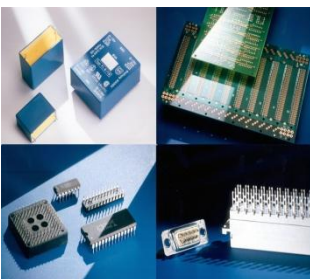


Galika AG

**PLATEG**

Plasma Technik Grün

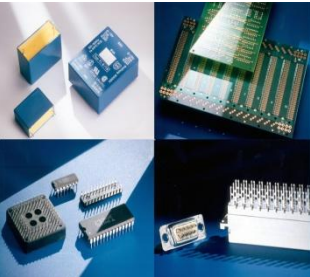
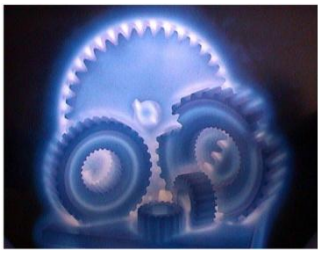
**PlaTeG GmbH  
сердечно Вас  
приветствует!**



# PulsPlasma® Азотирование

альтернативный способ  
азотирования для упрочнения  
поверхностного слоя в  
металлообрабатывающей  
промышленности

**PLATEG**



# Обзор

- ▣ ***PlaTeG GmbH* в перспективе**
- ▣ **Методы азотирования в перспективе**
- ▣ ***PulsPlasma*<sup>®</sup> - Азотирование**
- ▣ **Технология**
- ▣ **Установки**
- ▣ **Применение**

# Технология плазменной обработки от *PlaTeG* I

***Сталь: защита от износа / коррозии***

***PulsPlasma® Азотирование***

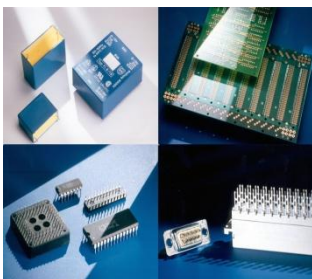
Поверхностное упрочнение

***PulsPlasma® Оксидирование***

Защита от коррозии

***PulsPlasma® CVD***

Нанесение твердых слоев



***PLATEG***

# Технология плазменной обработки от *PlateG II*

Металлическая / пластиковая  
поверхность

## *Плазменная полимеризация*

Защита от коррозии

Снижение трения

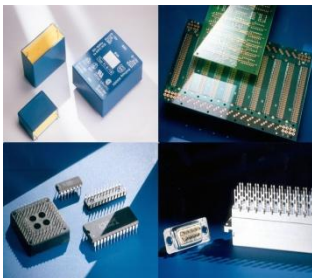
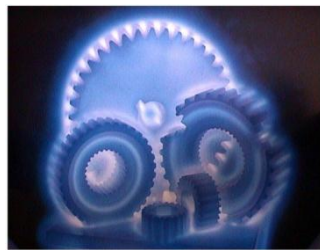
Снижение загрязняемости

## *Плазменная активация и очистка*

Смачиваемость

Улучшение поверхности перед окраской

Улучшение поверхности перед  
склеиванием



**PLATEG**

# Определение азотирования

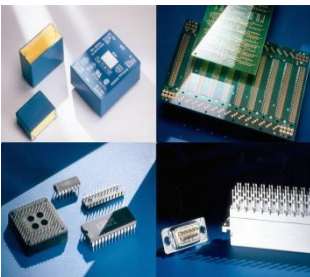


DIN EN 10052

## Азотирование



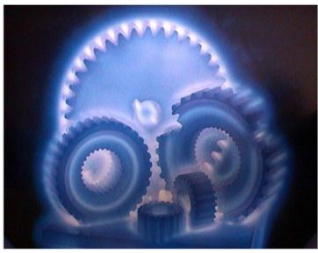
Термохимический способ обработки поверхности для обогащения поверхности деталей азотом



## Карбонитрирование

Термохимический способ обработки поверхности для одновременного обогащения поверхности деталей азотом и углеродом





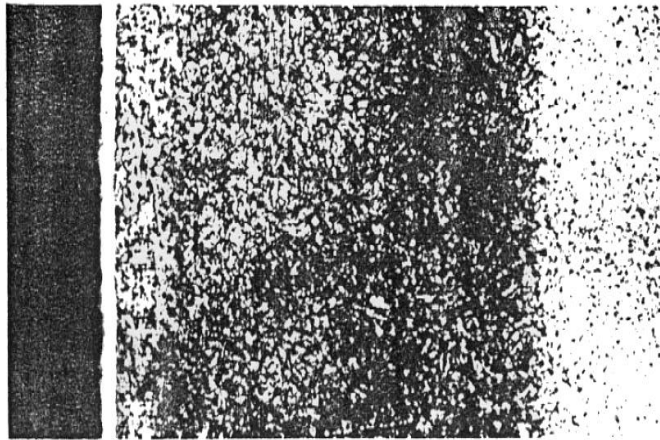
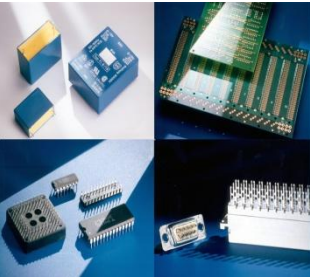
# Азотирование / Карбонитрирование



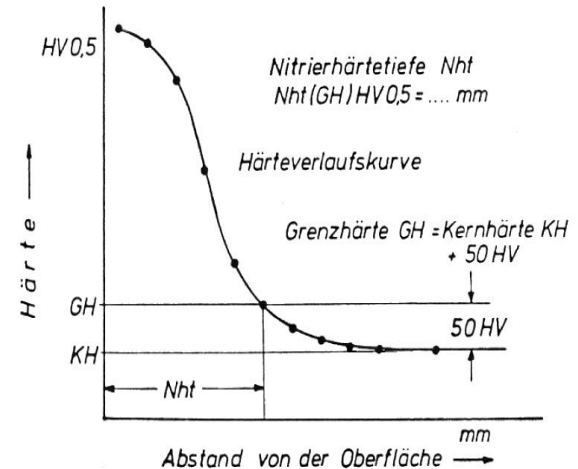
□ Цель обработки:

Образование  $Fe_xN_y$  – Связующий слой (VS)

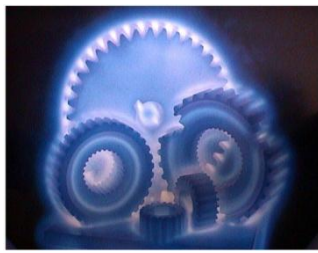
Диффузия азота – Диффузионный слой (Nht)



Verbindungsschicht  
Diffusionsschicht

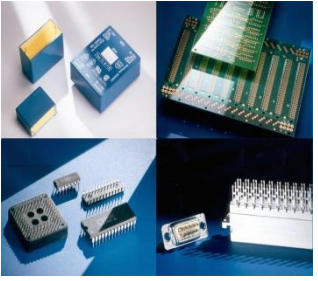


Ermittlung der Nitrierhärte tiefe  $Nht$  aus dem Härteverlauf gemäß  
DIN 50 190 Teil 3



# Азотирование / Карбонитрирование

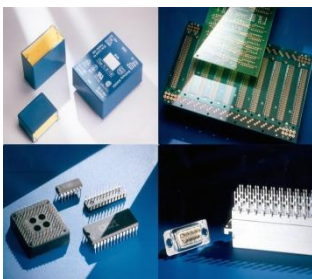
## □ Применение азотирования



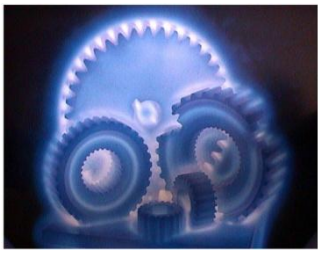
Проблемы	Величина	Материал	Метод
Адгезионный износ	VS	Сталь, чугун, порошковые материалы	Карбонитрирование (азотирование)
Абразивный износ	VS	Сталь, чугун, порошковые материалы	Карбонитрирование
	NHt	Азотируемые стали	Азотирование
Контактные нагрузки	NHt	Азотируемые стали	Азотирование
		Легированные улучшаемые стали	Азотирование (Карбонитрирование)
Трибоокислени е	VS	Сталь, чугун, порошковые материалы	Карбонитрирование
Коррозия			
Длительные переменные нагрузки	NHt	Азотируемые стали	Азотирование
		Сталь, чугун, порошковые	Карбонитрирование



# Озор методов азотирования



Метод азотирования	Среда азотирования	Температура обработки (°C)	Продолжительность обработки (ч)	Результат
Расплав солей	Цианид Цианат	560 – 580	0,2 - 3	Карбонитрирование
Газовое	$\text{NH}_3$ $\text{NH}_3 + \text{CO}_2$	510 – 540 550 – 600	20 – 100 1,5 – 4	Азотирование Карбонитрирование
Плазма тлеющего разряда	$\text{H}_2 + \text{N}_2$ $\text{N}_2 + \text{H}_2$ $+ \text{CH}_4$ ( $\text{CO}_2$ )	300 – 600	1 – 60	Азотирование Карбонитрирование



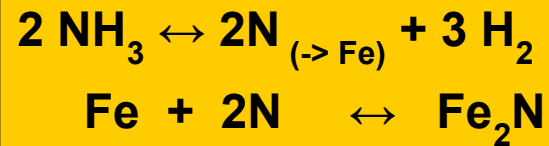
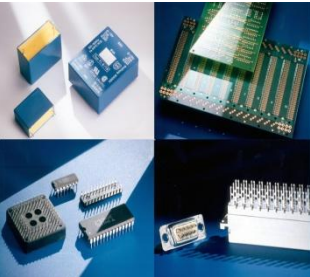
# Азотирование / Карбонитрирование

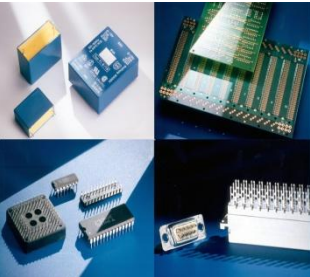
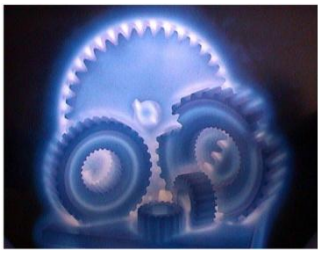


## □ Химико-термический метод термической обработки

-> термическая диссоциация Азота

-> химико-термическое активное образование  $Fe_xN_y$



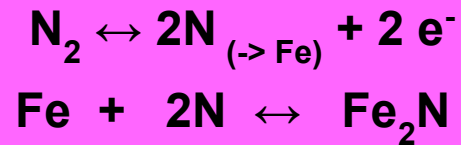


# Плазменное Азотирование / Карбонитрирование

## □ Метод термообработки, активированный плазмой

-> активированная плазмой диссоциация азота  $N_2$

-> (плазма – химическое) активное образование  $Fe_xN_y$



Цель:

Образование  $Fe_xN_y$  – Связующий слой (VS)

Диффузия азота – Диффузионный слой (Nht)

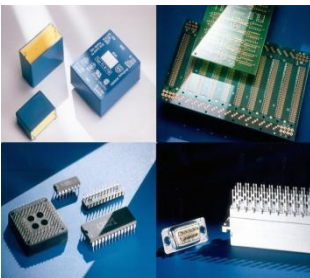
# Что такое ПЛАЗМА?

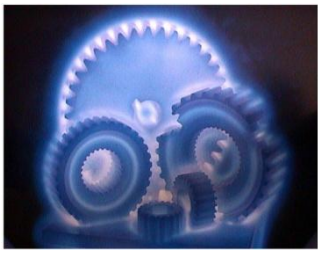
- Определение физической ПЛАЗМЫ

**Плазма – это электропроводящий газ!**

- Состав:

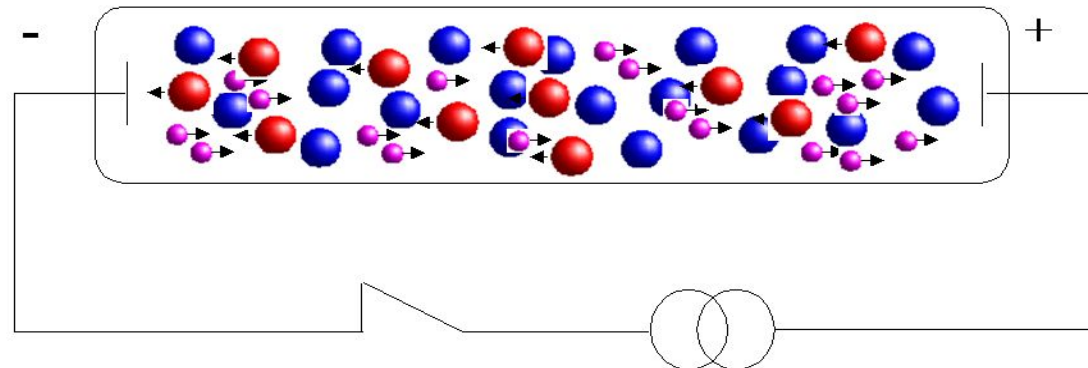
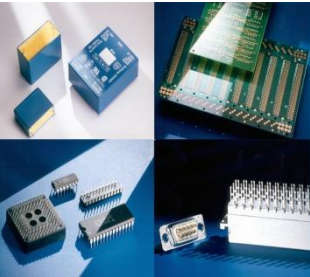
- атомы, молекулы
- возбужденные атомы и молекулы
- ионы (положительные и отрицательные)
- электроны





# Пример плазмы тлеющего разряда

Простейший пример – люминесцентная лампа освещения





# Плазменное Азотирование / Карбонитрирование



□ Постоянный ток (DC)- тлеющий разряд

□ PulsPlasma<sup>®</sup> технология

частота плазмы 0,5 – 15  
kHz



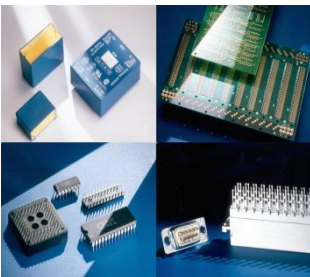
**PulsPlasma<sup>®</sup> азотирование**

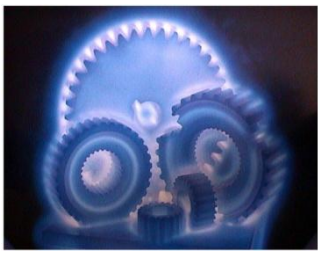
**PulsPlasma<sup>®</sup> карбонитрирование**

**PulsPlasma<sup>®</sup> оксидирование**

**PulsPlasma<sup>®</sup> CVD покрытия**

**PulsPlasma<sup>®</sup> тонкая очистка**

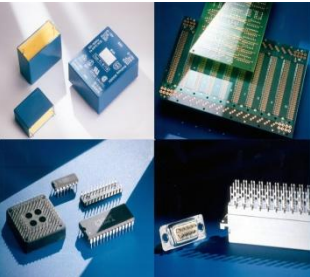
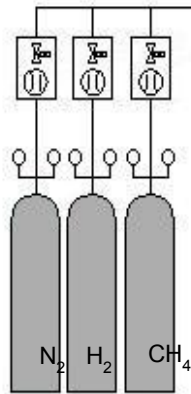




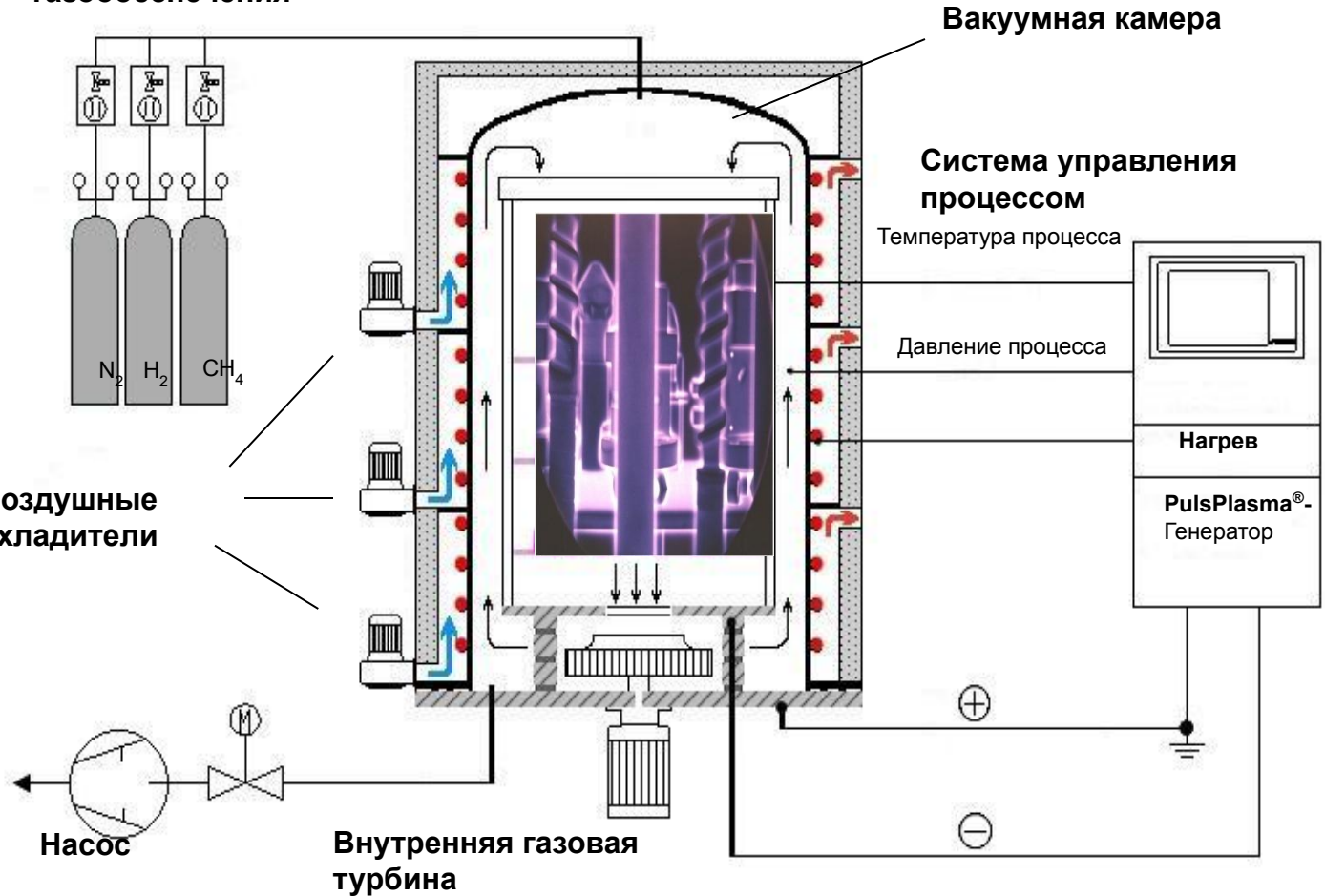
# Конструкция PulsPlasma® - установки азотирования

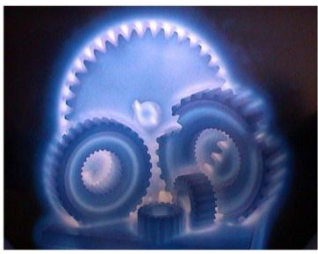


Система газобеспечения



Воздушные охладители

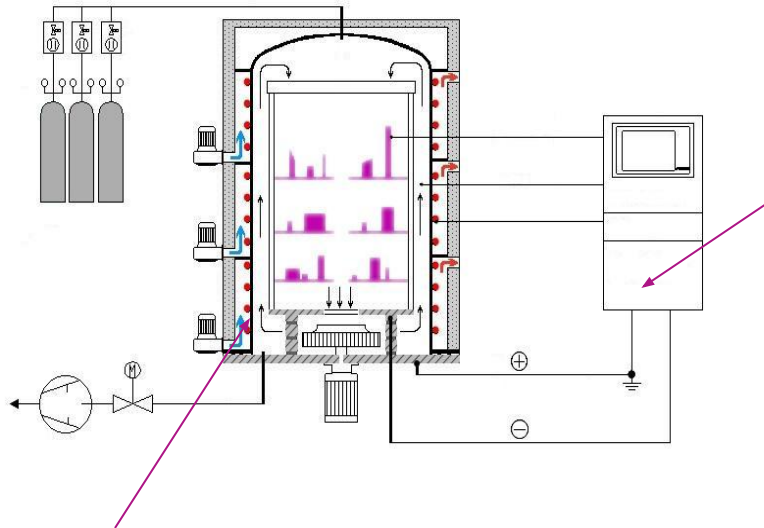




# PulsPlasma® установки азотирования



Конструктивные особенности:

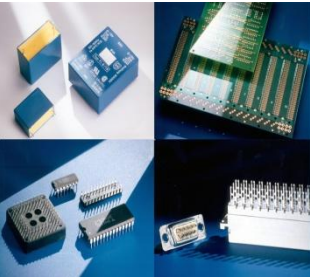


**Пульсирующий  
постоянный ток**

500 Hz – 15 kHz

**Без повреждения  
поверхности электрической  
дугой**

- постоянная плазма
- Электрическая дуга < 1  $\mu$ s



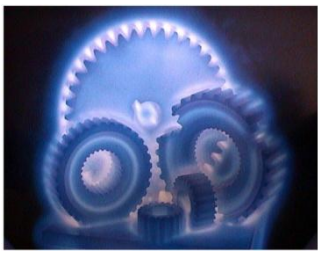
**обогреваемые стенки камеры**

- электрический нагрев стенок для нагрева садки
- мощность плазмы по требованию процесса
- равномерное распределение температуры



**PLATEG**





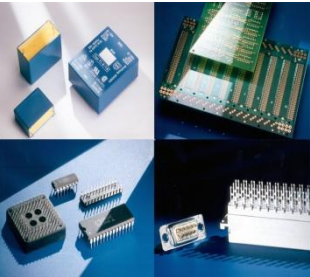
# Преимущества PulsPlasma® азотирования



**Плазменное азотирование / карбонитрирование**  
(в сравнении с газовым азотированием)

## Общие:

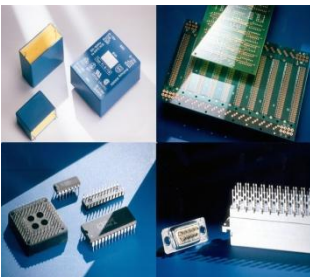
- Низкий расход среды, экологичность
- Гибкая температура азотирования (300 °C ....600 °C)
- Простая возможность частичного азотирования
- Азотирование высокохромистых сталей  
(получение коррозионной стойкости)
- Азотирование порошковых материалов
- Азотирование Ti, Al





# Примеры PulsPlasma® Азотирования

□ Инструмент

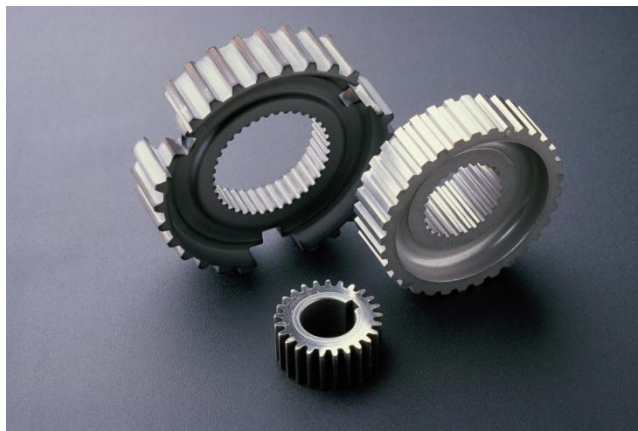
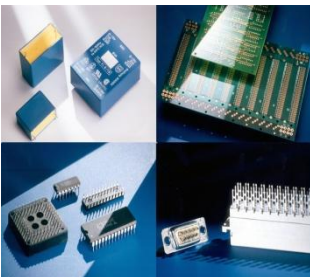


**PLATEG**



# Примеры PulsPlasma® Азотирования

□ компоненты коробок передач

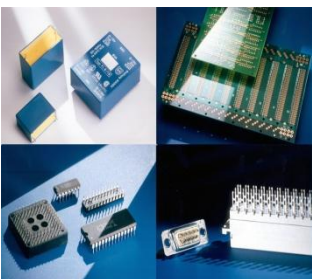


**PLATEG**



# Примеры PulsPlasma® Азотирования

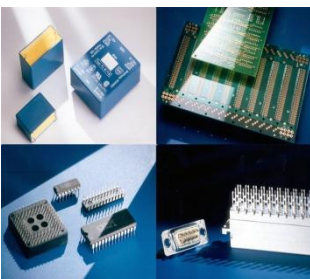
□ порошковые ферросплавы





# Примеры PulsPlasma® Азотирования

□ Стали с содержанием хрома > 12 %





# Преимущества PulsPlasma<sup>®</sup> азотирования



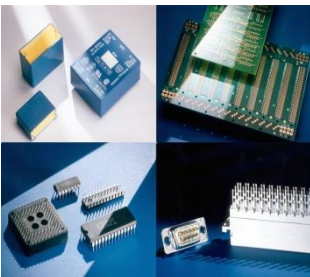
**Плазменное азотирование / карбонитрирование**  
(в сравнении с газовым азотированием)

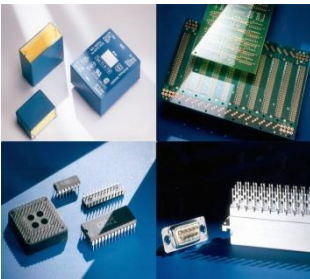
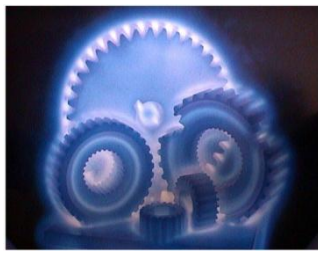
ТЕХНИЧЕСКИЕ:



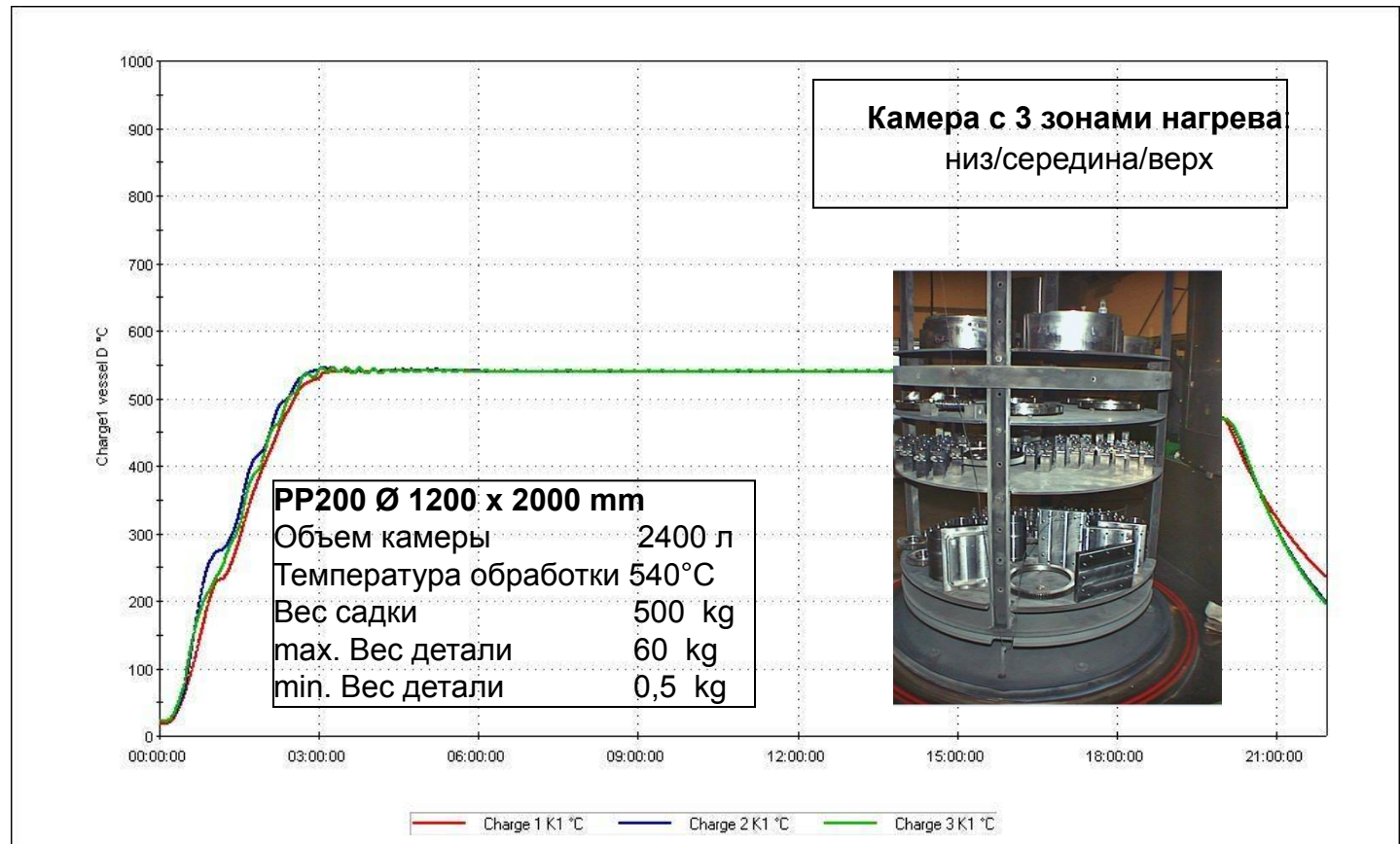
## □ Управление размером и формоизменением

- Оптимизация конструкции и подготовки для азотирования (допуски размеров)
- Подходящие температуры обработки
- Очень хорошая равномерность температуры в камере





# Температурный режим PulsPlasma®-установки для азотирования





# Преимущества PulsPlasma<sup>®</sup> азотирования



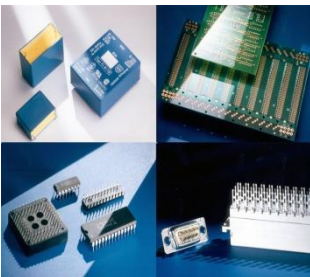
**Плазменное азотирование / карбонитрирование**  
(в сравнении с газовым азотированием)

ТЕХНИЧЕСКИЕ:



## □ Структура азотированного слоя управляем

- Азотирование с образованием связующего слоя (образование  $\gamma'$ - и  $\epsilon$ - слоев или смеси слоев управляется составом атмосферы)
- Азотирование без образования связующего слоя
- Влияние параметров процесса на пористость







# Преимущества PulsPlasma<sup>®</sup> азотирования



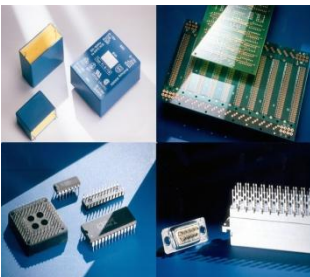
**Плазменное азотирование / карбонитрирование**  
(в сравнении с газовым азотированием)

ТЕХНИЧЕСКИЕ:



□ **Комбинированные процессы в одной установке PulsPlasma<sup>®</sup> Азотирования с:**

- **PulsPlasma<sup>®</sup> Оксидирование**  
(Повышение коррозионной стойкости, улучшение гладкости)
- **PulsPlasma<sup>®</sup> CVD**  
(TiC, TiN, (Ti,Al)N, DLC)





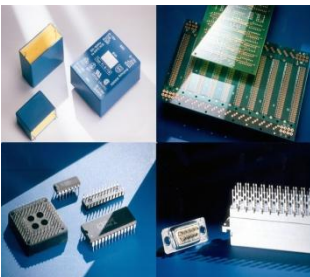
# PulsPlasma® Азотирование + последующее оксидирование

□ Улучшение коррозионной стойкости



Шаровая цапфа,  
PulsPlasma® азотирование  
Без посл. Оксидирования  
(слева)

с PulsPlasma® оксидированием  
(справа)



# PulsPlasma® CVD-покрытия

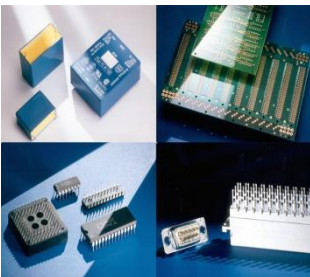
□ Нанесение твердых слоев

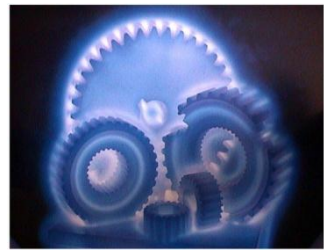


TiN



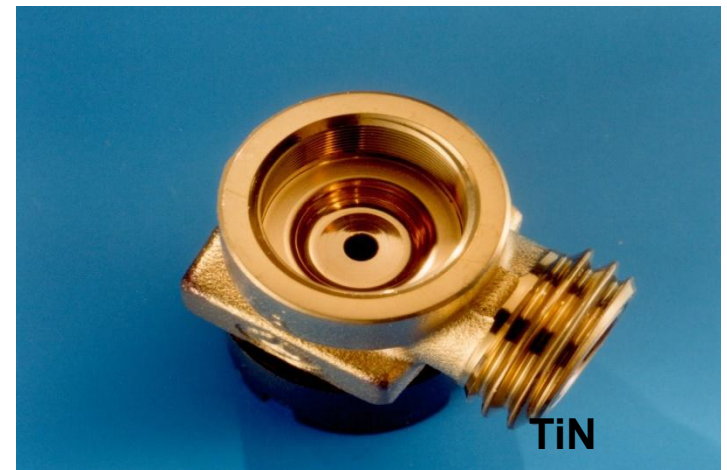
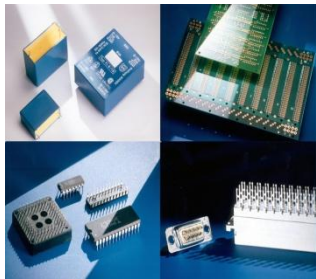
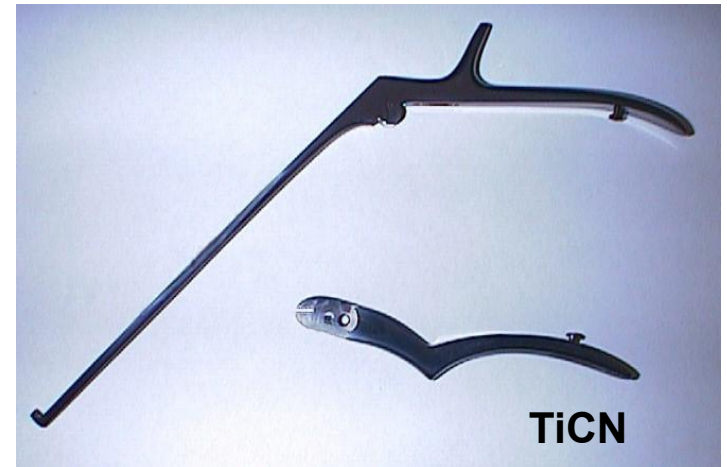
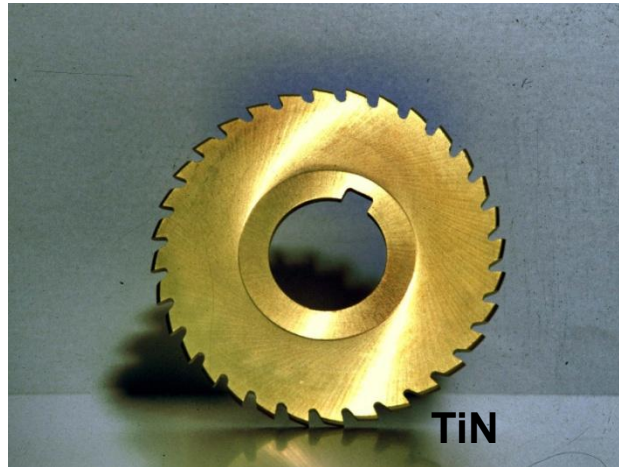
TiC





# PulsPlasma<sup>®</sup> CVD- покрытия

□ Нанесение твердых слоев



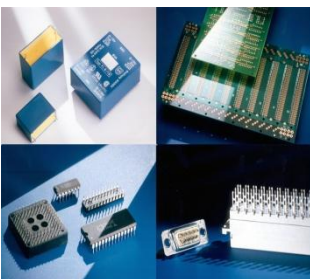


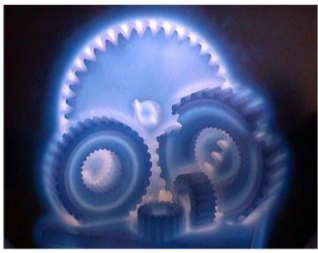
# Ограничения PulsPlasma® азотирования

**Плазменное азотирование / карбонитрирование**  
(в сравнении с газовым азотированием)

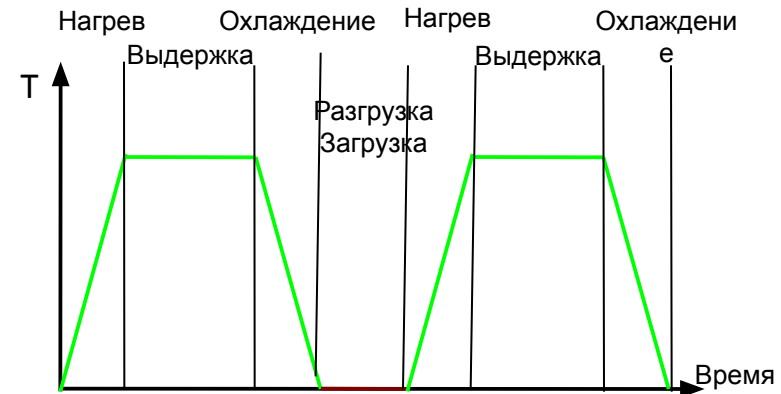
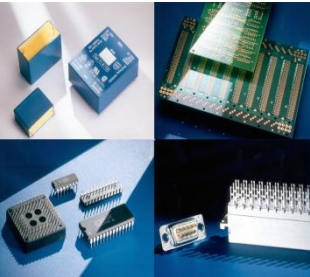
технические:

- Усложнение конструкции садки
  - детали располагаются с зазором друг относительно друга
- Обработка навалом не возможна
- Азотирование в отверстиях углублениях и узких участках ограничено



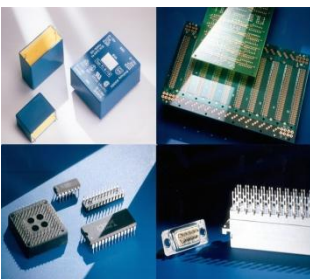


# PulsPlasma®-Установка азотирования – моно принцип





# PulsPlasma® – Установка азотирования PP 20 ø 400 x 800



## Технические параметры:

Диаметр камеры/ полезный диаметр:

400 mm / 300 mm

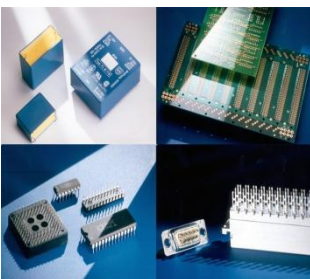
Высота камеры / полезная высота:

800 mm / 500 mm

**PLATEG**



# PulsPlasma® – Установка азотирования PP 200 ø 1200 x 2200



## Технические параметры:

Диаметр камеры/ полезный диаметр:  
mm

1200 mm / 1000

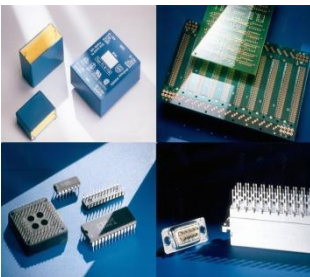
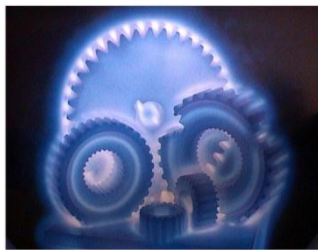
Высота камеры / полезная высота:  
mm

2200 mm / 1700

**PLATEG**



# PulsPlasma® – Установка азотирования PP 300 ø 2700 x 2600



## Технические параметры:

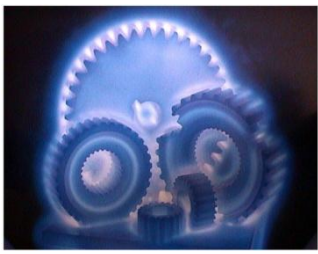
Диаметр камеры/ полезный диаметр:  
mm

2700 mm / 2500

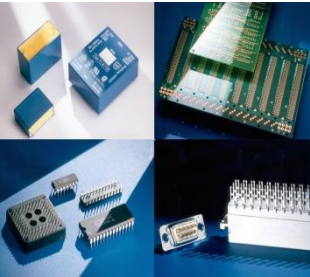
Высота камеры / полезная высота:  
mm

2600 mm / 2100

**PLATEG**



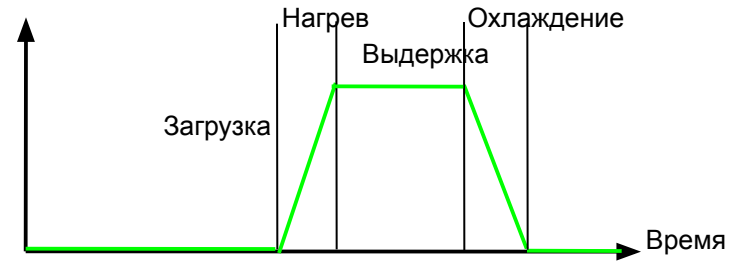
# PulsPlasma® - Установка азотирования – шаттл принцип



Стол 1



Стол 2



# PulsPlasma® – Установка азотирования PP 200 ø 1200 x 2100



## Технические параметры:

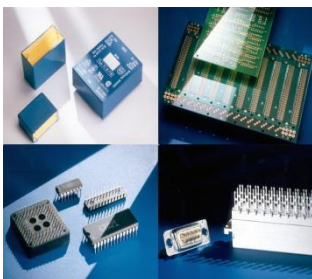
Диаметр камеры/ полезный диаметр:  
mm

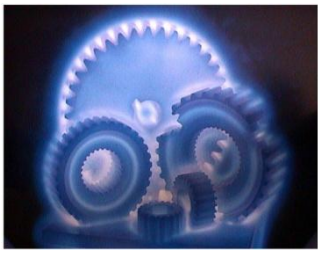
1200 mm / 1000

Высота камеры / полезная высота:  
mm

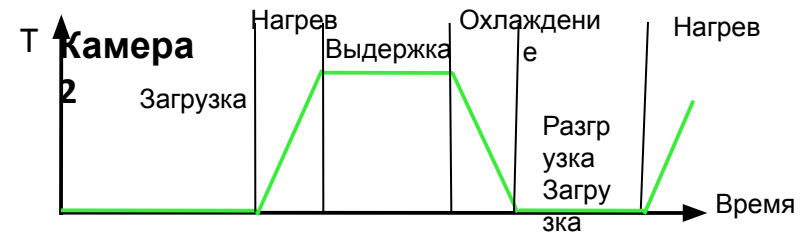
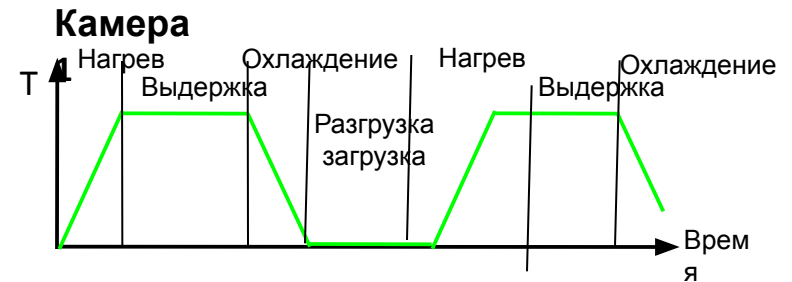
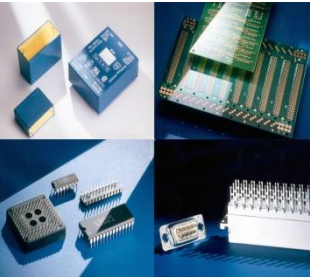
2100 mm / 1600

**PIATEG**



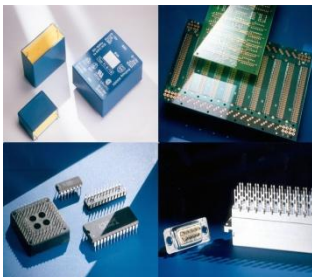


# PulsPlasma® - Установка азотирования – тандем принцип



**PIATEG**

# PulsPlasma® – Установка азотирования PP 120 ø 1000 x 2000



## Технические параметры:

Диаметр камеры/ полезный диаметр:  
mm

1000 mm / 800

Высота камеры / полезная высота:  
mm

2000 mm / 1600

**PIATEG**

# PulsPlasma® – Установка азотирования PP 300 ø 1400 x 2600



## Технические параметры:

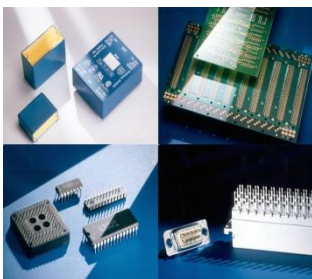
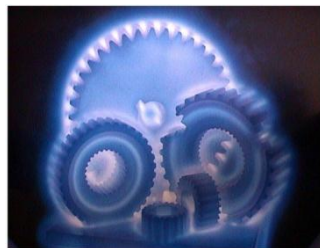
Диаметр камеры/ полезный диаметр:  
mm

1400 mm / 1200

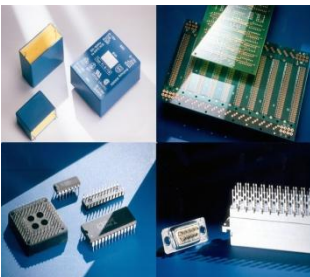
Высота камеры / полезная высота:  
mm

2600 mm / 2000

**PLATEG**



# PulsPlasma® – Установка азотирования PP 300 ø 2000 x 3200



## Технические параметры:

Диаметр камеры/ полезный диаметр:  
mm

2000 mm / 1800

Высота камеры / полезная высота:

3200 mm / 2600 mm

**PIATEG**

# PlateG – Установки



## Особенности:

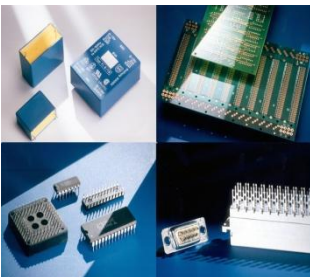
### □ Компактная, экономящая место конструкция

- все компоненты установки на общем основании,
- с интегрированным устройством подъема и перемещения вакуумной камеры



### □ Гибкая концепция установки (Модульная система)

- моно-, шаттл-, тандем исполнение,
- при необходимости позже можно дополнять установку



### □ Законченный процесс и технология

- комбинация PulsPlasma<sup>®</sup> Азотирования и PulsPlasma<sup>®</sup> CVD в одной установке

### □ Передовая концепция управления

- базируется на Microsoft<sup>®</sup> Windows с возможностью удаленного управления и обслуживания







# PlateG – Установки



## Особенности:



### □ Современные системы нагрева и охлаждения

- смонтированные непосредственно на камере нагревателя, ускорение передачи тепла, снижение необходимой мощности нагрева
- нагрев независимо от отдельных контуров нагрева и охлаждения
- очень низкий разброс температуры по зоне ( $\pm 5^\circ\text{C}$ )



### □ Современные системы теплоизоляции

- специальные изоляционные материалы космических технологий,
- малые занимаемые площади,
- снижение расхода тепла



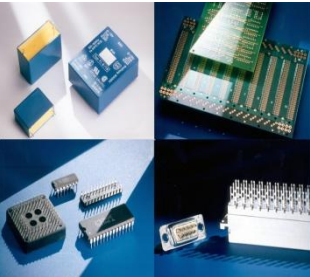
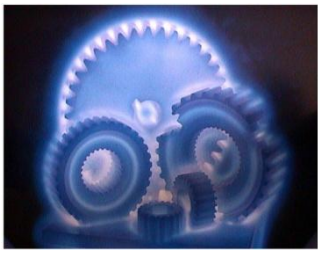
### □ современные PulsPlasma<sup>®</sup> Генераторы

- почти прямоугольная форма импульса тока и напряжения
- пульсирующий ток достигает уже меньше чем через  $\mu\text{s}$  установленного значения
- активная система защиты от электрической дуги (время подавления  $< 1 \mu\text{s}$ )



**PLATEG**

# PulsPlasma® Азотирование

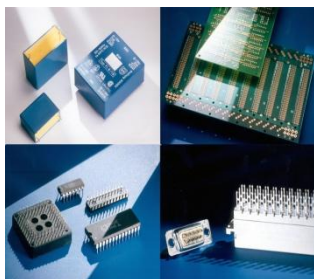
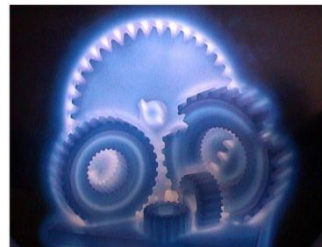


✓ Качество через изменяемый процесс

✓ Производительность через высокую плотность загрузки

✓ Гибкость через оптимальную концепцию установок

✓ Эффективность через комбинацию процессов



# Мы благодарим Вас за внимание!

**PlaTeG GmbH**  
Ein Unternehmen der PVA TePla Gruppe

Industriestr. 13  
D - 57076 Siegen  
Germany  
Fon: +49 271 772417  
Fax: +49 271 7724133  
e-mail: [service@plateg.de](mailto:service@plateg.de)  
Internet: [www.plateg.de](http://www.plateg.de)

**Представитель в РФ и странах СНГ фирма ГАЛИКА АГ**

[www.galika.ru](http://www.galika.ru)

Тел. (495) 234 60 00

Факс. (495) 954 44 16

**PLATEG**

Galika AG

**PLATEG**

Plasma Technik Grün

**До новых встреч!**