



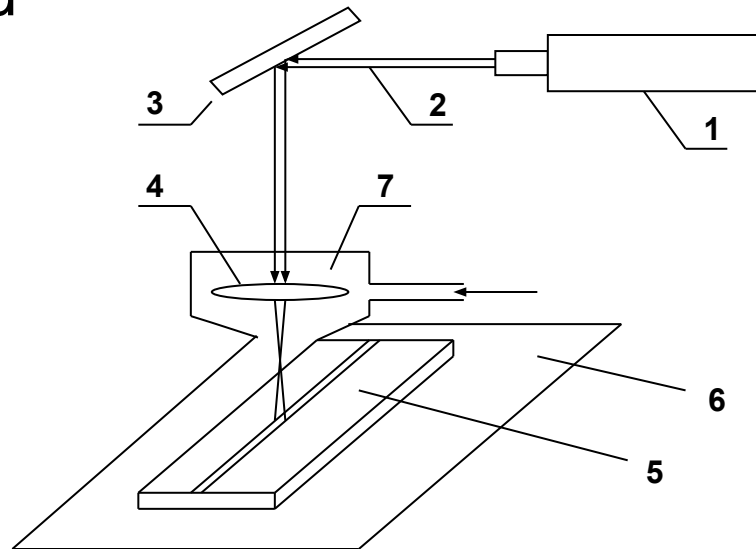
**Применение лазерных методов для упрочнения
и восстановления деталей машин и
оборудования
利用激光方式强化和修复机械设备的零件**

**Девоино Олег Георгиевич,
доктор технических наук, г. Минск
捷沃伊纳 阿列克 格奥尔各耶维奇
科技博士, 居住在明斯克市**



Лазерная обработка 激光处理

■ **L**ight
■ **A**mplification
BY
■ **S**timulated
■ **E**mission
OF
■ **R**adiation,



- 1 – лазер;
激光器
- 2 - луч лазера;
激光射线
- 3 – поворотное зеркало;
旋转反射镜
- 4 – оптическая система;
光学系统
- 5 – обрабатываемый материал;
可加工材料
- 6 – рабочий стол установки;
可调节工作面
- 7 – насадка-сопло
喷管-喷嘴



ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ 主要的激光处理特性

Возможность получения в зоне воздействия высоких плотностей мощности, недостижимых другими методами, что:

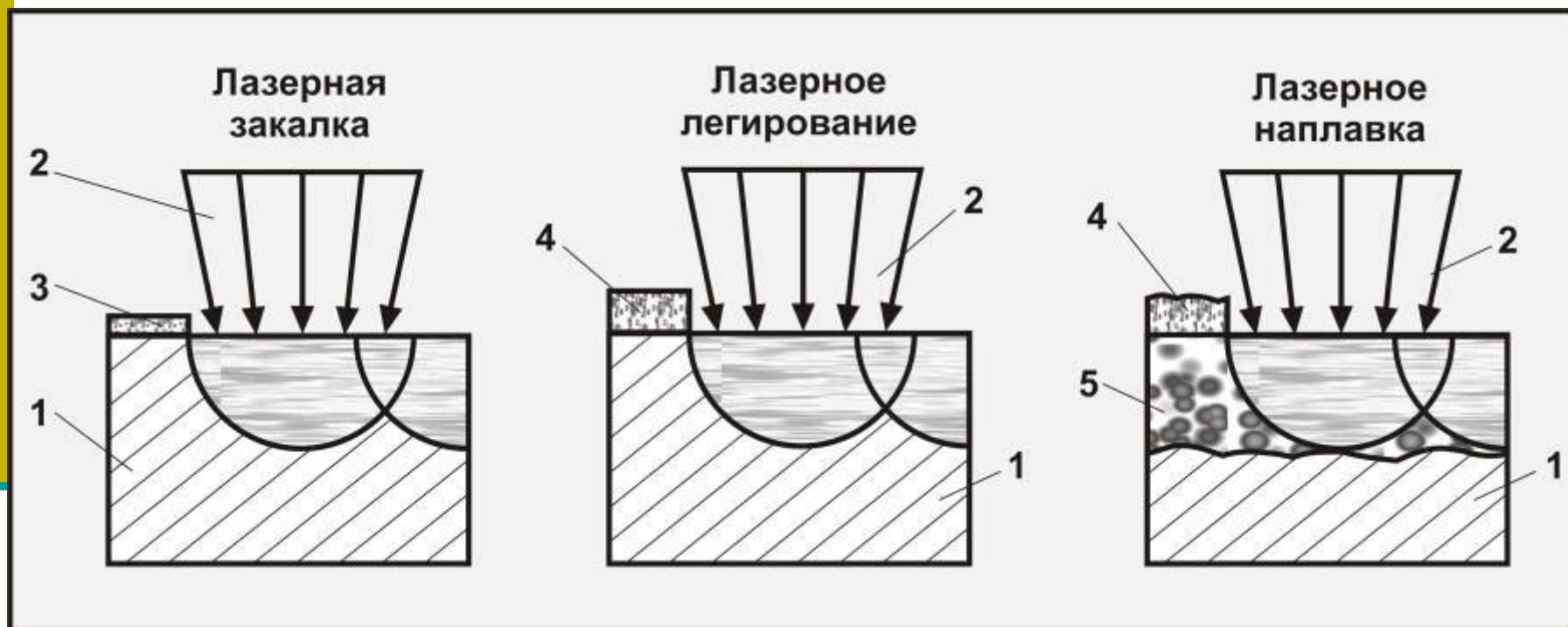
- - позволяет реализовывать термические процессы со сверхвысокими скоростями нагрева и охлаждения поверхностного слоя;
- -可以在热处理过程中使表层快速加热和快速冷却
- -обеспечивает возможность локальной термообработки рабочих поверхностей деталей без их объемного разогрева.
- -保证在表面局部热处理过程中, 零件不会整体加温

Достаточно легкая управляемость лазерным лучом, что касается возможностей:
该项工艺操作性能简单, 便于使用。

- - автоматизации процесса;
- -自动操作
- - транспортировки луча в зону обработки;
- -在处理区域传送光速
- - точного дозированного энергетического воздействия на заданную точку поверхностного слоя;
- -精密的能量配量在需要处理的表面一点
- - варьирования в достаточно широких пределах режимов лазерной обработки.
- -激光处理会发生很
 - Экологическая чистота лазерных методов обработки.
 - 激光处理使用纯激光能源方式进行



Виды лазерной поверхностной обработки
激光表面处理形式示意图





ДОСТИГАЕМАЯ ТВЕРДОСТЬ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОЙ
ЛАЗЕРНОЙ ЗАКАЛКЕ СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ
通过激光硬化钢和铸铁表面后, 其硬度相关数据

	Материал 材质	Достигаемая твердость, HV 达到硬度为, 维氏硬度
Стали 钢	Ст3	500...600
	Сталь 45	700...800
	У8	800...1000
	40X	1100...1140
	40X13	1000...1200
	ШХ15	1100...1200
	X12M	900...1050
	P18; A11P3M3Φ2	1040...1070
	P6M5	1070
Чугуны 铸铁	ВЧ60-2	800...1100
	СЧ24-44	740...1000
	КЧ35-10	600...800



БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ДОСТИГАЕМАЯ ТВЕРДОСТЬ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЛАЗЕРНОЙ
ЗАКАЛКЕ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

通过激光硬化有色合金表面后, 其达到的硬度数据

Титановые сплавы 含钛合金	ОТ4	800...1600
	ВТ6	770...1650
	ВТ3-1	530...1010
	ВТ16	640...890
Алюминиевые сплавы 铝合金	АЛ4	97...179
	АЛ9	95...120
	АЛ10В	120...26
	АЛ25	235...265
	АК5М7	145...260



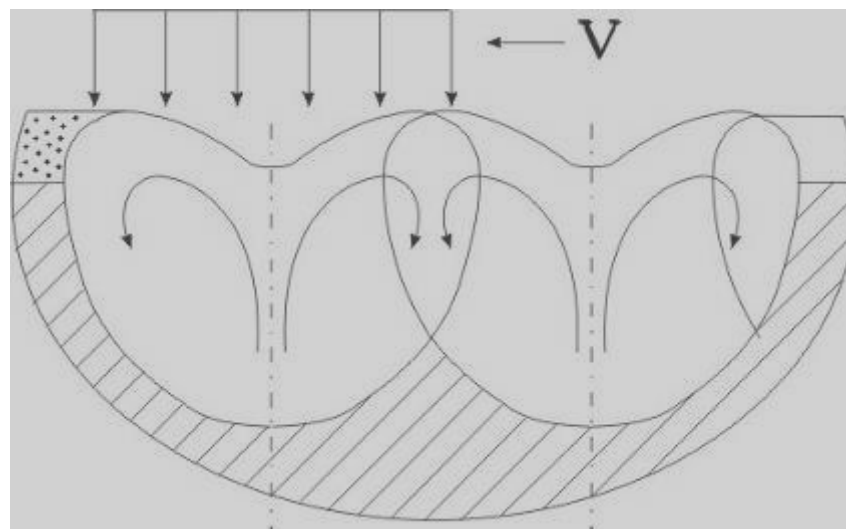
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ
激光炼制合金技术

Достоинства метода
技术优势

- **поверхностное упрочнение материалов, которые не могут быть упрочнены методами термообработки;**
表面加强材料, 不可能进行热处理加强
- **экономия дорогостоящих легирующих компонентов за счет возможности легирования только функционально нагруженных зон детали.**
节约高额的合金化部件。

Схема лазерного легирования

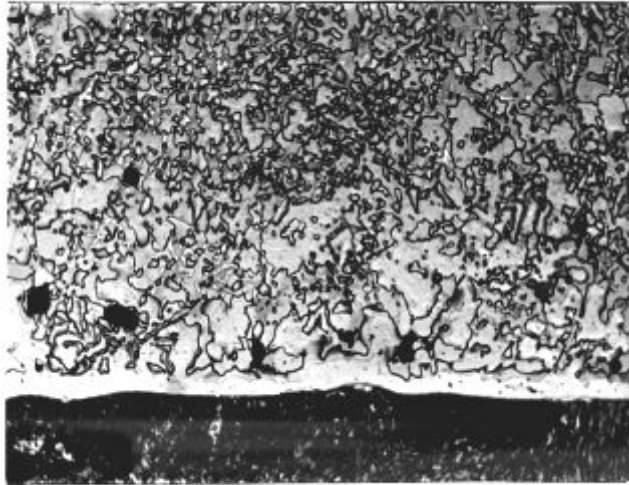
图表, 激光炼制合金



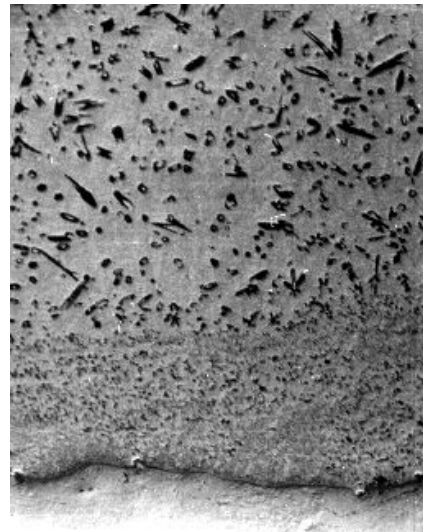


Микроструктуры никелевого сплава
ПГ-СРЗ после различных видов обработки
在不同的处理形式下含镍层ПГ-СРЗ的微观组织图

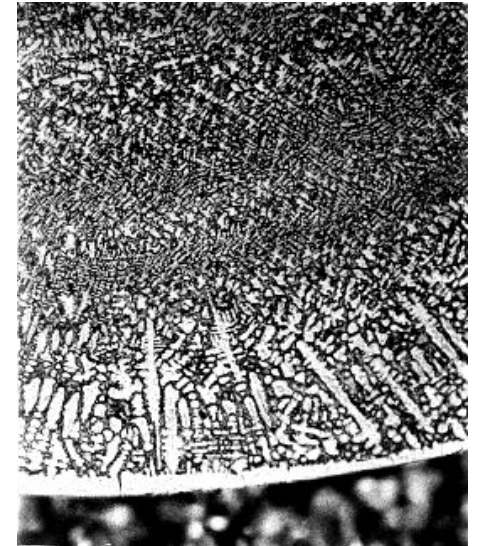
После оплавления
газопламенной горелкой
在传统的火焰焊枪处理后



После оплавления лучом лазера
在激光射线处理后



без
проплавления
основы
没有熔化原则的



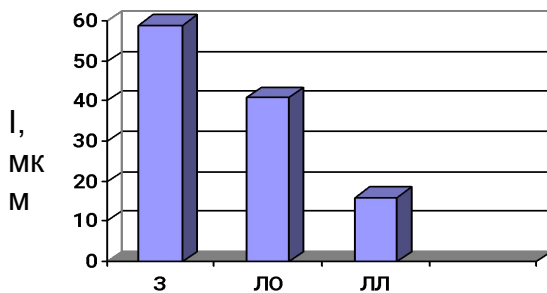
с
гарантированным
проплавлением
основы
具有熔化原则的



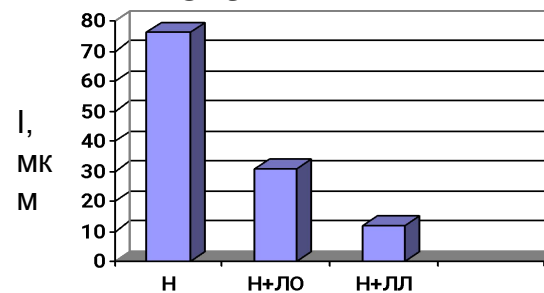
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ СПЛАВОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ОБРАБОТКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПРЕСС-ИСПЫТАНИЙ

对比耐磨合金在不同的形式下的处理结果

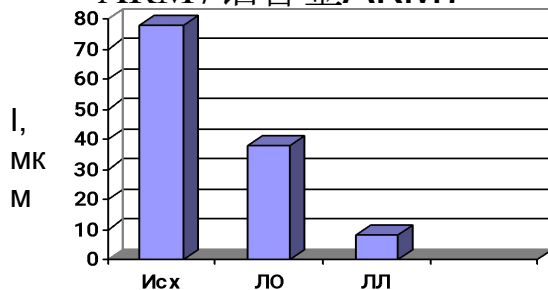
Сталь 45



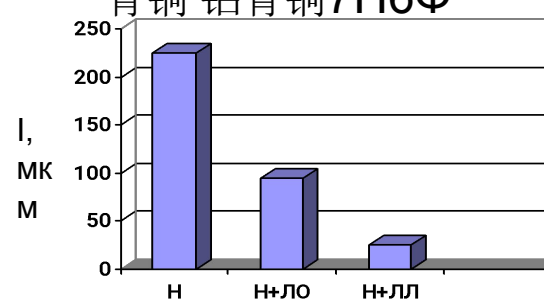
Никелевый сплав ПГ-СРЗ



Алюминиевый сплав АКМ7
铝合金 АКМ7



Бронза БрА7Н6Ф
青铜 铝青铜7Н6Ф



З – объемная закалка 整体淬火, ЛО – лазерная термообработка 激光热处理, ЛЛ- лазерное легирование 激光炼制合金, Н – газотермическое напыление, 气热喷镀 Исх – состояние поставки 供应情况



Вал насоса с восстановленными шейками под подшипник

泵轴与修复轴颈下的轴承



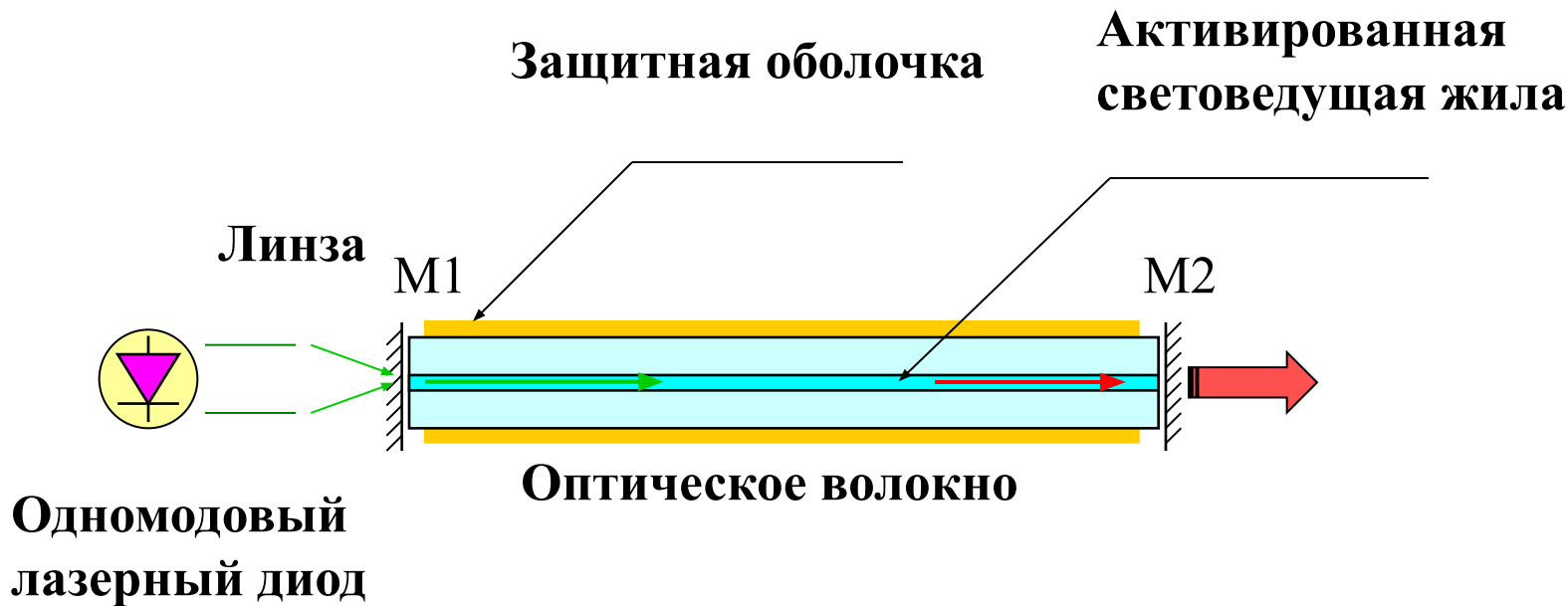


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Картер насоса с восстановленными
посадочными местами под подшипники
泵箱和修复的基础轴承





ВЛ с одномодовой накачкой





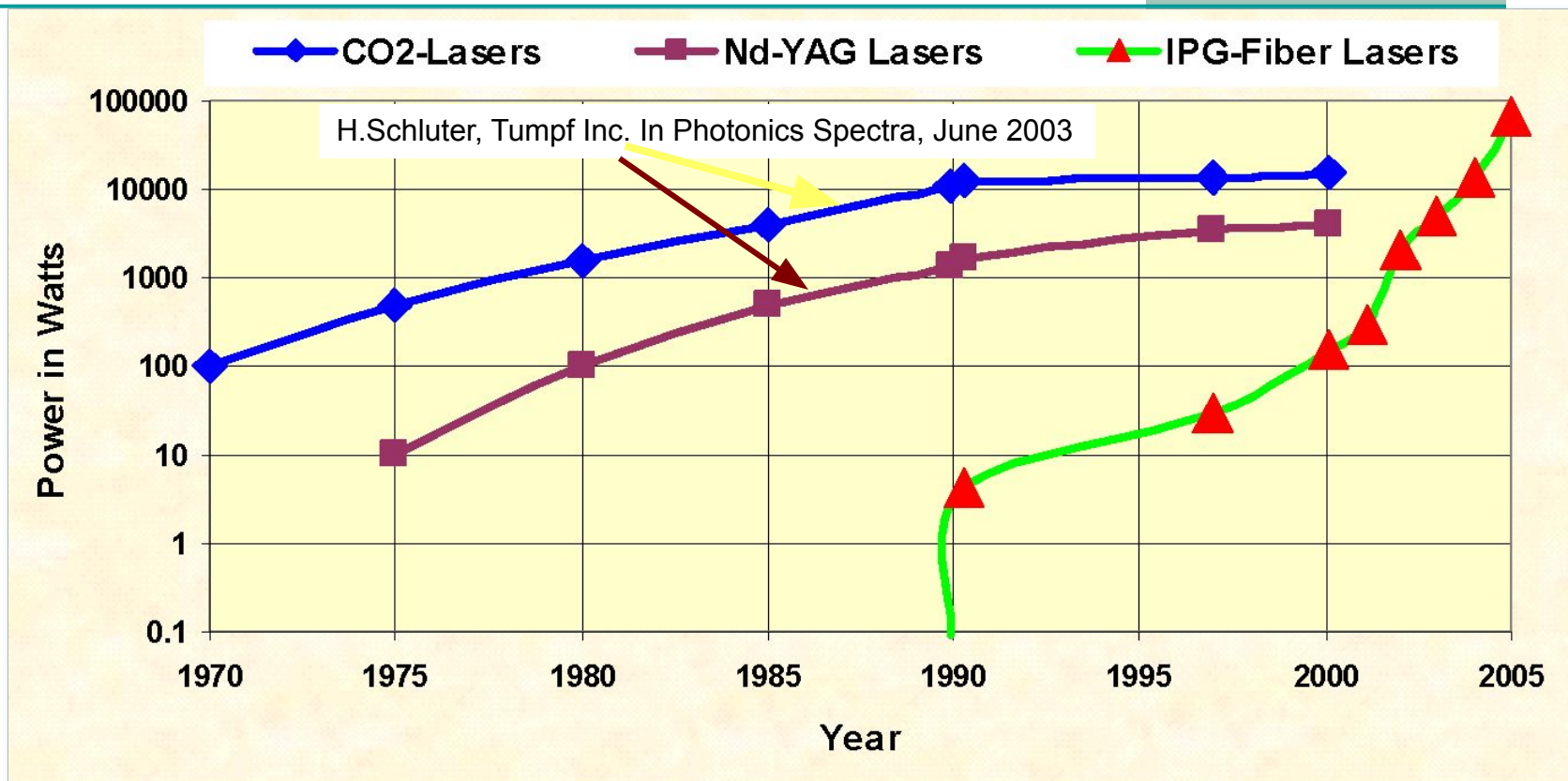
Основные преимущества волоконных лазеров

- *1. Интегральная технология (не требуется юстировок, устойчивы к пыли, влаге и механическим воздействиям).*
- *2. Малые габариты.*
- *3. Высокий КПД.*
- *4. Высокая надежность.*
- *5. Простые требования к техническому обслуживанию.*
- *6. Исходно решен вопрос доставки излучения по волоконному световоду.*
- *7. Потенциально низкая стоимость.*





История развития лазеров





Спасибо за внимание
谢谢您的关注