

اپی نام تو بہترین سر آغاز  
پی نام تو نامہ کی گنہ باز

# تشکیل دادن

اصول مهندسی و کاربردی

طراحی قالبهای فلزی

ترجمہ از ویرایش دہم مرجع آلمانی

مؤلف : Heinz Tschätsch

مترجم : عبدالمولیٰ نژاد

ویراستاران : مهندس اکبر شیرخورشیدیان ، مهندس مصطفی احمد اشرفی

|                         |                                                                                                                                             |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسنامه              | چاچ، هاینتس، Tschatsch, Heinz                                                                                                               |
| عنوان و نام پدیدآور     | شکل‌دادن اصول مهندسی و کاربردی طراحی قالبهای فلزی/ مولف [هاینتس چاچ]؛ ترجمه عبدا... ولی‌نژاد؛ ویراستار اکبر شیرخورشیدیان، مصطفی احمد اشرفی. |
| مشخصات نشر              | تهران: طراح، ۱۳۹۲                                                                                                                           |
| مشخصات ظاهری            | ۲۸۵ ص.: مصور، جدول                                                                                                                          |
| فروست                   | قالب و قیود: ۷                                                                                                                              |
| شابک                    | 978-964-2917-71-6                                                                                                                           |
| وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا |                                                                                                                                             |
| یادداشت: عنوان اصلی:    | Praxis der Umformtechnik : Arbeitsverfahren, Maschinen, Werkzeuge, 2005.                                                                    |
| موضوع                   | آهنگری و شکل دهی - قالبهای فلزی و طراحی - آهنگری و شکل دهی استانداردها                                                                      |
| شناسه افزوده            | ولی‌نژاد، عبدا... ۱۳۳۹-، مترجم                                                                                                              |
| شناسه افزوده            | شیرخورشیدیان، اکبر، ۱۳۳۸-، ویراستار                                                                                                         |
| شناسه افزوده            | احمد اشرفی، مصطفی، ویراستار                                                                                                                 |
| رده‌بندی کنگره          | ۱۳۹۱ م ۹ ۲ چ / TS ۲۲۵                                                                                                                       |
| رده‌بندی دیویی          | ۶۷۱/۳۳۲                                                                                                                                     |
| شماره کتابشناسی ملی:    | ۳۰۸۱۹۳۰                                                                                                                                     |

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۲۹۱۷-۷۱-۶

ISBN 978-964-2917-71-6

- نام کتاب : شکل‌دادن، اصول مهندسی و کاربردی، طراحی قالبهای فلزی
- مولف : Heinz Tschätsch
- مترجم : عبدا... ولی‌نژاد
- ویراستاران : مهندس اکبر شیرخورشیدیان، مهندس مصطفی احمدی اشرفی
- صفحه‌آرا : فاطمه یوزباشی
- ناشر : طراح
- تیراژ : ۵۰۰ جلد
- نوبت چاپ : اول، بهار ۱۳۹۲

کلیه حقوق برای نشر طراح محفوظ است.

مرکز پخش و فروش: خیابان انقلاب - روبه‌روی دانشگاه تهران - ساختمان فروزنده - طبقه دوم

واحد ۵۰۶ و واحد ۲۰۸

فکس: ۳۶۲۶ ۶۶۹۵ (۶۶۹۵۱۸۳۲ و ۶۶۹۵۱۸۳۱) و ۳ و ۱۱۲ ۱۱۲ ۰۹۱۳ (ت)

تمرکز تنش اجزاء ماشین تولید شده با این فرآیند، روش شکل دادن اهمیت زیادی دارد.

با همه مزایای فوق شرط تولید اقتصادی فرآیند شکل دادن، وجود حداقل تیراژ تولیدی لازم می‌باشد، زیرا قالبهای شکل دادن خیلی گران بوده و هر قطعه‌ای قالب خاص خود را نیاز دارد.

این کتاب برای صنعتگر یک مرجع بوده که با سرعت می‌تواند طرح خود را بهینه کند. مهندسين در کنار اندوخته‌های تئوری، محاسبات خود را با دقت، سرعت و اطمینان انجام دهند.

این روش تولید به خاطر مزایای آن مانند :

- صرفه جویی در مواد،
- جریان بهینه الیاف مواد،
- کار سختی در شکل دادن سرد و
- مدت زمان تولید کوتاه.

بیش از پیش جای خود را در تولید صنعتی باز می‌کند. به واسطه مزایای فوق تولید خیلی از قطعات فرم‌دار با این روش اقتصادی‌تر از روشهای براده برداری است. بخاطر جریان بهینه الیاف و در نتیجه حساسیت کمتر به

|    |                         |
|----|-------------------------|
| ۱۹ | ۲-۴ کاربرد              |
| ۱۹ | ۳-۴ قطعه خام اولیه      |
| ۱۹ | ۴-۴ تغییر شکل مجاز      |
| ۲۲ | ۵-۴ نیروی سرکوبی        |
| ۲۳ | ۶-۴ کار سرکوبی          |
| ۲۳ | ۷-۴ قالبهای سرکوبی      |
| ۲۶ | ۸-۴ دقتهای قابل دسترس   |
| ۲۷ | ۹-۴ عیوب ممکن در سرکوبی |
| ۲۸ | ۱۰-۴ مثالهای محاسباتی   |
| ۳۱ | ۱۱-۴ پرسشهای فصل ۴      |

## فصل ۵

اکستروژن سرد قطعات (غالباً سرد) .....  
(۳۳-۵۳) .....

|    |                                          |
|----|------------------------------------------|
| ۳۳ | ۱-۵ تعریف                                |
| ۳۳ | ۲-۵ کاربرد                               |
| ۳۵ | ۳-۵ تقسیم‌بندی فرآیند اکستروژن           |
| ۳۵ | ۴-۵ قطعه خام                             |
| ۳۵ | ۵-۵ تغییر شکل اصلی                       |
| ۳۶ | ۶-۵ محاسبه نیرو و کار                    |
| ۳۸ | ۷-۵ قالب اکستروژن                        |
|    | ۸-۵ محاسبه حلقه انقباضی (حلقه تقویت) طبق |
| ۳۸ | VDI-3186 Bl. 3 برای تقویت ماتریسهای ساده |

## فصل ۱

تقسیم‌بندی فرآیندهای تولید ..... (۱-۳)

## فصل ۲

اصلاحات و فرآیند شکل دادن ..... (۵-۱۴)

|    |                                         |
|----|-----------------------------------------|
| ۵  | ۱-۲ تغییر شکل پسماند (پلاستیک)          |
| ۶  | ۲-۲ استحکام تغییر شکل $k_f$ به $N/mm^2$ |
| ۸  | ۳-۲ مقاومت به شکل‌پذیری $k_w$           |
| ۹  | ۴-۲ قابلیت تغییر شکل‌پذیری              |
| ۱۲ | ۵-۲ درجه تغییر شکل و تغییر شکل اصلی     |
| ۱۴ | ۶-۲ سرعت تغییر شکل                      |
| ۱۴ | ۷-۲ پرسشهای فصل ۲                       |

## فصل ۳

عملیات آماده‌سازی سطح ..... (۱۵-۱۷)

|    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| ۱۵ | ۱-۳ تغییر شکل یکپارچه - سرد          |
| ۱۶ | ۲-۳ تغییر شکل ورق - سرد              |
| ۱۶ | ۳-۳ شکل دادن گرم (آهن‌گری قالب بسته) |
| ۱۷ | ۴-۳ پرسشهای فصل ۳                    |

## فصل ۴

سرکوبی (DIN 8583) ..... (۱۹-۳۱)

|    |           |
|----|-----------|
| ۱۹ | ۱-۴ تعریف |
|----|-----------|

|    |                             |    |                                       |
|----|-----------------------------|----|---------------------------------------|
| ۷۹ | کاربرد ۲-۷                  | ۴۱ | ۹-۵ دقت قابل دستیابی                  |
| ۸۰ | تغییر شکل مجاز ۳-۷          | ۴۲ | ۱۰-۵ عیوب ممکن در اکستروژن            |
| ۸۰ | محاسبه نیرو و کار ۴-۷       | ۴۲ | ۱۱-۵ برنامه‌ریزی مراحل                |
| ۸۱ | جنس قالبهای قابل فروبری ۵-۷ | ۴۳ | ۱۲-۵ مثالهای محاسباتی                 |
| ۸۲ | سرعت فروبری ۶-۷             | ۴۷ | ۱۳-۵ طبقه‌بندی شکلهای فرم‌دهی         |
| ۸۲ | روغنکاری در فروبری سرد ۷-۷  | ۵۳ | ۱۴-۵ پرسشهای فصل ۵                    |
| ۸۲ | طراحی قطعه مورد فروبری ۸-۷  |    |                                       |
| ۸۲ | قالب فروبری ۹-۷             |    |                                       |
| ۸۴ | مزایای فروبری سرد ۱۰-۷      |    |                                       |
| ۸۴ | معایب فروبری سرد ۱۱-۷       | ۵۵ | ۱-۶ تقسیم‌بندی فرآیند                 |
| ۸۵ | ماشینهای فروبری سرد ۱۲-۷    | ۵۷ | ۲-۶ کاربرد روش                        |
| ۸۵ | مثالهای محاسباتی ۱۳-۷       | ۵۷ | ۳-۶ مزایای نورد رزوه (رزوه غلتکی)     |
| ۸۶ | پرسشهای فصل ۷ ۱۴-۷          | ۵۸ | ۴-۶ تعیین قطر قطعه خام                |
|    |                             | ۵۹ | ۵-۶ سرعت غلتک در ابزارهای مدور        |
|    |                             | ۵۹ | ۶-۶ ابزار نورد                        |
|    |                             | ۶۱ | ۷-۶ مثال                              |
|    |                             | ۶۱ | ۸-۶ ماشین نورد رزوه                   |
|    |                             | ۶۴ | ۹-۶ فرآیندها و ماشینهای نورد دنده‌زنی |
|    |                             | ۷۰ | ۱۰-۶ نورد حلقه                        |
|    |                             | ۷۸ | ۱۱-۶ پرسشهای فصل ۶                    |

## فصل ۶

### نورد رزوه ..... (۵۵-۷۸)

## فصل ۸

### ضرب ..... (۸۷-۹۰)

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
| ۸۷ | تعریف ۱-۸                          |
| ۸۷ | تقسیم‌بندی و کاربرد فرآیند ضرب ۲-۸ |
| ۸۷ | محاسبه نیرو و کار ۳-۸              |
| ۸۸ | قالب ۴-۸                           |
| ۹۰ | عیوب احتمالی در ضرب ۵-۸            |
| ۹۰ | مثال ۶-۸                           |
| ۹۰ | پرسشهای فصل ۸ ۷-۸                  |

## فصل ۷

### فروبری سرد ..... (۷۹-۸۶)

|    |           |
|----|-----------|
| ۷۹ | ۱-۷ تعریف |
|----|-----------|

## فصل ۹

### کشش با کاهش ضخامت ..... (۹۱-۹۴)

|     |                   |    |
|-----|-------------------|----|
| ۹-۱ | تعریف             | ۹۲ |
| ۹-۲ | کاربرد فرآیند     | ۹۲ |
| ۹-۳ | قطعه خام          | ۹۲ |
| ۹-۴ | تغییر شکل اصلی    | ۹۲ |
| ۹-۵ | محاسبه نیرو و کار | ۹۳ |
| ۹-۶ | مثال              | ۹۳ |
| ۹-۷ | پرسشهای فصل ۹     | ۹۴ |

## فصل ۱۰

### کشش مقتول ..... (۹۵-۱۰۳)

|       |                |     |
|-------|----------------|-----|
| ۱۰-۱  | تعریف          | ۹۵  |
| ۱۰-۲  | کاربرد         | ۹۵  |
| ۱۰-۳  | مواد اولیه     | ۹۵  |
| ۱۰-۴  | تغییر شکل اصلی | ۹۶  |
| ۱۰-۷  | سرعت کشش       | ۹۶  |
| ۱۰-۸  | توان موتور     | ۹۸  |
| ۱۰-۹  | قالبهای کشش    | ۹۹  |
| ۱۰-۱۰ | مثال           | ۱۰۲ |
| ۱۰-۱۱ | پرسشهای فصل ۱۰ | ۱۰۳ |

## فصل ۱۱

### کشش لوله ..... (۱۰۵-۱۰۸)

|      |                            |     |
|------|----------------------------|-----|
| ۱۱-۱ | تعریف                      | ۱۰۵ |
| ۱۱-۲ | فرآیند کشش لوله            | ۱۰۵ |
| ۱۱-۳ | تغییر شکل اصلی و نیروی کشش | ۱۰۷ |
| ۱۱-۴ | قالب کشش لوله              | ۱۰۸ |
| ۱۱-۵ | مثال                       | ۱۰۸ |
| ۱۱-۶ | پرسشهای فصل ۱۱             | ۱۰۸ |

## فصل ۱۲

### اکستروژن پروفیلها (در حالت گرم) .....

### ..... (۱۰۹-۱۲۲)

|       |                                                |     |
|-------|------------------------------------------------|-----|
| ۱۲-۱  | تعریف                                          | ۱۰۹ |
| ۱۲-۲  | کاربرد                                         | ۱۱۰ |
| ۱۲-۳  | مواد اولیه                                     | ۱۱۰ |
| ۱۲-۴  | فرآیند اکستروژن                                | ۱۱۰ |
| ۱۲-۵  | تغییر شکل اصلی                                 | ۱۱۴ |
| ۱۲-۶  | سرعتهای تغییر شکل در اکستروژن $\dot{\epsilon}$ | ۱۱۴ |
| ۱۲-۷  | کار پرسکاری                                    | ۱۱۴ |
| ۱۲-۸  | کار                                            | ۱۱۶ |
| ۱۲-۹  | قالبها                                         | ۱۱۸ |
| ۱۲-۱۰ | پرسشهای اکستروژن                               | ۱۱۹ |

|     |       |                                  |
|-----|-------|----------------------------------|
| ۱۴۸ | ۴-۱۴  | گرده یا قطعه خام کشش             |
| ۱۴۸ | ۵-۱۴  | تغییر شکل مجاز                   |
| ۱۴۹ | ۶-۱۴  | مراحل کشش                        |
| ۱۵۱ | ۷-۱۴  | محاسبه نیروی کشش                 |
| ۱۵۲ | ۸-۱۴  | نیروی ورق گیر                    |
| ۱۵۳ | ۹-۱۴  | کار کشش                          |
| ۱۵۴ | ۱۰-۱۴ | قالبهای کشش                      |
| ۱۶۲ | ۱۱-۱۴ | دقت قابل دستیابی                 |
| ۱۶۳ | ۱۲-۱۴ | عیوب کشش عمیق                    |
| ۱۶۶ | ۱۳-۱۴ | مثال                             |
| ۱۶۷ | ۱۴-۱۴ | فرآیند کشش عمیق هیدرومکانیکی     |
| ۱۶۹ | ۱۵-۱۴ | شکل دادن به روش فشار بالای خارجی |
| ۱۷۳ | ۱۶-۱۴ | شکل دادن به روش فشار بالای داخلی |
| ۱۷۸ | ۱۷-۱۴ | کشش عمیق در حالت گرم             |
| ۱۸۴ | ۱۸-۱۴ | پرسشهای فصل ۱۴                   |

## فصل ۱۵

### کشش بدون ورق گیر ..... (۱۸۵-۱۹۹)

|     |      |                      |
|-----|------|----------------------|
| ۱۸۵ | ۱-۱۵ | کشش بدون ورق گیر     |
| ۱۸۶ | ۲-۱۵ | چرخکاری              |
| ۱۹۱ | ۳-۱۵ | پرسشهای دوره         |
| ۱۹۱ | ۴-۱۵ | شکل دادن افزایشی ورق |

|     |       |                |
|-----|-------|----------------|
| ۱۲۱ | ۱۱-۱۲ | مثال           |
| ۱۲۲ | ۱۲-۱۲ | پرسشهای فصل ۱۲ |

## فصل ۱۳

### آهنگری قالب بسته ..... (۱۲۳-۱۳۹)

|     |       |                                     |
|-----|-------|-------------------------------------|
| ۱۲۳ | ۱-۱۳  | تعریف                               |
| ۱۲۳ | ۲-۱۳  | قطعه خام                            |
| ۱۲۴ | ۳-۱۳  | تقسیم بندی و کاربرد فرایندها        |
| ۱۲۶ | ۴-۱۳  | فرآیند شکل دادن در قالب آهنگری بسته |
| ۱۲۷ | ۵-۱۳  | محاسبه نیرو و کار                   |
| ۱۳۱ | ۶-۱۳  | قالب                                |
| ۱۳۴ | ۷-۱۳  | طراحی قطعه (محصول) آهنگری قالب بسته |
| ۱۳۵ | ۸-۱۳  | دقت قابل دستیابی                    |
| ۱۳۵ | ۹-۱۳  | نورد عرضی و طولی جهت بهبود کیفیت    |
| ۱۳۶ | ۱۰-۱۳ | مثال                                |
| ۱۳۸ | ۱۱-۱۳ | پرسشهای فصل ۱۳                      |

## فصل ۱۴

### کشش عمیق ..... (۱۴۱-۱۸۴)

|     |      |                             |
|-----|------|-----------------------------|
| ۱۴۱ | ۱-۱۴ | تعریف                       |
| ۱۴۱ | ۲-۱۴ | کاربرد فرآیند               |
| ۱۴۱ | ۳-۱۴ | فرآیند شکل دادن و توزیع تنش |

|     |                |      |
|-----|----------------|------|
| ۲۲۷ | عیوب ضرب       | ۵-۱۷ |
| ۲۲۸ | مثال           | ۶-۱۷ |
| ۲۲۸ | پرسشهای فصل ۱۷ | ۷-۱۷ |

## فصل ۱۸

### برش ..... (۲۲۹-۲۵۰)

|     |                                     |       |
|-----|-------------------------------------|-------|
| ۲۲۹ | تعریف                               | ۱-۱۸  |
| ۲۲۹ | فرآیند برش                          | ۲-۱۸  |
| ۲۳۰ | تقسیم‌بندی فرآیند برش طبق DIN 8588  | ۳-۱۸  |
| ۲۳۲ | تغییر شکل مجاز                      | ۴-۱۸  |
| ۲۳۲ | محاسبه نیرو و کار                   | ۵-۱۸  |
| ۲۳۳ | اثر برآیند خطوط (مرکز ثقل خطوط)     | ۶-۱۸  |
| ۲۳۵ | شکاف برش                            | ۷-۱۸  |
| ۲۳۷ | پهنای مازاد طولی و پهنای مازاد عرضی | ۸-۱۸  |
| ۲۳۸ | دقت قابل دستیابی                    | ۹-۱۸  |
| ۲۳۹ | قالیهای برش                         | ۱۰-۱۸ |
| ۲۴۷ | مثال                                | ۱۱-۱۸ |
| ۲۵۰ | پرسشهای فصل ۱۸                      | ۱۲-۱۸ |

## فصل ۱۹

### برش ظریف ..... (۲۵۱-۲۵۷)

|     |               |      |
|-----|---------------|------|
| ۲۵۱ | تعریف         | ۱-۱۹ |
| ۲۵۱ | محدوده کاربرد | ۲-۱۹ |

## فصل ۱۶

### خمکاری ..... (۲۰۱-۲۲۱)

|     |                         |       |
|-----|-------------------------|-------|
| ۲۰۱ | تعریف                   | ۱-۱۶  |
| ۲۰۱ | کاربرد                  | ۲-۱۶  |
| ۲۰۱ | فرآیند خمکاری           | ۳-۱۶  |
| ۲۰۳ | محدوده تغییر شکل خمکاری | ۴-۱۶  |
| ۲۰۵ | برگشت فنری              | ۵-۱۶  |
| ۲۰۶ | تعیین طول قطعه خام L    | ۶-۱۶  |
| ۲۰۶ | نیروی خمکاری Fb         | ۷-۱۶  |
| ۲۱۱ | کار خمکاری W            | ۸-۱۶  |
| ۲۱۳ | قالب خمکاری             | ۹-۱۶  |
| ۲۱۴ | عیوب خمکاری             | ۱۰-۱۶ |
| ۲۱۴ | مثال                    | ۱۱-۱۶ |
| ۲۱۵ | ماشینهای خمکاری         | ۱۲-۱۶ |
| ۲۲۱ | پرسشهای فصل ۱۶          | ۱۳-۱۶ |

## فصل ۱۷

### ضرب خالی ..... (۲۲۳-۲۲۸)

|     |                   |      |
|-----|-------------------|------|
| ۲۲۳ | تعریف             | ۱-۱۷ |
| ۲۲۳ | کاربرد            | ۲-۱۷ |
| ۲۲۴ | محاسبه نیرو و کار | ۳-۱۷ |
| ۲۲۷ | قالب ضرب خالی     | ۴-۱۷ |

## فصل ۲۰

فرآیند اتصالات با عمل شکل دادن .....  
(۲۵۹-۲۶۷) .....

- ۲۶۰ ۱-۲۰ اتصال با پرچ پانچی (بدون میخ پرچ)  
۲۶۲ ۲-۲۰ پرچ پانچی کامل  
۲۶۴ ۳-۲۰ پرچ پانچی نیمه

- ۳-۱۹ فرآیند برش ظریف ۲۵۱  
۴-۱۹ ساختمان یک قالب برش ظریف ۲۵۲  
۵-۱۹ شکاف برش ۲۵۲  
۶-۱۹ نیروها در برش ظریف ۲۵۳  
۷-۱۹ پرسهای برش ظریف ۲۵۴  
۸-۱۹ ماشینهای برش لیزری ۲۵۶  
۱۹-۹ پرسشهای فصل ۱۹ ۲۵۷

پیوست ..... (۲۶۹-۲۷۹)