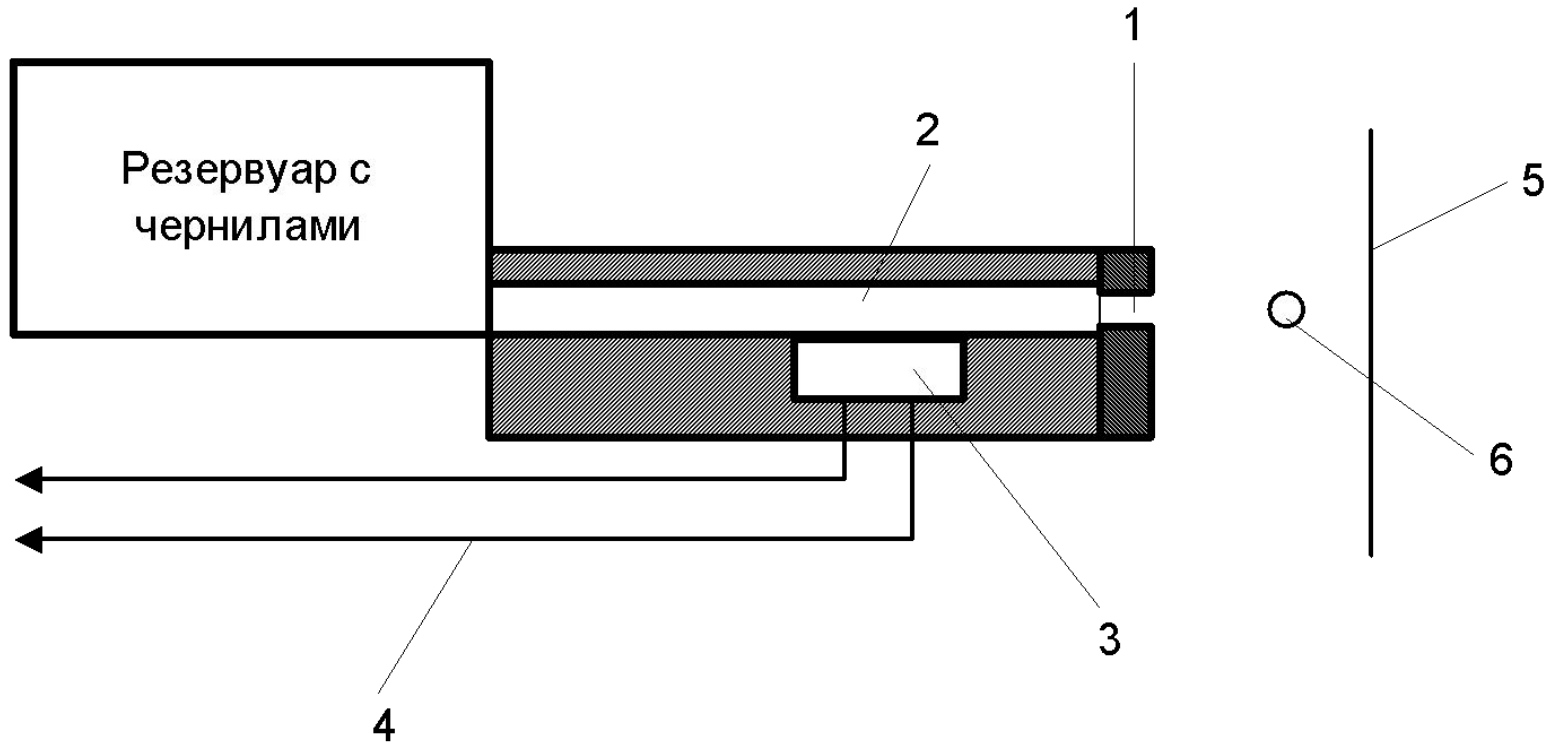
- 6 . Сборник чернил предназначен именно для сбора чернил, отклоняемых от носителя. Собранные в нем чернила могут затем использоваться вновь. Это позволяет экономить, чернила, однако при повторном использовании может возникнуть необходимость контроля их вязкости и добавления растворителя.
7. Вращающийся барабан в зависимости от типа принтера может быть либо бумагопротяжным валом, протягивающим бумагу (или пленку) мимо печатающей головки, либо промежуточным валом. В некоторых принтерах изображение первоначально формируется на промежуточном вале, а затем переносится на носитель путем прокатывания по нему вала.

# Пузырьково-струйная (термоэлектрическая) печать

Разные фирмы в своих рекламных проспектах называют эту технологию по-разному. В материалах Hewlett-Packard предпочтение отдается названию «термоэлектрическая печать», в то время как в фирме Canon ее предпочитают называть пузырьково-струйной.

Как правило, пузырьково-струйные печатающие головки объединяются с емкостью для чернил. Однако встречаются пузырьково-струйные печатающие головки со сменными чернилами (в некоторых принтерах фирмы Canon).

# Конструкция печатающей головки



# Конструкция печатающей головки

Конструкция головки пузырьково-струйной печати:

*1* – сопло; *2* – канал для подвода чернил к соплу; *3* – нагревательный элемент; *4* – проводники для подвода управляющих сигналов; *5* – бумага; *6* – капля чернил.

## Работа печатающей головки

Нагревательный элемент нагревает чернила в подводящем канале до кипения растворителя и образования пузырьков пара. Нагревательные элементы для современных печатающих головок изготавливаются из полупроводниковых материалов, позволяющих быстро получать нужную температуру. Помимо этого, нагревательные элементы должны быстро остывать, чтобы после печати точки быстрее были готовы к печати.

Быстрый нагрев нужен для прогрева прилегающего слоя чернил до температуры кипения растворителя, быстрого образования и расширения пузырька пара. Растворитель, используемый при изготовлении чернил, должен иметь низкую температуру кипения.

Для работы элемента, нагревающего чернила, подается напряжение при помощи проводников. Одними концами проводники соединяются с нагревательным элементом, другие концы выводятся на контактную пластину, которая соединяет проводники с контактами гнезда.

Чернила должны иметь требуемую вязкость, размер твердых частиц, температуру кипения растворителя, отсутствие посторонних примесей. Использовать следует только чернила, указанные для данного принтера. Даже фирменные чернила, но для другой марки принтера этой же фирмы могут привести к некачественной печати.

# Пьезоэлектрическая печать

В пьезоэлектрической технологии для выбрасывания чернил из сопел используется механическая система: капли чернил выталкиваются из сопел за счет колебаний пластины, обладающей пьезоэлектрическими свойствами.

Пьезоэффект – способность некоторых материалов создавать электрический заряд при деформации или изменять свою форму под действием приложенного напряжения

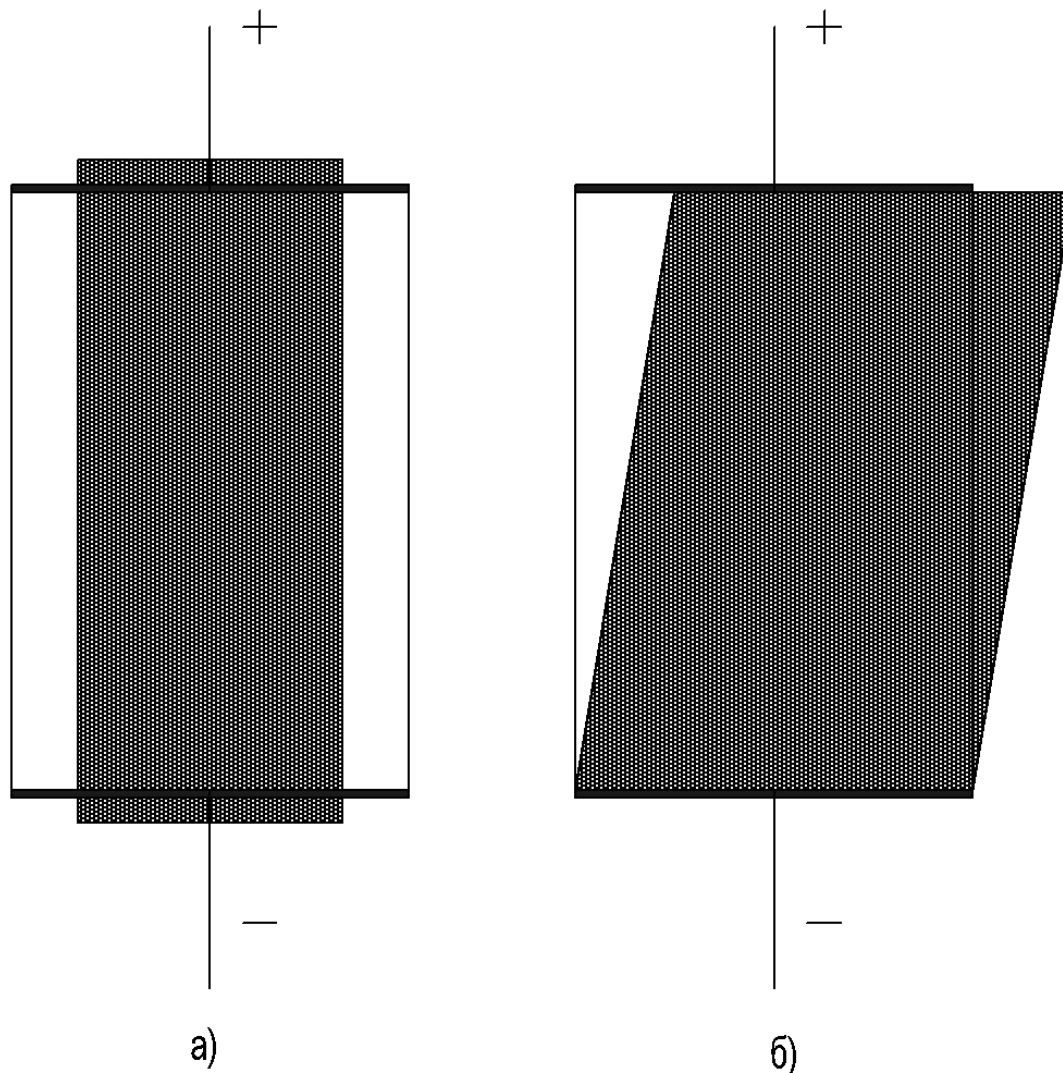
# Пьезоэлектрическая печать

При изготовлении пьезоэлектрической печатающей головки можно использовать разные типы деформации пьезокристаллов. Они различаются по тому, каким образом изменяется форма пьезоэлемента при приложении к нему электрического напряжения.

В настоящее время в производимых печатающих головках используются два вида деформации – продольная и сдвиговая

# Виды деформации, используемые в печатающих головках

Рис.



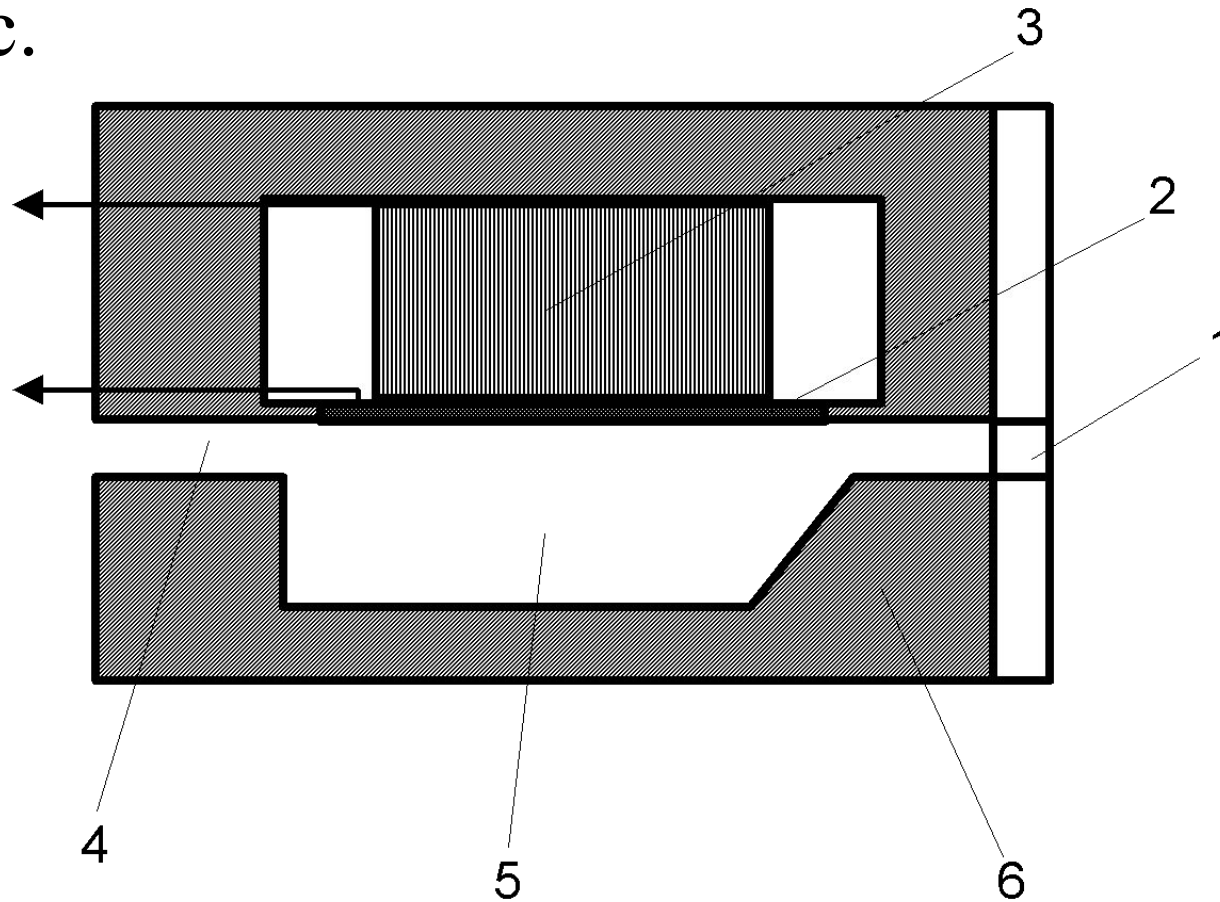


## Виды деформации, используемые в печатающих головках

При продольной деформации происходит изменение формы, приведенное на рис. *а*.  
При сдвиговой деформации происходит изменение формы, приведенное на рис. *б*.

# Упрощенная схема печатающей головки, использующей продольную деформацию

Рис.



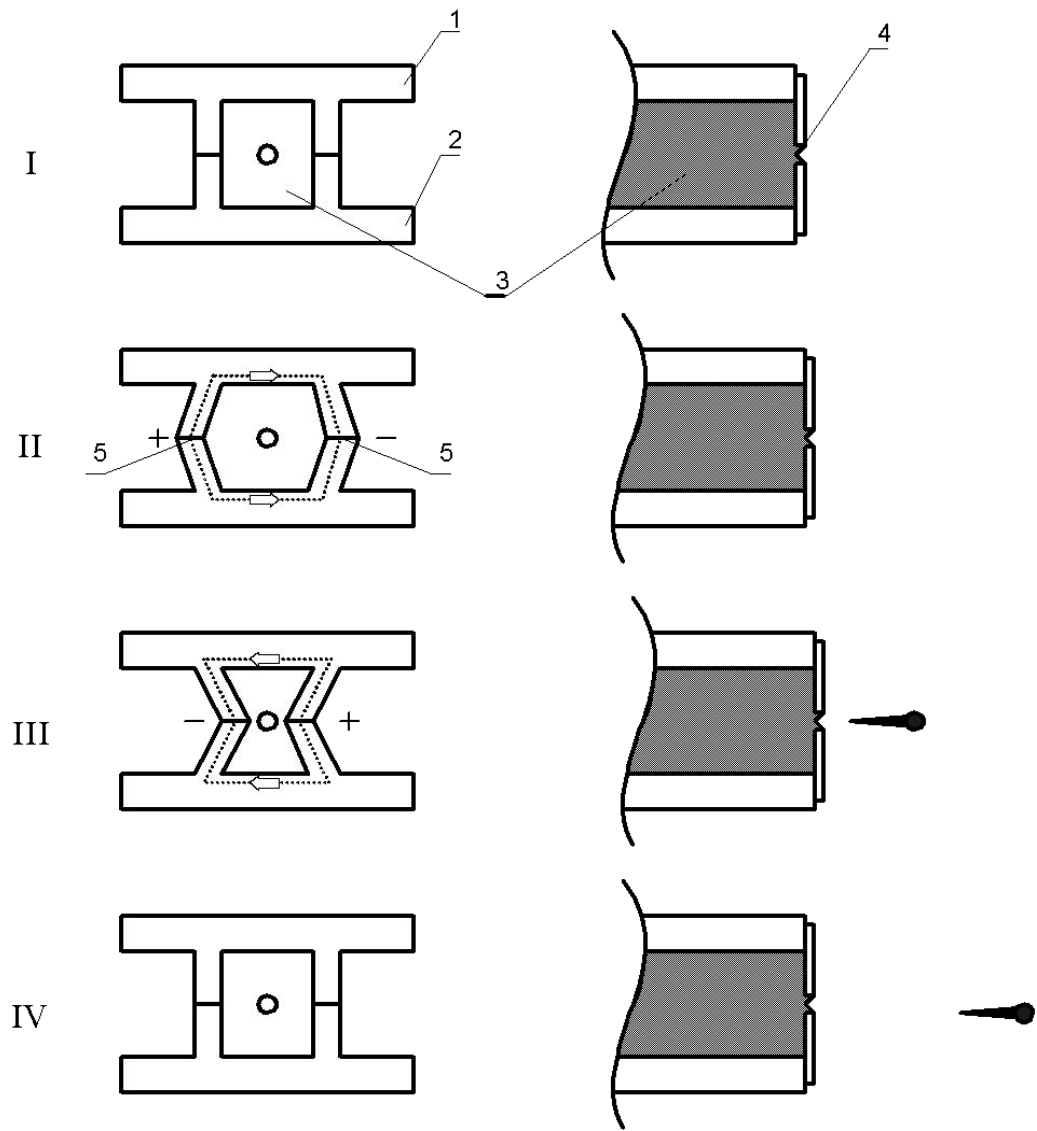
# Упрощенная схема печатающей головки, использующей продольную деформацию

На рис.: 1 – сопло; 2 – мембрана; 3 – пьезоэлемент с выводами; 4 – подводящий чернила канал; 5 – камера с чернилами; 6 – корпус.

Работает печатающая головка следующим образом. При подаче на пьезоэлемент управляющего сигнала происходит изменение его формы, что создает импульсное давление на мембрану. Мембрана выгибается в сторону камеры с чернилами и вытесняет некоторое количество чернил из сопла. Хотя увеличение толщины активного элемента мало, за счет большой площади мембраны вытесняется капля достаточных размеров. **Регулируя напряжение, подаваемое на пьезоэлемент, можно формировать размер выталкиваемых капель.**

# Головки на основе сдвиговой деформации пьезоэлемента

Рис.



# Головки на основе сдвиговой деформации пьезоэлемента

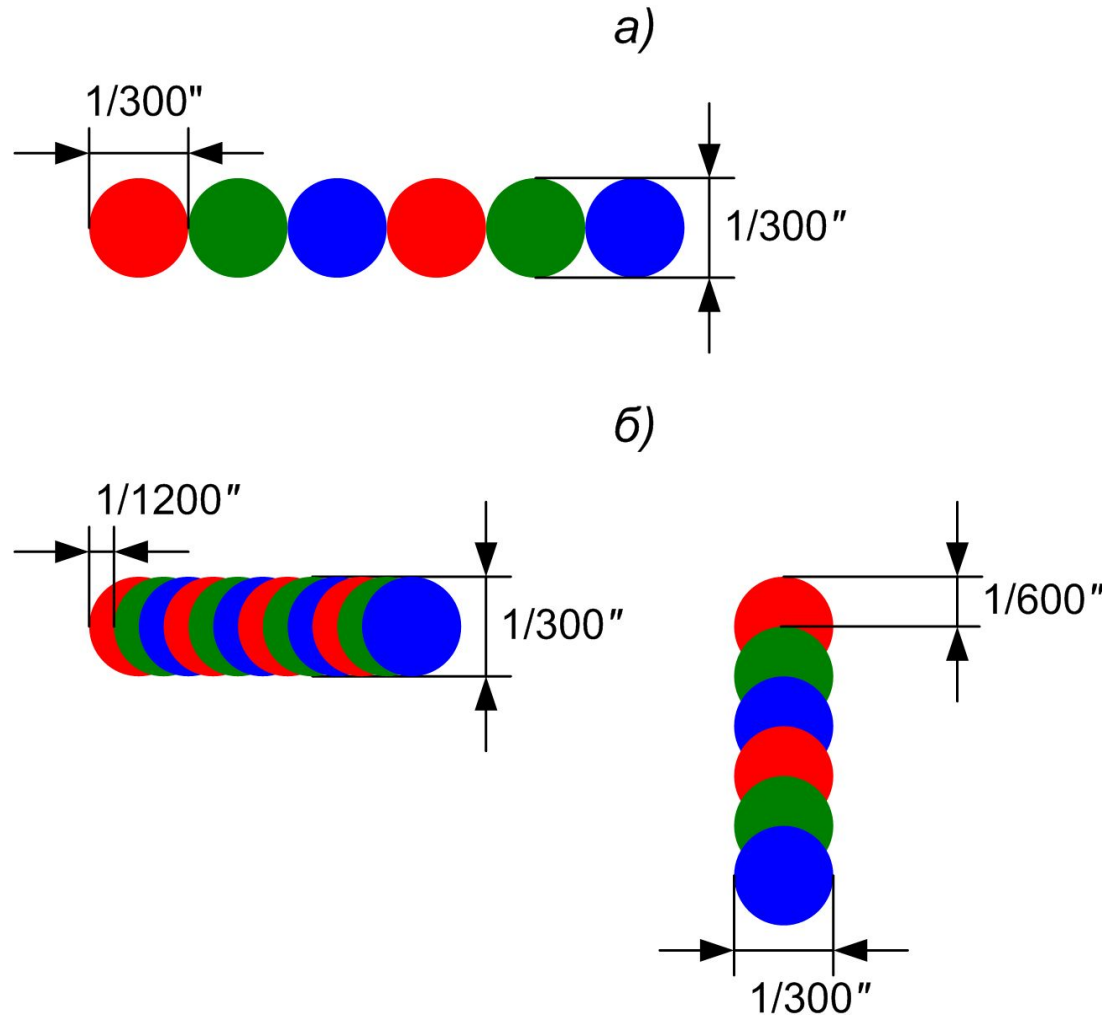
1 – верхняя пьезоэлектрическая пластина; 2 – нижняя пьезоэлектрическая пластина (выступы верхней и нижней пластин, смыкаясь, образуют боковые стенки камеры); 3 – в эту камеру подаются чернила; 4 – сопло – отверстие, через которое вылетают капли чернил (оно выполняется не в пьезоэлектрическом материале, а в специальной пластине из металла (для придания прочности)); 5 – точки приложения управляющего напряжения (в местах соединения выступов пластин прокладываются проводники для подачи управляющих сигналов к активным элементам).

# Этапы работы головки на основе сдвиговой деформации пьезоэлемента

- **Готовность к работе (этап I).** Управляющее напряжение отсутствует, выступы пьезоэлектрических пластин не деформированы, камера с чернилами имеет исходные размеры.
- **Увеличение объема камеры (этап II).** Так как мембраны с расширительной камерой нет, а величина деформации мала, таким способом обеспечивается формирование капли достаточного объема. В этом этапе к пьезоэлементам прикладывается напряжение такой полярности, чтобы деформация выступов приводила к увеличению объема камеры.
- **Выталкивание капли чернил (этап III).** Происходит смена полярности управляющего напряжения, выступы пьезоэлектрических пластин деформируются в обратном направлении. Объем камеры уменьшается, и из нее через сопло выталкивается капля чернил. Изменением величины напряжения на этапах II и III можно регулировать размер выталкиваемых капель чернил.
- **Возврат в исходное состояние (этап IV).** После снятия управляющего напряжения стенки сопла возвращаются в исходное состояние. Система готова к повторению цикла (печати следующей точки).

# Различие между физической и адаптивной разрешающей способностью струйного принтера

Иллюстрация:



# Различие между физической и адаптивной разрешающей способностью струйного принтера

Значение физической разрешающей способности напрямую связано с минимальным размером точки, наносимой на поверхность бумаги. Например, величина разрешающей способности  $300 \text{ dpi}$  показывает, что минимальный размер точки, которую принтер позволяет наносить на поверхность носителя, составляет  $1/300$  дюйма. Используя принтер с разрешающей способностью  $300 \text{ dpi}$  можно напечатать линию шириной  $1/300$  дюйма (а).



# Различие между физической и адаптивной разрешающей способностью струйного принтера

Уменьшить размеры пятна, образующегося при попадании капли чернил на поверхность бумаги, стало уже практически невозможно. Кроме того, размер пятна, образующегося при нанесении капли чернил одного и того же объёма, может варьироваться в довольно широких пределах в зависимости от типа используемого носителя. Принтер с адаптивным разрешением 4800 *dpi* даже теоретически не способен напечатать линию толщиной  $1/4800$  дюйма, поэтому адаптивная разрешающая способность является рекламной характеристикой, не имеющей практического значения.

# Электрофотографические (лазерные) принтеры

- В электрофотографических принтерах на специальном светочувствительном барабане формируется скрытое электростатическое (в виде заряда) изображение, далее следует проявление изображения с помощью красящего порошка (тонера) и перенос тонера на бумагу. По способу формирования скрытого изображения различают две разновидности электрофотографических принтеров: лазерные принтеры (иногда их называют собственно лазерные принтеры), принтеры на светодиодах (LED-принтеры).
- В лазерных принтерах изображение формируется на барабане при помощи одного лазерного луча, построчно сканирующего поверхность барабана и изменяющего свою яркость для формирования темных и светлых участков скрытого изображения. Для такого вывода изображения на нужный участок барабана осуществляется синхронизация движения луча и вывода данных.
- В LED-принтерах изображение формируется на барабане не одним лучом, а лучами от линейки светодиодов, расположенных параллельно оси барабана.

# Достоинства и недостатки лазерных принтеров

Электрофотографическая технология печати позволяет выводить изображение на бумажные и иные носители (на носитель накладывается единственное ограничение: он не должен проводить электрический ток).

Достоинством лазерных принтеров является также высокое качество печати: напечатанное на лазерном принтере практически неотличимо от напечатанного типографским способом.

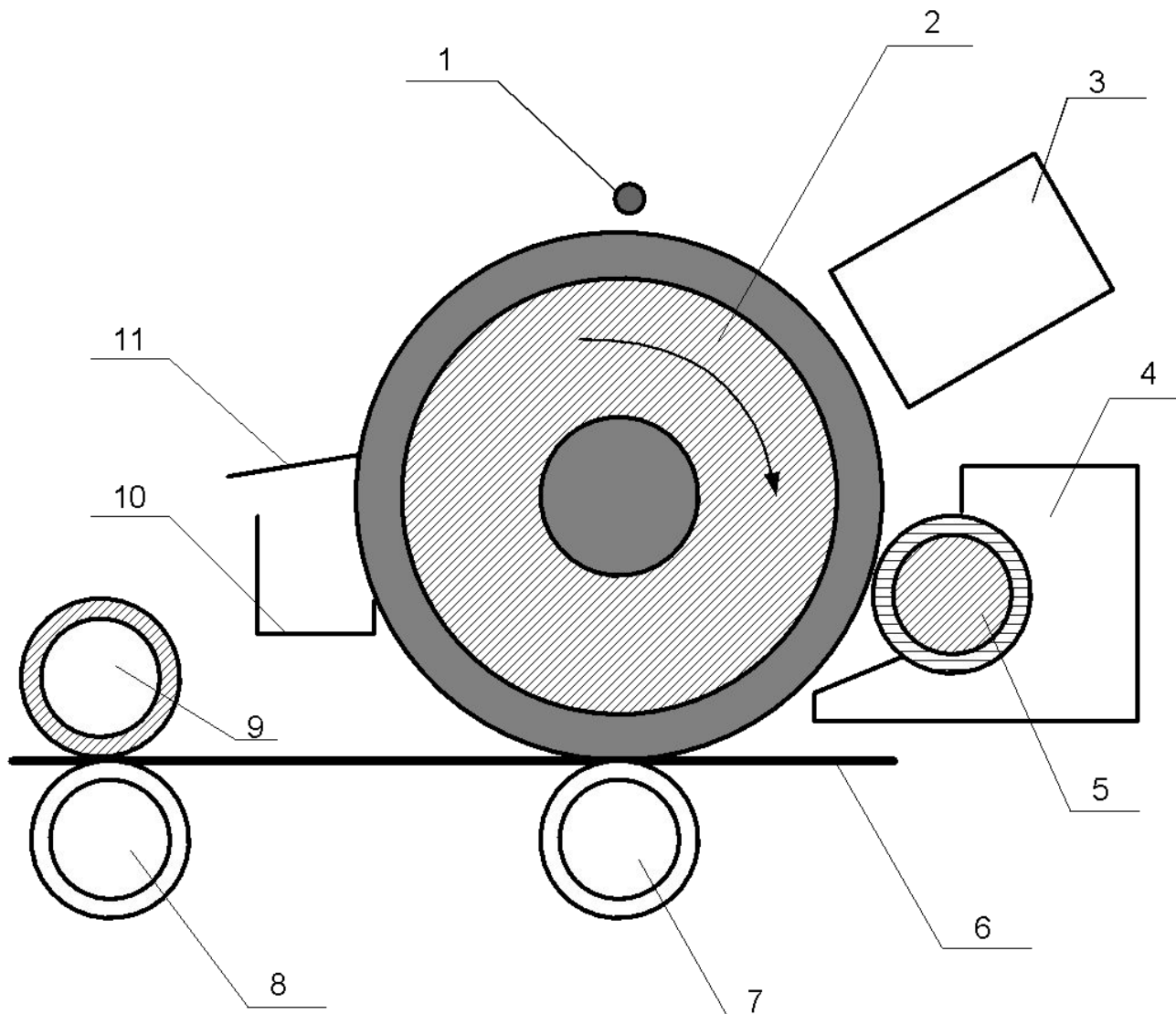
Еще одним достоинством лазерных принтеров является низкая стоимость печати одного листа. Хотя расходные материалы к лазерному принтеру стоят недешево, одной заправки хватает на печать нескольких тысяч листов.

Лазерные принтеры имеют максимальные среди принтеров разных типов показатели по скорости печати.

Основным недостатком электрофотографической печати является высокая стоимость принтера. Кроме того, при использовании данной технологии сложно организовать цветную печать, поэтому цветные лазерные принтеры достаточно дороги.

# Электрофотографические принтеры

Печатающий  
блок



## Устройство печатающего блока электрофотографического принтера

*1* – коротрон; *2* – фоточувствительный барабан; *3* – блок создания на фоточувствительном барабане скрытого электростатического изображения; *4* – бункер с красителем (тонером); *5* – магнитный барабан; *6* – носитель изображения: бумага или пленка; *7* – вал переноса; *8* – прижимной вал; *9* – нагревательный вал совместно с прижимным валом образует нагревательный блок принтера; *10* – бункер для остатков красителя; *11* – ракель.

# Работа печатающего блока электрофотографического принтера

Фоточувствительный барабан при печати вращается специальным высокоточным механизмом привода. Процесс печати начинается с коротрона. С помощью коротрона на фоточувствительный барабан наносится равномерный заряд. Идет коронный разряд, возникают заряженные частицы, барабан, соприкасаясь с ионизированным газом, захватывает заряды. (Поскольку подложка барабана заземлена, а над ней находится изолирующий слой, заряженные частицы концентрируются в верхнем слое фоточувствительного покрытия). При вращении барабан подходит под блок создания скрытого электростатического изображения. Для этого в точку, которая будет напечатана, должен попасть луч света. Под действием света в фоточувствительном слое происходит перераспределение заряженных частиц и формируется потенциальное изображение строки. Образовавшееся изображение недолговечно (частицы стремятся перераспределиться, чтобы устранить неравномерность заряда), но при производстве принтеров стремятся обеспечить ему достаточное время жизни.

При дальнейшем повороте барабана происходит проявление скрытого изображения. С помощью магнитного барабана тонер подается к поверхности фоточувствительного барабана. Как отмечалось, частицы тонера предварительно заряжаются, благодаря чему притягиваются к участкам барабана, имеющим противоположный заряд (освещенные участки).

# Работа печатающего блока электрофотографического принтера

Электростатическое притяжение удерживает тонер на поверхности фоточувствительного барабана. Неоднородность поля барабана, создаваемая царапинами на его поверхности, приводит к нарушениям распределения тонера, что проявляется в виде пятен и полос на напечатанном изображении.

На следующем этапе при повороте барабана осуществляется перенос тонера на носитель. В приведенной схеме происходит непосредственный контакт носителя с фоточувствительным барабаном. Возможна схема с промежуточным барабаном переноса, имеющим потенциал знака, противоположного частицам тонера.

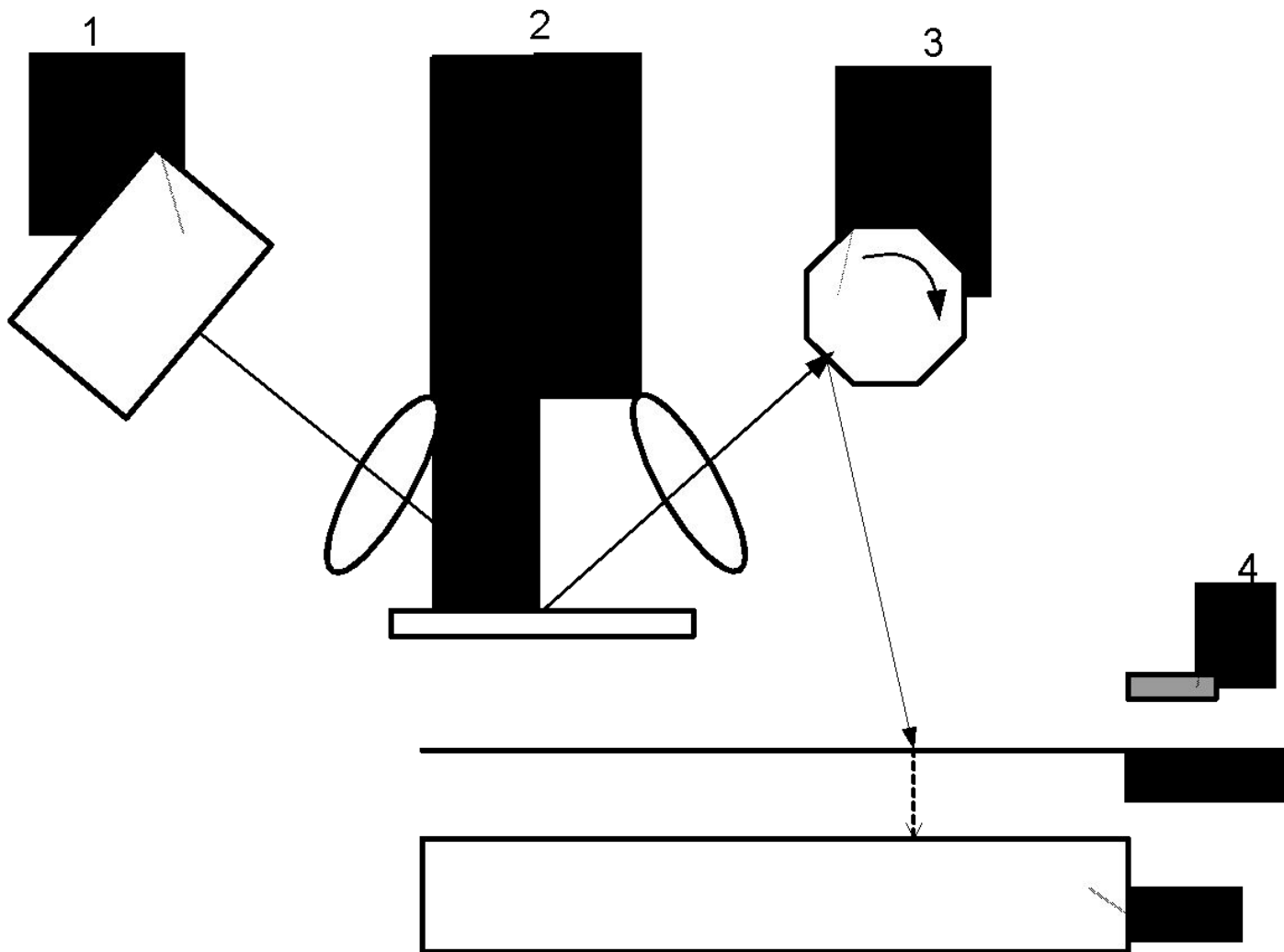
Промежуточный барабан переноса увеличивает количество тонера, попадающего на носитель, и уменьшает износ фоточувствительного барабана, однако усложняет конструкцию печатающего блока.

Тонер, оставшийся на фоточувствительном барабане, при дальнейшем повороте барабана удаляется ракелем.

Перенесенное изображение закрепляется на носителе в паре: прижимной вал – нагревательный вал (фьюзере). Полимер, входящий в состав тонера, расплавляется и приплавляется под давлением к носителю. Лазерные и LED-принтеры отличаются способом получения скрытого изображения.

# Лазерные принтеры

Схема  
создания  
скрытого  
электроста-  
тического  
изображения





# Лазерные принтеры

*Блок создания на фоточувствительном барабане скрытого электростатического изображения лазерного принтера: 1 – лазер; 2 – оптическая система; 3 – призма с зеркальными гранями; 4 – датчик системы синхронизации; 5 – отклоняющая система; 6 – фоточувствительный барабан.*

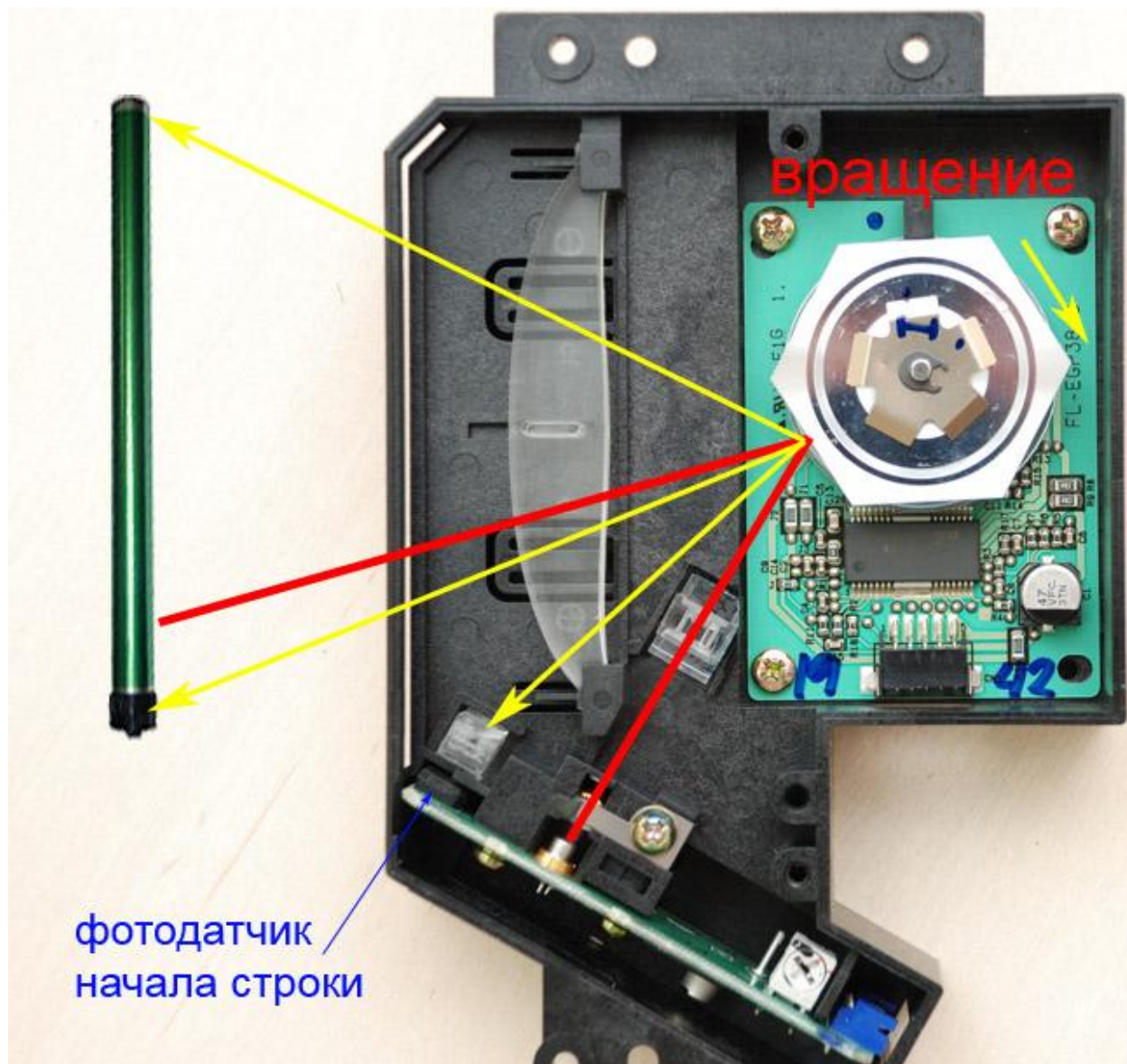
# Работа

Лазер испускает луч при подаче управляющего сигнала. Синхронно с перемещением луча лазера по образующей барабана из ОЗУ считываются значения кода микростроки и формируется управляющий сигнал. Лазер должен удовлетворять одновременно двум требованиям: испускать излучение достаточной мощности и иметь высокое быстродействие. Быстродействие необходимо для быстрого включения и отключения луча, а высокая мощность позволяет за короткое время создать в покрытии фоточувствительного барабана достаточную разность зарядов. Требуемое малое время освещения сокращает время печати документа.

Оптическая система направляет луч лазера на призму с зеркальными гранями. Поскольку в конструкции сложно расположить лазер так, чтобы непосредственно осветить призму с зеркальными гранями, применяют систему зеркал и линз. Линзы дополнительно фокусируют луч для повышения разрешающей способности.

В лазерных принтерах для отклонения луча лазера и перемещения по образующей барабана используется электромеханическая система – поворотное зеркало. Для повышения быстродействия применяется не просто зеркало, а вращающаяся многогранная призма с зеркальными гранями. В современных лазерных принтерах призма вращается со скоростью до 7500 об/мин. Так как за один оборот призмы луч пробегает по нескольким строкам изображения, повышение скорости вращения существенно увеличивает скорость печати. Рабочие поверхности призмы должны быть строго плоскими, а углы между ними – одинаковыми. Следует также точно выдерживать положение оси призмы. При невыполнении этих условий возможно искажение изображения. Поскольку отражающая призма вращается без остановок и луч лазера непрерывно сканирует поверхность фоточувствительного барабана, необходима строгая синхронизация начала прохода строки лучом и начала вывода данных, определяющих эту строку. Для определения момента времени начала вывода данных используется датчик синхронизации – фотоэлемент. Перед проходом каждой строки при подходе под луч очередной грани призмы он отражается на датчик.

# Система развертки лазерного луча по фотобарабану



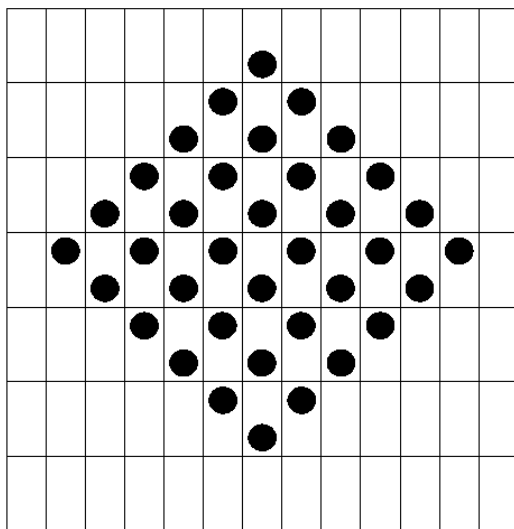
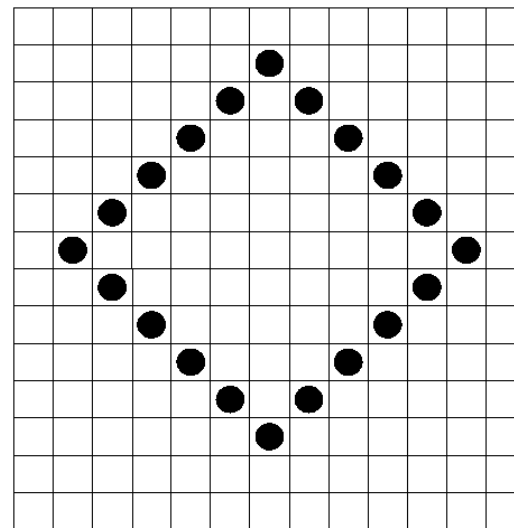
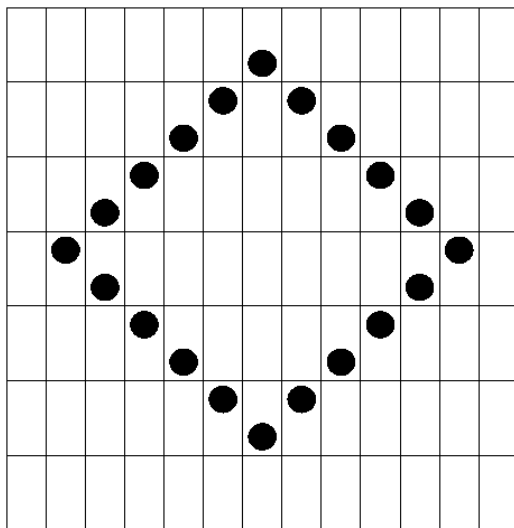
# Алгоритмическое и аппаратное разрешение

Отклоняющая система (поворотное зеркало) дополнительно корректирует путь луча к поверхности фоточувствительного барабана, если это необходимо. В связи с тем, что вертикальное разрешение соответствует шагу поворота барабана, оно может быть меньше горизонтального разрешения, определяемого точностью наведения лазерного луча.

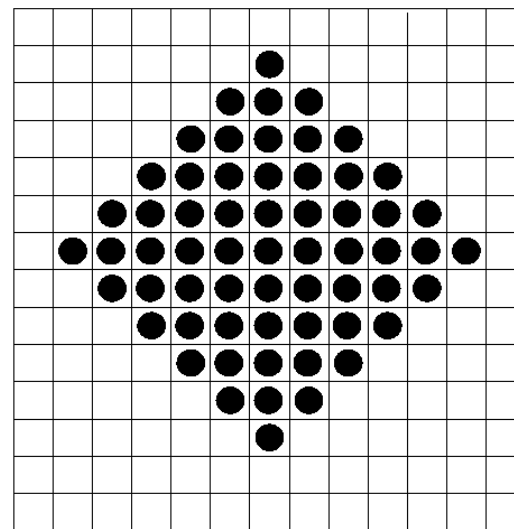
В этом случае выводимое изображение разбивается не на квадратики, а на прямоугольники. Поэтому отклоняющая система перемещает луч лазера по вертикали, позволяя ставить точку либо в верхней либо в нижней части прямоугольника. В этом случае принято говорить об алгоритмическом разрешении, которое заменяет реальное аппаратное лишь отчасти.

# Алгоритмическое и аппаратное разрешение

Положение  
точек при  
алгоритмическом (а)  
и аппаратном (б)  
разрешении



а)

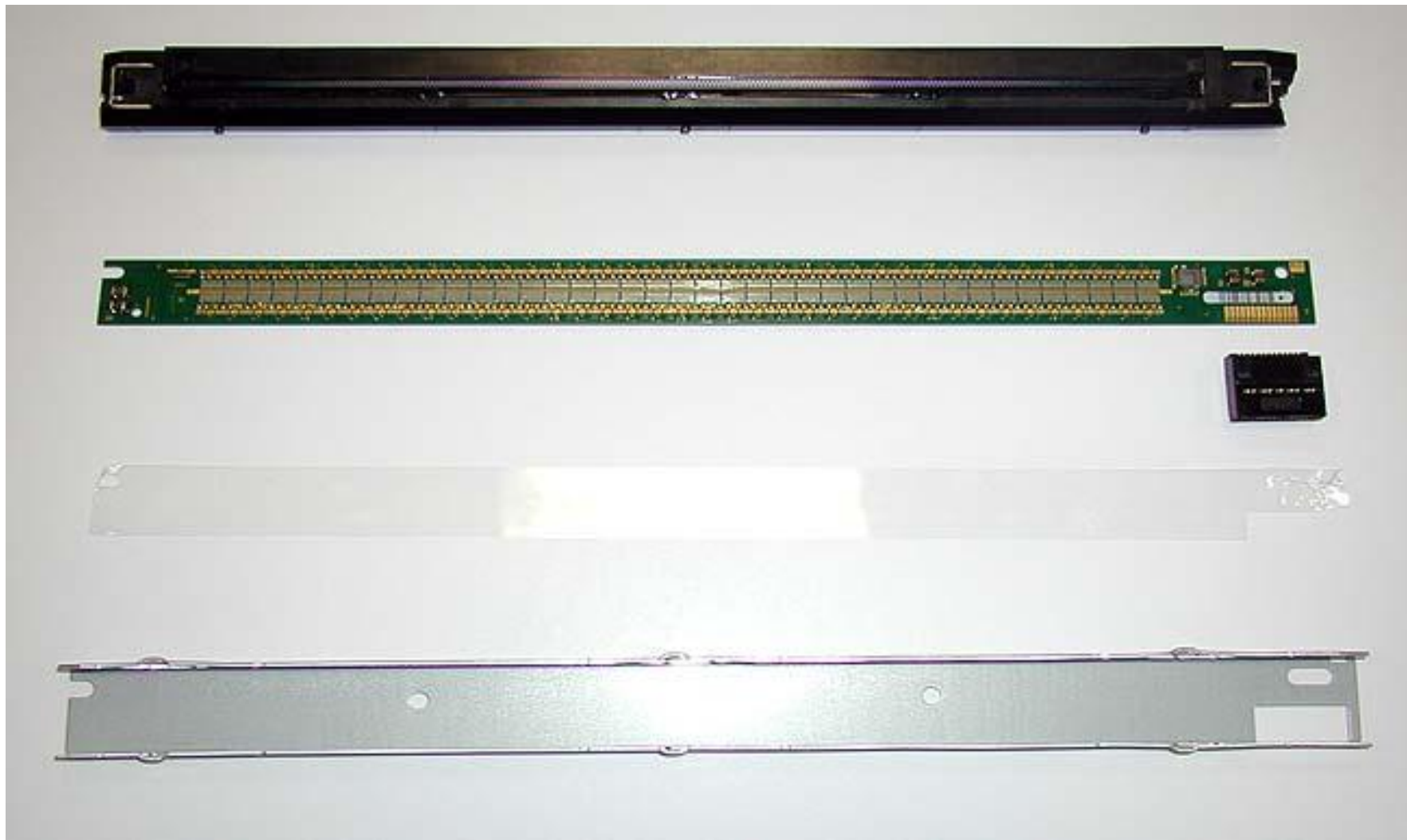


б)

# LED-принтеры

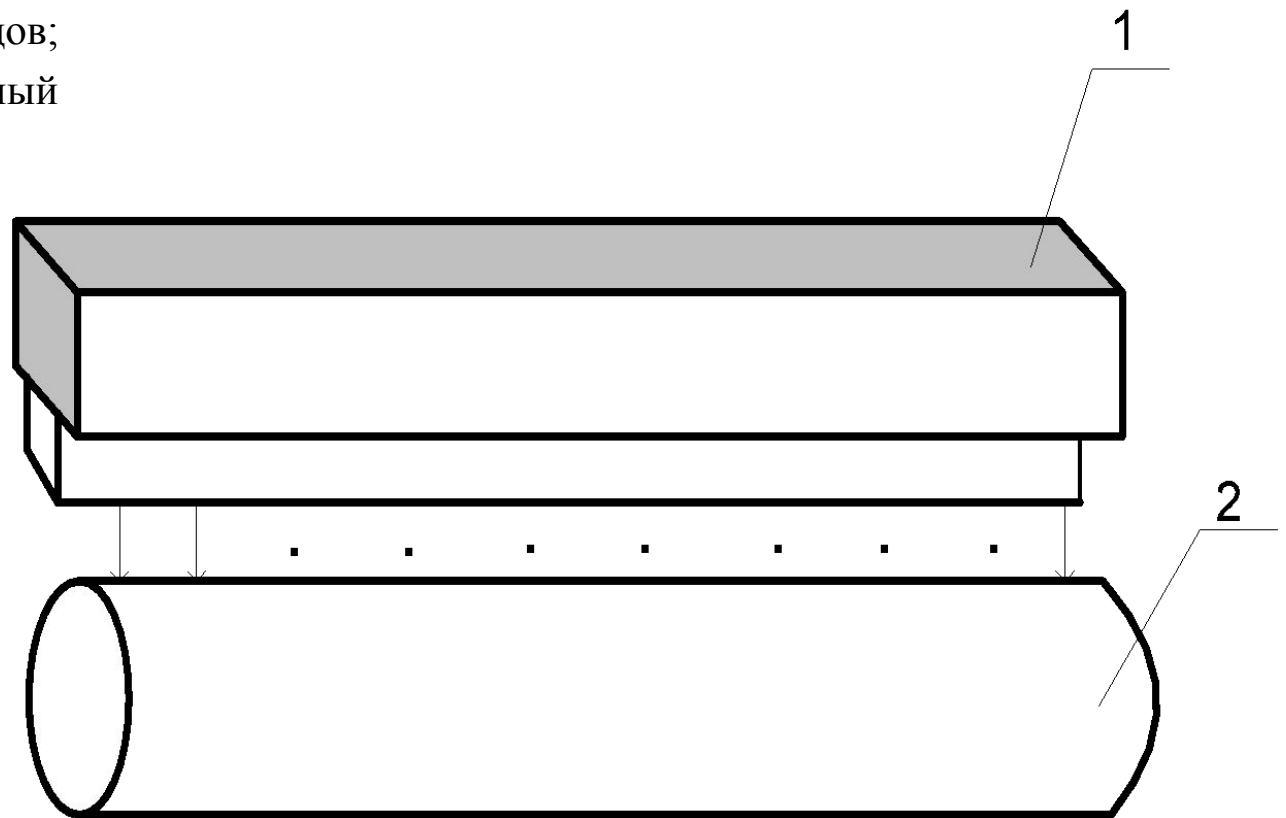
Название происходит от английской аббревиатуры LED (Light Emitting Diode – светоизлучающий диод). Отличительная особенность принтеров данного типа состоит в том, что для получения скрытого изображения используется множество лучей, испускаемых лазерными светодиодами (на каждую точку на строке – свой диод), собранными в специальную линейку. Диоды располагаются с равномерным точным шагом, что обеспечивает очень точное расположение точек изображения, засвечиваемых на фоточувствительном барабане.

# Внешний вид блока формирования изображения в LED-принтере



# Конструкция блока формирования скрытого электростатического изображения в LED-принтере

1 – линейка светодиодов;  
2 – фоточувствительный барабан





## Достоинства и недостатки LED-принтеров

Поскольку все светодиоды выполняются на одной монолитной подложке за один цикл, то при производстве больших объемов изделий обеспечивается низкая стоимость одной единицы.

Малое число элементов и отсутствие движущихся с высокой скоростью деталей позволяют добиться высокой надежности и неприхотливости в эксплуатации. Хотя попадание пыли на линзы светодиодов может ухудшить качество выводимого изображения, поверхность линейки легко очищается. Поскольку линейка является монолитной, она мало чувствительна к тряске и ударам.

В них применяется картридж с тонером, отделенные от фоточувствительного барабана, что снижает стоимость расходных материалов.

Следует иметь в виду, что низкая цена LED-принтеров (например, лазерный принтер LaserJet 1100 в 1,5 раза дороже LED-принтера Оki Page 8z), обусловлена и тем, что в них применяются дешевые контроллеры, не способные выполнять все операции, необходимые для печати изображения. Поэтому при печати на таком принтере загружается центральный процессор компьютера, делая невозможным выполнение других заданий.

Незначительная стоимость и неприхотливость в эксплуатации привели к широкому их использованию дома или в небольшом офисе.

## Сублимационные (термодиффузионные) принтеры

В англоязычных оригиналах принтеры этого типа называют «*dye – sublimation*» (сублимация красителя) или «*dye-sub*».

В принтерах этого типа используются твердые красители, которые испаряются при нагреве без перехода в жидкое состояние, пары красителя поглощаются носителем.

Легкоиспаряющиеся твердые красители наносятся на специальную ленту (лавсановую пленку толщиной 5 мкм), которая протягивается при печати между листом специальной бумаги, способной поглощать и удерживать пары носителя, и нагревательными элементами печатающей головки. Краситель с ленты испаряется и переходит на бумагу.

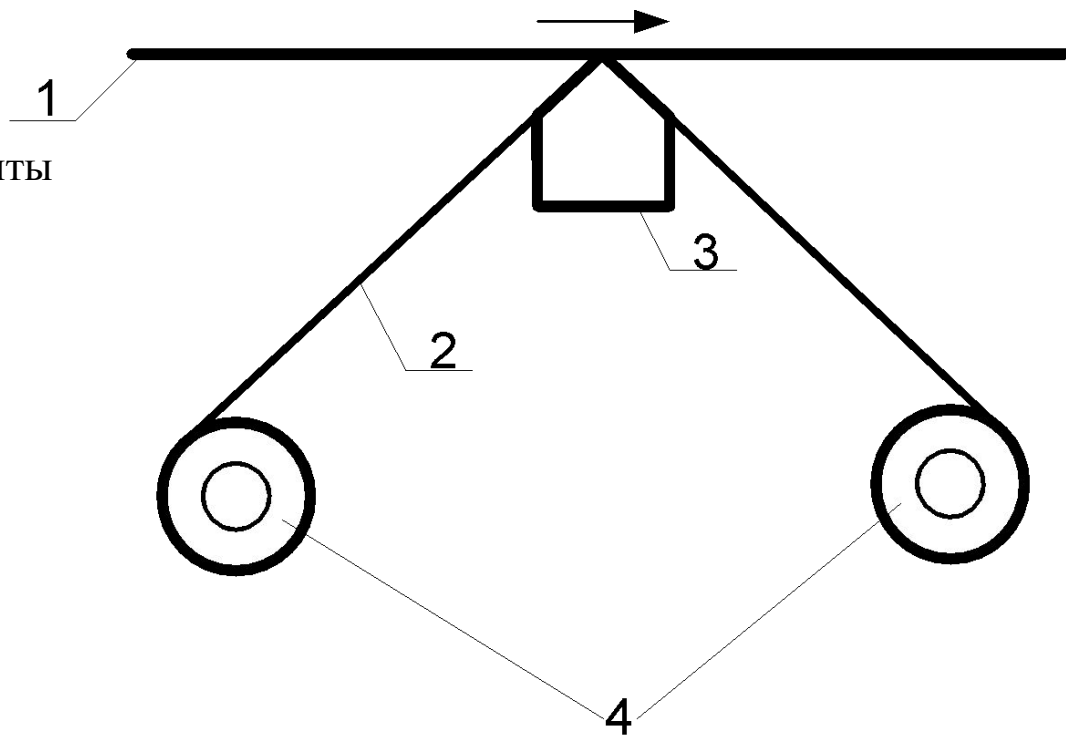
# Печатающий механизм сублимационного принтера

1 – бумага;

2 – красящая лента;

3 – печатающая головка;

4 – катушка для красящей ленты



## Сублимационные (термодиффузионные) принтеры

Так как для печати на сублимационном принтере пригодна только специальная бумага, то расходные материалы к сублимационным принтерам продаются наборами: катушка красящей ленты и соответствующее число листов бумаги.

Ширина ленты равна ширине печатающего листа. Краситель наносится на неё зонами, равными по размеру печатаемой странице: последовательно наносятся зоны Yellow, Magenta и Cyan. Иногда на ленту наносится зона черного красителя. При печати зоны цветной ленты последовательно перематываются мимо печатающей головки синхронно с листом бумаги, так что каждая точка ленты используется только один раз. После печати одного цвета бумага возвращается назад и протягивается мимо печатающей головки вместе с зоной ленты другого цвета. Чтобы получить качественно напечатанное цветное изображение, требуются высокоточные приводы для протягивания бумаги и ленты.

## Сублимационные (термодиффузионные) принтеры

Испарение красителя с ленты осуществляется с помощью печатающей головки. Она состоит из множества нагревательных элементов. От плотности расположения нагревательных элементов и их размера зависит разрешающая способность принтера. Современные сублимационные принтеры имеют разрешение около 1400 dpi, разрабатываются модели с разрешением до 3000 dpi. Печатающая головка при печати не перемещается, она имеет ширину печатаемого листа. Для получения различных градаций цвета необходимо регулировать количество испаряемого красителя, поэтому нагревательные элементы имеют градации температуры, соответствующие градациям яркости точек изображения (обычно имеется 256 градаций). (Время теплового воздействия на краситель одинаково, количество испарившегося красителя регулируется температурой нагревательного элемента).

# Сублимационные (термодиффузионные) принтеры

Так как тепло от нагревателя распространяется во все стороны, точка, оставляемая парообразным красителем, имеет размытые очертания и плавно переходит в соседние точки. **Это при высоком разрешении делает отдельные точки практически неразличимыми и позволяет печатать изображения, почти не отличающиеся от фотографий.**

Поэтому сублимационные принтеры широко применяются для печати фотографий, этикеток, наклеек и других работ, требующих высокого качества печати и точной цветопередачи.

# Недостатки сублимационных принтеров

1. Малая скорость печати. Тепловая печатающая головка инерционна, перед перемещением на следующую строку ей надо остыть, поэтому высокую скорость печати достичь сложно. Кроме того, одну страницу приходится проходить 3 или 4 раза. По этим причинам в таких принтерах на печать страницы затрачивается около двух минут.
2. Высокая стоимость печати 1 листа. Например, стоимость печати одного листа на сублимационном принтере Olympus P400 составляет \$1,4, в то время как для струйного принтера Hewlett–Packard 840C она составляет \$ 0,14–0,5. Это связано как с высокой стоимостью самого принтера, так и расходных материалов. Как отмечалось, необходима специальная бумага, катушки с красящей лентой хватает на 20–25 листов. Ввиду того что каждый участок ленты используется только один раз, число отпечатков, которое можно сделать с одной катушки ленты, не зависит от степени заполнения отпечатка тем или иным красителем.

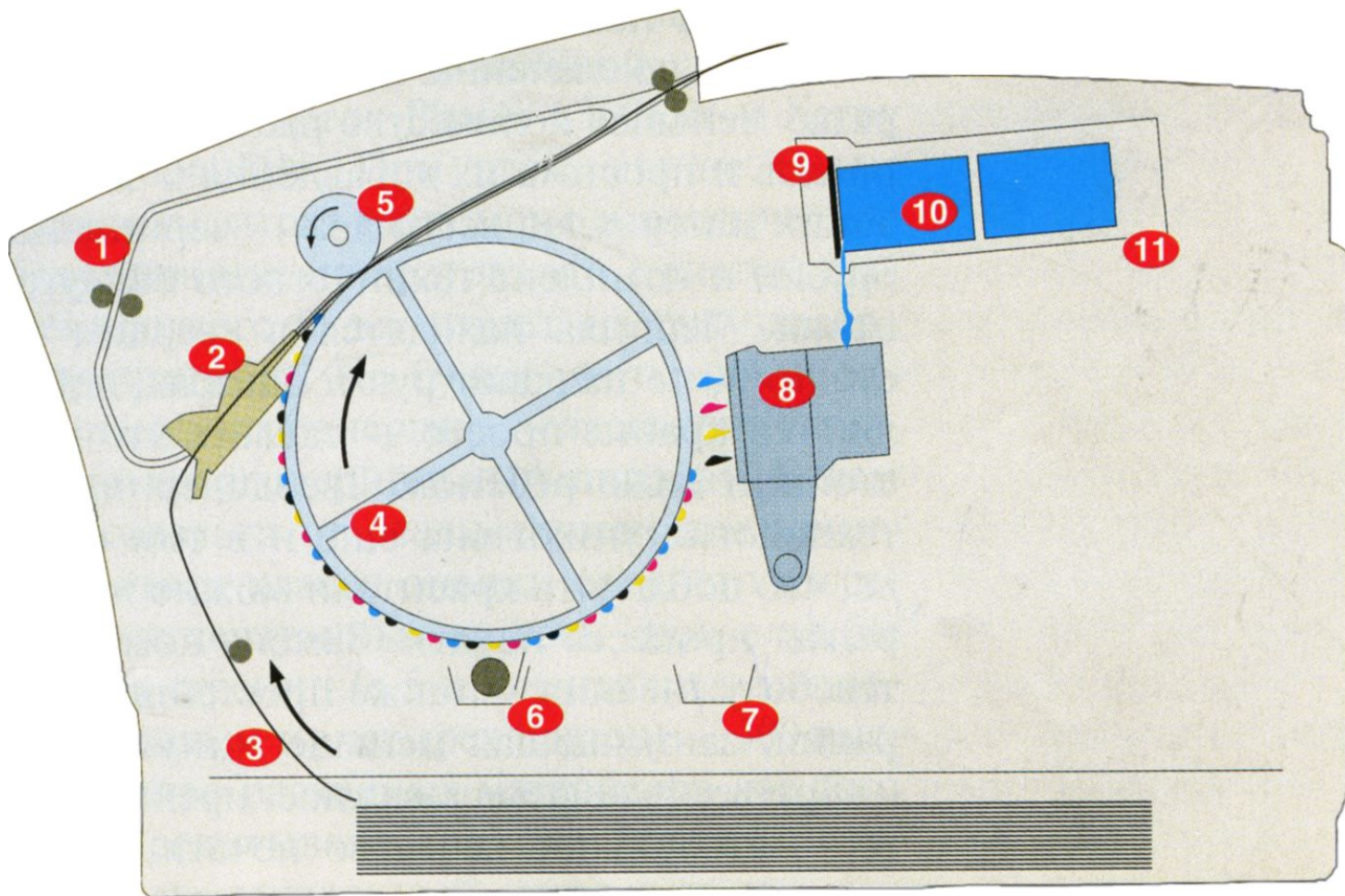
# Твердочернильные принтеры

Твердочернильные принтеры (также называются восковыми принтерами с твердым красителем, твердокрасочными принтерами(Solid Ink) принтерами с термопластичной печатью) используют струйный перенос расплавленного красителя.

Твердочернильная технология печати была изобретена в 1986 г., в компании Tektronix, в первую очередь для нужд издательств и полиграфии.



# Основные узлы твердочернильного принтера



# Основные узлы твердочернильного принтера

*1* – тракт двусторонней печати; *2* – подогреватель бумаги; *3* – бумага; *4* – барабан;  
*5* – прижимной вал переноса; *6* – комплект техобслуживания; *7* – лоток для отходов; *8* – печатающая головка; *9* – плавильные пластины; *10* – твердые чернила; *11* – контейнер для чернил.

# Твердочернильные принтеры

“Чернила” твердочернильного принтера в исходном состоянии представляют собой бруски из воскоподобного состава, смешанного с красителем одного из четырех печатных цветов (С, М, Y, К). Брусок каждого цвета имеет уникальную (отличающую его не только от брусков других цветов, но и от брусков для других моделей твердочернильных принтеров) причудливую форму, соответствующую форме отверстия в предназначенном для него отделении контейнера для чернил.

Такое “формовое кодирование” практически полностью исключает возможность ошибки при заправке принтера чернилами. В каждое отделение “заряжается” до четырех брусков, причем добавлять их можно в любое время, в том числе и в процессе печати. При закрывании крышки контейнера бруски прижимаются пружинами так, чтобы первый брусок в каждом отделении был плотно прижат к керамической плавильной пластине.

# Бруски чернил





# Контейнеры для заправки чернил



# Процесс печати

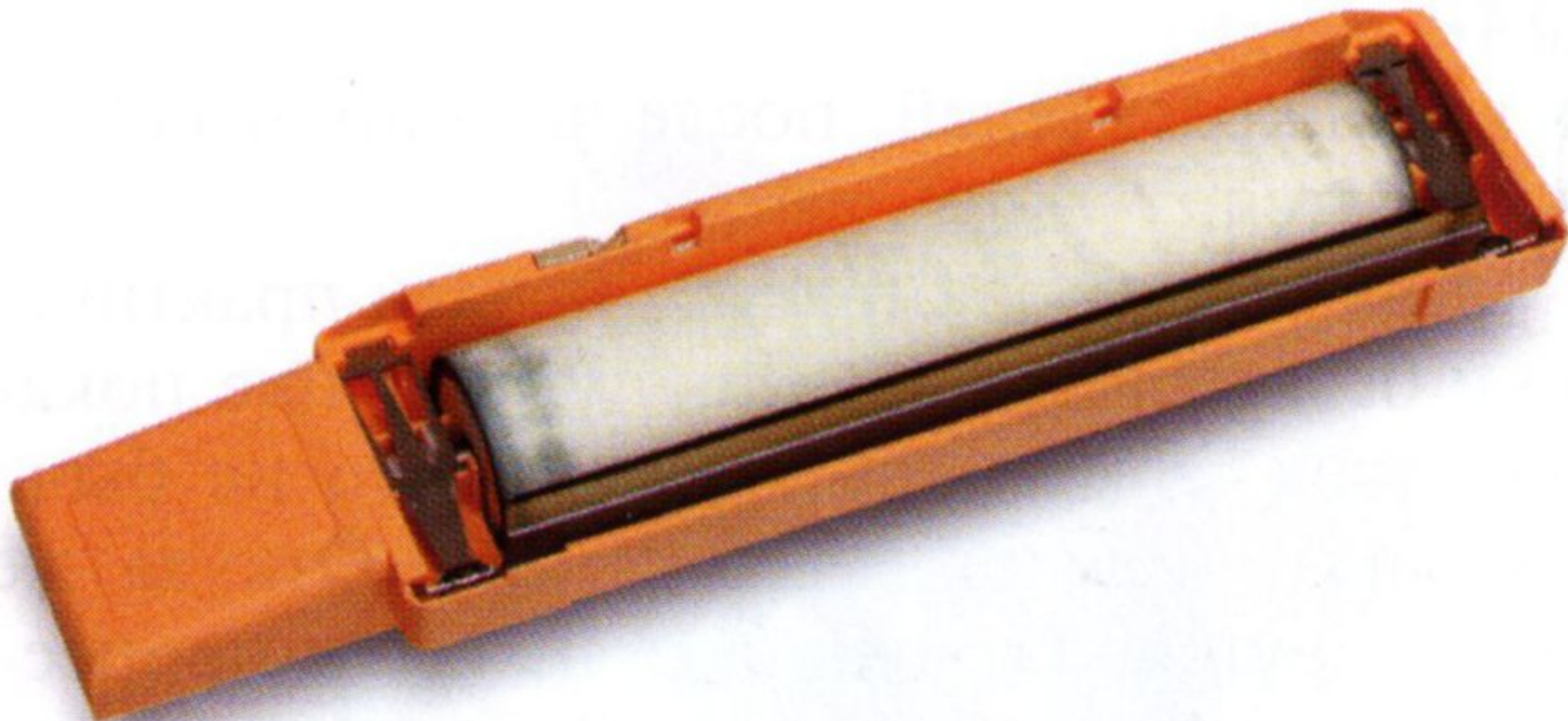
Расплавленные горячими пластинами чернила стекают в нагретые резервуары печатающей головки, где поддерживаются в расплавленном состоянии. После заполнения резервуара определенного цвета по сигналу датчика уровня соответствующая пластина отключается. По мере расходования чернил пластина вновь включается, поддерживая уровень жидких чернил в резервуарах головки.

Пьезоструйная головка из нержавеющей стали и перекрывает, в отличие от головок струйных принтеров, всю ширину печатаемой страницы. Достижимое в современных моделях твердочернильных принтеров разрешение 2400 точка/дюйм обеспечивается путем горизонтального перемещения головки на расстояние между соседними соплами. Пьезоэлементы сопел способны выбрасывать до 30 млн. капель в секунду. Благодаря этому достигается гораздо более высокая, чем у струйных принтеров, скорость печати (до 30 стр./мин).

Выбрасываемые головкой капли чернил попадают на нагретый до менее высокой, чем головка, температуры вращающийся барабан из нержавеющей стали, на который предварительно, с помощью специального валика, входящего в состав комплекта техобслуживания, наносится тонкий слой силиконового “масла”. На барабане чернила переходят из жидкого в промежуточное (эластичное) состояние.

Когда на барабане сформировано примерно треть изображения страницы из нижнего кассетного или переднего многофункционального лотка подается лист бумаги (или другого носителя). Пройдя через щель подогревателя бумаги, нагретый лист прижимается валиком переноса к барабану. Чернила, имеющие большую адгезию к бумаге, чем к смазанному маслом гладкому барабану, переходят на лист, где и окончательно застывают. Скребок, входящий в комплект техобслуживания, очищает барабан от оставшихся капель чернил и других всевозможных загрязнений.

# Внешний вид комплекта техобслуживания



# Преимущества твердочернильных принтеров

1. Значительно более простая, по сравнению с лазерными принтерами, конструкция: неизмеримо меньшее число механических, оптических и электронных компонентов, а, следовательно, более высокая надежность. В нем нет ни прецизионной оптикомеханической системы развертки лазерного луча, ни фотобарабана, ни блока проявления и термического закрепления. Большая надежность дает меньшие простои на ремонт и меньшие затраты на техобслуживание и на ремонт.
2. Гораздо меньше количество расходных материалов и простота их добавления и замены. Расходных материалов всего два: чернильные бруски и комплект технического обслуживания. Чернила находятся в твердом состоянии, не пачкают рук и одежды, добавляются крайне просто, добавлять чернила можно не прерывая процесс печати. Замена комплекта техобслуживания – простейшая операция, занимающая меньше минуты.



# Преимущества твердочернильных принтеров

- 3. Стабильное качество печати, не меняющееся со временем и не зависящее от количества отпечатанных на принтере страниц. Практически у всех цветных лазерных принтеров, по мере износа фотобарабанов, устройств переноса тонера, качество печати заметно ухудшается. Отпечатки водостойки. Качество печати соответствует цветным лазерным принтерам высокого класса, стоящим в несколько раз больше твердочернильного, и струйным принтером при печати на специальной бумаге. В данных принтерах отсутствует растекание чернил на любом типе бумаги, вплоть до газетной.
- 4. Высокая скорость печать (до 30 стр. мин), свойственная только значительно более дорогим моделям цветных лазерных принтеров, тогда как стоимость твердочернильного принтера близка к стоимости монохромного сетевого лазерного принтера аналогичной производительности.
- 5. В твердочернильном принтере подача следующего листа бумаги начинается только после полного выхода предыдущего листа. Благодаря этому не возникает проблем с замятием бумаги, что случается у лазерных принтеров, у которых, для ускорения печати, в тракте подачи бумаги находятся одновременно два листа. Поэтому тракт подачи бумаги у твердочернильного принтера более простой и твердочернильные принтеры могут печатать на более плотных носителях, чем большинство лазерных (до 220 г/м<sup>2</sup>). У твердочернильных принтеров не возникает проблем с печатью на самых разнообразных носителях: переработанной бумаге, конвертах, прозрачной пленке, неоднородных по толщине и типу материалов носителях (например, конвертах с прозрачным окном).

# Преимущества твердочернильных принтеров

6. Благодаря отсутствию термического закрепления чернил для твердочернильной печати можно использовать более чувствительные к высокой температуре носители, чем для лазерной.
7. На 90 % меньше чем у лазерных принтеров количество отходов.
8. Совокупность стоимости владения твердочернильного принтера несколько меньше совокупной стоимости владения лазерного принтера. (Совокупная стоимость владения включает в себя стоимость самого принтера и стоимость расходных материалов для печати определенного количества листов, стоимость потребляемой электроэнергии при эксплуатации, расходы на техобслуживание).

# Недостатки твердочернильных принтеров

1. Малая механическая прочность (сплошные цветные заливки легко процарапываются ногтем). Если использовать ламинирование, то из-за нагрева в ламинаторе тонкие линии и мелкие шрифты слегка расплываются.
2. Отсутствие смещения и растекания чернил на бумаге и малая плотность сопел приводит к тому, что на светлых участках фотоизображений наблюдается, заметная невооруженным взглядом, «точечность». Этот недостаток обуславливает практическую невозможность использования принтера для высококачественной печати фотографий. **Основные назначения** твердочернильных принтеров – текст и бизнес-графика с не слишком тонкими линиями и сплошными цветовыми заливками.
3. Очень длительный по сравнению с принтерами других типов «холодный старт» (в первых образцах Tektronix время начального запуска доходило до 45 минут, в современных моделях – 12–15 мин.). Даже если принтер находится все время во включенном состоянии, и это не приводит к значительному потреблению электроэнергии (в энергосберегающем режиме твердочернильный принтер потребляет 20–40 Вт по сравнению с 200 Вт лазерного принтера в таком же режиме