

ساخت فولاد

چینیان نخستین کسانی بودند که چدن ساختند و همچنین نخستین کسانی بودند که از چدن فولاد ساختند. این کار قطعاً در سده دوم پیش از میلاد رواج کامل داشت و نهایتاً به ابداع فرایند فولاد بسمر در غرب در سال ۱۸۵۶ انجامید. کار هنری بسمر را شخصی به نام ویلیام کلی در سال ۱۸۵۲ در شهرکی نزدیک ادیویل، کنتاکی، پیش بینی کرده بود. کلی در سال ۱۸۴۵ چهار فولاد کار چینی به کنتاکی برده و اصول تولید فولاد را که بیش از دو هزار سال بود در چین به کار می‌رفت از آنها فرا گرفته بود، البته اصلاحاتی نیز به ابتکار خودش در آن صورت داده بود.

آهن وقتی ذوب شود و به صورت شمش در آید مقداری کربن دارد. بسته به میزان این کربن، فلز ما آهن یا فولاد خواهد بود. چدن شکننده است زیرا مقدار کربن زیادی دارد که شاید به ۴/۵ درصد هم برسد. «کربن زدایی» عبارت است از حذف مقداری از این کربن یا تمام آن. اگر مقدار زیادی کربن حذف شود، فولاد به دست می‌آید؛ و اگر تقریباً همه این کربن حذف شود، آهن کار شده (آهن اصل) حاصل می‌شود. چینیان از آهن اصل، شاید بخصوص در ساختن پلهای بزرگ و آبگذرها استفاده می‌کردند.

چینیان پل معلق اختراع کردند؛ غالباً این پلها را با زنجیرهایی می‌ساختند که حلقه‌هایشان نه از خیزران همبافته بلکه از جنس آهن اصل بودند. چدن را «آهن خام»، فولاد را «آهن بزرگ»، و آهن اصل را «آهن پخته» می‌خواندند. برای «پخته» کردن آهن، می‌دانستند که آهن یک جزء مهم را از دست می‌دهد و این را «از دست رفتن شیره‌های حیاتی» می‌نامیدند. اما بدون معلومات شیمی جدید تشخیص نمی‌دادند که این جزء همان کربن است.

چینیان اولین کسانی نبودند که فولاد ساختند، اما دو فرایند ویژه فولادسازی ابداع کردند که اولی همان حذف کربن از چدن بود. فرایند «کربن زدایی» با دمیدن اکسیژن به چدن («اکسیژن دهی») انجام می‌شد. در هواپانزی کلاسیک، متعلق به حدود ۱۲۰ پیش از میلاد، مطلبی در این باره آمده است.

این روش ساخت فولاد را «روش صدتصفیه» نیز می‌خواندند، زیرا بارها و بارها تکرار می‌کردند تا فولاد هر بار محکمتر از قبل شود. شمشیرهایی که با این روش ساخته می‌شدند بسیار ارزش داشتند. پشت شمشیر، که لبه ندارد، غالباً از آهن کار شده کثیفتری ساخته می‌شد و پر لبه تیز آن فولاد سخت‌تری می‌ریختند. مقدار کربن فولاد را می‌شد بسته به میزان اکسیژن دهی به آهن مذاب تنظیم کرد.

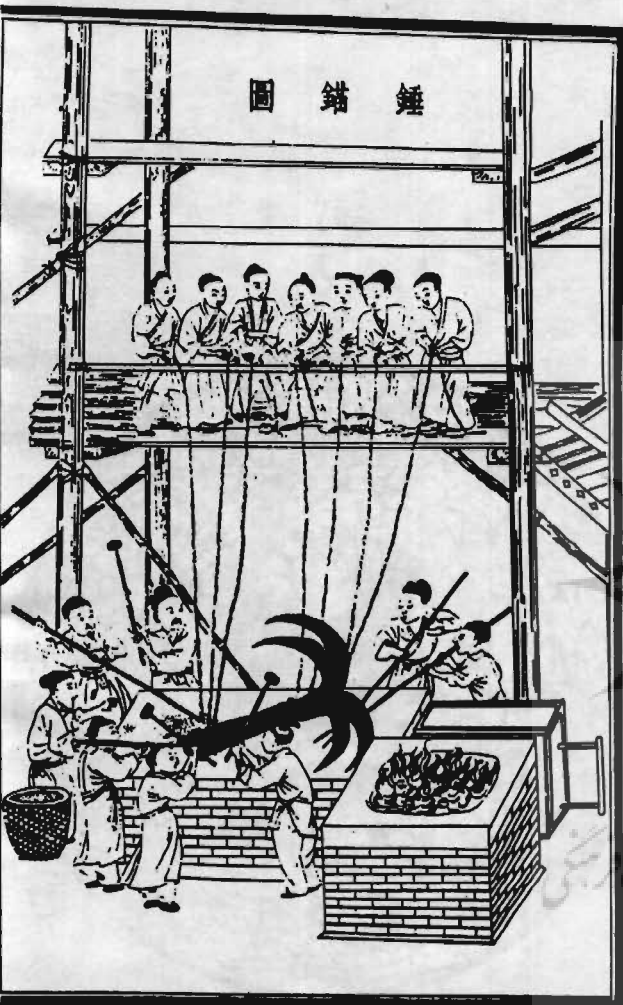
به‌طور کلی، فولاد پر کربن تر محکمتر است اما این استحکام به بهای شکنندگی بیشتر حاصل می‌شود. فولاد بین ۰/۱ در صد و ۱/۸ درصد کربن دارد. چینیان کیفیت فولاد حاصل از تصفیه‌های مکرر را فقط به تجربه تشخیص می‌دادند. اگر فولاد بسیار نرم می‌خواستند، به دمیدن اکسیژن ادامه می‌دادند و مقدار کربن بیشتری حذف می‌کردند. از فن رایج سرما دهی (گرما گیری) ایشان نیز استفاده می‌کردند. فولادی که هنوز داغ قرمز یا سفید است اگر فوراً در مایعی سرد شود می‌سکرو ساختارهای داخلی فلزی‌اش را حفظ می‌کند؛ اما اگر به آهستگی خنک شود این ساختارها را از دست می‌دهد. اما سرد کردن آهسته (آب دادن) مزیت‌های دیگری دارد. چینیان برای به دست آوردن آن نوع فلزی که منظورشان بود با استادی تمام از شیوه‌های گوناگون بهره می‌گرفتند.

در حدود قرن پنجم میلادی، چینیان فرایند «هم گداخت» را ابداع کردند. در این روش، چدن و آهن کار شده را با هم می‌گذاختند (ذوب می‌کردند) تا «چیزی بینایی» که فولاد بود به دست آورند. این همان فرایند فولاد سازی مارتین و زیمسن در سال ۱۸۶۳ است که ۱۴۰ سال پیشتر از آن به کار رفته بود.

این فرایند در قرن ششم میلادی رواج کامل داشت و شرحی چینی از آن در دست است: «کیو هوآپون شمشیرهایی نیز از «آهن یکشبه» ساخت. او چدن کاملاً خالص را می‌پخت، بر آن شمشهای نرم آهن کار شده می‌انباشت، و پس از چند شبانه روز فولاد عمل می‌آمد.»

سونگ بینگ‌خینگ در سال ۱۶۳۷ جزئیات این فن را چنین شرح داد:

«روش ساخت فولاد به این شرح است: فولاد کار شده را می‌کوبند تا به صورت ورقه‌های نازک یا پولک‌هایی به عرض انگشت دست و به طول چهار سانتیمتر در آید. آنها را در ورقه‌هایی از آهن کار شده می‌پیچند و قطعات چدنی بر رویشان می‌چینند تا کاملاً تحت فشار قرار گیرند. آنگاه کل کوره را با گل (یا خاک رس) می‌پوشانند. سپس دم استوانه‌ای بزرگ کوره را به کار می‌اندازند؛ و وقتی آتش به حرارت کافی رسید، چدن ابتدا به مرحله تغییر شکل می‌رسد [یعنی ذوب می‌شود] و چکه کنان و غوطه خوران به آهن کار شده نفوذ می‌کند. وقتی هر دو با هم یکی شدند، آنها را بیرون می‌آورند و آهنگری می‌کنند؛ بعد باز هم به آنها حرارت می‌دهند و چکش می‌کوبند. این کار را بارها تکرار



یک چاپ چینی قرن هفدهم که صنعتگران را سرگرم آهنگری یک لنگر به وزن چند تن نشان می‌دهد.

می‌کنند.»

در زمان خود ما، در کارخانه‌های فولاد سازی کاری در بریتانیا، برای تکرار تکنیکهای فولاد سازی چینیان آزمایشهایی انجام شده است. نتیجه این آزمایشها کاملاً مثبت بود. فولاد بسیار یکنواختی به دست آمد که در آن کربن حاصل از چدن همه جا کاملاً موزون پخش شده بود، و مخلوطی اصل از چدن و آهن کار شده تولید شد. گرما دهی اولیه تا ۹۷۵ درجه سانتیگراد ادامه یافت و فولاد را پس از بیرون آوردن با چکش دستی کوبیدند. سپس آن را به مدت ۸ ساعت تا دمای ۹۰۰ درجه سانتیگراد گرم کردند و فولاد مرغوبی به دست آوردند.



بالا بردن آب برای آبیاری در قرن هفدهم در چین، با استفاده از پمپ زنجیره‌ای پدال دار دو نفره.

پمپ زنجیره‌ای

یکی از اختراعات بسیار سودمندی که از چین به بقیه نقاط جهان گسترش یافت، آنهم در مقیاسی که منشأ آن دیگر معلوم نیست، پمپ زنجیره‌ای یا تخته‌های چارگوش است. این پمپ شامل زنجیره گردنده‌ی انتهائی است از تخته‌های چارگوش که آب، خاک، یا ماسه را نکه می‌دارد. این پمپ می‌تواند مقادیر عظیمی آب از سطوح پایین‌تر به سطوح بالاتر انتقال دهد. زاویه بهینه زنجیره تخته‌ها در حدود ۲۴ درجه است. اگر تخته‌ها خوب نصب شوند تا نشت صورت نگیرد، و اگر استحکام ماشین به طور کلی در حد مطلوبی باشد، با یک پمپ می‌توان آب را حدوداً ۵ متر به بالا برد.

در چین، در قرون وسطی، از این پمپها برای انتقال خاک یا ماسه نیز استفاده می‌کردند. از این نظر می‌توان این پمپها را نخستین تسمه‌های نقاله دانست.

نمی‌دانیم پمپ زنجیره‌ای به دست چه کسی و دقیقاً در چه زمانی اختراع شد. می‌توانیم زمان پیدایش آن را قرن اول میلادی بدانیم، هر چند که شاید از چند قرن پیشتر از آن نیز رواج داشته بوده باشد. وانگ چونگ فیلسوف در کتابش *آکله در ترازوی داوری* به وجود این پمپ در ۸۰ میلادی اشاره می‌کند. طی قرن بعد، اصلاحات قابل توجهی در طراحی آن وارد کردند. این را از مطالب تاریخ سلطنتی آن زمان در می‌یابیم؛ در این تاریخ از کمبود آب در لوئیوانگ، پایتخت کشور، سخن به میان آمده است. ژانگ رانگ، وزیر پرآوازه و مقطوع‌السل (متوفی در ۱۸۹ میلادی) به سی‌لان مهندس فرمان اصطلاحات مختلفی در لیوتویانگ داد:

«سپس از بی‌لان خواست تا... پمپهای زنجیره‌ای تخته چارگوش و پمپهای مکنده‌ای بسازد که در غرب پل خارج از دروازه صلح نصب شوند و در جاده‌های شمالی - جنوبی شهر آب بیفشانند و خرج مردم [برای آب پاشی این جاده‌ها و آب رساندن به سکنه این محدوده] را کم کنند...»

در چین، پمپهای زنجیره‌ای در ۸۲۸ میلادی شکل استانداری پیدا کرده بودند. در تاریخ سلطنتی در بخش مربوط به این سال چنین آمده است:

«در دومین سال فرمانروایی تایبه، در ماه دوم... نمونه متحدالشکلی از پمپ زنجیره‌ای از کاخ سلطنتی صادر گشت و امپراطور به مردم جینگوانو فرمان داد که برای توزیع آب در کنار کانال زنگ بای و برای امور آبیاری تعداد زیادی از این ماشینها بسازند.»

از این پمپها علاوه بر آبیاری و تأمین آب آشامیدنی برای امور عمرانی و زهکشی محل‌های مختلف نیز استفاده می‌کردند. سودمندی پمپها چنان چشمگیر بود که بلند پایگان دیدار کننده و سفرای سرزمینهای همسایه آنها را در کشور خودشان نیز رواج دادند.