

Индукционный нагрев: Компании, Бизнес



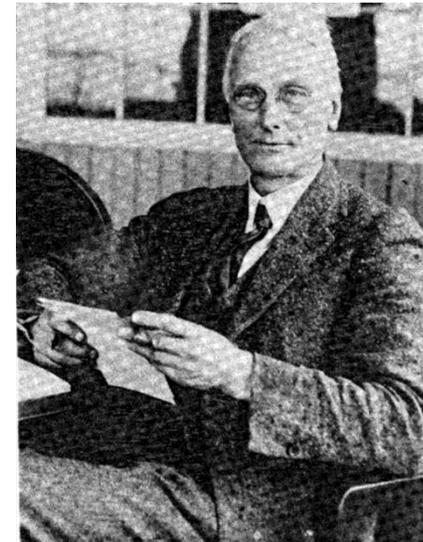
Прошлое – Настоящее - Будущее

- Чтобы правильно оценить **Настоящее** и прогнозировать (насколько удастся...) **Будущее**, необходимо знать **Прошлое** и его уроки
- **Прошлое** – около 90 лет для Индукционной Плавки; 80 лет для Сквозного Нагрева; 70 лет для Поверхностной Закалки; 50 лет для Выращивания Кристаллов; 40 лет для Цифрового Моделирования; 40 лет для Тиристорных Источников; 30 лет для Транзисторных Источников; 20 лет для Персональных Компьютеров и Компьютерных Систем Управления; 10 лет для Роботизированных Комплексов
- **Настоящее** – тонкий слой времени, когда будущее превращается в прошлое
- **Будущее** – практически невозможно предвидеть детали, но главные тенденции – можно

Д-р Эдвин Финч Нортруп (Dr. Edwin F Northrup, 1866-1940) в 1936 году написал книгу “Zero to Eighty” о полёте вокруг луны на корабле с индукционным запуском:

«Полёт состоялся в ... 1962 году и американцы встретили в космосе русский корабль»

Он же сказал в 1935 году, что «в будущем индукционный нагрев будет на каждом заводе, связанном с обработкой металла»



История Индукционного Нагрева и Плавки

Член- Корреспондент АН СССР, проф. В. П. Вологдин (1881- 1952) является одним из пионеров Радиотехники в СССР и основателем Высокочастотной Электротехнологии

Конец 1920-х – начало 30-х – разработка и выпуск индукционных тигельных печей

С 1935 – первые патенты на поверхностную индукционную закалку; интенсивные работы по индукционному нагреву в Лаборатории ЛЭТИ, С. Петербург

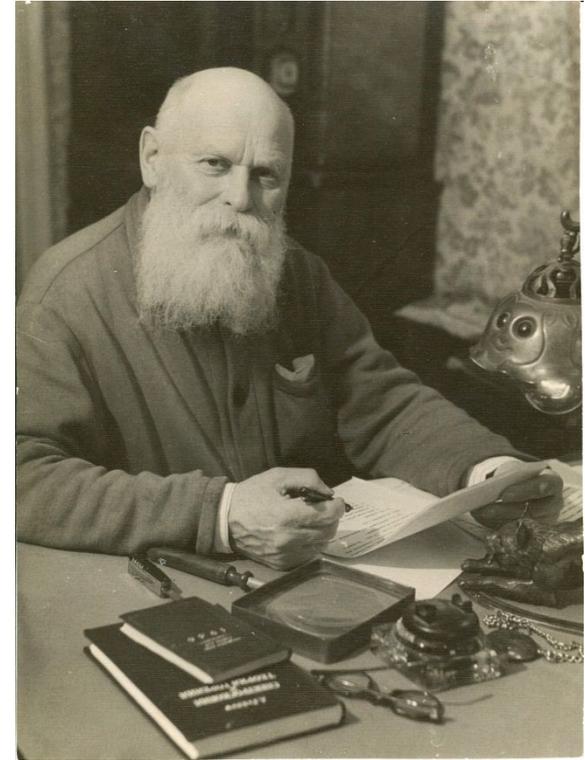
1939 – первая в мире книга по Поверхностной Индукционной Закалке; 1947 – новое издание

Военные годы (1941-1945) – активная работа группы на предприятиях оборонной промышленности, в том числе на танковом заводе в Челябинске (танк Т-34)

1945 – основание специальности и кафедры «ВЧ Техника» в ЛЭТИ

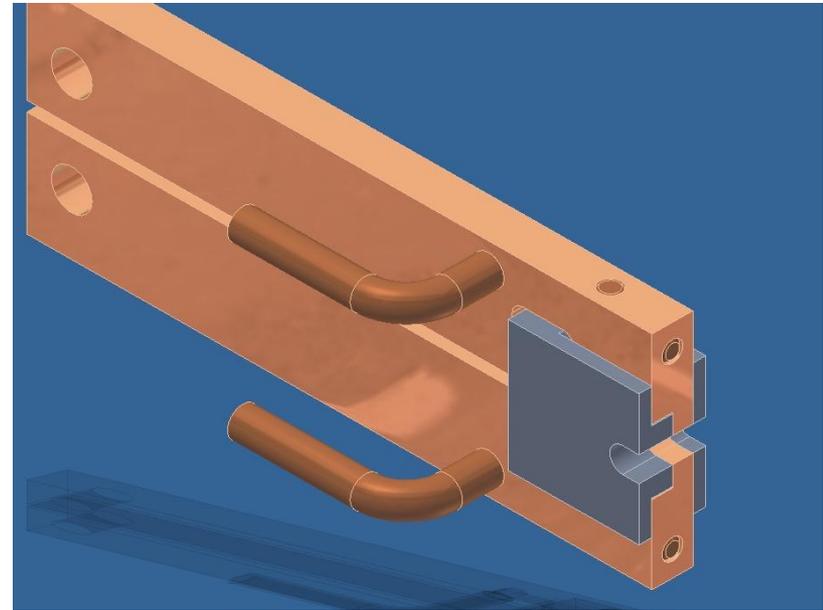
1947 – основание уникального технического центра – НИИ Токов Высокой Частоты в Парголово под С. Петербургом (справа – главное здание)

Сталинские премии – 1943 (военная техника) и 1952 (кузнечный цех нового типа на МЗМА, Москва)



Применения индукционного нагрева

- **Промышленность**
 - Получение первичных материалов (плавка, разливка,)
 - Получение вторичных продуктов (прокат, поковки, профили и пр.)
 - Машиностроение
 - Термообработка
 - Соединение (сварка, пайка, осадка и пр.)
 - Модификация поверхности (наплавка, покрытия и пр.)
- **Высокие технологии**
 - Полупроводниковые материалы
 - Электронные компоненты (чипсы, экраны, солнечные элементы и пр.)
 - Аэрокосмические технологии и пр.
- **Наука и исследования**
 - Сверхчистые и специальные материалы
 - Испытания материалов и изделий
- **Быт, Пищевая, Косметические отрасли....**
 - Упаковка
 - Приготовление пищи
 - Медицина и пр.



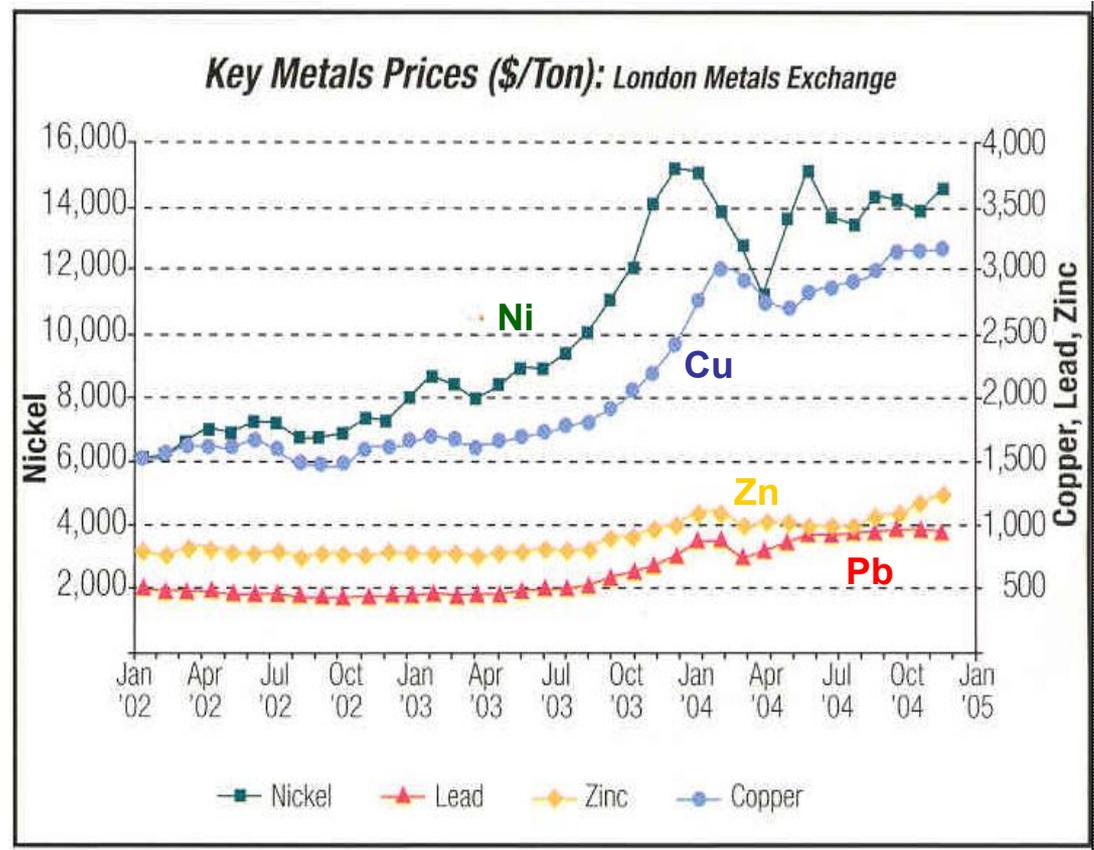
Индуктор для пайки компонентов электроники, Fluxtrol Inc.

Индукционная отрасль

- По мощности и стоимости основной рынок – плавка и обработка металла
- Относительно малый размер отрасли; объём продаж производителей оборудования (OEM) в мире составляет около 3,500 000 000 USD по сравнению с 200,000 000 000 USD для сети магазинов Walmart; однако % прибыли у них значительно выше, чем у Walmart
- Многие индукционные технологии, такие как полупроводниковые технологии, упаковка, бумажная промышленность, лишь частично относятся к Индукционной отрасли. Часто они сами производят оборудование
- Отрасль высоких технологий
- Обычно малые серии оборудования (единицы - десятки – сотни)
- Техническая поддержка чрезвычайно важна

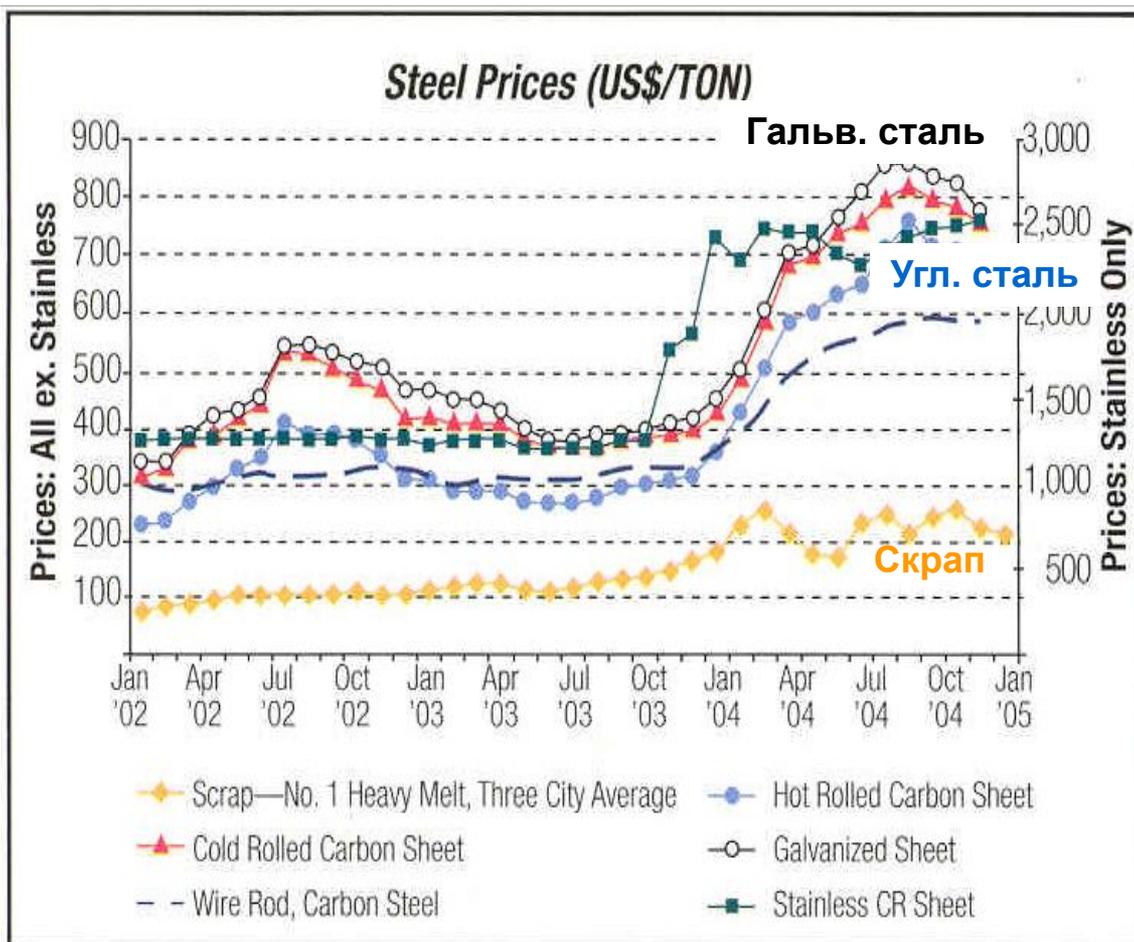
Динамика цен на металлы

1. С 2000 по 2008 годы цены на металлы резко возросли, особенно на медь и никель
2. Доля затрат на энергию в себестоимости снижается
3. Достоинства электро-технологии становятся всё более очевидными



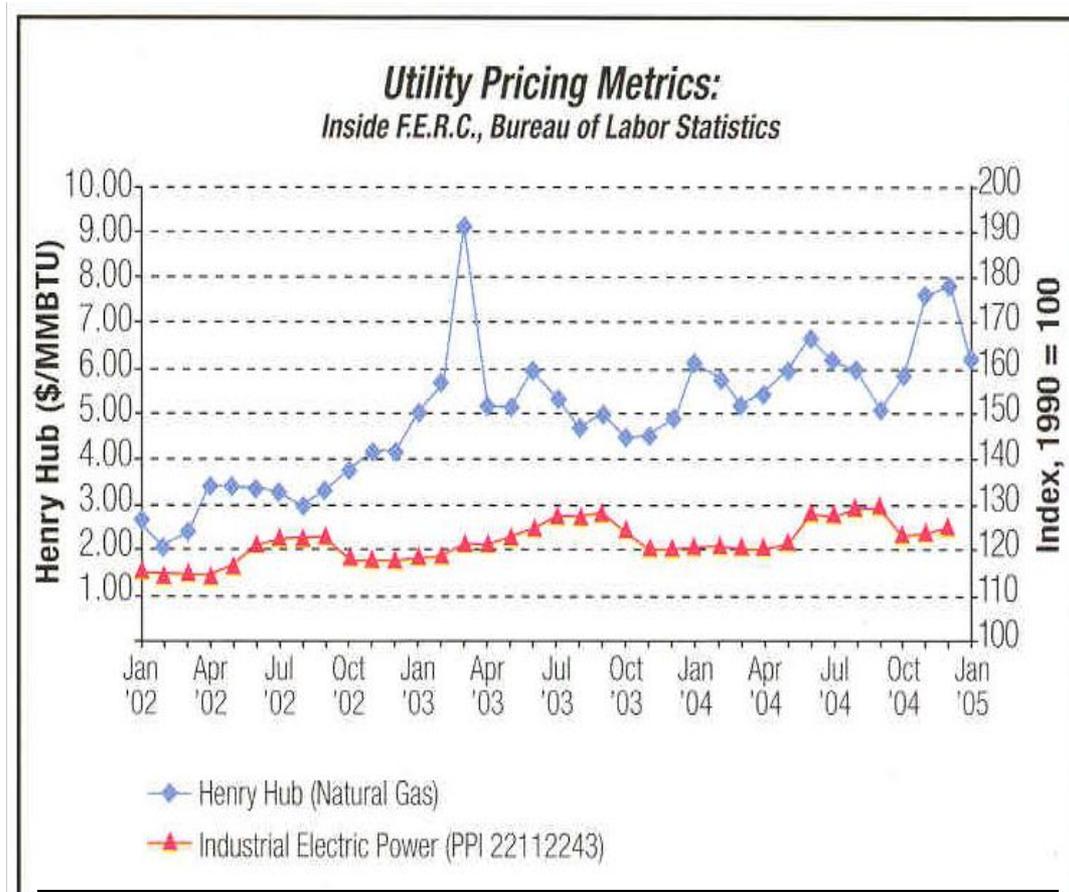
Динамика цен на сталь

- Цены на сталь постоянно растут
- Растёт доля качественных сталей и продуктов
- Большой спрос на гальванированный лист для автомобилей
- Растут требования к рядовым маркам стали
- Роль электротехнологий, в том числе индукционных, постоянно возрастает



Топливо и Электричество?

1. Топливо дорожает быстрее, чем электричество. С 1990 по 2005 год стоимость минерального топлива выросла на 70%, а электроэнергии на 25%
2. Качество продукта выше при электротехнологии
3. Электричество удобнее в производстве (автоматизация, гибкость, условия труда и пр.)

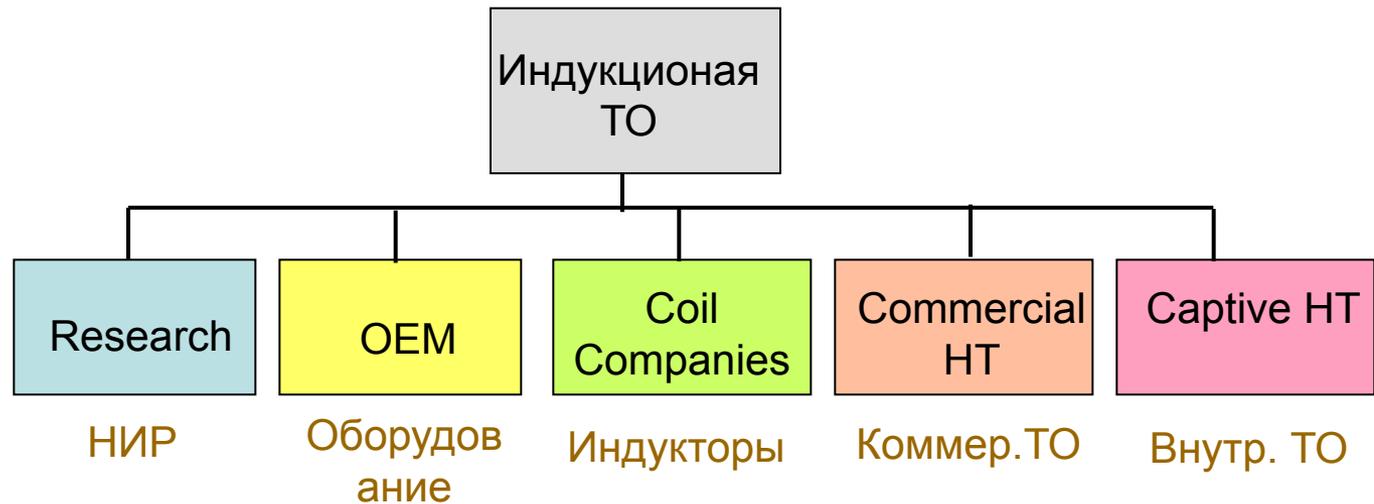


Топливо или Электричество?

- Однородность качества энергии
- Электричество благоприятнее для экологии среды
- Лучше условия труда
- Производство (sustainability)



Индукционный нагрев: США и Европа



Основные OEM в США и Европе:

Indel = Inductotherm Group + Diversified Technology Group (2000s) USA

AjaxTocco Magnethermic = Ajax Magnethermic + Tocco (2002) USA

SMS Elotherm = SMS Group купила AEG Elotherm (2000s) Germany

ABP Induction = ABP + Pillar Induction (2008) USA, Germ

EFD Induction = Elva (Norway) + Fritz Dusseldorf (Germany) (1996) Norway, Germ

SAET = SAET + EMMEDI (Italy) (2008) Italy

GH Induction = GH (Spain) + Elin (Austria) (1998) Spain

Huttinger Elektronik = Huttinger вошёл в TRUMPF Group (2000s) Germany

Otto Junker Group = Junker Inc. + Induga + IUT + ... (2007) Germany

Компания “Induction Tooling”, USA

Компания Induction Tooling, Ohio, USA – одна из лучших компаний по разработке и изготовлению индукторов и оснастки

Продукты:

- Индукторы
- Сервисные услуги
- Бустерные насосы
- Сканеры (новый продукт)

Имеет современное механическое и измерительное оборудование и опытный персонал (27 человек)



5-координатный ЧПУ станок и обработка меди индуктора



Примеры индукторов

Индукционный нагрев: Inductotherm, США

Лётчик Henry Rowan в 1953 г. построил в гараже индукционную печь

В 1954 г. основал компанию Inductotherm

В 1961 г. компания перенесена в Rancocas, PA

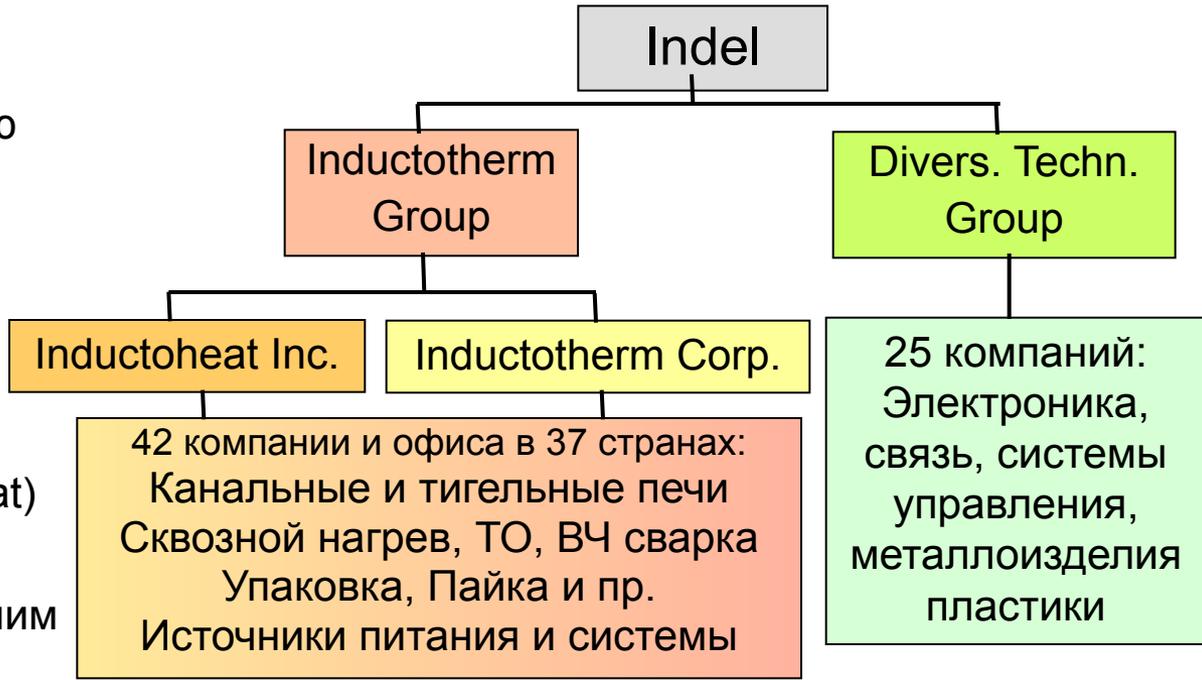
В 1970 г. куплена IPE (Inductoheat) в Мичигане

В 70-х компания стала крупнейшим изготовителем индукционного плавильного оборудования

В настоящее время – крупнейшая индукционная компания в мире

В 1992 Hank пожертвовал \$ 100.000.000 Glassboro State College (Теперь H. Rowan University)

История жизни в книге Henry Rowan & John Smith “The Fire Within”, Penton Publishing, 1997



AjaxTosco Magnethermic

Компания имеет долгую историю.

1915 – Ajax Metal Corp (основана в конце XIX века) начала делать индукционные печи с вертикальным каналом

С 1916 – Ajax Electric Furnace Co.

1920 - Ajax Electrothermic Corp. с Э. Нортрупом;

начало индукционного **нагрева** и **тигельных печей**

1941 – Ajax Engineering Co. Её глава М. Тама изобрёл печь для плавки Al с однонаправленным движением, 40 печей были поставлены в СССР

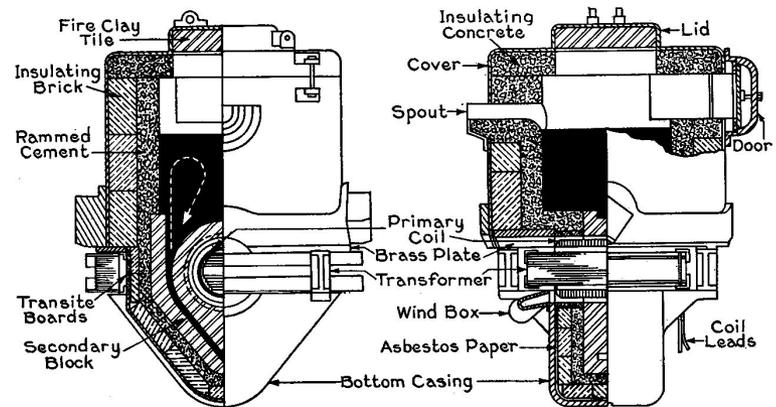
1948 – образована компания Magnethermic для нагревателей Al слитков на частоте 60 Гц

1959 – Magnethermic Corp. купила Ajax Eng-g и Ajax Electric Furnace, образовав Ajax Magnethermic Corp. (AMC)

1933 – The Ohio Crankshaft Co. (TOCCO) начала использовать индукционный нагрев для закалки коленвалов в соответствии с базовым патентом Э. Нортрупа

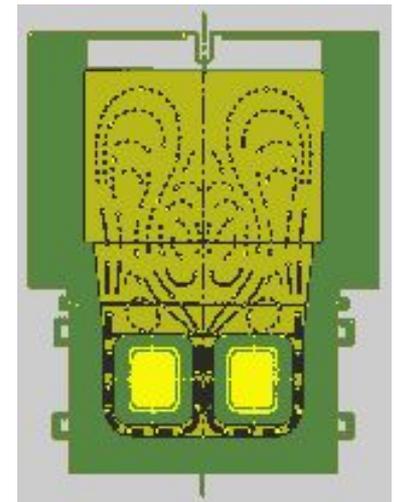
2002 – Park Ohio Holding Corp, владелец TOCCO, купила AMC, создав AjaxTOCCO Magnethermic (ATM)

ATM является одной из крупнейших фирм, производящих индукционное оборудование для плавки металлов, сквозного нагрева, термообработки, нагрева ленты и пр.



Первая промышленная канальная печь Ajax
–Watt, 1916

Одна из наиболее успешных разработок: Ajax Jet-Flow индукционная канальная печь, середина 1970-х



Европа: SMS Elotherm GmbH

1938 – Deutsche Edelstahl Werke использует технологию ТОССО для закалки коленвалов

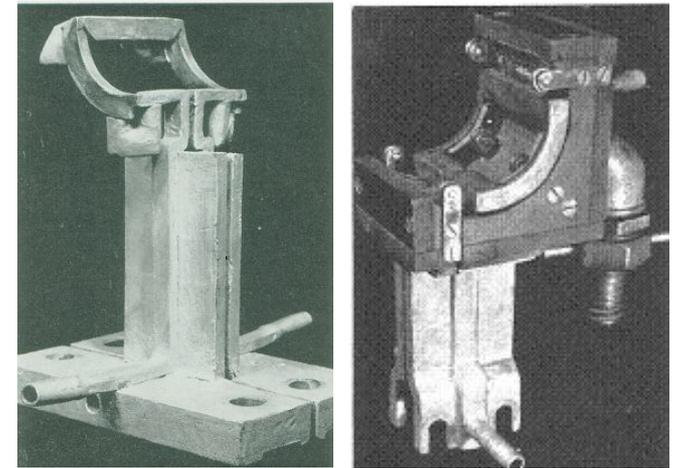
1942 – Первый станок системы Elotherm для закалки валов с вращением

1950 – Многопозиционные станки для коленвалов системы AEG Elotherm – Alfing

Недавно SMS Group купила AEG Elotherm и теперь это SMS Elotherm

SMS Group – крупная группа компаний (SMS Meer, SMS Demag, SMS Elotherm), производящая металлургическое оборудование

SMS Elotherm известна своими установками для закалки (коленвалы и пр.), сквозного нагрева, нагрева лент, МГД установками для непрерывной разливки, гальванизации, а также сварки труб



Пробный (1941) и первый промышленный индуктор (1942)



Website SMS Elotherm

Индукционный нагрев: Южная Африка, Мексика, Бразилия, Таиланд,....

- Несмотря на географическую удалённость, Южная Африка является весьма развитой страной с собственными исследовательскими центрами и промышленностью, работающей как на внутренний, так и на внешний рынки
- Мексика и Бразилия – в настоящее время сюда перенесены многочисленные заводы из США, Канады и Европы благодаря дешевой рабочей силе и налоговым условиям. Большой интерес к новым технологиям
- Таиланд, Индонезия, Вьетнам – использование индукционного нагрева для растущего бизнеса в области машиностроения, электроники и бытовой техники. Значительная часть предприятий принадлежит иностранным компаниям

Индукционный нагрев: Япония, Тайвань

Япония:

Довольно «закрытая» отрасль, работающая в основном на внутренний рынок

Внешний рынок – в основном обслуживание японских заводов в других странах (NTN, Toyota, Honda etc.)

Передовые разработки в OEM компаниях и научно-технических центрах при университетах и крупных корпорациях (Mitsui Eng & Ship-building, Mitsubishi etc.)

Основные OEM:

Neturen – наиболее крупная компания. Сквозной нагрев прутков и проволоки, закалка, спец. технологии (ВЧ плазма и пр.)

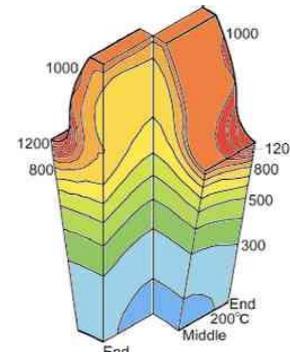
Denki Kogyo – генераторы, закалочные установки для шестерён, коленвалов и пр.

Тайвань:

Несколько компаний, сильно привязанных к японскому рынку. Сквозной нагрев, ТО, сварка, п/проводники и пр. Tatumg – rice cookers



Neturen: установка для нагрева стальных прутков



Denki Kogyo: слева – моделирование двухчастотной закалки шестерни, Справа – закалка коленвала

Китай: Индукционный нагрев

- В Китае действует много филиалов или дочерних компаний ведущих фирм, как конечных потребителей (ZF, GKN, GE etc.), так и OEM (Inductoheat, EFD, AjaxTOCCO etc.)
- Растёт число чисто китайских компаний, которые часто копируют, а затем разрабатывают и выпускают оригинальное оборудование
- Heat King, Chengdu Duolin El., Shenhua-Induction, etc.
- Активно работают НТ Общества (China Heat Treatment Association и пр.)
- Выпуск специалистов с глубоким знанием индукционного нагрева производится в целом ряде университетов (Шанхай, Харбин, Пекин, Лянь)
- Проводится большая НИР по индукционным технологиям, включая полупроводниковые и нано- процессы



变压器移动数控淬火机床

- 变压器移动采用直线滑动单元, 滚珠丝杠传动, 步进 / 伺服电机驱动, 定位精确
- 采用双轴数控系统、工艺程序可编程存储
- 框架式焊接床身, 双导轨结构
- 上顶尖双向移动、装卸零件方便
- 零件旋转采用变频调速控制

Сканер компании Shenhua-Induction

Китай: Семинары и конференции



Однодневный семинар по ИН,
Люань, октябрь 2004, 40 человек



Двухдневный семинар по Индукционной
Термообработке, Шанхай, окт. 2008, 120 чел

В Китае регулярно проводятся национальные и международные конференции и семинары по термообработке, модификации поверхности и пр. с докладчиками – ведущими специалистами из разных стран

Индия: Индукционный нагрев

- Об исследовательских работах в Индии известно гораздо меньше, чем в Китае. Исследовательские работы ведутся в основном в госсекторе
- В Индии действует много филиалов или дочерних компаний ведущих фирм, как OEM (SAET, EFD, GH, Inductotherm, AjaxTOCCO etc.), так и конечных потребителей (GKN, Yamaha, Ford, GM, Toyota etc.)
- Высокие таможенные сборы и низкие цены на внутренние продукты ограничивают импорт оборудования и материалов
- Активно работают НТ Общества и проводятся конференции и выставки



Закалка полуоси, Sujika Induction Enterprises



4-х позиционная машина с ЧПУ управлением для закалки коленвалов, компания EMA India Ltd

Современные достижения

- **Полупроводниковые источники питания:**
 - Высокий КПД (до 92-94 %)
 - Малые веса и размеры
 - Переменная частота (3:1 является обычным)
 - Гибкость и управляемость
 - Одновременная генерация двух частот
 - Несколько независимых выходов
- **Интеллектуальные системы контроля, управления и мониторинга**
- **Компьютерное моделирование**
- **Роботизированные системы**
- **Новые технологии:**
 - ВЧ пакетирование
 - Гальванизация
 - Газовое формование и пр.
- **Индукторы:**
 - Конструкции
 - Концентраторы магнитного потока
 - Технология изготовления



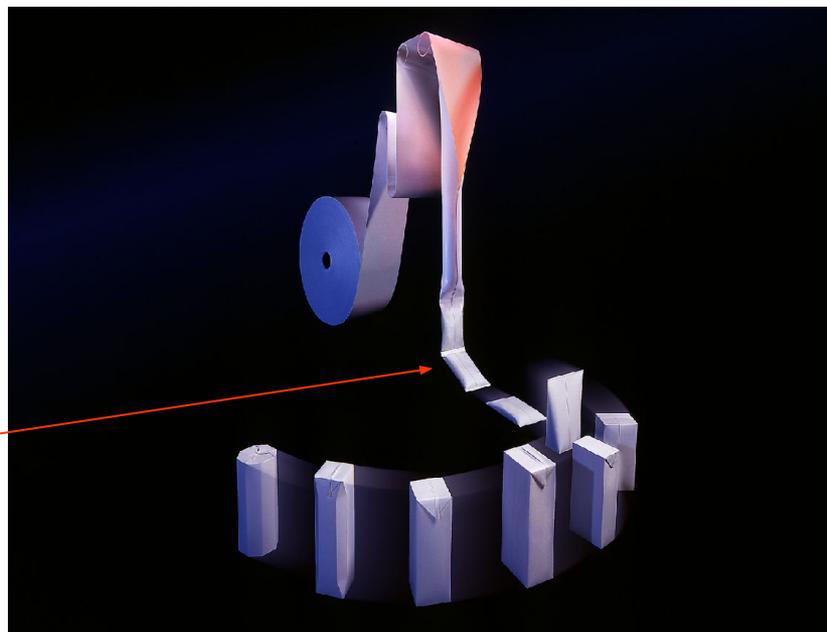
Генератор Minac Twin, EFD Induction, 2 x 25 кВт, 10-25 кГц

Самая высокая производительность – 25000 пакетов в час!

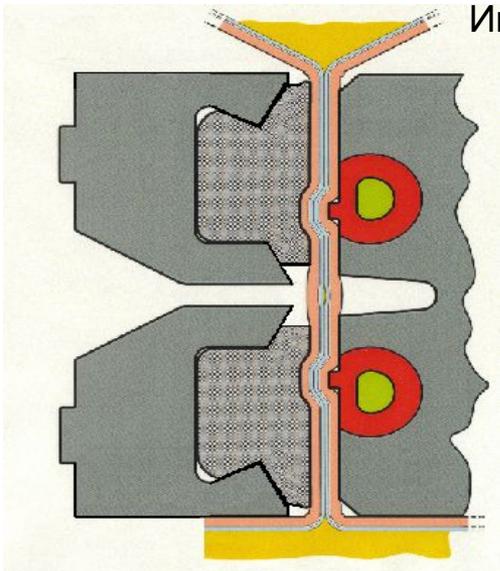
Материал – сэндвич из бумаги,
пластика и алюминиевой фольги
толщиной 6-9 мкм

До 5 индукционных операций на одной
машине

120 000 000 пакетов произведено в
2007 году в мире по этой технологии



Инд. Поперечная Сварка



Courtesy of Tetra Pak

Импульс нагрева: 170 - 260 миллисекунд
Частота : 500 кГц



Fluxtrol Inc.

- Работает с производителями индукц. оборудования и пользователями во всём мире. Дистрибьютеры в 20 странах на всех континентах. Знание технологий и рынка
- Продукты и услуги:
 - магнито-мягкие композитные материалы типа Флакстрол (Fluxtrol) и Ферротрон (Ferrotron) и магнитные контроллеры из них
 - Разработка новых индукционных технологических процессов и систем
 - Проектирование спец. индукторов (прототипы и иногда серии)
 - Решение проблем у клиентов
 - Коммерческое моделирование
 - Обучение и пропаганда индукционной техники



Fluxtrol Inc.

- **Оборудование:** 5 прессов (2500 тн макс), миксеры, спец. печи, 2 станка ЧПУ (CNC), аналитические приборы, генераторы на частоты от 3 кГц (150 кВт) до 2 МГц (0.5 кВт)
- **Софтвр** – программы Flux 2D/3D, Эльта, 3-мерная графическая программа Autodesk Inventor 2009
- **Персонал:** 5 ИТР, 3 продавца (sales), 3 рабочих, 4 – руководство и административный аппарат; всего 15 человек
- **Клиенты:** автопром, машиностроение, аэрокосмос, полупроводниковая промышленность, медицина, упаковка, металлургия и др.
- Сайт – www.fluxtrol.com

