تولید ظروف شیشه‌ای با وزن فوق سبک

پیمان نوروزی

کارشناس مکانیک

قالب سازی و تولید گروه رازی (شیشه بسته بندی تاکستان، شیشه دارویی رازی)

مهندس پیمان نوروزی،
نویسنده‌ی مسئول مقاله،
کارشناس مکانیک گروه
کارخانجات شیشه رازی

Peyman.norouzi@takglass.com

چکیده: تولید ظروف شیشه‌ای (بطری، جار) به طور حتم یکی از روش‌های تولیدی به صرفه در چرخه تولید ظروف در دنیا می‌باشد. که طی بیش از ۴۰ سال گذشته به روش‌های Blow & Blow، Narrow Neck press & Blow و برای جارها به روش Press & Blow قابل تولید می‌باشند.

ولی در دنیای امروز به دلیل وجود رقابت سنگین در تولید بطری با قیمت و کیفیت مناسب، نیازمند تکنولوژی بالاتر در تمامی قسمت‌های تولید یک کارخانه از جمله مذاب و کوره، تولید، آنیلینگ، کنترل کیفیت و بسته‌بندی می‌باشد. یکی از مهمترین عوامل موفقیت در بازار فروش بطری، کاهش وزن آن است که با حفظ کیفیت و ابعاد آن و همینطور وجود استحکام کافی، تولید کننده را به سمت کاهش قیمت سوق می‌دهد. در این مقاله در خصوص آشنایی با تقسیم بندی انواع وزن‌های تولیدی به روش‌های سبک و فوق سبک و همینطور عوامل مورد نیاز برای رسیدن به چنین هدفی را به مختصر توضیح می‌دهیم.

۱- مقدمه

در این بحث فرم دهی بطری شیشه‌ای و تکنولوژی‌های وابسته در دنیا بررسی می‌شود. یکی از عوامل بسیار مهم و تاثیر گذار در تولید بطری شیشه‌ای نظریات و خواسته‌های مشتری برای اهداف خاص خطوط تولید آن‌ها می‌باشد.

اگر چه تکنولوژی فرمینگ در دسترس تولید کنندگان بطری، پیش نیاز وزن مناسب برای بطری‌ها می‌باشد. در حال حاضر روش تولید Narrow Neck Press & Blow، تکنولوژی برتر و رایج در تولید سبک است.

جهت رسیدن به تولید فوق سبک لازم است برخی تغییرات و تجربیات لازم بر روی پروسه تولید که در ذیل نامبرده شده مورد بررسی و اعمال گردد:

۱- آنالیز مذاب که شامل ویسکوزیته و استحکام مذاب می‌باشد.
۲- نوع روش تولید شامل پروسه تولید، طراحی نیم ساخت، طراحی و محاسبات مربوط به کولینگ در قالب و بلنک، تایمینگ تولید
۳- کوتینگ مواد و آنیلینگ ظروف
۴- شناخت نیازها و پروسه تولید مشتری

در ادامه شرح مختصری از پروسه‌های رایج تولید در دنیا و همین طور بررسی عوامل مورد نیاز برای رسیدن به تولید فوق سبک را توضیح می‌دهیم.

۲- پروسه فرم دهی (شکل دهی)

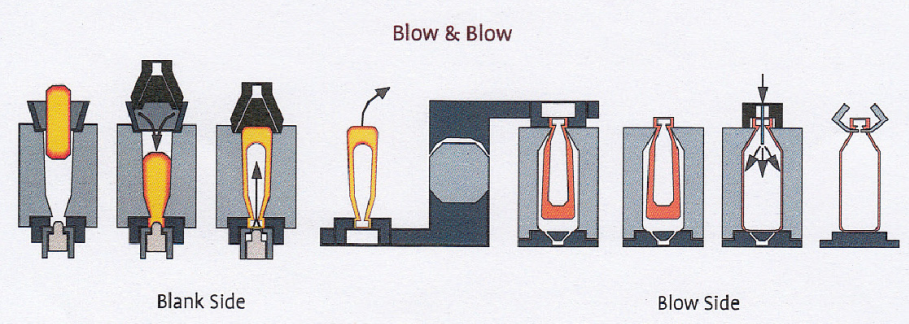
جهت رسیدن به بحث و نکات مربوط به علم تولید فوق سبک در ابتدا شرح مختصری از نوع و روش تولیدات رایج در ایران و دیگر کشورها می‌پردازیم.

دستگاه تولیدی رایج در دنیا جهت تولید بطری‌های شیشه‌ای دستگاه‌های IS، NIS و AIS و BIS می‌باشد. که با توجه به ظرفیت تولید این گونه دستگاه‌ها می‌توان با پروسه‌های مختلف فرمینگ شیشه، نسبت به تولید با کیفیت اقدام نمود [۱].

[Downloaded from jicers.ir on 2025-01-06]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.3.51.6.9]

۲-۱- روش تولید دمش و دمش BLOW & BLOW

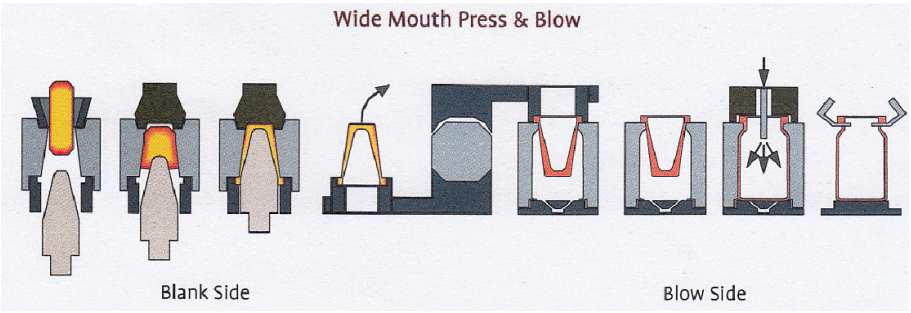
در روش تولید B&B هر دو پروسه شکل دهی فرم اولیه و بطری با دمش هوا صورت می‌گیرد. (شکل ۱)



شکل ۱- مراحل فرمینگ در روش B&B

۲-۲-روش تولید پرس و دمش PRESS & BLOW

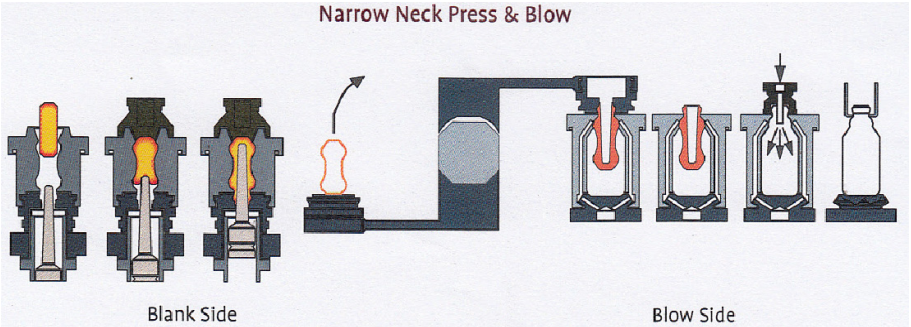
در روش P&B در مرحله اولیه تولید، شکل‌دهی نیم‌ساخت اولیه به روش پرس پلانجر و در مرحله دوم شکل‌دهی ظرف به روش دمش صورت می‌گیرد. این نوع پروسه جهت تولید ظروف دهان گشاد یا جار با دهانه بالای ۳۵ میلیمتر صورت می‌گیرد. (شکل ۲) [۲]



شکل ۲- مراحل فرمینگ در روش P&B

۲-۳- روش تولید پرس و دمش (گردن باریک) Narrow Neck Press & Blow

پیشرفت پروسه تولید NNP&B این اجازه را به ما می‌دهد وزن بطری را کاهش دهیم. نوع تولید NNP&B مشابه پروسه تولید P&B می‌باشد با این تفاوت که استفاده از پلانجر با قطر کم این امکان را می‌دهد که شما بطری‌های با وزن کمتر تولید کنید. قطعاً با توجه به شکل خاص پلانجر و تماس با مذاب نیازمند کولینگ مناسب آن جهت خنک کاری نوک آن در پروسه‌های تولید سرعت بالا می‌باشد (یکی از نکات بسیار مهم تولید فوق سبک) (شکل ۳)



شکل ۳- مراحل فرمینگ در روش NNP&B

در پروسه تولید NNP&B و یا P&B در سمت بلنک حجم فضای اشغال شده توسط پلانجر و فضای خالی باقیمانده در بلنک متناسب با وزن و حجم ظروف می‌باشد که این امکان را به شما می‌دهد با تقسیم مذاب مناسب در قسمت‌های مختلف نسبت به تولید با ضخامت یکنواخت و همین طور کیفیت بالاتر اقدام کنید.

[Downloaded from jicers.ir on 2025-01-06]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.3.51.6.9]

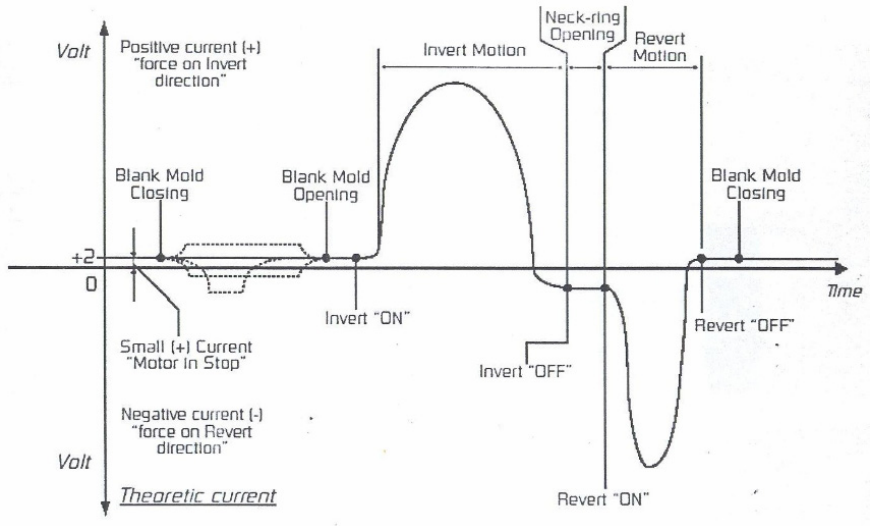
۳- کنترل دمایی قالب

توانایی قالب‌ها در کاهش حرارت شیشه مذاب، فاکتور مهم و تعیین کننده در کیفیت و استحکام تولید بطری می‌باشد. با افزایش سرعت عملیات، چالش کنترل کولینگ قالب مهمتر می‌شود.

بهبود کولینگ با بهبود متریال و طراحی قالب‌های خاص صورت می‌گیرد. روش‌های دمش هوا در قالب جهت کولینگ آن یا حفظ دما برای رسیدن به دمای مناسب نیم ساخت و یا ظرف شیشه‌ای هنگام خروج از سیکل تولید می‌باشد که شامل VertiFlow Cooling، Stack Cooloing، Finish Cooling می‌باشد. با استفاده از روش‌های مختلف دمش هوا می‌توان با حفظ کیفیت و استحکام بطری، سرعت تولید را تا دو برابر افزایش داد [۳].

۴- تایمینگ ماشین و سیستم‌های کنترلی

با توجه به رعایت قانون بنیادی و کلی دستگاه‌های IS، می‌توان با کنترل، همگام سازی و عملیاتی کردن مکانیزم‌های ماشین، پیشرفت قابل ملاحظه‌ای را داشت. ماشین‌های روز دنیا دارای تایمینگ دایروی درجه‌ای هستند که با همگام سازی و کنترل عمل کننده‌های پنوماتیکی و سروو موتورها، می‌توان نسبت به بهینه سازی روند تولید اقدام نمود. (شکل ۴) [۴]



شکل ۴- نمودار تایمینگ دستگاه تولید ظروف شیشه‌ای

نکته: تمامی موارد ذکر شده در خصوص متریال مذاب، طراحی قالب، تامینگ ماشین و همین طور همگن سازی مذاب نیازمند علم و تجربه کافی می‌باشد و صرفاً با داشتن اطلاعات، نمی‌توان تولیدات با وزن کم و دارای استحکام و کیفیت مناسب تولید کرد. [۵][۶]

شناخت بطری‌ها با وزن‌های متفاوت و نوع پروسه تولید آنها

نسبت وزن به حجم سرپر، ملاک مشخص شدن ضریب یا Grade وزنی بطری‌ها می‌باشد که این مقدار در کارخانجات با تکنولوژی برتر تا ۰/۴ نیز قابل تولید است.

۱- ضریب ۰/۶ به بالا قابل تولید به روش‌های B&B سبک و NNP&B سنگین

۲- ضریب محدوده ۰/۵ تولید به روش NNP&B متوسط

۳- ضریب ۰/۴ به پایین تولید به روش NNP&B سبک و فوق سبک

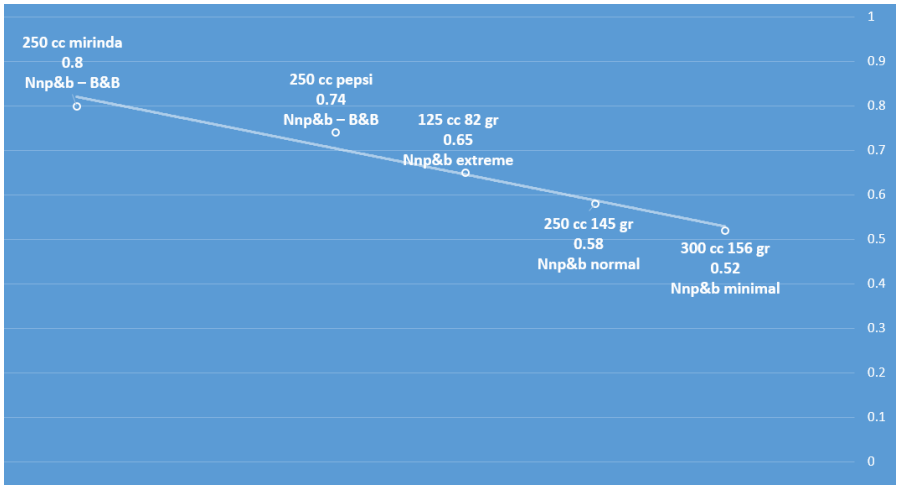
موارد یک و دو در ایران متداول بوده و شرکت‌ها با داشتن تکنولوژی و دستگاه‌های روز دنیا قادر به تولید بطری‌ها به روش‌های B&B و NNP&B می‌باشند. در خصوص مورد سوم دووزن تولیدی NNP&B وجود دارد برای تولیدات سبک و فوق سبک که با توجه به گازدار بودن مایعات داخل آن شرایط تولیدی خاص خود را دارند که نیازمند تغییرات در آنالیز مذاب، دمای ورودی به کانال‌های فورهارث، دمای لقمه مذاب، سرعت و تنظیمات تایمینگ دستگاه و همینطور مهمتر از همه، طراحی قالب و متعلقات

[Downloaded from jicers.ir on 2025-01-06]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.3.51.6.9]

می‌باشد. تمامی این موارد تولید برای فوق سبک بسیار حساس‌تر و ملموس‌تر خواهد بود که گاهاً نیازمند تکنولوژی کاملاً متفاوت با دستگاه‌ها و علم ذوب موجود در ایران می‌باشد. [۵][۶][۷]

در شکل ۵ نمونه تولیدات مرسوم در ایران با ذکر ضریب وزنی آنها در یک نمودار مشخص شده است.

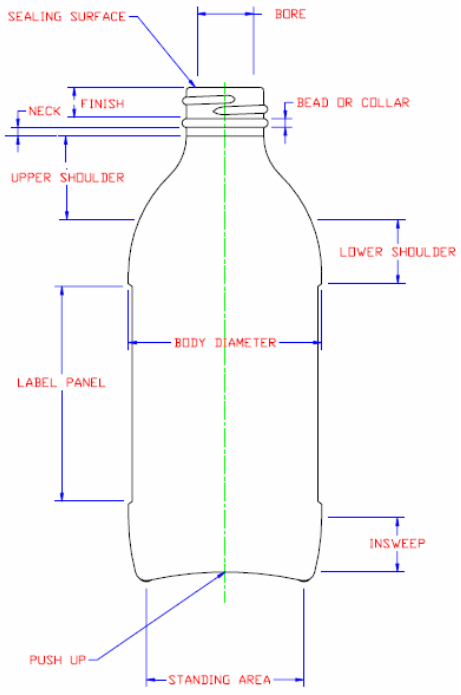
- در خصوص مورد اول به دلیل برابری وزن در تولیدات B&B با NNP&B، پیشنهاد می‌شود به دلیل کاهش هزینه‌های تولیدی، شامل بالا رفتن عمر قطعات دستگاه و قالب و متعلقات و آسانی تولید و مشکلات فنی کمتر، از علم روز دنیا جهت تولید این گونه بطری‌ها با این رنج وزنی از روش B&B استفاده شود.[۸]



شکل ۵- نمودار ضریب وزنی برای تولیدات مختلف در ایران

۵- طراحی

جهت داشتن بطری با کمترین مشکلات تولیدی و نداشتن ضایعاتی همچون ترک، تست فشار و نازکی بدنه، لازم است استانداردهای لازم در خصوص طراحی آن را رعایت کرد. کوچکترین تغییرات دهم میلیمتری در طراحی بطری می‌تواند تولید آن را سخت و یا بسیار آسان کند. تغییرات در ابعاد منحنی‌های پاشنه از مهمترین‌های آنهاست. (شکل ۶)

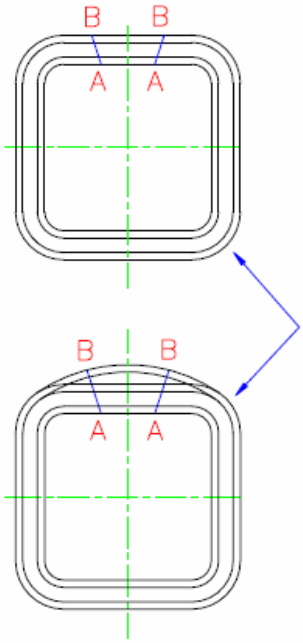


شکل ۶- قسمت‌های مهم در طراحی بطری

[Downloaded from jicers.ir on 2025-01-06]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.3.51.6.9]

نکته: در تولیدات سبک و فوق سبک، استفاده از آرم و علائم برجسته و بزرگ پیشنهاد نمی‌شود.

جهت طراحی بطری مواردی همچون ظرفیت، نوع مواد داخل آن، دما و فشار، نوع درب، حجم سرپر مورد نیاز، رنگ شیشه (جهت محاسبات دانسیته، وزن، ضخامت و دمای مذاب که برروی طراحی بطری و قالب باید اعمال شود)، شکل و ابعاد، لیبل و طراحی‌های آرم مورد نیاز، گردشی یا یک بار مصرف بودن، سرعت در خطوط و حرکت درکانوایرها، شدت و محل ضربات وارده در خطوط تولید بر روی بدنه و همین طور موارد مورد نیاز و خاص مشتری باید مد نظر قرار گیرد. [۹]



شکل ۷- نقاط تحت استرس در سطح مقطع دایروی و مربع

شوک‌های نهایی در دو قسمت مشخص شده شکل ۷ مربوط به سطح مقطع بطری تقسیم می‌شود. که در بطری‌های با سطح مقطع مربع نسبت به سطح مقطع دایروی دارای فشار بالاتری خواهد بود. بدین ترتیب در صورتی که بطری دارای وزن پایین‌تر و فشار Filling بیشتری باشد احتمال شکست در بطری‌های با سطح مقطع مربع بالاتر خواهد بود.

می‌دانیم با داشتن استاندارد مشخص ضخامت بدنه در خصوص بطری و جارهای متفاوت می‌تواند در طراحی پروفیل بلنک و پخش مناسب مذاب در ظروف ابتکار عمل بیشتری را داشت. بر اساس تجربه بدست آمده از تولید بطری‌های سبک و فوق سبک، مقدار ضخامت بدنه تا ۲ میلی‌متر کاهش داشته است (جدول۱)

جدول ۱- تلرانس ضخامت بدنه ظروف شیشه‌ای

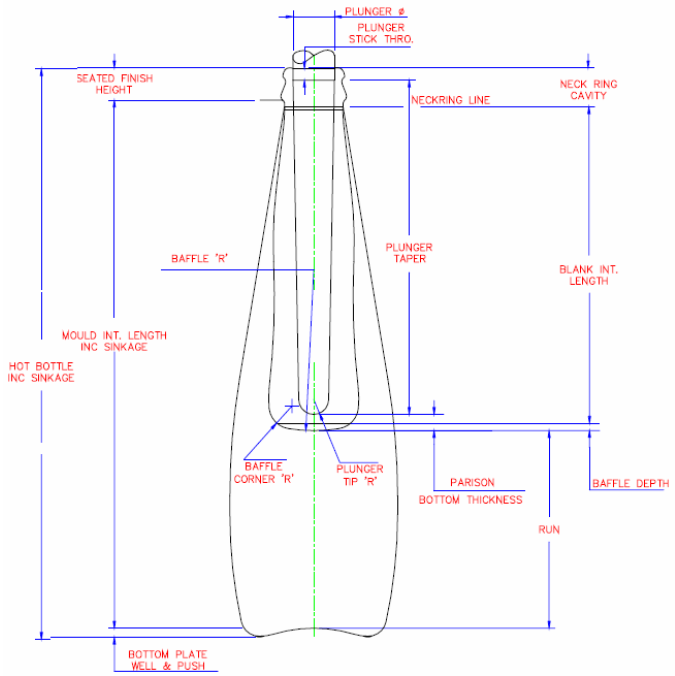
نوع ظرف شیشه‌ای	ضخامت دیواره mm	تلرانس بازی ضخامت دیواره mm
بطری ماءالشعیر یا بطری آب میوه گازدار		
گردشی	۳ – ۳/۲	۰/۲
نرمال یک بار مصرف	۲/۴ – ۲/۶	۰/۱۵
سبک یک بار مصرف	۲	۰/۱۲
فوق سبک یک بار مصرف	۱/۸ – ۱/۹	۰/۰۵
بطری شیر		
گردشی	۳/۳ – ۳/۵	۰/۱۹ – ۰/۲۳
یک بار مصرف	۲/۵ – ۲/۶	۰/۱۶ – ۰/۱۹
جار		
یک بار مصرف	۲ - ۲/۴	۰/۱۲ – ۰/۱۷

[Downloaded from jicers.ir on 2025-01-06]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.3.51.6.9]

بدون شک طراحی نیم ساخت در تولید ظروف شیشه‌ای بسیار با اهمیت می‌باشد و طراحی مناسب‌ترین نیم ساخت برای انواع ظروف می‌تواند تولیدی مناسب و بدون مشکلات و ضایعات تولیدی و همین طور پخش مناسب مذاب در دیواره را در بر داشته باشد. این مهم در تولید بطری‌های سبک و فوق سبک صد چندان می‌شود. بدیهی است طراحان نیم ساخت این گونه بطری‌ها باید دارای تجربه علمی و توانایی طراحی بیشتری باشند.

طراحی نیم ساخت به عواملی مانند وزن، حجم سرپر، ویسکوزیته، سرعت، ارتفاع، قطر در قسمت‌های مختلف و ... بستگی دارد (شکل ۸) با توجه به بررسی‌های به عمل آمده بر روی بطری‌های سبک و انواع تولیدات آزمایشی متفاوتی که صورت گرفته، نیم ساخت های دارای حداکثر ارتفاع، مناسب‌ترین توزیع مذاب را خواهند داشت. ولی این امر در بطری‌های فوق سبک که دارای ویسکوزیته، متریال، چیدمان دمایی و سرعت متفاوتی با تولیدات سبک هستند، کاملاً متفاوت به نظر می‌رسد. [۶][۷][۹]



شکل ۸- نمونه نیم ساخت طراحی شده جهت تولید سبک

در تولیدات سبک عواملی همچون انتخاب اسنبلی هلدر، انتخاب جنس مناسب برای قالب و متعلقات و همین طور طراحی شیارهای خنک کن و Vertiflow و تعبیه مکان مناسب سوراخ‌های وکیوم، بسیار با اهمیت می‌باشد. و با توجه به تجربیات بدست آمده، داشتن هلدرهای قالب و بلنک موازی Parallel و همینطور تغییرات عمده طراحی در دستگاه تولیدی و سیستم کولینگ آن و همین طور تحقیق در خصوص جنس قالب و متعلقات، برای تولید فوق سبک لازم و ضروری است.

نکته: در تولیدات سبک طراحی پوزیشنر مکانیزم پلانجر، شامل آداپتور، اسپیسر، پوزیشنر و پلانجر ،بسیار مهم و با اهمیت می‌باشد و بررسی و مطالعه سیستم کولینگ و همین طور تخلیه هوا در آن ضروری است. یک طراحی مناسب در این قسمت و داشتن دمای مناسب در پلانجر، می‌تواند در کاهش ضایعات تولیدی، آسیب به قطعات، صرفه جویی در مصرف هوا، کمک شایانی داشته باشد، با توجه به تحقیقات صورت گرفته به نظر می‌رسد در تولیدات فوق سبک داشتن علم خاص در طراحی مکانیزم پلانجر، نوع و جنس پلانجر و همین طور طراحی آن، متفاوت بوده که در ادامه برخی نظریات و اطلاعات بدست آمده در این خصوص عنوان می‌شود. لازم به ذکر است داشتن سیستم‌های کنترلی در مکانیزم پلانجر جهت کنترل هوا برای حرکت رو به بالای پلانجر و دیگر موارد کنترلی می‌تواند در تولیدات سبک و فوق سبک بسیار کمک کننده و تاثیر گذار باشد.

۵-۱- تنظیمات تولیدی

مسلم است در تولید ظروف شیشه‌ای، پایه و اساس تولید بر روی سه مرحله ۱- فرم دهی اولیه Pre-forming ۲- پیش گرم Reheat ۳- فرم دهی نهایی Forming استوار است.

[Downloaded from jicers.ir on 2025-01-06]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.3.51.6.9]

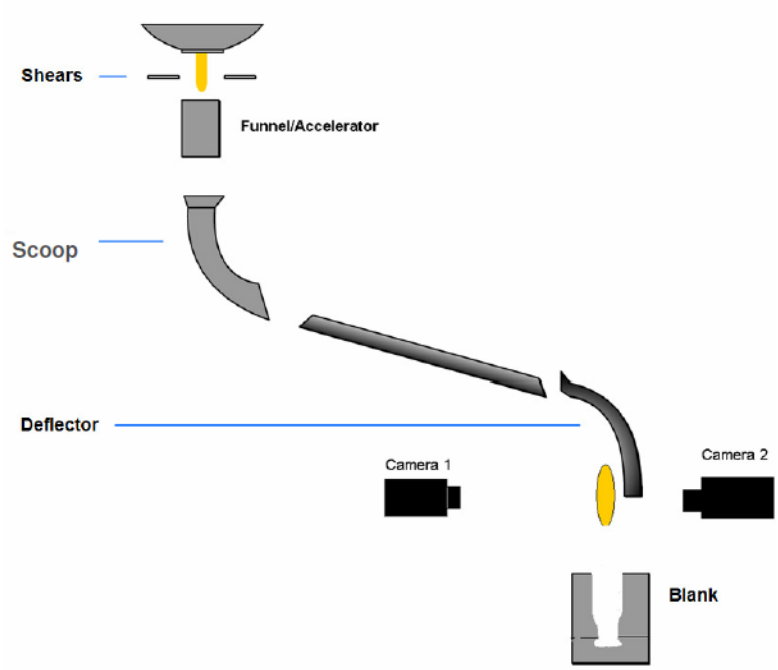
تایمینگ تولید در تولید سبک و فوق سبک در هر سه مرحله بالا با اهمیت‌تر می‌شود. در واقع داشتن تایمینگ مناسب، باعث پخش مناسب مذاب در بطری با توجه به وزن بسیار کم و همین طور جلوگیری از ایجاد ضایعات می‌شود. تنظیمات تولیدی همچون:

۱- بهینه سازی شکل لقمه مذاب قبل از ورود به بلنک

لقمه، تکه‌ای از مذاب است که از داخل کانال مذاب و پس از ورود به فیدر توسط مکانیزم فیدر (شامل پلانجر، تیوب و لگن) و عبور از اوریفیس به سمت قیچی با وزن مشخص رانده شده و توسط قیچی با توجه به وزن معلوم بریده می‌شود.

شکل لقمه متاثر از دمای شیشه، فشار وارد از طرف پلانجر فیدر و سرعت برش یا همان سرعت تولید و تنظیمات قیچی می‌باشد. با سیستم کنترلی پیشرفته لقمه به صورت عکسبرداری و با شکل بهینه برای هر نوع بطری می‌توان لقمه ایده ال و ثابتی را داشت و همین امر کمک شایانی در مرحله فرمینگ خواهد داشت. و با داشتن شکل مناسب از هر لقمه برای هر نوع تولید در حافظه سیستم و استفاده از عکس‌های ذخیره شده برای چک کردن لقمه جهت بهبود وضعیت آن می‌توان راندمان تولید را به سرعت افزایش داد. (شکل ۹) [۱۰][۱۱]

با توجه به موارد ذکر شده و اهمیت تنظیمات لقمه در تولیدات سرعت بالا، جهت تولیدات سبک و فوق سبک، سیستم کنترلی تصویری لقمه توصیه می‌شود. [۶]



شکل ۹- شماتیک مرحله Delivery و کنترل لقمه در تولید

استفاده از دقیق‌ترین تنظیمات فرود لقمه Loading Gob در مرحله Delivery

فرود لقمه به داخل بلنک به بهترین شکل ممکن (با استفاده از سیستم‌های کنترل لقمه، تنظیمات قیچی، ناودانی اسکوپ، انتخاب نسوز مناسب و استفاده از سیستم‌هایی همچون Plunger Process Controlling و Flex pressure system و ...)

موارد ذکر شده در تولیدات سنگین دارای تلرانس بازتری بوده، به طوری که می‌توان بدون در نظر گرفتن سیستم‌های کنترلی پیشرفته برای پلانجر فیدر و مکانیزم پلانجر و همین طور بازه‌های بازتری از انواع ناودانی و نسوز، تولید مناسبی را داشت .

در تولیدات سبک این مهم بسیار دقیق‌تر و پراهمیت‌تر می‌شود به طوری که تنظیمات Delivery در تولیدات فوق سبک با تجربه و علم بالا به همراه واحد کنترلی مجزا و تخصصی تبدیل شده است. واحدی که دارای انواع سیستم‌های کنترلی اعم از کنترل شکل لقمه، کنترل دمایی لقمه، کنترل حرکت و وزن در مکانیزم فیدر، علم نسوز، علم شناخت ناودانی و کنترل مکانیزم پلانجر می‌باشد.

در اینجا تعدادی از سوالات متوجه لقمه مذاب می‌شود، لقمه دارای هموژنیته مناسب و دمای بالا جزو ضرورت‌ها در این گونه تولیدات است.

[Downloaded from jicers.ir on 2025-01-06]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.3.51.6.9]

تنظیمات زمان تماس مذاب با بلنک، پلانجر و دیگر قطعات، تنظیمات کولینگ قطعاتو زمان on و off در آنها با اهمیت است. که در تولیدات سبک و فوق سبک نیازمند تجربه و تخصص کافی پرسنل تولید در تنظیمات دمایی و تایمینگ آن دارد.

نکته: پیشنهاد می‌شود برای تولیدات سبک و فوق سبک سیستم کنترل دمایی خودکار فعال باشد و همچنین با توجه به بررسی به عمل آمده برروی تولیدات سبک و فوق سبک زمان Reheat دمایی در آنها با اهمیت بوده و لازم است بیشترین زمان Reheat دمایی به آن اختصاص داده شود. بر این اساس ما دمای بالاتری در سمت قالب خواهیم داشت که با تنظیمات دمایی قالب و تایمینگ مناسب، قابل کنترل شده و می‌توان استفاده بهینه از آن داشت. در واقع تلرانس دمایی بلنک در این نوع تولید دارای بازه بسیار بسته تری بوده و با کوچکترین تغییرات دمایی، شما شاهد ضایعات در بطری خواهید بود. و همین امر نیاز به فعالیت بیشتر واحدهای تعمیرات و نگهداری در تنظیمات و نگهداری دقیق تر موارد مربوط به هوای کولینگ، استک‌ها و هوای Vertiflow و همینطور هوای کولینگ پلانجر دارد.

۵-۲-آنالیز مذاب

در شرایط بازار امروز و رقابتی بودن تولید این محصول، علم به ترکیبات مختلف مواد اولیه با توجه به شرایط خاص کوره‌های ریجنراتوری و مذاب حاصل از عملیات حرارتی و جریانات کنوکسیونی در آنها و رسیدن به آنالیز مناسب محصولات تولید با وزن‌ها و کاربردهای مختلف، بسیار با اهمیت و محسوس می‌باشد. در واقع در تولیدات سبک و فوق سبک یکی از قسمت‌های اصلی و مهم این تولید، علم ذوب می‌باشد. [۱۲] [۱۳]

طی بررسی به عمل آمده بر روی چندین بطری تولید شده سبک و فوق سبک مشخص شد آنالیزهای آنها در بعضی عناصر متفاوت بوده و همین امر در فرم دهی، استحکام و رنگ آنها تاثیر گذار است.

در جدول شماره ۲ شاهد این تفاوت‌ها در محصولات سبک و فوق سبک می‌باشیم. که وجود این تفاوت‌ها تنها در چند محصول سبک و فوق سبک، نشان از اهمیت بالای علم ذوب در کورهاست.

جدول ۲-مقایسه آنالیز چند نمونه بطری سبک و فوق سبک تولید کنندگان داخلی و خارجی

نوع بطری	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	دانسیته
125cc 82gr	۷۰/۱۳	۲/۰۸	۰/۳۵۱	۱۰/۴۴	۲/۱۰	۱۴/۵۳	۰/۲۷	۲/۵۲۰۴
250cc 144gr	۷۰/۳۴	۲/۱۴	۰/۳۱۹	۱۰/۱۹	۲/۱۳	۱۴/۴۹	۰/۲۷	۲/۵۱۷۱
300cc 160gr	۷۱/۶۲	۱/۳۷	۰/۰۴۷	۱۱/۹۷	۰/۰۵	۱۴/۶۶	۰/۱	۲/۴۹۱۶
300cc 155gr	۷۰/۵۶	۲/۲۵	۰/۰۷۲	۱۱/۲۸	۰/۵۵	۱۴/۷۸	۰/۲۷	۲/۵۱۹۵
330cc 156gr	۷۱/۲۲	۱/۸۱	۰/۱۰۶	۱۱/۹۵	۰	۱۴/۲۵	۱/۵۱	۲/۵۱۵۷

نکته: جهت تولیدات سبک و فوق سبک، به دلیل حساسیت بسیار بالا در تولید آن، نسبت به نواسانات دمایی تا یک درجه در کانال‌های فورهارث و یک گرم وزنی، که باعث بروز ضایعات تولیدی می‌شوند، داشتن سیستم‌های کنترلی اتوماتیک جهت کنترل دما، ارتفاع سطح مذاب در کوره و دوربین‌های کنترلی کوره، بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

۵-۳- روغن بلنک، رینگ و کوتینگ داغ

در مرحله فرمینگ، روغن کاری بلنک و رینگ در تولیدات سبک و فوق سبک نیازمند انتخاب بهترین نوع آن در بازار تامین کنندگان است. روغن مناسب سرعت‌های بالا که کمترین تاثیرات منفی را برروی بطری، قالب و متعلقات و قطعات یدکی گذاشته ولی در عین حال از ایجاد ضایعات تولیدی جلوگیری کند.

پس از عملیات فرم دهی، ظروف شیشه‌ای به وسیله دو ماده پوشانده می‌شوند: کوتینگ اول در انتهای مرحله فرم دهی قبل از گرمخانه (کوتینگ داغ) و کوتینگ دوم در بعد از گرمخانه در انتهای مرحله آنیل شدن اتفاق می‌افتد (کوتینگ سرد).

در اصل دلیل وجود کوتینگ در شیشه، حفاظت و روان سازی محصول است، بطوری که می‌تواند بدون آسیب و خراش با وجود

[Downloaded from jicers.ir on 2025-01-06]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.3.51.6.9]

تجهیزات حمل با سرعت بالا به راحتی در بین بطری ها، به سمت انتهای گرمخانه برای کنترل بطری ها در قسمت کنترل کیفیه و پس از آن بسته بندی، حرکت کند. و پس از رسیدن به دست مشتری بطری‌ها از بسته بندی خارج شده، شستشو شده، لیبل خورده و دوباره بسته‌بندی می‌شوند و مطمئناً در آنجا نیز در طول تمام این پروسه‌ها، بطری از دیگر شیشه‌ها محافظت می‌شود.

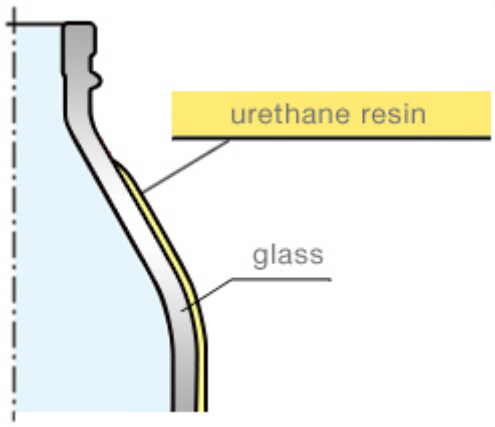
کوتینگ داغ شامل لایه نازک و تقریباً بی رنگ از اکسید تیتانیوم یا قلع است که برروی سطح شیشه نشانده می‌شود. و در مرحله بعد به وسیله مواد نرم کننده‌ای مانند پلی اتیلن پوشانده می‌شود.

تاثیراتی که ماده کوتینگ بر روی ظروف می‌گذارد:

- ایجاد سختی سطح
- مقاومت در برابر ضربه
- ایجاد لایه اکسید قلع به عنوان یک ماده چسبنده، بهبود دهنده جهت پوشش دهی
- ایجاد پیوند کووالانسی بین قلع و شیشه و اکسیژن که خواص شیشه را بهبود می‌بخشد SI-O-SN

با توجه به سرعت تولید و ضخامت بدنه بطری‌های سبک و فوق سبک، کیفیت، تاریخ تولید و نحوه مصرف مواد کوتینگ، اهمیت بسیاری پیدا می‌کند.

در خصوص تولیدات سبک و فوق سبک اخیراً یک شرکت ژاپنی اقدام به تولید مواد کوتینگ از Urethane Resin برای بدنه و Silica Coating برای رینگ ظروف نموده است. این نوع کوتینگ در مقابل مواد قلیایی و خراشیده شدن مقاومت مناسبی دارد. (شکل ۱۰)



شکل ۱۰-لایه کوتینگ داغ urethane Resin بر روی بدنه بطری

یکی دیگر از کوتینگ‌های مطرح شده در بازار برای تولیدات فوق سبک ALCL3 تترا کلرید آلومینیوم می باشد. که باعث افزایش مقاومت بطری در برابر ضربات، خراش و مقاوم در برابر ترک معرفی شده است.

۶- دیدگاه‌های نوین

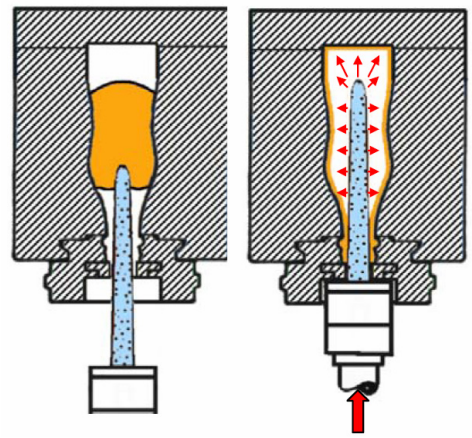
در بازار رقابتی روز دنیا، شرکت‌های تولید کننده بزرگ و پیشرفته و همین طور شرکت‌های مهندسی و طراحی با سرعت در حرکت بوده تا بتوانند با کیفیت ترین ظروف شیشه‌ای را با کمترین هزینه‌ها به دست مشتری برسانند. از این رو بسیاری از طرح‌های نوین تولیدی (ذوب، تولید، کنترل و بسته بندی) ارائه داده می‌شود. که بسیاری از آنها به صورت طرح‌های با مالکیت خاص و بدور از دنیای اطلاعات اجرا می‌شود.

طرح‌هایی که می‌تواند در حال حاضر برای یک تولید کننده، صرفاً یک طرح و برای یک تولید کننده دیگر در حال اجرا باشد.

یکی از طرح‌های خاص ارائه شده از کارشناسان بزرگ تولید بطری شیشه، طرح فرمینگ تک مرحله‌ای می‌باشد. در این طرح با حذف بلنک در دستگاه تولیدی و استفاده از قالب و پلانجر خاص متخلخل در یک سیکل کاری، می‌توان بطری‌های فوق سبک با وزن بسیار پایین، کنترل دمایی آسانتر و سرعت‌های بالاتر تولیدی را داشت.

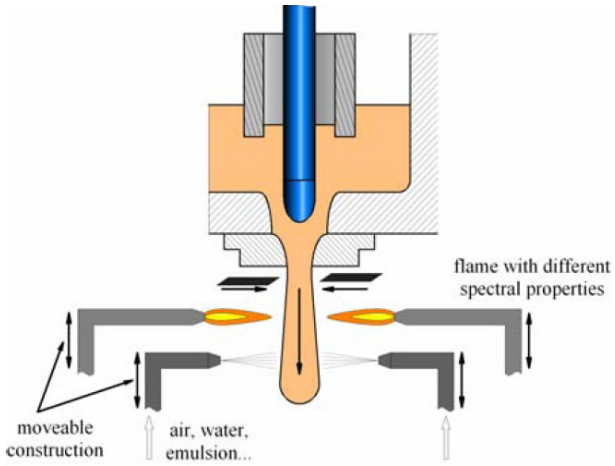
[Downloaded from jicers.ir on 2025-01-06]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.3.51.6.9]

به نظر می‌رسد این نوع جدید از پروسه تولیدی نیازمند طراحی لقمه کوتاه برای رسیدن به فرمینگ و شکل مناسب باشد. (شکل ۱۱) [۱۴]



شکل ۱۱-طرح جدید پروسه تولید تک مرحله‌ای

یکی دیگر از طرح موجود در دنیا که احتمالاً در شرکت‌های بزرگ تولید کننده در حال بررسی و یا اجرا می‌باشد، عملیات حرارتی به لقمه مذاب قبل از فرود به ناودانی اسکوپ می‌باشد. با این عملیات می‌توان با حفظ و پخش مناسب دما در لقمه و پس از آن در نیم ساخت، بهترین شرایط فرمینگ و یا شکل دهی را دارا بود. که در پخش مناسب مذاب در دیواره بطری در تولیدات سبک و فوق سبک کمک شایانی خواهد داشت. (شکل ۱۲)



شکل ۱۲- طرح عملیات حرارتی به لقمه مذاب

بدیهی است برای داشتن بهترین استحکام، تولید قابل کنترل و داشتن بطری‌های فوق سبک برای تولید، کنترل شرایط لقمه مذاب، مزیت بزرگی می‌تواند باشد.

۷- نتیجه‌گیری

با بررسی‌ها و کارشناسی دقیق و علمی‌تر بر روی پروسه تولید بطری‌ها، نشان می‌دهد برای حرکت از تولیدات سبک به سمت فوق سبک، نیازمند تغییرات اساسی در علم ذوب، همگن سازی، انتقال لقمه، کنترل پروسه تولید، عملیات کنترل دمایی، روغنکاری، کوتینگ و همینطور آنیلینگ بطری‌ها داده شود.

بدیهی است برای رسیدن به بازار رقابتی روز دنیا که در حال حاضر در منطقه خاورمیانه نیز مشهود می‌باشد، نیازمند تشکیل کارگروه‌های فنی و تخصصی، با کمک کارشناسان و شرکت‌های مهندسی مطرح دنیا و صرف هزینه و زمان، بوسیله کارخانجات تولید کننده در ایران می‌باشد.

[Downloaded from jicers.ir on 2025-01-06]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.3.51.6.9]

مراجع

[1] www.Emhartglass.comwww.bottero.com/en/products-and-solutionswww.heye-international.com/hiperform-hot-end/is-machines-equipment
[2] Using NNP&B forming technology for refillable beer bottle – DR Wenkehu – www.americanglassresearch.com
[3] Mold Temperature control system (MTC) – Nihon yamamura glass co., LTD – Hiroyuki Nagai
[4] Process control www.Heye-international.com
[5] Light weight glass containers – faraday packaging partnership – www.wrap.org.uk
[6] Light weight glass container: understanding consumer perceptions the old academy www.wrap.org.uk/retail
[7] Light weighting containers – AlenFenton www.Emhartglass.com
[8] RAZI Group Experiences
[9] A lighter way to enjoy glass - www.vetropack.com
[10] Gob Temperature control – Brent Illingworth &jimknope – Saint-Gobain containers
[11] Hot end process control – Glasspex 2015 – tiama-advanced knowledge
[12] Evaluation of control system for Batch pile inside furnace with catch image camera – AFGM in Vietnam – Nihon yamamura glass – MichihiroAndoh 2012
[۱۳] کتاب شالوده صنعت شیشه Fay V.Tooley ترجمه: گروه مترجمین شرکت شیشه قزوین (۱۳۷۲)
[14] Research lays foundation for single stage forming – Hubert kichel VDMA the germen engineering industry federation www.Vdma.com

[Downloaded from jicers.ir on 2025-01-06]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.3.51.6.9]