جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

مبانی تئوری انفجار:

۱- مقدمه:

در طول حداقل ۲۰۰ سال گذشته، کاربرد واژه انفجار متداول بوده است. در زمانهای قبل از آن این واژه به تجزیه[1] ناگهانی مواد و مخلوطهای انفجاری با صدای قابل توجهی نظیر «رعد» اطلاق شده است. این مطلب از دیرباز شناخته شده است که انفجار تجزیه سریع مقدار معینی ماده است که به محض رخداد یک ضربه یا گرمایش اصطکاکی اتفاق می‌افتد. بنابراین تجزیه این مواد در شرایط مناسب می‌تواند بصورت ساکت و آرام رخ دهد.

کلمه انفجار[2] از نظر فنی به معنی انبساط ماده به حجمی بزرگتر از حجم اولیه است. آزاد شدن ناگهان انرژی که لازمه این انبساط است. غالباً از طریق احتراق سریع، دتونیشن[3] (که در فارسی همان انفجار معنی می‌شود)، تخلیه الکتریکی با فرایندهای کاملاً مکانیکی صورت می‌گیرد. خاصیت متمایز کننده انفجار، همانا انبساط سریع ماده است. به نحویکه انتقال انرژی به محیط تقریباً بطور کامل توسط حرکت ماده (جرم) انجام می‌شود. در جدول زیر مقایسه‌ای بین چند فرآیند آزادسازی انرژی انجام شده است:

---

[1]- *Decomposition*

[2]- *Explosion*

[3]- *Detonation*

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

ماده	فشار *(atm)*	سرعت سوخت، شدن مواد *(g/sec)*	چگالی انرژی *(Watt/cc)*
شعله استیلن	۱	۱	۱۰
باروت تفنگ	۲۰۰۰	$۱۰^{۳}$	$۱۰^{۶}$
دتونیشن یک ماده منفجره قوی	٤۰۰۰۰۰	$۱۰^{۶}$	$۱۰^{۱۰}$

جدول (بالا) مقایسه‌ای بین سه فرایند آزاد سازی انرژی

برای شعله تقریباً هیچ انتقال جرمی به اطراف رخ نمی دهد در حالیکه نیروی پیشرانش یک اسلحه قادر به راندن گلوله است و یک ماده منفجره قوی[۱] هر چیز در تماس با خود را تغییر شکل داده و یا ویران می‌کند. قدرت منهدم کننده این مواد را «ضربه انفجار»[۲] نامیده می‌شود که مستقیماً با حداکثر فشار تولید شده مرتبط است. توجه کنید که در جدول (بالا)، هیچگونه توصیفی از محل رخداد (تونیشن ماده منفجره قوی ارائه نشده است. این بدان معناست که فرایند دتونیشن از محدودیتهای فیزیکی مستقل است.

---

[۱]- *High explosive*

[۲]- *Brisance*

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

با توجه به مطالب بالا واضح است که دتونیشن تنها یکی از انواع حالات پدیده انفجار است بعبارت دیگر واژه دتونیشن تنها باید به فرآیندی اطلاق شود که در طی آن یک «موج شوک»[1] انتشار یابد.

متاسفانه بعلت قفرلفات مناسب فنی در زبان فارسی، دتونیشن به معنی عام انفجار ترجمه می‌شود و بنابراین در ادامه این مبحث برای پرهیز از اشتباه و رسا بودن مطلب همان واژه دتونیشن را به کار برده خواهد شد.

سرآغاز تحقیقات اخیر بر روی دتونیشن به سالهای ۴۵-۱۹۴۰ م. که «زلدویچ» و «ون نیومان» هر یک به طور جداگانه مدل یک بعدی ساختار امواج دتونیشن را فرمولبندی کردند باز می‌گردد، گرچه یک مدل واقعی سه بعدی تا اواخر سال ۱۹۵۰ م به تاخیر افتاد.

۲- پدیده دتونیشن:

دتونیشن یک واکنش شیمیائی «خود منتشر شونده»[2] است که در طی آن مواد منفجره اعم از مواد جامد، مایع، مخلوطهای گازی، در مدت زمان بسیار کوتاه در حد میکروثانیه. به محصولات گازی شکل داغ و پرفشار با دانسیته بالا و توانا برای انجام کار تبدیل می‌شود. فرض بگیرید قطعه‌ای از مواد منفجره، منفجر گردد. به نظر می‌رسد که همه آن در یک لحظه و بدون هیچ تاخیر زمانی نابود می‌گردد. البته در واقع دتونیشن از یک نقطه

---

[1]- *shockware*

[2]- *self propagating*

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

آغازین شروع شده و از میان ماده بطرف انتهای آن حرکت می‌کند. این عمل بخاطر آن آنی بنظر می‌رسد که سرعت رخداد آن بسیار بالاست.

از نظر تئوری دتونیشن ایده‌ال واکنشی است که در مدت زمان صفر (با سرعت بی‌نهایت) انجام شود. در اینحالت انرژی ناشی از انفجار فوراً آزاد می‌شود اصولاً زمان واکنش بسیار کوتاه یکی از ویژگیهای مواد منفجره است. هر چه این زمان کمتر باشد، انفجار قویتر خواهد بود. از نظر فیزیکی امکان ندارد که زمان انفجار صفر باشد. زیرا کلیه واکنشهای شیمیائی برای کامل شدن به زمان نیاز دارند.

پدیده دتونیشن با تقریبی عالی مستقل از شرایط خارجی است و با سرعتی که در شرایط پایدار[1] برای هر ترکیب، فشار و دمای ماده انفجاری اولیه ثابت است منتشر می‌شود. ثابت بودن سرعت انفجار، یکی از خصوصیات فیزیکی مهم برای هر ماده منفجره می‌باشد در اثر دتونیشن، فشار، دما و چگالی افزایش می‌یابند. این تغییرات در اثر تراکم محصولات انفجار حاصل می‌گردند.

پدیده‌ای که مستقل از زمان در یک چارچوب مرجع حرکت می‌کند. «موج» نامیده می‌شود و ناحیه واکنش دتونیشن، «موج دتونیشن»[2] یا موج انفجار نامیده می‌شود. در حالت پایدار این موج انفجار بصورت یک ناپیوستگی شدید فشاری که با سرعت بسیار زیاد و ثابت V_D از میان مواد عبور می‌کند توصیف می‌شود واکنش شیمیائی در همسایگی

---

[1] - *steady*

[2] - *Detonation ware*

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

نزدیک جبهه دتونیشن[1] است که باعث تشکیل موج انفجار می‌شود. این موج با سرعتی بین $۱\ km/s$ و تا $۹\ km/s$، بسته به طبیعت فیزیکی وشیمیائی ماده منفجره حرکت می‌کند. این سرعت را می‌توان با استفاده از قوانین ترموهیدرودینامیک تعیین نمود. عواملی که در سرعت انفجار نقش دارند عبارتند از: انرژی آزاد شده در فرآیند، نرخ آزاد شدن انرژی، چگالی ماده منفجره و ابعاد خرج انفجاری.

یک مدل ساده برای این پدیده مطابق شکل زیر از یک «جبهه شوک»[2] و بلافاصله بدنبال آن یک ناحیه انجام واکنش که در آن فشارهای بسیار بالا تولید می‌شود، تشکیل شده است. ضخامت ناحیه واکنش در انفجار ایده‌آل صفر است و هر چه انفجار بحالت ایده‌ال نزدیکتر باشد. ضخامت این ناحیه کمتر است. نقطه پایان این ناحیه، محل شروع ناحیه فشار دتونیشن[3] است.

مدل یک بعدی دتونیشن

فشار دتونیشن با رابطه زیر به سرعت دتونیشن و دانسیته مواد منفجره وابسته است:

$$P = V_D^2(P - P_0)\frac{P_0}{P} = P_0 V_D^2(1 - V) \qquad \nu = \frac{P_0}{P} = \frac{\nu}{\nu_0} \qquad (۱)$$

---

[1] - *Detonation front*

[2] - *Shock front*

[3] - *Detonation pressure*

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

که P مصرف فشار دتونیشن و P مصرف چگالی محصولات و P_0 چگالی ماده منفجره است. بر اساس این فرض که چگالی محصولات دتونیشن بزرگتر از چگالی مواد منفجره اولیه است، یک رابطه کاربردی بصورت زیر استخراج می‌گردد.

$$P = \frac{\nu_D^2 P_0}{4} \qquad (۲)$$

از آنجا که زمان رخداد واکنش شیمیائی در یک فرآیند دتونیشن بسیار کوتاه است. انتشار و انبساط گازهای داغ حاصل در ناحیه واکنش بسیار اندک و غیر متحمل است و لذا این گازها هم حجم مواد منفجره اولیه باقی می‌مانند. این مطلب دلیل اصلی این نکته است که چرا فشار پشت جبهه انفجار بسیار بالاست. این فشار برای مواد منفجره نظامی در حدود Gpa ۱۹ تا Gpa۳۵ و برای مواد منفجره جاری کمتر است. همانطور که قبلاً ذکر گردید، موج دتونیشن مستقل از شرایط خارجی است. علیرغم این استقلال، جریان محصولات گازی که در پشت جبهه موج حرکت می‌کنند به زمان و شرایط مرزی وابسته است برای مثال یک بلوک مستطیل بزرگ از یک ماده منفجره را در نظر بگیرید که بر روی کل یکی از سطوح آن، به طور همزمان دتونیشن آغاز می‌شود. این سطح در خلا قرار دارد و هیچ مانعی برای انبساط گازها وجود ندارد. موج صفحه‌ای دتونیشن با سرعت ثابت بدرون ماده پیشروی می‌کند و گازهای حاصل از انفجار که بلافاصله در پشت این جبهه موج قرار دارند با سرعتی کمتر از سرعت موج که سرعت جرم نام دارد در همان جهت حرکت می‌کنند. اما در سطح عقبی، گازها مشغول فرار در جهت مخالف هستند (در اثر خلا). همچنین فشار گاز در پشت جبهه موج بسیار بالاست، ولی در خلا

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

پشت سر، صفر است لذا فشار بصورت منحن وار بین ایندو موقعیت تغییر می‌کند. نموداری از تغییرات فشار و سرعت جرم برای یک ماده منفجره جامد در شکل زیر نشان داده شده است.

همانطور که ملاحظه می‌شود ناحیه همسایه منطقه واکنش بسیار کم تحت تاثیر تغییر شرایط مرزی قرار می‌گیرد.

آغاز همزمان دتونیشن از روی کل یک سطح مشکل است. در عمل آسانتر است که آغاز انفجار از یک نقطه باشد. در اینحالت موج دتونشین از یک نقطه درون ماده منفجره گسترش یافته و گرادیان فشار در اینحالت از آنچه در شکل صفحه قبل نشان داده شده، تیزتر خواهد بود.

وقتی از مواد منفجره برای راندن و بحرکت در آوردن سایر مواد و سازمان‌ها استفاده می‌شود محاسبه دقیق پروفیل فشار و سرعت جرم، ورودیهای لازم برای محاسبات حرکت سازه رانده شده می‌باشد. شکل این پروفیلها به معادله حالت محصولات انفجار وابسته‌اند، معادلاتی که تلاشهای بسیاری برای بدست آوردن آنها انجام شده و در دست انجام است.

۳- موج شوک:[1]

[1] - *Shock ware*

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

یک موج شوک، جبهه شوک یا مختصراً یک شوک، موجی است که در ماده یک جهش[1] فشاری (یا تنشی) ناگهانی و تقریباً ناپیوسته ایجاد می‌کند، این موج بسیار سریعتر از امواج صوتی منتشر می‌شود، بدین معنی که این موج نسبت به محیط پیرامون خود فرا صوتی است و این خاصیت خود را بدون تغییر حفظ می‌کند.

موج شوک از جمله خواص اغلب مواد است و از خاصیتی از ماده که بر اساس آن سرعت انتقال صوت در ماده بصورت $a=\left(\frac{\partial p}{\partial \rho}\right)_s$ می‌باشد منتج می‌شود. اندیس s معرف حالت آنتروپی پایاست. این موج از نظر ترمودینامیکی برگشت ناپذیر است. و لذا آنتروپی سیستم در جبهه شوک در اثر لزجت و هدایت حرارتی افزایش می‌یابد. امواج شوک که امواج فشاری نیز نامیده می‌شوند، عامل شتابگیری ذرات ماده، در جهت انتشار خود هستند.

[1] - *Jump*

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بر اساس مطالب بالا اکنون به تشریح دقیقتر موج شوک در پدیده دتونیشن و نیز در قطعه کار (ورق فلزی) می‌پردازیم.

۳-۱- موج شوک در فرآیند دتونشین:

موج شوک عبارتست از یک ناپایداری شدید فشاری (هیدرودینامیکی) که با سرعت ثابت و بسیار بالا، از میان مواد منفجره عبور می‌کند. واکنش شیمیائی در پشت و در همسایگی بسیار نزدیک آن رخ داده و موج شوک را پشتیبانی می‌کند. موج شوک و ناحیه واکنش مجموعاً «جبهه انفجار» را تشکیل می‌دهند. ضخامت موج شوک در حدود ۰/۰۰۱mm و ضخامت ناحیه واکنش در حدود ۱mm تا ۱cm است. شکل زیر ساختمان یک جبهه انفجار را نشان می‌دهد.

۳-۲- موج شوک در سطح قطعه کار:

یک بلوک بزرگ از ماده منفجره را در نظر بگیرید که دارای دو سطح موازی هم است، در نظر بگیرید. یکی از این سطوح در تماس با یک ورق بزرگ و تخت فلزی است و از روی سطح موازی آن، بطور همزمان یک دتونشین صفحه‌ای آغاز می‌شود. بدین ترتیب یک جبهه انفجار تخت درون بلوک پیشروی خواهد کرد. هنگامیکه هنوز این جبهه به سطح ورق فلزی نرسیده است، فشار در این سطح برابر فشار اولیه باقی خواهد ماند. اما درست در لحظه‌ای که موج دتونیشن به این سطح می‌رسد یک پرش ناپیوسته فشار، به فشار دتونشین که بالغ بر چند صد هزار اتمسفر می‌شود، بر روی سطح رخ می‌دهد. این فشار عظیم باعث می‌شود که فلز وادار به حرکت می‌شود. این حرکت در ابتدا از سطح

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تماس ورق و مواد منفجره آغاز شده و سپس در کل ضخامت ورق پیشروی می‌کند که مطابق شکل صفحه بعد مرز بین فلز متحرک با فلزی که هنوز شروع به حرکت ننموده است. موج شوک نام دارد. توجه کنید همانطور که در دتونشین، موج شوک مرز مشترک ناحیه آرام و مغشوش است. در سطح فلز نیز مرز بین سکون و حرکت فلز است. هر دو موج یک ناپیوستگی شدید در محیط مربوط به خود بوجود می‌آورند. ولی یک تفاوت عمده بین موج شوک منتشر شده در فلز با موج شوک دتونیشن وجود دارد و آن این است که برخلاف موج شوک دتونیشن، سرعت و فشار خود را از دست می‌دهد. علت این امر به تفضیل در بخش

در پشت شوک، فلز در حال حرکت است و به دانسیته‌ای بزرگتر از مقدار اولیه خود متراکم می‌شود. حتی موادی که معمولاً تراکم ناپذیر در نظر گرفته می‌شوند، بطور محسوسی در برابر این موج متراکم می‌شوند. تراکم فلز آنرا گرمتر خواهد ساخت. بنابراین موج شوک مرز بین فلز داغ و سرد نیز خواهد بود.

٤-٣- معادلات و روابط حاکم در دتونیشن یک بعدی

در اثر واکنش شیمیایی با سرعت خیلی زیاد (چند کیلومتر بر ثانیه) که با درجه حرارت و فشار بالا انجام می‌شود و در پشت سر خود محصولات گازی داغ و پر فشار را ایجاد می‌کند، می‌گویند انفجار انجام شده است انفجار حالت دائم در ماده منفجره با سرعت ثابت حرکت ولی انفجار ایده‌آل انفجاری است که در آن واکنش در زمان صفر (با سرعت بی‌نهایت زیاد) انجام شود. چون طبق تعریف زمان انجام واکنش برابر صفر

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

است انرژی ناشی از انفجار فوراً آزاد می‌شود و فشار بسیار بالایی تولید می‌کند همانطور که می‌دانید یکی از علتهایی که مواد انفجاری فشار بالایی را تولدی می‌کنند مربوط به زمان کوتاه واکنش آنها می‌باشد. البته از نظر فیزیکی چنین چیزی امکان ندارد زیرا کلیه واکنشهای شیمیایی برای کامل شدن به زمان محدودی نیاز دارند، بنابراین مرز بین مواد واکنش یافته و مواد اولیه دقیقاً بر هم منطبق نیست و ناحیه‌ای با ضخامت محدود بین این دو مرز وجود دارد که این ناحیه را ناحیه واکنش گویند. اگر دستگاه مختصات بر روی جبهه انفجار قرار داده شود. در آن صورت این ناحیه از نظر هندسی بدون تغییر باقی می‌ماند. علت اصلی این کار این است که با قرار دادن دستگاه مختصات بر روی جبهه انفجار، فرایند از نظر ریاضی حالت پایدار پیدا می‌کند ولی اگر مبدا مختصات در روی یک نقطه ثابت قرار داشته باشد فرآیند غیردائم است و تجزیه تحلیل آن مشکل می‌شود). چون انرژی‌ای که می‌کند، ثابت بودن سرعت انفجار یک مشخصه فیزیکی و مهم برای ماده منفجره می‌باشد با استفاده از این خاصیت (همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است) می‌توان آن را به شبیه به یک ناپیوستگی تیز دانست که با سرعت صابت انفجار v_D در طول ماده منفجره حرکت می‌کند.

در سمت راست جبهه انفجار مواد منفجره واکنش نیافته با مشخصات v_0 و P_0 و T_0 و E_0 وجود دارند و در سمت چپ جبهه انفجار محصولات گازی با خواص v و P و T و E قرار دارند. البته فرض شده است که تمام مواد منفجره در واکنش شرکت کرده‌اند. در اثر انفجار گازهایی در دمای بالای T و فشار زیاد P به وجود آمده است و در اثر

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

فشرده شدن گازها دانسیته آنها به P رسیده است که از P_0 بیشتر می‌باشد و سرعت جریان (U) و در جهت راست می‌باشد.

انفجار در زمان محدود و معینی انجام می‌شود، این نوع انفجار را انفجار واقعی گوییم.

باعث پیشرفت انفجار در طول ماده منفجره می‌شود از این ناحیه سرچشمه می‌گیرد. ماهیت این ناحیه مهم است و تاثیر زیادی روی سرعتهای انفجار و ابعاد و کارآیی مواد منفجره دارد. ضخامت ناحیه انفجار برای مواد منفجره مختلف با هم تفاوت دارد که این امر باعث تفاوت سرعت انفجار آنها می‌شود. ضخامت ناحیه انفجار در انفجار ایده‌آل برابر صفر است و هر چه انفجار به حالت ایده‌آل نزدیک‌تر باشد ضخامت این ناحیه کمتر است.

در بررسی فرآیند دتونیشن اصطلاح منحنی هوگونیت زیاد به چشم می‌خورد. منحنی هوگونیت روابطی را که شرایط موجود در جبهه شوک را توصیف می‌کنند بیان می‌کند. این معادلات را معادلات رانکین- هوگونیت می‌نامند. از رسم این معادلات در صفحه P-V منحنی‌های هوگونیت بدست می‌آید .

قوانین بقای جرم و اندازه حرکت را باید از دید ناظری که با سرعت موج حرکت می‌کند و بر روی جبهه موج قرار دارد بررسی کرد، برای نوشتن معادلات حجم کنترلی را در نظر گرفته و روابط مربوطه نوشته می‌شود.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

برای داشتن یک ایده کلی از معادلات دتونیشن ابتدا به بررسی معادلات کلی انفجار پرداخته می‌شود و سپس معادلات رانکین- هوگونیت انفجار توضیح داده می‌شود.

شکل دیفرانسیلی این معادلات بصورت زیر می‌باشد.

معادله پیوستگی $$\frac{\partial p}{\partial t}+\frac{\partial[puj]}{\partial xj}=0$$

معادلات، معادله حالت گازهای حاصل از انفجار و نیز تعیین مکانیزم واکنش شیمیایی لازم است. همانطور که از شکل معادلات پیداست، حل تحلیلی برای آنها وجود ندارد و حل عددی آنها حتی با فرض اینکه معادلات حالت و مکانیزم واکنش معلوم باشد. بسیار مشکل است، (برای بدست آوردن معادله حالت باید فشار و دما و حجم را اندازه‌گیری کرد و با ارتباط دادن آنها به هم معادله حالت را بدست آورد، چون فشار و دمای ناشی از انفجار بسیار زیاد است معادله حالت را نمی‌توان به روش معمولی بدست آورد و برای بدست آوردن این معادله از روشهای غیر مستقیم استفاده می‌شود). اگر معادلات بالا برای حالت یک بعدی نوشته شود، سیستم معادلات به صورت زیر در می‌آید:

$$\frac{\partial p}{\partial t}+\frac{\partial(pu)}{\partial x}=0$$

$$\frac{\partial(pu)}{\partial t}+\frac{\partial(pu^2+p)}{\partial x}=0$$

$$\frac{\partial(pe_t)}{\partial t}+\frac{\partial(pu(e_t+p/p))}{\partial x}=0$$

$$\frac{\partial(p\lambda)}{\partial t}+\frac{\partial(pu\lambda)}{\partial x}=PR$$

$$p=p(p,e_t,\lambda)$$

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

معادله ممنتم:

$$p\left[\frac{\partial u_i}{\partial t}+U_j\frac{\partial u_i}{\partial x_j}\right]=-\frac{\partial p}{\partial x_i}+\frac{\partial}{\partial x_i}\left[\mu\left[\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial u_i}\right]\right]$$

معادله انرژی:

$$p\left[\frac{\partial e_t}{\partial t}+U_j\frac{\partial et_i}{\partial x_j}\right]=-\frac{\partial q_i}{\partial x_i}+\dot{Q}+\frac{\partial z_{ij}u_i}{\partial x_j}$$

معادله پیوستگی اجزای شیمیایی:

$$p\left[\frac{\partial y_i}{\partial t}+u_j\frac{\partial y_i}{\partial x_j}\right]+\frac{\partial(py_jv_i)}{\partial x_i}=\dot{\omega}_i$$

$$e_t=\frac{1}{2}(u_i.u_i)+\sum y_ih_i-\frac{p}{\rho}$$

$$h_i=h_{fi}+\Delta h_i$$

$$p=p(p,t,y_i)$$

معادله حالت:

در عبارات بالا i از ۱ تا N-۱ تغییر می‌کند. همانطور که مشخص است، این سیستم دارای N+۵ معادله و N+۵ مجهول است و چون تعداد معادلات و مجهولات مساوی است می‌توان این سیستم را حل نمود. برای حل کردن λ جزء جرمی محصولات واکنش است و R سرعت پیشرفت واکنش بر واحد جرم است. چون روش معرفی شده و معادلات گفته شده فقط به خاطر آشنایی با معادلات مربوط به انفجار بود، حالت خاصی که بیشتر به موضوع بحث مربوط است در نظر گرفته می‌شود. با بکار بردن معادلات

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بقای جرم و ممنتم و انرژی برای سیستم نشان داده شده در شکل * معادلات زیر بدست می‌آیند:

$$\frac{V_D}{\nu_0} = \frac{V_D - u_1}{\nu_1} \qquad (۱)$$

$$\frac{V_D^2}{\nu_0} + P_0 = \frac{(V_D - u_1)^2}{\nu_1} + P_1 \qquad (۲)$$

$$E_0 + \frac{1}{2}V_D^2 + P_0\nu_0 = E_1 + \frac{1}{2}(V_D u_1)^2 + P_1 V_1 \qquad (۳)$$

با استفاده از معادلات فوق معادلات زیر بدست می‌آیند.

$$P_1 - P_0 = \frac{V_D^2}{\nu_0^2}(\nu_0 - \nu_1) = \frac{V_{DU_1}}{\nu_0} \qquad (٤)$$

$$V_D = \nu_0\sqrt{\frac{P_1 - P_0}{\nu_0 - \nu_1}} \qquad (٥)$$

$$u_1 = (\nu_0 - \nu_1)\sqrt{\frac{P_1 - P_0}{\nu_0 - \nu_1}} \qquad (٦)$$

$$E_1 - E_0 = \frac{1}{2}(P_1 + P_0)(\nu_0 - \nu_1) \qquad (٧)$$

با استفاده از معادله (٤) می‌توان نتیجه گرفت که حجم ویژه در پشت جبهه انفجار کمتر از جلوی جبهه انفجار است، چون P_1-P_0 مقدار مثبتی است و ν_D^2 و ν_0^2 نیز مقادیر مثبتی هستند، پس باید $\nu_0 - \nu_1$ بزرگتر از صفر باشد، در نتیجه ν_1 باید کوچکتر از ν_0 باشد. با استفاده از معادله (٥) و با توجه به مثبت بودن ν_0 نتیجه می‌شود که V_D مثبت است و چون طبق معادله‌ها u_1 باید مثبت باشد، می‌توان نتیجه گرفت که u_1 و V_D باید هم جهت باشد (u_1 سرعت ذرات انفجار است)

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

اگر معادله حالت محصولات انفجار معلوم باشد می‌توان تمام مقادیر P_1 و v_1 را که معادله (v) را ارضا می‌کنند یقین نموده. منحنی گذرنده از این نقاط، منحنی (رانکین - هوگونیت)[1] نام و در شکل صفحه قبل با منحنی AB نامگذاری شده است. چون v_1 کمتر از v_0 است نقطه‌ای که مختصات آن (P_1,v_1) است باید در سمت چپ نقطه‌ای که دارای مختصات (P_0,v_0) است قرار داشته باشد.

سوالی که باید به آن جواب داده شود این که با فرض دانستن (P_0,v_0) نقطه (P_1,v_1) کجای منحنی رانکین - هوگونیت واقع است. نقطه تعادل محصولات پشت جبهه انفجار، نقطه تماس منحنی رانکین- هوگونیت و خط مستقیمی است که از نقطه (P_0,v_0) بر این منحنی مماس شده است. این خط مستقیم «خط وایلن» نام دارد که موقعیت ابتدایی (P_0,v_0) را به موقعیت نهایی (P_1,v_1) متصل می‌سازد. بعبارت دیگر تحول واقعی انجام شده باید در امتداد خط وایلی انجام شود. ملاحظه می‌شود که شیب این خط منحنی است و مقدار آن به شرایط اولیه مساله و سرعت دتونیشن بستگی دارد.

محل تماس خطر رایلی با منحنی رانکین- هوگونیت، نقطه «چاپمن- ژوگت»[2] نامیده می‌شود. این نقطه مشخصات ترمودینامیکی یک دتویشن واقعی را به دست می‌دهد.

منحنی رانکین- هوگونیت، یکی منحنی ثابت در صفحه $p-v$ است و نقطه (P_0,v_0) هر جای این منحنی واقع شود. نقطه CJ همان محل تماس خط رایلی را با

---

[1] - *Ranking - Hogoniot*

[2] - *Chapman - joguet*

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

منحنی است. بنابراین با تغییر موقعیت نقطه (P_0, v_0) در صفحه، محل نقطه CJ هم بر روی منحنی تغییر خواهد کرد.

انفجار ایده‌آل:

امواج انفجاری بر اساس قوانین تروموهیدرودینامیک معمولاً در سرعت ثابتی که مقدار آن به انرژی شیمیائی آزاد شده در انفجار، نرخی که این انرژی آزاد می‌شود، دانسیته ماده منفجره و قطر خرج بستگی دارد منتشر می‌شود. D که بر اساس هیدرودینامیک مقدار ماکزیمم حاصل شده از تئوری می‌باشد به انفجار ایده‌آل نسبت داده می‌شود. همانطور که می‌دانیم با افزایش قطر خرج سرعت انفجار انفجار هم افزایش می‌یابد ولیکن اگر قطر خرج به حد معینی برسد دیگر افزایش بعدی قطر در سرعت انفجار تاثیر ندارد و طول خرج هم اگر از اندازه معینی بزرگتر باشد دیگر افزایش بعدی در طول خرج تاثیری در سرعت نخواهد داشت. برای بدست آوردن این سرعت ماکزیمم (D^*) از طریق تجربی به این صورت عمل می‌شود که در فاصله بقدر کافی دور از نقطه شروع انفجار در خرج لوله‌ای که قطر آن بقدری بزرگ باشد که دیگر افزایش بعدی در قطر خرج نتواند باعث افزایش سرعت شود مقداری بدست می‌آید که همان D^* می‌باشد.

ممکن است بوسیله بوسترگذاری قوی که در ماده منفجره مفروض صورت می‌گیرد سرعتی بالاتر از D^* مشاهده شود. اما این فقط در مجاورت آنی بوستر روی می‌دهد و همیشه این عمل همراه با کاهش سرعت است بطوریکه در فاصله طولانی کافی از نقطه شروع یا چاشنی گذاری سرعت به مقدار D^* افت پیدا می‌کند و این زمان است که

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

شرائط ایده‌آل باشد و در غیر اینصورت به مقدار D که کوچکتر از D^* است نزول می‌یابد. انفجار غیر ایده‌آل مربوط می‌شود به انتشار حالت یکنواخت موج در یک سرعتی که کمتر از سرعت ایده‌آل D^* باشد. و این غیر ایده‌آل شدن به نرخ تبدیل ماده منفجره به محصولات انفجار و اختلافات فشار و حرارت جانبی مربوط می‌گردد. سرعتهایی با مقدار کمتر یا بیشتر از D^* که بر اثر بوسترگذاری ضعیف با قوی ایجاد می‌شوند تحت عنوان امواج انفجاری ناپایدار و گذرا بررسی می‌شوند. بدین ترتیب اگو انفجار ثابت و پایدار در خروجی که دارای طول کافی بزرگ *(L)* است سرعت آن برابر D^* باشد به آن انفجار ایده‌آل می‌گویند، اما اگر این سرعت نهایی با حالت یکنواخت کمتر از D^* باشد به آن غیر ایده‌آل می‌گذارند.

سرعت انفجار ایده‌آل بطور کامل بوسیله ترموهیدرودینامیک ماده منفجره و متغیرهای مستقل ρ_0 دانسیته اولیه ماده منفجره و ترکیب شیمیایی آن تعیین می‌شود. همه کمیته‌ها حداقل در اصول با استفاده از تئوری ترموهیدرودینامیک و یک معادله حالت مناسب قابل محاسبه می‌باشند. برای ماده منفجره ایده‌آل مفروضی که سرعت فقط تابع دانسیته اولیه یعنی $D=D(P_0)$ است سه نوع رابطه اساسی متفاوت برای $D(P_0)$ در انفجار ایده‌آل بدست آمده است که متداول‌ترین آن رابطه خطی ویژه $D(P_0)$ برای مواد منفجره جامد *C-H-N-O* در دانسیته‌ایی بین ۰/۵ و حالت کریستالی ماده منفجره می‌باشد. این رابطه بوسیله فرمول زیر بیان می‌شود.

$$D^* = D^* P_0^0 + M^*(P_0 - P_0^0) \qquad (۱)$$

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

که $D^*P_0^0$ سرعت انفجار در دانسیته P_0^0 و M^* شیب منحنی یا خط سرعت بر حسب دانسیته می‌باشد. علامت ستاره هم نشان دهنده انفجار ایده‌ال می‌باشد. برای مقایسه مستقیم مواد منفجره، غالباً مناسب این است که مقدار P_0^0 برابر $1g/cc$ انتخاب گردد.

با روشهای موجود سرعت حقیقی خرج مفروضی با دقتی در حدود ۰/۱ در صد امکان اندازه‌گیری دارد. اما منحنی $D(P_0)$ بندرت این دقت را دارا می‌باشد و علت آنهم نوسان و تغییرات در دانسیته خرج و خطای عملی در سنجش P_0 می‌باشد. در مواد منفجره ریختگی، پرسی و مایع ممکن است کسی بتواند P_0 را با دقت بالائی اندازه بگیرید. اما در خرجهای دانه‌ای و فله‌ای برای اینکه در اندازه‌گیری P_0 دقتی بهتر از ۲ درصد بدست آید مشکل زیادی خود را نشان می دهد. به این دلیل است که در کتابها به طور مکرر برای فاکتورهای $D^*P_0^*$ و M^* مربوط به معادله (۱) اختلافاتی دیده می‌شود.

در جدول صفحه بعد پارامترهای معادله (۱) را برای بخشی از مهمترین مواد منفجره که اطلاعات تجربی آنها در دسترس می‌باشد لیست کرده است. در انفجار ایده‌آل گازی نسبت به مواد منفجره فشرده شده دیده می‌شود که سرعت انفجار، حساسیت خیلی کمتری به P_0 دارا می‌باشد و این امر به خاطر پیروی کردن آنها از قوانین گاز ایده‌آل می‌باشد.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

جدول زیر پارامترهای معادله (۱) را برای تعدادی از مواد منفجره نشان می‌دهد

	Density (P_0^0) *(g/cc)*	$D^0 p_0^0$	M^*
TNT	۱٫۰	۵٫۰۱۰	۳٫۲۲۳
PETN	۱٫۰	۵٫۵۵۰	۳٫۹۵۰
۵۰/۵۰ *Pentolite*	۱٫۰	۵٫۱۸۰	۳٫۱۰۰
RDX	۱٫۰	۶٫۰۸۰	۳٫۵۹۰
Composition A	۱٫۶	۸٫۱۸۰	۴٫۰۰۰
Composition B	۱٫۶	۷٫۵۴۰	۳٫۰۸۰
Composition C	۱٫۵	۸٫۱۰۰	
Composition $C_۲$	۱٫۵۷	۷٫۸۵۰	
Tetryl	۱٫۰	۵٫۶۰۰	۳٫۲۲۵
۶۵/۳۵ *Tetrytol*	۱٫۶	۷٫۳۰۰	۳٫۴۰۰
Picric acid	۱٫۰	۵٫۲۵۵	۳٫۰۴۵
Haleite (EDNA)	۱٫۰	۵٫۹۱۰	۳٫۲۷۵
Ammonium pictate	۱٫۰	۴٫۹۹۰	۳٫۴۳۵
Nitroguenidine	۱٫۰	۵٫۴۶۰	۴٫۰۱۵
Lead azide	۴٫۰	۵٫۱۰۰	۵۶۰

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

Mercury fulminate	٤,٠	٥،٠٥٠	٨٩٠
٥٠/٥٠ *sodatol (TNT.SN)*	١,٠	٤،١٠٠	٢،٥٨٠
٥٠/٥٠ *Amatol (TNT-AN)*	١,٠	٥،١٠٠	٤،١٥٠
DINA	١,٠	٥،٩٥٠	٢،٩٣٠
NENO	١,٠	٥،٥٣٠	٣،٦٨٠
Fivonite	١,٠	٥،٢١٥	٣،٤١٠
Sixonite	١,٠	٥،٦٧٠	٣،٣٦٠
No (liquid)	١,٥٠	٧،٨٠٠	
٦٠/٤٠ *N٦-DNT*	١,٥٠	٧،٠٠٠	
٦٠/٤٠ *Ednatol*	١,٥٠	٧،٥١٠	٣،٣٢٥

در مورد گازهای ایده‌آل می‌توان نشان داد که سرعت اندازه گرفته شده با آن سرعتی که بر اساس تئوری هیدرودینامیک و قانون گاز ایده‌آل محاسبه می‌شود موافقت خیلی نزدیک را دارا می‌باشد. متداول این است که سرعت ایده‌آل (D^*) مواد منفجره گازی را مستقل از دانسیته فرض می‌کنند، ولیکن به علت تاثیر دانسیته روی تجزیه محصولات انفجار در درجه حرارتهای بالای انفجار و تاثیر وزن مولکولی روی سرعت‌های ذرات، در واقع سرعت با تغییر آهسته‌ای تابع دانسیته می‌باشد. از استعمال نامهای ایده‌آل و غیر ایده‌آل همانطوریکه برای انتشار امواج انفجار حالت یکنواخت بکار رفت می‌توان گفت

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

که همه مواد منفجره هر دو نوع رفتار را به نمایش می‌گذارند، فقط ضروری است که قطر خرج به قدری بزرگ انتخاب شود که رفتار ایده‌آل مشاهده گردد. یا بقدری کوچک که انفجار غیر ایده‌آل دیده شود. گزارش مربوط به غیر یکنواختی و یا پدیده ناپایداری است. انفجار غیر ایده‌آل با این وجود تحت شرائط ویژه (قطر خرج و محدودیتها) یکنواخت و پایدار است. در خرج‌های استوانه‌ای بین قطر بحرانی dc که زیر آن انتشار انفجار یکنواخت صورت نمی‌گیرد و قطر مینیمم d^*m برای انفجار ایده‌آل، عموماً منحنی‌های سرعت برحسب قطر نشان می‌دهد که پیوسته با افزایش قطر می‌توان از سرعت یکنواخت مینیمم در dc به D^* در d^*m رسید. رفتار ایده‌آل بنابراین مطابق با $d \geq d^*m$ می‌باشند. اکنون می‌گوئیم که دامنه رفتار غیر ایده‌آل $dc < d < d^*m$ بستگی به درجه محدودیت و نرخ واکنش ماده منفجره دارد. نرخ واکنش هم بستگی به حالت فیزیکی ماده منفجره دانسیته اولی آن و اندازه ذرات می‌باشد. اندازه ذرات را اگر افزایش دهیم عموماً هر دو dc و d^*m افزایش می‌یابند. اضافه کردن قیود و محدودیت در قطر ثابت بطور یکنواخت باعث افزایش سرعت در منطقه غیر ایده‌آل می‌شود بعلاوه اینکه هر دو مقدار dc و d^*m را کاهش می‌دهد.

لایه شوک- لایه واکنش

در هر انفجار یک لایه متحرک به نام لایه انفجار وجود دارد که در طول ستون ماده منفجره حرکت کرده و آن را منفجر می‌کند. سرعت حرکت این لایه مصرف سرعت

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

انفجار است و آنچه که معمولاً سرعت انفجار گفته می‌شود سرعت حرکت این لایه در طول ستون ماده منفجره می‌باشد. لایه انفجار از دو قسمت تشکیل گردیده است:

الف: لایه شوک با ضخامت حدود 10^{-5} سانتی‌متر که به آن موج شوک یا موج ضربه‌ای هم می‌گویند و هیچ واکنش شیمیایی در این قسمت انجام نمی‌گیرد. ولی فشار به حداکثر خود می‌رسد.

ب: لایه بعدی منطقه انجام واکنشهای شیمیایی است و ضخامت آن حدود ۰/۱ تا ۱ سانتی‌متر می‌باشد. به دنبال لایه انفجار نیز محصولات گازی در حرکت هستند. چون انرژی که باعث پیشروی انفجار در طول جسم می‌گردد از ناحیه واکنش سرچشمه می‌گیرد، بنابراین چگونگی این ناحیه نشان مهم یک ماده منفجره می‌باشد که تاثیر زیادی روی سرعتهای انفجار و ابعاد و کارآیی خرجهای معمول دارد. مواد منفجره‌ای تی ان تی، تتریل زمان واکنش بسیار کوتاهی دارند حدود ۱ تا ۲ میکروثانیه که نشان می دهد طول ناحیه انفجار بایستی از مرتبه ۲ یا ۳ میلی‌متر باشد. نیتروگلیسیرین که خیلی سریعتر در واکنش شرکت می‌کند دارای ناحیه واکنش به طور فقط ۰/٤ *mm* است. مواد منفجره‌ای که کندتر در واکنش شرکت می‌کنند دارای ناحیه واکنش طولانی‌تر می‌باشند.

با توجه به اینکه واکنش به سرعت صورت می‌گیرد، کاملاً واضح است که توزیع دما، فشار دانسیته در طول ناحیه واکنش نمی‌تواند یکنواخت باشد. در شکل زیر رابطه هر یک از این پارامترها با مکان در طول ناحیه واکنش نشان داده شده است.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

توجه کنید که قبل از اینکه واکنش شروع شود فشار ناگهان بـه مقـدار مـاکزیمم خـود می‌رسد.

نشان دهنده تغییرات فشار و درجه حرارت و دانسیته در طول منطقه واکنش می‌باشد.

به خاطر این افزایش ناگهانی در فشار است که واکنش دائماً شروع می‌شود. هنگامیکـه انفجار پایدار صورت بگیرد. وضعیت به صورت دائم بـاقی مـی‌مانـد. فشـار زیـاد کـه از واکنشهایی که قبلاً صورت گرفته است. ناشی می‌شـود و بـه قسـمت بعـدی کـه تحـت واکنش قرار می‌گیرد می‌رسد. به هنگامیکه واکنش کامل می‌گردد، فشـار در پشـت جبهـه موج فوراً افت می‌کند و به مقدار ثابتی که فشار انفجار است می‌رسد تغییرات دانسـیته از تغییرات فشار تبعیت می کند، دانسیته ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. از طرف دیگر ما پس از یک پرش ابتدائی کمابیش با پیشروی واکنش افـزایش مـی‌یابـد. در یـک مـاده منفجره با مقدار نامحدود ابعاد ناحیه واکنش اهمیـت ویـژه‌ای نـدارد و تـاثیر کمـی روی سرعت پیشروی جبهه انفجار دانسیته و مقدار انرژی آزاد شده طی واکنش که پارامترهای کنترل کننده‌ای می‌باشند دارد. وضعیت برای خرجهایی با مقـدار محـدود کـاملاً متفـاوت است. هنگامیکه ابعادناحیه واکنش متناسب با ابعاد خرج انفجار باشد، این ابعاد بسیار مهم می‌گردند. تحت این شرائط محصولات انفجار می‌توانند از اطراف منبسط شـوند و بـدون اغراق قبل از اینکه واکنش کامل گردد از محیط خارج شوند و بدینوسـیله از ارائـه کامـل انرژی درونی ذاتی انفجار جلوگیری می‌شود.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تاریخچه:

انرژی انفجار عمدتاً به عنوان ابزاری قدرتمند جهت تخریب به کار گرفته شده و اثرات سودمند آن کمتر مورد توجه و بررسی قرار گرفته است، با اینکه سالیان بسیاری است که بشر این انرژی توانمند را به کار گرفته، لکن از سال ۱۹۵۰ تحقیقات در ضمیمه بکارگیری آن در جهت تولید و سازندگی آغاز گردید.

آنچه در ابتدای مطالعات توجه محققان را معطوف خود داشت، چگونگی رفتار قطعه در مقابل امواج دینامیک ناشی از انفجار بود که در این راستا جهت بررسی تغییر شکل لحظه‌ای قطعات در مجاورت انفجار تلاشهایی صورت گرفته است.

با ابداعاتی که توسط Johnson انجام گرفت، روشهای شکل دهی انفجاری جایگاه خود را در اذهان پیدا کرد. وی در سالهای ۱۹٦٦ و ۱۹٦۷ با استفاده از مختصات اگر انرژی برای مسائل دو بعدی با تقارن مدوری تحت اثر ضرب در ناحیه الاستیک - پلاستیک، یک روش تحلیلی ارائه نمود و با ارائه مثالهایی نظیر گلوله کره و استوانه نیکلی (با سرعت $m/\sec$ ۱۵۰) با صفحات ضخیم آلومینیومی، آنرا تشریح کرده.

Jones در سال ۱۹۷۲، طی مقاله مفصلی، به بیان چگونگی پاسخ فلز به بارگذاری ضربه‌ای ناشی از انفجار یک ماده منفجره در تماس با سطح آن پرداخت. در این مقاله، سلسله اتفاقاتی که در طی رخداد فرآیند انفجار در یک ماده منفجره رخ می‌دهد، چگونگی تولید و انتشار موج شوک در درون ماده منفجره و درون فلز و نیز برهمکنش موج شوک با فلز، به تفصیل توضیح داده شده است.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

Pearson در سال ۱۹۷۲، در رابطه با روشهای کاربردی شکل‌دهی انفجاری، تحقیقاتی انجام داد و ضمن بیان پارامترهای موثر، فرآیندهای شکل‌دهی را با توجه به موقعیت ماده منفجره نسبت به سطح قطعه کار طبقه بندی نمود.

Zernow و Lieberman در سال ۱۹۷۲ با بیان چند مثال علمی، به بیان «تعامل ملاحظات فنی و اقتصادی» در فرآیندهای انفجاری پرداختند و در طی آن راهنماییهای ارزنده‌ای درباره نحوه ساخت و انتخاب جنس مواد مختلفی که تجهیزات سیستم شکل‌دهی باید از آنها ساخته شوند بنحوی که از لحاظ اقتصادی و فنی قابل توجیه باشند ارائه نمودند.

Heifitz در سال ۱۹۷۳ با ارائه مثالهائی در خصوص پوسته کروی و صفحه دایروی و مطالعه برآمدگی آنها پس از اعمال ضربه، ضمن توجه به تغییر شکلهای بزرگ و روند رشد کرنش پلاستیک با زمان، معادلات اساسی (روابط تنش- کرنش) را فقط به شکل عددی المان محدود به کار گرفته است.

Osaka و همکاران در سال ۱۹۸٦، تغییر شکل ورقهای گرد را برای ساخت مخازن تحت فشار، بوسیله انفجار در زیر آب و با استفاده از مختصات لاگرانژی و استفاده از روش تفاضل محدود مورد بررسی قرار داده‌اند و در بررسی معادلات تنش- کرنش، رفتار فلز را فقط بصورت الاستیک- کاملاً پلاستیک در نظر گرفته‌اند.

Fujita و همکاران در سال ۱۹۹۵ با ارائه سه مدل رفتاری در ناحیه الاستیک- پلاستیک صفحه فلزی تحت اثر بار ناگهانی با فشار یکنواخت را تحلیل نمودند و نشان

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

دادند که اثر موجهای خمشی روی مکانیزم تغییر شکل، با روش تحلیلی یکسان است و حاصل کار هماهنگی خوبی را نشان می‌دهد، حتی اگر اثرات کرنش و نرخ سخت شوندگی آن بر روی تغییر شکلهای بوجود آمده منظور شود.

Comstockr و همکاران در سال ۲۰۰۱ روش جدیدی برای شبیه‌سازی آزمایشهای شکل‌دهی انفجاری صفحات، ارائه کردند و نشان دادند که این روش ابزار مهمی برای تشخیص شکل‌پذیری و تحمل بارهای خارجی برای آلیاژهاست. این شبیه‌سازی، بوسیله تئوری قوی و در محدوده بزرگی از تغییر شکل (تا حد کشش عمیق) انجام شده است، ولی در طی آن به عامل زمان و سرعت بارگذاری توجهی نشده است.

Mynors و Zhang در سال ۲۰۰۲ و در طی یک مقاله بسیار مفصل به بررسی همه جانبه تواناییها و قابلیت‌های شکل‌دهی انفجاری پرداختند. در تاریخچه این اثر تحقیقی، روندی که در طی آن فرآیند شکل‌دهی انفجاری به یک روش تولیدی موفق و سودمند تبدیل شده است شرح داده شده است.

در طی یک ده اخیر توسط لیاقت و همکاران، تحقیقات گسترده‌ای در داخل کشور، بر روی فرآیندهای شکل‌دهی در سرعتهای بالا انجام گرفته و در حال انجام است مخصوصاً آزمایشهای شکل‌دهی انفجاری آنان که به منظور تولید قطعات مخروطی برای کاربردهای نظامی و غیر نظامی انجام گرفت. بسیار قابل توجه است.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

درویزه، پاشایی در سال ۱۳۸۱ با ساخت دستگاه شکل‌دهی ورقهای فلزی بروش انفجار مخلوط گازها، فعالیت‌های داخلی را وارد مرحله جدیدی نمود. استفاده از گاز بعنوان ماده منفجره یکی از جدیدترین رویکردهای شکل‌دهی انفجاری است.

شکل‌دهی فلزات با سرعت بالا:

فرایندهای شکل‌دهی فلزات در سرعت بالا *(H.V.F) High Velocity Forming* یکی از دستاوردهای مهم و ارزشمند صنعتی در عصر اتم و فضا محسوب می‌شود. این فرایندها ثابت کرده‌اند که در حل بسیاری از مسائل و مشکلات تولید که با استفاده از روشهای صنعتی بسیار مشکل، زمانبر و گران تمام می‌شود. بسیار مفید و توانمند هستند بزرگ شدن ابعاد قطعه‌کار، لزوم استفاده از مواد بسیار سخت و مقاوم در برابر روشهای متداول ماشینکاری و لزوم تولید قطعاتی دقیق و پیچیده از عوامل توسعه و پیشرفت دانش فنی این روش محسوب می‌شود اما عمده‌ترین مزیت این روشها، قابلیت آنها برای شکل‌دهی قطعات یکپارچه بسیار پیچیده، تنها در یک مرحله کاری می‌باشد. در حالیکه تولید چنین قطعاتی با روشهای سنتی تولید، ممکن است در چند مرحله و به کمک چندین فرایند جداگانه انجام شود و در نهایت به تولید یک سازه جوشکاری شده بینجامد. *[۱]*

گستردگی و تنوع منابع انرژی و روشهای اعمال آن برای تغییر شکل قطعه کار، سطح و توانایی روشهای شکل‌دهی سریع را قابل مقایسه و رقابت با روشهای سنتی شکل

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

نموده است گسترده موادی که در این روش قابل استفاده‌اند بسیار متنوع است. فلزاتی چون آلومینیم، بریلویم، تیتانیوم، فولادهای کربنی و آلیاژی، سوپر آلیاژا، فولادضد زنگ، مس، برنج و ... بطور گسترده در این روش استفاده می‌شوند. *[۱]*

رفتار ماده در شکل‌دهی آن بسیار مهم است و فاکتورهائی چون اثر سرعت بر شکل‌پذیری و مقاومت ماده، پایداری هندسی و اثرات موج بر روی قطعه کار باید مد نظر قرار گرفته شود. همچنین اصطکاک بین سطح قطعه کار و سطح قالب نیز از جمله نکات مهم محسوب می‌شود. ضریب اصطکاک معمولاً با افزایش سرعت نسبی بین قطعه، قالب کاهش می‌یابد. در نتیجه این افزایش سرعت، دما به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش خواهد یافت و در نتیجه روانساز بین قطعه و قالب تجزیه شده و از بین خواهد رفت. در سرعتهای بالا، دما ممکن است بعدی بالا که یک لایه نازک از فلز در سطح تماس قطعه و قالب ذوب شده و خود بعنوان روانساز عمل کند. *[۱]*

ضرورتهای استفاده از شکل‌دهی با سرعت بالا عبارتند از:

۱- امکان‌پذیر ساختن عملیاتی که احتیاج به انرژیهای بیشتر از آنچه که در پرسهای معمولی قابل دسترسی است، دارند.

۲- کاهش هزینه‌های تولید.

۳- شکل دادن فلزات سخت، مثلاً خروج سریع داغ.

٤- شکل دادن فرمهای پیچیده و چندپله‌ای.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

۵- احتیاج به عملیات شکل دادن در مکانهائی که حمل و نقل دستگاههای سنگین مشکل است.

٦- حذف کردن عملیات حرارتی بین مرحله‌ای.

۷- کاستن از زمان شکل‌دادن.

۸- شکل دادن قطعات بسیار بزرگ.

انواع روشای شکل‌دهی با سرعت بالا: *[۲]*

۱- الکتریکی، مانند:

الف- شکل‌دهی الکتروهیدرولیکی[۱] *EHF*

ب- شکل‌دهی الکترومغناطیسی[۲] *EMF*

۲- مکانیکی، مانند: دستگاه پنوماتیکی

۳- شیمیایی، مانند: انفجار مواد منفجره[۳]، انفجار مخلوط گاز.

حال به توضیح می‌پردازیم به تعریف روشها

۱-۱- شکل‌دهی الکتروهیدرولیکی:

در این روش از امواج شوک و فشار تولید شده در اثر تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی در یک محیط مایع، برای شکل دادن به فلز استفاده می‌شود. آزادسازی

---

[۱]- *Electro hydraulic forming*

[۲]- *Electro magntic Forming*

[۳]- *Explosive forming*

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

انرژی می‌تواند بصورت بسیار کنترل شده‌ای صورت پذیرد. نحوه کار بدین ترتیب است که مطابق شکل (۱-۱)، چند خازن شارژ شده که اصطلاحاً بانک خازن نامیده می‌شوند در یک محیط انتقال دهنده انرژی که معمولاً آب است، تخلیه می‌شوند. این محیط انتقال دهنده انرژی کل حجم داخلی قالب را پر کرده است و قطعه کار که معمولاً بصورت صفحه تخت و یا استوانه‌ای شکل است، درون آن قرار می‌گیرد و بین آن و قالب خلأ برقرار می‌گردد. سپس دو سیم ضخیم برق بصورت موازی به درون آب فرستاده می‌شود. در مرحله بعد، اختلاف پتانسیل بزرگی بین دو سیم اعمال می‌شود. این ولتاژ در عرض چند میکروثانیه جریان شدیدی بین دو الکترود ایجاد می‌کند. این جریان معمولاً از طریق یک فیوز سیمی[۱]، و یا رشته‌ای شبیه به رشته درون لامپ که در انتهای دو الکترود نصب شده‌اند، برقرار می‌گردد. گذر جریان الکتریکی از درون آب باعث شکسته شدن سریع ملکولهای آن به اکسیژن و هیدروژن می‌شود. نتیجه این تجزیه سریع، انفجار هیدروژن در حضور اکسیژن است که بر اثر آن موج شوک شدیدی درون آب بوجود می‌آید. برخورد این موج با سطح قطعه کار باعث رانده شدن آن بدرون قالب و شکل‌دهی آن می‌شود. [۲]

[۱] - *Fuse wire*

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

یک روش دیگر آن است که به جای آنکه تخلیه خازنها از طریق یک رشته فیوز سیمی انجام شود. مستقیماً و بدون هیچ واسطه‌ای از طریق فاصله[1] بین دو الکترود انجام شود در این روش معمولاً به ولتاژی بین ۱۰ تا ۳۰ هزار ولت برای ایجاد جریان نیاز است. در عمل روش اول ترجیح داده می‌شود، چرا که در این روش کنترل بهتری بر روی سیستم می‌توان اعمال نمود و مهمتر از آن به ولتاژ کمتر و بانک خازن کوچکتر و ارزانتری نیاز است. *[۱]*

عامل محدود کننده این روش، مقدار انرژی در دسترس از بانک خازن است، در حقیقت ابعاد فیزیکی بانکهای خازن موجود باعث شده است که روش *EHF* بیشتر برای شکل‌دهی قطعاتی با ابعاد کوچک و متوسط و ضخامت کم کاربرد داشته باشد. *[۲]*

معمولاً ساخت یا خرید یک سیستم *EHF* بعنوان هزینه اولیه کمی گران تمام می‌شود اما ارزان بودن فرایند تولید به آنها جبران هزینه اولیه را خواهد نمود.

۲-۱- شکل‌دهی الکترومغناطیسی

در این روش که روش «شکل‌دهی با پالس مغناطیسی»[2] نیز نامیده می‌شود، مستقیماً از دو میدان مغناطیسی پالسی شکل برای شکل دادن قطعه کار استفاده می‌شود. این

---

[1]- *Gap*

[2]- *Magnetic- pulse forming*

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

میدان‌های مغناطیسی نیروهای بزرگی را برای یک بازه چند میکروثانیه‌ای بـه قطعـه وارد می‌کنند که در اثر آن فرایند شکل‌دهی انجام می‌شود.

اصول کار یک سیستم *EMF* بدین صورت است که مطـابق شـکل ( ) یـک بانـک خازن به کویلی که دورادور قطعه کار را احاطه کرده است تخلیه می‌شود. جریانی کـه در اثر این تخلیه بار درون سیم پیچها جریان می‌یابد، میدان مغناطیسـی‌ای در اطـراف کویـل ایجاد می‌کند که قدرت آن با جریان گذار متناسب خواهد بود. این میـدان مغناطیسـی بـه نوبه خود در قطعه کار جریان الکتریکی بوجود می‌آورد. طبـق قـوانین الکترومغناطیسـی، جهت این جریان القائی به سمتی خواهد بود که میدان مغناطیسـی حاصـل از خـود ایـن جریان ثانویه که حول قطعه کار تشکیل می‌گردد. بـا میـدان مغناطیسـی اصـلی مخالفـت نماید. لذا این دو میدان یکدیگر را بشدت می‌راند که حاصل این برهمکنش، تغییر شـکل قطعه کار می‌باشد. *[۲]*

سیم‌پیچها می‌تواننـد بصـورتهای گونـاگون، مـثلاً بصـورت تخـت اسـتوانه‌ای یـا بـه شکل‌های دیگر ساخته شوند تا بتوانند پالسهای الکترومغناطیسی را به شـکلهای متناسـب با شکل مطلوب قطعه کار تولید نمایند. همچنین برای تغییر شـکلهای خـاص، امکانپـذیر است که شدت میدان و نیروی حاصل را در نواحی خاص از قطعه کار متمرکز نمود. این

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

کار بوسیله سازه‌های رسانائی بنام «تمرکز دهنده‌شار»[1] که در فاصله مناسبی بین کویل و قطعه کار قرار داده می‌شوند، انجام می‌شود. *[۱]*

موفقیت روش *EMF* به خواص الکتریکی ماده تحت شکل‌دهی بستگی دارد مثلاً مواد مورد استفاده نباید دارای مقاومت الکتریکی بیش از $\mu\Omega.S$ ۱۵ باشند. *[۱ و ۲]*

لذا فلزات مناسب برای شکلدهی با این روش عبارتند از مس، آلومینیم، فولاد نرم، برنج، طلا و نقره و فولاد ضد زنگ، برای شکل‌دهی مواد نارسانا، باید بین این مواد و کویل دستگاه، از مواد رسانا پر شود تا نیروهای مغناطیسی برآنها عمل کنند.

۲- شکل‌دهی به روش چکش آبی *[۳]*

ترتیب فرآیند شکل‌دهی به روش چکش آبی برای شکل‌دهی ورقه‌های نازک ؟؟؟ در شکل زیر نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌کنید قطعه کار در انتهای ستون آب آن طرف پیستون متحرک قرار داده شده است انرژی ورودی در اثر برخورد چکش به پیستون ایجاد می‌شود و با حرکت موج ضربه در پیستون این انرژی منتقل می‌شود.

زمانیکه موج به انتهای پیستون می‌رسد قسمتی از آن منعکس می‌شود و قسمتی عبور می‌کند. موج انتقال یافته در طول ستون آب با سرعت موج در آب منتشر می‌شود (تقریباً $۱۴۵۰\ ^{m}/_{s}$). موقعیکه این موج به قطعه کار برخورد می‌کند، قطعه کار با سرعت بالایی شتاب گرفته و داخل قالب شکل می‌گیرد.

---

[1] *- Flux con centrator*

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

٤- شکل‌دهی انفجاری: *[٤]*

از میان روشهای شکل‌دهی با سرعت بالا، روش بکار بردن مواد منفجره شیمیایی، مورد مطالعه وسیعتر و دقیق قرار گرفته است و به طور وسیعی نیز، به کار گرفته می‌شوند. مواد منفجره در ابتدا برای تخریب و نیز در جنگ‌ها به کار می‌رفته است. مونر و (۱۸۸۸) و جونز (۱۹۰۹) با بکارگیری مواد منفجره برای درج لغات بر روی فلزات و مواد دیگر پایه شکل‌دهی انفجاری فلزات را بنا نهادند. امروزه، بیشتر محصولات تولیدی از این طریق، توسط تکنیک انفجار در زیرآب، تولید می‌شوند که مهمترین و جالب‌ترین آنها می‌تواند تولید پوسته موتور موشک، پوسته موتورهای جت و صفحات منعکس کننده امواج در رادار باشد در آمریکار به دلیل برانگیخته شدن مسائل تکنولوژی جنگ فضائی (جنگ ستارگان) که احتیاج به تولیدات بزرگ و بسیار پیچیده دارد این روش تولید مورد توجه و علاقه بیشتری قرار گرفته است. فرآیند شکل‌دهی انفجاری روشی است که در آن به کمک انرژی حاصل از انفجار خرج انفجاری، ورق با شتاب زیاد در زمان بسیار کوتاهی در حفره قالب شکل می‌گیرد. ساخت قطعات فلزی به روش شکل‌دهی انفجاری بنا به موقعیت ماده منفجره که اصطلاحاً به آن خرج می‌گوئیم به دو گروه عمده تقسیم‌بندی می‌شود. گروه اول مرسوم به «عملیات استقرار در فاصله» و گروه دوم موسوم به «عملیات تماسی» می‌باشد. در روش استقرار در فاصله خرج در فاصله معینی از قطعه کار منفجر می‌شود و انرژی حاصل از انفجار توسط یک محیط واسط به قطعه کار انتقال می‌یابد. در روش تماسی خرج انفجاری در حالیکه با قطعه کار تماس

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

دارد منفجره می‌شود. در این روش فشار حاصل از انفجار مستقیماً بـه قطعـه کـار منتقـل می‌شود. این دو روش چه از لحاظ کیفی و کاربردی متفاوت می‌باشند. انتقال از «عملیات استقرار در فاصله» به «عملیات تماسی» موجب می‌شود که فشار به مقیاس یک هزار برابر افزایش، زمان به مقیاس یک هزار برابر کاهش و سرعت جابجایی فلز بـه مقیـاس ۱۰ تـا ۱۰۰ برابر افزایش یابد. مزایای عمده این روش تولید را می‌توان بشرح زیر بر شمرده:

۱- کوچکی ابزار مورد نیاز برای شکل‌دهی قطعات بزرگ.

۲- راحتی ساخت از جنس مواد ویژه که با شیوه‌های سنتی به آسانی شکل نمی‌گیرد.

۳- امکان ساخت قطعاتی که بدلیل اندازه جنس و یا هر دو عامل نمی‌توان آنهـا را بـا روشهای معمولی تولید نمود.

٤- امکان بدست آوردن تلرانسهای دقیق‌تر، نسبت به روشهای سنتی.

٥- کاهش بهای ساخت قطعات در تعداد کم.

٦- حداقل برگشت‌پذیری.

چنین سیستمی از چهار جزء اصلی تشکیل شده است که عبارتند از:

۱- منبع انرژی که همان ماده منفجره و یا گاز قابل انفجار است.

۲- محیط واسط انتقال انرژی که انرژی حاصل از انفجار را به قطعه کار می‌رساند.

۳- ماده مورد شکل‌گیری که اصطلاحاً به آن قطعه کار گرفته مـی‌شـود و خصوصـیت شکل‌پذیری این ماده در توفیق فرایند نقش دارد.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

٤- قالب، که میزان تغییر فرم قطعه را کنترل می‌کند و شکل نهایی قطعه کـار را بـه آن می‌دهد. مواد منفجره و چاشنی: *[٥]*

همانطور که می‌دانیم در پدیـده احتـراق و سـوختن و آتـش توسـط هـدایت مسـتقیم حرارتی از قسمت در حال سوخت به قسمتهای دیگر سرایت کرده و گسترش مـی‌یابـد. مکانیسم دیگری که مورد استفاده قرار می‌گیرد و باعث احتراق و گسترش آتش می‌شـود انتشار شوک ناشی از انجام یک کار سریع مکانیکی است این امواج مـی‌تواننـد از طریـق کار مکانیکی تولید شوند و با سرعت معینی حرکت کننـد و در حـین حرکـت در داخـل ماده انرژی خود را کم‌کم از دست می‌دهند، طبیعی است، که این انرژی به حرارت تبدیل شده و جسم داغتر می‌شود. اگر امواج (و به طور کلی امواج شوک‌دهنـده قـوی) بـا یـک ماده منفجره برخورد کنند ممکن است باعث بالا رفتن دمای آن شده و نهایتاً به احتراق و انفجار آن منجر گردند. یک ماده منفجره از نظـر ترمودینـامیکی، وقتـی کـه در وضـعیت انفجار قرار می‌گیرد به حالت ناپایداری رسیده و حـرارت زیـادی تولیـد مـی‌کنـد. مـواد منفجره معمولاً توسط یک چاشنی که باعث ایجاد امواج شوک‌دهنده می‌شوند، به حالـت انفجار می‌رسند. فاصله چاشنی و انفجار اصلی بسیار کم است. و بنابراین آنچه که بعد از انفجار باقی می‌ماند محصولات گازی ناشی از انفجار در دمای بـالا و فشـار خیلـی زیـاد می‌باشد. (فشار تقریباً psi $۲/۵\times۱۰^{۸}$ می‌باشد) در انفجارات سرعت امواج ناشی از چاشنی حدود ft/sec ۳۰۰۰۰-۱۰۰۰۰ و دما در جلوی امواج برای مدت بسیار کوتاهی به ۱۰۰۰۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. مقداری از ماده منفجره را به صورت فـرم داده شـده، در داخـل

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

لوله‌های فلزی قرار می‌دهند که به آنها چاشنی می‌گویند هدف از قرار دادن چاشنی، ایجاد انفجار هدایت شده در جهت صحیح است و سرعت مطلوب امواج در حدود ۲۰۰۰۰*ft/sec* می‌باشد. مشخصات اولیه یک ماده منفجره عبارتند از:

۱- مقدار حساسیت

۲- مقدار انرژی تولید شده از واحد جرم آن که به قدرت تخریبی موسوم است.

۳- شکل فیزیکی مواد منفجره بر اساس حساسیتی که دارند که این حساسیت از روی نمودار فشار زمان بر هر ماده مشخص می‌شود. و به دو دسته تقسیم می‌شود.

۱- مواد منفجره ضعیف

۲- مواد منفجره قوی

خصوصیات انفجاری برخی از انواع مواد منفجره شیمیایی بصورت زیر می‌باشد. *[۵]*

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

Calrulated properties of Explosive Compounds

Compound	*Density*	*Energy*	*Streaming Velocity* (ms^{-1})	*Velocity of detination*	
				Calculated (ms^{-1})	*Observed*
Nitroglycerine	۱/۶۰	۶۲۸۳	۱۵۵۰	۸۰۶۰	۸۰۰۰
PETN	۱/۵۰	۵۸۸۱	۱۵۵۰	۸۱۵۰	۷۶۰۰
Tetryl	۱/۵۰	۵۸۱۰	۱۳۲۰	۷۵۵۰	۷۳۰۰
TNT	۱/۵۰	۵۴۱۳	۱۱۴۰	۶۴۸۰	۶۷۰۰
Nitroguanidine Ammonium	۰/۶۰	۲۶۵۸	۱۰۲۷	۴۰۴۰	۳۸۵۰
nitrate	۱/۰۰	۱۵۸۰	۸۳۲	۳۴۶۰	–

www.kandoocn.com
www.kandoocn.com
www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

Calculated properties of commorcial sive

Explosive type	*Energy*	*Streaming Velocity* (ms^{-1})	*Velocity of detination*	
			Calculated (ms^{-1})	*Observed*
Blasting gelatine	٦٥٨٤	١٥٤٠	٧٩٠٠	٧٨٠٠
Gelatine	٥٥٥٩	١٢٩٠	٦٥٢٠	٦٦٠٠
Ammongelignite	٤٢١٨	١٢٢٠	٦٣١٠	٦٠٠٠
Permitted gelignite (pl)	٣٢٧٧	١٠٦٥[a] ٩٠٠[b]	٥٨٥٠[a] ٥٠٤٠[b]	٥٨٠٠
Nitroglycenine powder	٣٧٣٧	١٠٩٠	٤٢٧٠	–
Pcrmitted powder	٢١٣٢	٨٣٠[a] ٧٣٠[b]	٣٤٩٠[a] ٣٠٦٠[b]	٣٠٠٠
TNT powder	٣٩٨٤	١١٧٢	٥٠٦٠	٥٢٥٠

a: salt remaining cold.

b: salt in thermal equilibrium.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

Detonation pressure of military Explosives

Explosive	*Density* (gml^{-1})	*Detonation Velocity* (ms^{-1})	*Streaming velocity* (ms^{-1})	*Detonstion pressure* $(10^{4} pa)$
RDX	۱/۷۶۲	۸۶۳۹	۲۲۱۳	۳۳۷/۹
TNT	۱/۶۳۷	۶۹۴۲	۱۶۶۴	۱۸۹/۱
RDX/TNT(۷۷/۲۳)	۱/۷۴۳	۸۲۵۲	۲۱۷۳	۳۱۲/۵

www.kandoocn.com
www.kandoocn.com
www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

Detonation pressures of commercial Explosives (۳/۱۸ cm diam)

Explosive		*Detonation pressure*
Name	*Type*	*($۱۰^{۳}$pa)*
Polar blasting gelatine	*Gelatine*	۱۶۰ *(high velocity)* ۱۹ *(low velocity)*
Belex	*semi- gelatine*	۳۱
Polar Ajax	*p۱ gelatine*	۱۳
unigel	*p۳ gelating*	۹
polar viking	*p۱ powder*	۱۲
unifrax	*p۳ powder*	۶
carribel	*p٤ powder*	۵
ANFO ٪۲ *oil, ۵/۰۸ cm diam*		۱۱

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

Variation of velocity of Detonation with cartrldge Diameter

Diameter (cm)	*velocity of detination* (ms^{-1})	
	TNT powder	*Nitroglycerine powder*
۱/۹	۳۱۹۰	۱۸۳۰
۳/۲	۳۶۸۰	۲۲۵۰
۵/۱	٤۰٦۰	۲٦۱۰
٦/٤	٤۰۳۰	–
۷/٦	٤۱۰۰	۳۱۵۰
۱۰/۲	٤٥٦۰	۳۲۹۰
۱۲/۷	–	۳٤٤۰
۱۵/۲	٤۸۱۵	–
۲۱/٦	–	۳۹۲۰

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

مواد منفجره ضعیف: [٦]

انفجارهای ضعیف در فضاهای محدود انجام می گیرند و مواد منفجره ضعیف معمولاً در ترکیبات بصورت ذرات دانه‌ای شکل به اشکال و اندازه‌های مختلف ساخته می‌شوند. سوزش این نوع مواد با گرما شروع می‌شوند و سوزاندن با افزایش فشار بطور خطی افزایش می‌یابد و ماکزیمم فشار متناسب با بار دانسیته خالی شده می‌باشد (حجم تقریبی مواد منفجره سوخته شده/ وزن مواد منفجره= دانسیته بار)، فشار تقریبی pa ۳/۵×۱۰^{۸} از دانسیته بار ۰/۲٦ گرم در سانتی‌متر مکعب نتیجه می‌شود زمان دست یافتن به فشار ماکزیمم و مدت سوختن معمولاً در محدوده ۵ تا ۲۵ میکروثانیه می‌باشد. دانسیته بار، شکل و اندازه دانه‌های مواد منفجره در قابلیتهای انواع منفجره تاثیرگذار هستند.

۲- مواد منفجره قوی: [٦]

وسیع‌ترین مواد منفجره مورد مصرف دارای ترکیبات شیمیایی واحدی هستند که معمولاً از ترکیبات نیتروژن همراه با مخلوط الکلها و اسید نیتریک ساخته می‌شود. ماده اصلی با ترکیباتی از نرم کننده‌های چسباننده‌ها و پرکننده‌ها مخلوط می‌گردند. از شکسته شدن مولکول ماده منفجره، منواکسید کربن، دی اکسید کربن آب و مقدار زیادی انرژی تولید می‌شود.

فرآیند انفجار بصورت پیوسته در مدت زمان کوتاهی اتفاق می‌افتد، سرعت انفجار مواد منفجره بکار رفته بطور عادی تقریباً m/s ٦۱۰۰ است، فشار بطور آنی در جلو انفجار حدود pa ٦/۹×۱۰^{۹} می‌رسد انفجار در مواد منفجره تجارتی با چاشنی آغاز می‌شود.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

مقایسه بین انفجارهای قوی و ضعیف: /٦/

چنانچه اشاره شد، انفجارهای سبک در فضاهای بسته انجام می‌گیرد که دلیل آن می‌تواند، کاستی سر و صدای زیاد، باشد. در اینحالت انفجار و محصولات ناشی از آن به طور کامل در داخل ظرف قرار دارند. با انتخاب صحیح انفجارهای ضعیف می‌توان فشار اعمال شده به ابزار و قالبها را تا حد امکان کاهش داد. مواد منفجره قوی در مورد عملیات خاصی مثل فورجینگ و شکل دادن برای افزایش استحکام ورقها و غیره، در فضای باز به طرق مختلف به کار برده می‌شوند.

شکل‌دهی فلزات توسط انفجار ضعیف:

در این نوع شکل‌دهی چون انفجار در یک فضای بسته انجام می‌پذیرد بنابراین از نیروی انبساطی ایجاد شده توسط آن گاز در جهات زیر می‌توان استفاده نمود:

۱- برای شکل‌دهی مستقیم قطعه مورد نظر.

۲- فشردن یک سیال مثل آب یا روغن.

۳- وارد کردن نیرو به یک پیستون که خود پیستون بعداً یک سیال را تحت فشار قرار می‌دهد.

٤- شتاب دادن به یک پیستون و استفاده از انرژی جنبشی آن در صورتیکه تکه‌های ناشی از انفجار در اثر برخورد به قطعه اثر تخریبی به جای گذارند.

برای کشش ورق توسط انفجار ضعیف، بایستی ورق به طور محکم در یک ظرف فشار کوچک، بسته شود و سپس هوای زیرین آن تخلیه شود تا به هنگام انفجار، ورق به

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

شکل مورد نظر درآید. همین تکنیک برای کشش عمیق نیز به کار می‌رود. با این تفاوت که یک نگه دارنده ورق بجای رینگ قرار می‌گیرد. تا ورق اجازه کشیده شدن در جهت شعاع را داشته باشد.

شکل‌دهی فلزات توسط مواد منفجره قوی:

در اینحالت، غالب محیط اطراف انفجار باز است و مواد قالب باید طوری انتخاب شوند که برای مدت بسیار کوتاهی (میلیونیم ثانیه) نیروی فشاری بسیار زیادی را تحمل کنند و خود قالبها باید توسط نگهدارنده‌های قوی، حمایت و محکم شوند.

تخلیه قالب از هوا، در این حالت، بسیار ضروری است بخصوص اگر تلرانسهای دقیق مد نظر باشند زیرا در زمان بسیار کوتاهی عمل شکل‌دهی انجام می‌گیرد و در این فرصت کوتاه امکان تخلیه هوای زیرین ورق (در قالب) وجود ندارد، حبابهای هوا همچون چکشهای هوائی، باعث فرورفتگی یا برآمدگی در سطح ورق می‌گیرند.

زمانی که فاصله ماده منفجره و قطعه زیاد است، شکل‌دهی در هوای آزاد امکان پذیر بوده و بهترین حالت است، اما در فاصله کم و محاسبه شده، نتایج بهتر با بکار بردن ماده سیال متراکم‌تری مثل آب، روغن، فلز مذاب، آب نمک، شن و لاستیک بدست می‌آید. انجام عمل شکل‌دهی بوسیله انفجار در هوا، دارای اشکالاتی از جمله مثلاً قطعات ایجاد شده از انفجار در برخورد با قطعات (یا خود قطعه مورد عمل) باعث سوراخ شدن و تخریب آن می‌شوند و از سوی دیگر، سر و صدای بسیار زیادی که در اثر انفجار در هوای آزاد تولید می‌شود. خود مساله دیگری است که محدوده کار در هوای آزاد را بسیار

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تنگ می‌نماید. ضمن آنکه انفجار در سیالی مثل آب، روغن، فلزات سبک، مذاب و آب نمک فشار یکنواخت و استاتیکی مناسب را فراهم می‌آورد.

عملیاتی که در آنها از انفجارهای قوی استفاده شده است، عبارتند از:

۱- کشش ورق

۲- کشش عمیق

۳- فلانجینگ و افزایش استحکام ورق با شکل‌دهی

٤- *Sizing and explosive correction*

٥- *sheet flattening*

٦- منبسط کردن لوله که سرلوله را می‌بندند و در داخل لوله یک ماده منفجره قوی و بلند و خطی (دراز) قرار می‌دهند سپس لوله را پر از آب نموده و در آنرا بسته و انفجار را انجام می‌دهند.

۷- فرم دادن ورق بصورت کاسه یا شکل دادن آن به صورت مخروط که در سر موشکها بکار می‌برند.

حالتهای مختلف قرار گرفتن ماده منفجره نسبت به قطعه کار: *[۷]*

ممکن است ماده منفجره به قطعه‌ای که می‌خواهد شکل می‌شوند، چسبیده و یا دارای فاصله‌ای باشد و فشار ایجاد شده توسط یک محیط واسطه به قطعه منتقل شود در حالت دوم، بیشتر در مورد شکل‌دهی ورق، به کار می‌رود. در این حالت گفته شده است که فشار وارده به سطح ورق فولادی حتی به حدود *psi* ٤۰۰۰۰۰۰ می‌رسد.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

۱- منحنی *(a)* نشانگر تغییرات فشار فاصله برای انفجار چهار پوند تی ان تی در دو محیط آب و هوا می‌باشد.

۲- منحنی *(b)* نشانگر تغییرات فشار فاصله بر حسب مقدار وزن ماده منفجره است. محیط آب و سرعت موج *ft/sa* ۲۵۰۰ می‌باشد.

۳- منحنی *(c)* سرعت کاهش فشار موج انفجار در یک انفجار چسبیده به قطعه را نشان می دهد.

٤- منحنی *(d)* سرعت کاهش فشار موج انفجار در یک انفجار با فاصله نسبت به قطعه را نشان می‌دهد.

فشار موج انفجار با فاصله گرفتن از مبدا انفجار به سرعت کاسته می‌گردد، که عواملی چون وزن ماده منفجره. شکل ماده منفجره، محیط منتقل کننده، فاصله از قطعه بر سرعت کاهش موثرند.

مدت زمان انجام انفجار حدود ۱۰ ثانیه، اما وزن استهلاک نسبتاً طولانی‌تر است که با توجه به منحنی‌های *(c)* و *d* این موضوع را می‌توان مشاهده نمود.

شکل‌دهی به روش انفجار مخلوط گاز

در این روش از شکل‌دهی انفجاری، انرژی مورد نیاز بوسیله دتونیشن یک گاز قابل انفجار تامین می‌گردد در ملکول یک گاز قابل احتراق مانند متان یا بخار بنزین تنها اتمهای کربن و هیدروژن وجود دارند. این اتمها، اتمهای اکسید شونده محسوب می‌شوند و لذا برای اکسید شدن و آزادسازی انرژی حتماً نیاز به حضور ملکولهای

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

اکسیژن و ایجاد جرقه برای آغاز عملیات می‌باشد. در حالیکه برای مواد منفجره جامد و یا مایع، اتمهای اکسیژن هم در خود ملکول ماده وجود دارد و لذا ملکولهای آنها یکپایه نامیده می‌شوند.

یکی از گازهای مورد استفاده در این روش که هم اکنون نیز تحقیقات گسترده‌ای بر روی آن انجام می‌گیرد. گاز هیدروژن می‌باشد. این گاز بدلیل قابلیت‌های ویژه خود از جمله محتوای انرژی زیاد، ارزانی قیمت، پاکیزه بودن و سازگاری با محیط زیست اهمیت زیادی دارد و می‌تواند بعنوان یک منبع مناسب تولید انرژی از آن استفاده می‌شود. *[۸]* بررسی رابطه بین مقدار گاز و نسبت استئوکیومتری مخلوط آن با تغییر شکل فلز، زمینه اطلاعاتی و فنی لازم را برای استفاده از این روش فراهم می‌آورد. علاوه بر شکل‌دهی، قابلیت و توانائی استفاده از مخلوطهای منفجره شونده گازی در فرایندهای متنوع دیگری از قبیل سوراخکاری انبساط لوله‌ها، حکاکی، جوشکاری و روکشدهی ورقها فلزی نیز به اثبات رسیده است.

ساختمان یک سیستم شکل دهی با گاز که در شکل زیر نشان داده شده است.

بسیار شبیه به یک سیلندر موتور احتراق داخلی است با این تفاوت که بجای دو سوپاپ، از سه سوپاپ استفاده می‌شود. یکی برای ورود گاز اکسید شونده، مانند هیدروژن و با متان، دیگری برای ورود گاز اکسیژن و سومی نیز در حقیقت همان سوپاپ دود و یا اگزوز است.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

پس از آنکه محفظه دستگاه، با فشار و نسبتهای معین از گازهای ورود پر شد دریچه‌های ورود بسته شده و آنگاه بوسیله یک شمع مخلوط هوا و گاز بنزین در سیلندر موتور باعث به پایین رانده شدن پیستون می‌شود. در سیستم مورد نظر ما هم انفجار مخلوط اکسیژن و هیدروژن باعث رانده شدن ورق فلزی بدرون قالبی می‌شود که از ابتدا بر روی دهانه آن قرار داشته است و در اثر این امر دقیقاً شکل قالب را به خود می‌گیرد.

اجزای یک سیستم شکل‌دهی انفجاری با مخلوط گازها

این اجزاء به ترتیب عبارتند از:

الف) سازه یا پایه نگهدارنده

تجهیزاتی نظیر میز و پایه‌ای فلزی که دستگاه بر روی آنها نصب می‌شود و باید در برابر وزن دستگاه و مهمتر از آن ضربه‌های مکرر ناشی از انفجار مقاوم باشند. به منظور ممانعت از انتقال ضربه به زمین، می‌توان در پایه‌های دستگاه، کمک فنرهای اتومبیل نصب نمود.

ب) محفظه‌های ذخیره گاز و لوازم انتقالی

برای تنظیم فشار گاز هیدروژن و اکسیژن و هوا و نگهداری آنها، از کپسول استفاده می‌شود. نکته‌ای که باید مورد توجه قرار گیرد آن است که با توجه به خطر کار با هیدروژن، باید کپسولها حتماً مجهز به ما نومتر و شیرهای مطمئن باشند و نیز مجهز به یک رگولاتور مناسب برای انتقال گاز به درون محفظه دستگاه باشند.

پ) مدار جرقه:

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

یکی از قسمتهای مهم این مجموعه سیستم جرقه و مخصوصاً تولید جرقه می‌باشد این سیستم شامل کلید، خازن و شمع می‌باشد که این سیستم مانند سیستم جرقه اتومبیل می‌باشد.

ت) سیستم آب‌بندی:

تجهیز دستگاه به قطعاتی نظیر درپوشها و واشرهای مطمئن برای آب‌بندی و نگهداری گاز در فشار مورد نیاز در درون محفظه انفجار، لازم است.

ث) قالب:

به جرات می‌توان گفت که مهمترین جزء هر سیستم شکل‌دهی است و باعث شکل‌گیری مطلوب قطعه کار می‌شود.

ث- الف. عوامل موثر در طراحی قالب:

یک عامل مهم که روشهای مختلف شکل‌دهی انفجاری را از لحاظ اقتصادی جذاب نموده، آن است که در این روشها معمولاً به یک نیم قالب- که غالباً شکل نیمه مادگی را دارد- احتیاج است. طراحی همین نیم قالب نیز به شدت متاثر از تعاملات (فنی و اقتصادی) است. برای طولانی‌ترین عمر قالب و حصول بهترین دقت در تولید، قالبی از جنس فولاد آلیاژی و عملیات حرارتی شده، بهترین انتخاب به شمار می‌رود. طبیعی است که این انتخاب. گرانترین نیز خواهد بود. این انتخاب در مواقعی که شمارگان قطعات تولیدی بوسیله قالب زیاد باشد (مثلاً در حدود چند هزار قطعه)، انتخابی مناسب به حساب می‌آید، چرا که هزینه اولیه بر روی تعداد زیاد قطعه سرشکن خواهد شد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

برعکس برای یک محدوده کوچک تولیدی، انتخاب یک قالب فولادی گرانقیمت، باعث غیر رقابتی شدن فرایند تولید می‌گردد. در کارهای تحقیقاتی، تولید یک یا دو قطعه از یک طرح، امری عادی محسوب می‌شود. و بنابراین ساخت یک قالب فولادی گرانقیمت مطلقاً توجیه اقتصادی ندارد.

لذا مهم است که بدانیم در این موقع چه باید کرد. بطور کلی برای تولید قطعاتی که تیراژ آنها در حدود یک یا دو عدد است باید به سراغ قالبی رفت که عمر و دقت آن در حدود همان دو قطعه باشد. قالبهای چوبی، بتونی، حفر شده در زمین گچی و پلاستیکی و حتی قالبهای یخی، قالب‌هایی هستند که با موفقیت برای تولید چنین قطعاتی استفاده می‌شوند. اگر برای تولید همین تعداد قطعه به دقت بیشتری نسبت به آنچه بوسیله این قالبها قابل دسترسی است، احتیاج داشته باشیم. قالبهایی از جنس چدن و یا آهن نرم گزینه‌های مناسبی خواهند بود.

قالب از هر جنسی که ساخته شود، باید قدرت مقاومت در برابر بارهای حاصل از شکل گرفتن قطعه در درون خود را داشته باشد. این بارها مشابه و هم مرتبه همان بارهایی‌اند که قطعه کار در اثر دریافت موج شوک احساس می‌کند. امواج انرژی ناشی از شکل دهی انفجاری، الگوهای تنش غیر معمولی را در درون ماده قالب تولید می‌کنند که برای به حداقل رساندن اثرات مخرب آنها، باید حتی‌المقدور از وجود گوشه‌های نیز در ساختمان قالب و وجود حفره و شکاف (کرمو بودن) در آن اجتناب شود. معمولاً ضریب اطمینان چهار برای جلوگیری از خرابی ناشی از القای شوک به درون قالب مناسب است.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

در هنگام تعیین مقاومت مورد نیاز برای یک قالب، ابتدا باید قله فشاری را که برای شکل‌دهی به قطعه مورد نیاز است، محاسبه نمود و یا حداقل تخمین زد. برای تخمین این فشار حداکثر می‌توان از قوانین پایه فیزیک استفاده نمود. اما مشکلی که بر سر راه استفاده از این روابط وجود دارد. بازه زمانی بسیار کوتاهی است که اندازه‌گیری پارامترهای دخیل در آن را مشکل می‌سازد. پس از این تخمین، با استفاده از روشهای متداول تحلیل تنش، اندازه مناسب قالب تعیین می‌شود.

صافی سطح قالب باید همانند صافی سطح مورد نظر برای محصول تولیدی باشد، چرا که سطح قالب با همه جزئیاتش بر روی سطح قطعه کار منعکس خواهد بود.

هنگامیکه استفاده از حلقه مهار کننده مورد نیاز باشد، طراحی آن باید برای جلوگیری از چروک خوردگی لبه‌های قطعه کار کاملاً حساب شده باشد، مهمترین نکته در طراحی این حلقه، زمان باز و بسته کردن آن بر روی قالب است، استفاده از پیچ به عنوان یک روش اتصال. عالی بنظر می‌رسد. اما بخاطر زمان نسبتاً زیاد و بسته کردن آن، بازه کار را پایین می‌آورد. اگر نرخ تولید بالا باشد یک سیستم گیره هیدرولیکی، بعنوان یک ذخیره‌گر موثر زمان عمل می‌کند.

ج) سیستم تخلیه هوا:

همانگونه که در بخشهای قبلی هم ذکر شد، برای شکلگیری بهتر قطعه و جلوگیری از بروز آسیب هوای حبس شده در حفره قالب را تخلیه می‌کنند این کار با استفاده از یک پمپ خلاء انجام می‌گیرد. به علاوه قبل از ورود مخلوط گاز بدرون محفظه انفجار، باید

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

هوای موجود در آن نیز تخلیه گردد. از همین سیستم می‌توان برای خروج دود و محصولات انفجار نیز استفاده نمود.

www.kandoocn.com
www.kandoocn.com
www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

Filename: *Document*

Directory:

Template: *C:\Documents and Settings\hadi tahaghoghi\Application Data\Microsoft\Templates\Normal.dotm*

Title:

Subject:

Author: *SinaSoft*

Keywords:

Comments:

Creation Date: */**/**** **:**:** *AM*

Change Number:

Last Saved On:

Last Saved By: *hadi tahaghoghi*

Total Editing Time: *Minutes*

Last Printed On: */**/**** **:**:** *AM*

As of Last Complete Printing

Number of Pages:

Number of Words: *(approx.)*

Number of Characters: *(approx.)*

www.kandoocn.com
www.kandoocn.com
www.kandoocn.com