

ÖZET

ENJEKSİYON KALIPLAMA SÜRECİ

5 Erimiş bir termoplastik malzemeyi bir kalıba enjeksiyonla kalıplama yoluyla bir ürün oluşturma yöntemi olup, burada kalıplama işlemi sırasında veya sırasında kalıp aktif olarak ısıtılır, kalıp enjeksiyonlu kalıplama işlemi boyunca termoplastik malzemenin erime noktasının altında yüksek bir sıcaklıktadır.

10

İSTEMLER

1. Erimiş bir termoplastik malzemenin bir kalıba enjeksiyon kalıplanmasıyla bir ürün oluşturma yöntemi **olup, özelliği;**
5 kalıplama işlemi için veya işlem sırasında kalıbın aktif olarak ısıtılması, kalıbın enjeksiyonla kalıplama işlemi boyunca termoplastik malzemenin erime noktasının altında yüksek bir sıcaklıkta olması, kalıbın enjeksiyon kalıplanacak termoplastik malzemenin cam geçiş sıcaklığının en az 10°C ila
10 80°C üzerinde bir sıcaklığa ısıtılması, metodun 50-55°C cam geçiş sıcaklığı ve 160-170°C erime sıcaklığına sahip PVOH reçinesini ısıtmayı ve bunu iç ayırıcı duvarlara sahip çok bölmeli bir konteynır oluşturmak için kalıba enjekte etmeyi içermesidir.

TARİFNAME

ENJEKSİYON KALIPLAMA SÜRECİ

- 5 Mevcut buluş bir enjeksiyon kalıplama süreciyle ilgilidir. Nesnelere oluşturmak için enjeksiyonlu kalıplamanın kullanımı iyi bilinmektedir, bakınız örneğin JP07171868, GB1266560, US 2002/162940. Enjeksiyon kalıplama kullanımı çekici ürünlerin kolay ve düşük maliyetle üretilmesini kolaylaştırır.
- 10 Bununla birlikte, ürün oluşturmak için enjeksiyonlu kalıplama kullanımının ilişkili sorunları da vardır. Bazı polimerleri kalıplarken, cam geçiş sıcaklığı ile polimerin erime noktası arasında kalıplama sıcaklığına sahip olmanın yararlı olduğu bilinmektedir (bakınız JP2003192884). Eşyaları oluşturmak için
- 15 kullanılan termoplastik malzemeler (örneğin polietilen gibi polimerler) erimişken yüksek bir viskoziteye sahiptir. Bu nedenle, enjeksiyon kalıplama basıncının yüksek olması gerekir; bu, kalıpların ve kalıplama ekipmanının bu kadar yüksek basınçlarda çalışacak şekilde tasarlanması gerektiği anlamına
- 20 gelir. Yüksek basınçlı makinelerin kullanımı pahalıdır ve zordur. Ayrıca, gereken yüksek enjeksiyon basıncında bile, ürün oluşturan malzemelerin akış özellikleri hala düşüktür. Bu nedenle, kalıpların sığ olması gerekir ki enjekte edilen
- 25 malzemenin yolu kısa olsun. Enjekte edilen malzemenin yolu çok uzunsa, kalıptan çıkarıldığında bitmiş ürün eksik eşya duvarlarından mustarip olabilir. Bu sorunu gidermek için kalıbın içindeki akış yollarının yeterli malzeme akışını sağlamak için geniş olması gerekir.
- 30 Enjeksiyon kalıplama ile ilgili ek bir problem, eşyanın ısıl gerilimi ile ilgilidir. Termoplastik reçine gibi malzeme tipik olarak işlem sıcaklığının çok altında bir kalıpta erime sıcaklığının çok yüksek bir sıcaklıkta enjeksiyonla kalıplanır (F. Johannaber, Kunststoffmaschinenführer, C. Hanser Verlag,
- 35 1992, 237). Enjeksiyon kalıplamadaki ani soğutmanın, eşya içinde

iç gerilmeler yarattığı bulunmuştur. Bu baskılar eşyayı zayıflatabilir ve hasar oluşturmadan eşyayı kalıptan çıkarmayı zorlaştırabilir. Bu özellikle, soğutmadan sonra çok az büzüşen ve/veya kırılma direnci düşük olan termoplastik malzemeler için geçerlidir. GB-A-2370554 nolu doküman, çok bölmeli bir PVOH kabının enjeksiyonla kalıplanmasını açıklamaktadır. Mevcut buluş, yukarıdaki dezavantajların bir veya daha fazlasına çözüm bulmaya yöneliktir. Buluş, istem 1'in özelliklerinin kombinasyonu ile tanımlanmaktadır. Mevcut tarifnamenin birinci yönüne göre, erimiş bir termoplastik malzemeyi bir kalıba enjeksiyonla kalıplamak suretiyle bir ürün oluşturma yöntemi sağlanmıştır, burada enjeksiyon kalıplama işlemi için veya bu işlem sırasında kalıp aktif olarak ısıtılır, kalıp enjeksiyon kalıplama işlemi boyunca termoplastik malzemenin erime noktasının altında olan yüksek bir sıcaklıktadır. Mevcut tarifnamenin ikinci yönüne göre, bir erimiş termoplastik malzemeyi bir kalıba enjeksiyonla kalıplamak suretiyle bir ürün oluşturmak için bir yöntem sağlanmıştır, burada tüm enjeksiyon kalıbı işlemi sırasında kalıp aktif olarak termoplastik malzemenin erime noktası altında olan yüksek bir sabit sıcaklığa ısıtılır. Bu tarifnamede kullanıldığı haliyle, "aktif olarak ısıtılmış (veya aktif ısıtma)" terimi, erimiş termoplastik malzeme tarafından aktarılan ısıdan başka ısı kaynakları ile ısıtma ve bunun sonucunda ısıtılmış akış kanallarının ısıtılması anlamına gelecektir. Aktif ısıtma işlemin her anı için işleme sağlanmak zorunda değildir, yine de bu yapılabilir. Aralıklı olarak sağlanabilir. Buluşa uygun olarak, kalıp enjeksiyon kalıplama işlemi boyunca yüksek bir sıcaklıkta olmalıdır, ancak bu yüksek sıcaklık işlem ilerledikçe değişebilir. Bununla birlikte, tercihen buluşun birinci yönüne göre ve buluşun ikinci yönüne göre yüksek sıcaklık işlem boyunca büyük ölçüde sabittir. Büyük ölçüde sabit, kalıbın, yöntem boyunca hedef sıcaklığa göre $\pm 10^{\circ}\text{C}$, daha tercihen $\pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa sahip olduğu anlamına gelir. Dolayısıyla

tercihen, eşya kalıptan çıkarıldığında yüksek bir sıcaklıktadır ve ortam sıcaklığına soğutulur. Soğutma, eşyanın hala ortam havasında soğumasına izin verecek şekilde pasif veya ortam sıcaklığının altında soğutulmuş hava veya başka bir soğutma ortamı kullanılarak (burada "soğutma" olarak da bilinir) ve/veya bir hava akışı veya başka bir soğutma ortamı kullanılarak (ki bu kendisi soğutulabilir veya ortam sıcaklığında) yapılacak şekilde aktif olabilir.

5 Tercihen, kalıp sıcaklığı eşyanın çıkarılmasından önce söz konusu yüksek bir sıcaklıktan düşecek şekilde kalıbın aktif soğutması uygulanmaz. Şaşırtıcı bir şekilde, mevcut buluşun yönteminin, enjeksiyonlu kalıplama ile normalde bağlantılı olan en azından bazı dezavantajların üstesinden geldiği bulunmuştur. Teori ile sınırlandırılmak istenmeksizin, ısıtmalı enjeksiyon kalıplama kalıbında enjekte edilen polimerin akış özelliklerinin iyileştirilmesi önerilmektedir. Bunun birçok faydalı etkisi vardır. Kalıp içindeki akış yolları daha ince olabilir ve hala güvenilir duvar formasyonu sağlanır. Bu, net maliyet tasarrufuyla, ürünler oluşturmak için daha az malzemenin gerekli olmasını avantajına sahiptir.

10 Ayrıca, mevcut buluşun yönteminde, akış yollarının önceki tekniğinkilerden daha uzun (ve daha ince) olabileceği bulunmuştur. Böylece, kalıp daha derin olabilir, ancak güvenilir duvar oluşumuna sahip olur.

15 Bu buluşun yönteminin bir avantajı, yöntemle üretilen daha ince ve/veya daha uzun duvarların daha fazla tasarım özgürlüğü sağlamasıdır. Bu, geleneksel duvar bölümlerinden daha ince örneğin 200µm'ye kadar kalınlıkta eşyaların üretilmesi olasılığına neden olur. Mevcut buluşun işleminin kullanılmasının, geleneksel olmayan şekillerden örneğin sütunlar arasında daha ince "plastik filmler" olan ürünün stabilitesi için küçük sütunlara sahip eşya üretilmesi olasılığı ile sonuçlandığı bulunmuştur. Buna göre, mekanik stabilite özelliklerini olumsuz yönde etkilemeden, eşyaların ağırlığını geleneksel tekniklerle üretilenlere kıyasla azaltmak mümkündür.

20

25

30

35

Mevcut buluşa göre kalıptaki geliştirilmiş malzeme akışı, geleneksel tekniklere kıyasla kullanılan enjeksiyon basıncını azaltmak için de kullanılabilir. Bunun, enjeksiyonlu kalıplama makinesinin aşınmasının azaltılması ve/veya daha az karmaşık makinelerin kullanılmasına izin verebilecek düşük enjeksiyonlu kalıplama basınçlarının kullanılabilmesine dair ek bir faydası vardır. Bu da geleneksel enjeksiyon işlemlerine kıyasla daha düşük üretim maliyetleri ile sonuçlanır. Alternatif olarak, buluşun işlemine göre, geleneksel işlemlerden daha çeşitli malzemelerin kullanılmasına izin veren daha fazla viskoz malzeme kullanılabilir.

Ek olarak, kalıp ısıtılırken enjeksiyonla kalıplanmış malzemenin yaşadığı termal şok azaltılır. Böylece kırılma ve hasar azaltılır. Aynı zamanda, (tipik olarak hala yumuşak olan) parçalar daha az kırılma eğilimi gösterdiği için eşyanın kalıptan çıkarılmasının daha az riskli olduğu bulunmuştur ve ayrıca çıkarılmasının ardından biçimlendirilmiş ürün, nihai şekil verilecek şekilde manipüle edilebilir. Kalıp, enjeksiyonla kalıplanan malzemenin cam geçiş sıcaklığının üzerindeki bir sıcaklığa ısıtılır. Kalıp, kalıplanan malzemenin cam geçiş sıcaklığının (Tg) en az 10°C ila 80°C üzerinde bir sıcaklığa, tercihen Tg'nin en az 20°C ila 70°C üzerinde bir sıcaklığa ısıtılır. Bu tanımdaki Tg, bir Perkin Elmer DSC7 makinesi kullanılarak DSC (Diferansiyel Taramalı Kalorimetre) ile belirlenir. 10°C/dakikalık bir ısıtma hızı kullanılmıştır. Bir numune, erime noktasının üstüne ısıtılır, Tg'sinin altına soğumaya bırakılır ve tekrar erime noktasının üstüne ısıtılır. Alternatif olarak veya ek olarak ASTM D 34/8, 1999 (10°C/dak. ısıtma hızı) standart testine başvurabiliriz.

Tercihen, kalıp, termoplastik malzemenin erime sıcaklığının en az 10°C ila 100°C altında, en çok tercih edilir şekilde enjeksiyon kalıplı malzemenin erime sıcaklığının en az 20° ila 80°C altında bir sıcaklığa ısıtılır.

Ürün bir PVOH reçinesi içerir. Kullanılan malzemeye ve malzemenin sahip olduğu viskoziteye bağlı olarak, duvar

kalınlıkları deęiŖecektir. Ancak yapılan deneyler, bu iŖlemede genel olarak, üretilebilecek ürünün en az %15 daha küçük olabileceğini göstermiştir - ancak bu iŖlemede yapılan testlerde %45'e kadar olanlarda halihazırda gerçekleştirilmiştir.

5 Dolayısıyla, bu yöntemle daha az malzeme tüketimi, eŖya başına daha az malzeme maliyeti ve daha az atık, daha iyi çevre koşullarına neden olur.

Bu malzemeler genellikle bilinen iŖlemlerde, reçinenin iŖlem sıcaklığının çok altındaki kalıp sıcaklıkları tipik olarak 100-
10 200°C arasında sıcaklıklar kullanılarak iŖlenir. Kalıplar geleneksel olarak yalnızca kalıplama sırasında polimer tarafından salınan enerji ile ısıtılır. BuluŖa göre termoplastik malzemeler, yeni reçine yapıları oluşturmak için kalıpta reaksiyona girmeyen malzemeler anlamına gelir.

15 Bu buluŖta üretilen ürünler (soğutmadan sonra) genellikle kendi kendini destekler ve farklı ürünler arasında deęiŖmeyen çekici, homojen bir görünüme sahiptir. Ek olarak, çok çeŖitli farklı Ŗekiller ve tasarımlar mevcuttur. Ayrıca, sert ürünler kolayca göze hoş geldiği düşünölen çeŖitli unsurlara sahip olabilir.

20 Ürünler kendi kendini desteklediği için, karŖılıklı olarak birbirleriyle uyumlu olmayan bileŖenleri ayırmak için iki veya daha fazla bölmeyi yerleŖtirmek veya duvarlarla ayrılmıŖ daha büyük bölümlerin olmasını sağlamak kolayca mümkündür. Ayrıca, ürün, faydalı olabilecek hemen hemen her Ŗekilde kalıplanabilir.

25 Özellikle yükseltilmiŖ veya alçaltılmıŖ alanlar verilebilir. Malzemenin enjeksiyonla kalıplanabilmesini sağlamak için, plastikleŖtiriciler, doldurucular ve kalıp ayırıcı maddeler gibi bileŖenleri örneğın bileŖimin ağırlıkça %20'sine kadar bir miktarda dahil etmek yaygındır. Yağlayıcılar kullanılabilir ve
30 kullanıldığı hallerde, ağırlıkça %0,5 ila %5 miktarında kullanılabilir.

Enjeksiyon kalıplama bileŖimi ayrıca renklendirici maddeler ve özelliklerini deęiŖtiren bileŖenler gibi başka bileŖenler de içerebilir.

35 Enjeksiyon kalıplama teknikleri uzman kiŖilerce iyi

bilinmektedir ve literatürde iyi tarif edilmiştir (bakınız örneğin iyi bir özet şurada verilmiştir, "Ambalajlama Teknolojisinin Wiley Ansiklopedisi" Wiley Interscience 1986).

Enjeksiyon kalıplama işleminin çok sayıda ayrı basamak içerebileceği fark edilecektir. Tercih edilen bir enjeksiyonla kalıplama işlemi aşağıdaki adımları içerir:

- (i) bir enjeksiyon biriminde kalıplanacak malzemenin erimeye kadar ısıtılarak plastikleştirilmesi;
- (ii) malzemenin aktif olarak ısıtılmış kalıba enjekte edilmesi;
- 10 (iii) kalıbın açılması;
- (iv) ürünün sökülmesi; ve
- (v) eşyanın aktif veya pasif olarak (örneğin, kalıbın dışındaki bir soğutma alanında) soğumasına izin verilmesi.

Ürün kalıptan çıkarıldığında uygun şekilde yumuşak ve esnektir ve daha sonra mekanik işlemle şekli değiştirilebilir, daha sonra soğutulur. Soğuduktan sonra daha az yumuşak ve esnek olabilir, yani daha fazla kendini destekleyebilir. Şekli, kalıptan çıkarıldığında farklı olabilir.

Ürünün duvarları tercihen ürünün kendi kendine destekleyebileceği kalınlıklara sahiptir. Örneğin, dış duvarlar ve bağımsız olarak enjeksiyonla kalıplanmış herhangi bir iç duvar, 1 mm'den az, örneğin 750 µm, 500 µm, 300 µm, 200 µm veya 150 µm'den daha az bir kalınlığa sahiptir.

Sökme genellikle klasik enjeksiyon kalıplama işleminden farklı şekilde tasarlanabilir. Bu nedenle normal olarak eşyanın kalıptan çıkarılması, buluşa göre olan işlemde kalıp (kabın kenarı) bastırılarak gerçekleştirilir, kalıptan çıkarılan eşya çekilerek yapılabilir. Çekme, eşyanın deforme edilmesi (örneğin merkezi bir noktada) ve kalıplanmış eşyanın erkek kalıp bölümünden ayrılması anlamına gelir. Açıklanan kalıptan çıkarma işlemi mümkündür, çünkü buluşa göre kalıplanmış ürün kalıptan çıkarma sırasında hala esnektir, bu nedenle çatlama meydana gelmez. Kalıp çıkarma işlemi, enjekte edilen malzemenin yüksek sıcaklıklarda geri dönüşümlü esnekliğini kullanarak eşyalara zarar vermeden çekerek yapılabilir.

Mevcut buluş şimdi sınırlayıcı olmayan aşağıdaki örneklere değinilerek daha da açıklanacaktır.

Örnek 1 (Konteynır):

5 Bir PVOH reçinesi ($T_g=50-55^{\circ}\text{C}$, erime noktası= $160-170^{\circ}\text{C}$) 180°C 'ye ısıtıldı ve iç bölme duvarları ile çok bölmeli bir eşya oluşturmak için bir kalıba enjekte edildi. Deney, bir Battenfeld enjeksiyonlu kalıplama makinesinde yapıldı. Son ısıtma elemanında ısıtma 185°C 'ye ayarlandı, kalıp içine giden sıcak kanallar 190°C 'ye ayarlandı, enjeksiyon sırasında makinenin en yüksek hidrolik basıncı 700 bar ($7,1 \times 10^7$ Pa) olarak ölçüldü. Kalıbın kendisi 75°C 'ye ısıtıldı ve enjeksiyon kalıplama işlemi boyunca bu sıcaklıkta tutuldu. Ürün, 12 saniye sonra kalıptan çıkarıldı ve sabit ortam havasında oda sıcaklığına soğumaya bırakıldı.

Bu işlem binlerce ürün vermek üzere tekrar tekrar uygulandı.

Hiçbir ürün kırılma/tamamlanmamış duvar göstermedi.

Soğutmanın ardından, parçalar sıvı veya granül deterjan bileşimi ile dolduruldu ve mükemmel bir şekil tutma özelliğine sahip oldu.

20

Karşılaştırmalı Örnek 1

Bir PVOH reçinesi ($T_g=50-55^{\circ}\text{C}$, erime noktası= $160-170^{\circ}\text{C}$) 180°C 'ye ısıtıldı ve iç bölme duvarlarına sahip çok bölmeli bir eşya oluşturmak için bir kalıba enjekte edildi. Deney, bir Battenfeld enjeksiyonlu kalıplama makinesinde yapıldı. Son ısıtma elemanında ısıtma 185°C 'ye ayarlandı. Kalıbın içine giden sıcak kanallar 190°C 'ye ayarlandı. Makinenin enjeksiyon boyunca en yüksek hidrolik basıncı 700 bar ($7,1 \times 10^7$ Pa) olarak ölçüldü. Kalıbın kendisi oda sıcaklığına (25°C) soğutuldu ve enjeksiyon kalıplama işlemi boyunca bu sıcaklıkta tutuldu. Ürün, 12 saniye sonra kalıptan çıkarıldı ve oda sıcaklığında soğumaya bırakıldı. Bu işlem binlerce ürün vermek için tekrar tekrar uygulandı.

Bu buluşun yöntemine uygun olarak üretilen eşyanın aksine, bu karşılaştırmalı örneğe göre üretilen eşyaların kalıba sıkıca yapışıp kalıplarının sökülmesinin zor olduğu bulunmuştur.

35

Bu karşılaştırmalı örnekteki 1000 ürünün %2'si kırılmalar gösterdi. %15'inde tamamlanmamış duvarlar vardı.

Örnek 2 (Buluşa göre işlem)

- 5 Örnek 1'deki ürün, aynı dış boyutlarda ve ürün boyutunda çoğaltıldı, ancak tüm duvar kalınlıkları, eşyanın toplam ağırlığı %25 oranında düşürülecek şekilde eşit olarak azaltıldı. Bir PVOH reçinesi ($T_g=50-55^{\circ}\text{C}$, erime noktası= $160-170^{\circ}\text{C}$) 180°C 'ye ısıtıldı ve iç bölme duvarları ile çok bölmeli bir eşya
- 10 oluşturmak için bir kalıba enjekte edildi. Deney, bir Battenfeld enjeksiyonlu kalıplama makinesinde yapıldı. Son ısıtma elemanında ısıtma 185°C 'ye ayarlandı, kalıp içine giden sıcak kanallar 190°C 'ye ayarlandı, enjeksiyon sırasında makinenin en yüksek hidrolik basıncı 780 bar ($7,8 \times 10^7$ Pa) olarak ölçüldü.
- 15 Kalıbın kendisi 75°C 'ye ısıtıldı ve enjeksiyon kalıplama işlemi boyunca bu sıcaklıkta tutuldu. Ürün, 12 saniye sonra kalıptan çıkarıldı ve sabit ortam havasında oda sıcaklığına soğumaya bırakıldı.

- Bu işlem binlerce ürün üretmek için tekrar tekrar yapıldı. Hiçbir
- 20 ürün kırılma/tamamlanmamış duvar göstermedi. Soğutmanın ardından, ürünler sıvı veya granül deterjan bileşimi ile dolduruldu ve doldurulduğunda mükemmel şekil tutma sergiledi.

25 Karşılaştırmalı Örnek 2:

- Örnek 1'deki ürün, aynı dış boyutlarda ve ürün boyutunda çoğaltıldı, ancak tüm duvar kalınlıkları, eşyanın toplam ağırlığı %25 oranında düşürülecek şekilde eşit olarak azaltıldı. Bir PVOH reçinesi ($T_g=50-55^{\circ}\text{C}$, erime noktası= $160-170^{\circ}\text{C}$) 180°C 'ye
- 30 ısıtıldı ve iç bölme duvarlarına sahip çok bölmeli bir eşya oluşturmak için bir kalıba enjekte edildi. Deney, bir Battenfeld enjeksiyonlu kalıplama makinesinde yapıldı. Son ısıtma elemanında ısıtma 185°C 'ye ayarlandı. Kalıbın içine giden sıcak kanallar 190°C 'ye ayarlandı. Makinenin enjeksiyon boyunca en
- 35 yüksek hidrolik basıncı 780 bar ($7,8 \times 10^7$ Pa) olarak ölçüldü.

Kalıbın kendisi oda sıcaklığına (25°C) soğutuldu ve enjeksiyon kalıplama işlemi boyunca bu sıcaklıkta tutuldu. Ürün, 12 saniye sonra kalıptan çıkarıldı ve oda sıcaklığında soğumaya bırakıldı. Bu işlem bin ürün üretmek için tekrarlandı.

5 Mevcut buluşa ait metoda uygun olarak üretilen eşyanın aksine (bkz. Yukarıdaki Örnek 2), bu karşılaştırmalı örneğe göre üretilen eşyaların kalıba sıkıca sıkışması ve çıkarılması zordu. Karşılaştırmalı Örnek 2'nin 1000 ürününün %11'i kırılmalar gösterdi. Ürünlerin hepsinde eksik duvarlar vardı.

10

Örnek 3 (Buluşa göre olmayan işlem)

Örnek 1'deki ürün, aynı dış boyutlarda ve ürün boyutunda çoğaltıldı, ancak tüm duvar kalınlıkları, eşyanın toplam ağırlığı %36 oranında düşürülecek şekilde eşit oranda azaltıldı.

15 Standart bir PP (polipropilen), 220°C'ye kadar ısıtıldı ve yukarıda belirtildiği gibi toplam ağırlıkça %36'lık bir ağırlık azalması ile bir yeniden doldurma (12 özdeş odacık oluşturmak için 11 iç duvarlı bir ölçüm kabı) oluşturmak için bir kalıba enjekte edildi. İşlem bir Battenfeld enjeksiyonlu kalıplama

20 makinesinde gerçekleştirildi. Son ısıtma elemanında ısıtma 224°C'ye ayarlandı, kalıp içine giden sıcak kanallar 225°C'ye ayarlandı, enjeksiyon sırasında makinenin en yüksek hidrolik basıncı 950 bar (9,5 x 10⁷ Pa) olarak ölçüldü. Kalıbın kendisi 60°C'ye ısıtıldı ve enjeksiyon kalıplama işlemi boyunca bu

25 sıcaklıkta tutuldu. Ürün, 8 saniye sonra kalıptan çıkarıldı ve sabit ortam havasında oda sıcaklığına soğumaya bırakıldı.

Bu işlem bin ürün üretmek için tekrarlandı. Hiçbir ürün kırılma/eksik duvar göstermedi. Ortam sıcaklığına soğutulduğunda, Örnek 3'ün ürünlerinin iyi mekanik özellikler ve ayrıca şekil tutma özellikleri gösterdiği bulundu.

30

Karşılaştırmalı Örnek 3 (Mevcut buluşa göre olmayan):

Örnek 1'deki ürün, aynı dış boyutlarda ve ürün boyutunda çoğaltıldı, ancak tüm duvar kalınlıkları, eşyanın toplam

35

ağırlığı %36 oranında düşürülecek şekilde eşit oranda azaltıldı. Standart bir PP (polipropilen), 220°C'ye kadar ısıtıldı ve toplam ağırlıkça %36'lık bir ağırlık azalması ile bir yeniden doldurma (12 özdeş odacık oluşturmak için 11 iç duvarlı bir ölçüm kabı) oluşturmak için bir kalıba enjekte edildi. Deney, bir Battenfeld enjeksiyonlu kalıplama makinesinde gerçekleştirildi. Son ısıtma elemanında ısıtma 224°C'ye, kalıptaki sıcak kanallar 225°C'ye ayarlandı, enjeksiyon sırasında makinenin en yüksek hidrolik basıncı 950 bar ($9,5 \times 10^7$ Pa) olarak ölçüldü. Kalıbın kendisi oda sıcaklığına (20°C) soğutuldu ve enjeksiyon kalıplama işlemi boyunca bu sıcaklıkta tutuldu. Ürün 8 saniye sonra kalıptan çıkarıldı ve oda sıcaklığına soğumaya yerleştirildi. Bu işlem bin ürün üretmek için tekrarlandı. Yukarıdaki örnek 3'teki yöntemeye uygun olarak üretilen ürünün aksine, karşılaştırmalı Örnek 3'e uygun olarak üretilen ürünlerin doldurulamadığı tespit edildi. Enjekte edilen malzeme her zaman çok erken dondu. Ayrıca, ürünlerin hepsinin tamamlanmamış duvarlara sahip olduğu görüldü.

20 Örnek 4 (Buluşa göre olmayan işlem):

Standart dış boyutlarda ve eşya boyutunda bir bardak imal edildi, ancak, bütün duvar kalınlıkları eşit şekilde, eşyanın toplam ağırlığı standart içme bardağına göre %18 oranında düşürülecek şekilde azaltıldı. Standart bir PE (polietilen) 240°C'ye ısıtıldı ve toplam ağırlıkça %18'lik bir azalma ile standart bir içme kabı oluşturmak için bir kalıba enjekte edildi. Deney, bir Battenfeld enjeksiyonlu kalıplama makinesinde gerçekleştirildi. Son ısıtma elemanında ısıtma 255°C'ye, kalıp içine giden sıcak kanallar 258°C'ye ayarlandı, enjeksiyon boyunca makinenin en yüksek hidrolik basıncı 840 bar ($8,4 \times 10^7$ Pa) olarak ölçüldü. Kalıp, 60°C'ye ısıtıldı ve enjeksiyonla kalıplama işlemi boyunca bu sıcaklıkta tutuldu. Ürün, 9 saniye sonra kalıptan çıkarıldı ve sabit ortam havasında oda sıcaklığına soğumaya bırakıldı. Bu işlem bin ürün üretmek için tekrarlandı. Hiçbir üründe eksik duvar görülmedi. Soğutmanın ardından bardaklar test edildi ve

mekanik özellikleri ile şekil tutma özelliklerinin mükemmel olduğu bulundu.

Karşılaştırmalı Örnek 4 (Buluşa göre olmayan):

5 Yukarıdaki Örnek 4'ün kabı, geleneksel bir işlem kullanılarak üretildi.

Standart bir PE (Polietilen) 240°C'ye ısıtıldı ve geleneksel içme fincanlarına kıyasla toplam ağırlıkça %18'lik bir azalma ile standart bir içme kabı oluşturmak için bir kalıba enjekte edildi. Deney, bir Battenfeld enjeksiyonlu kalıplama makinesinde gerçekleştirildi. Son ısıtma elemanında ısıtma 255°C'ye ayarlandı, kalıp içine giden sıcak kanallar 258°C'ye ayarlandı, enjeksiyon sırasında makinenin en yüksek hidrolik basıncı 840 bar ($8,4 \times 10^7$ Pa) olarak ölçüldü. Kalıp oda sıcaklığına (20°C) soğutuldu ve enjeksiyon kalıplama işlemi boyunca bu sıcaklıkta tutuldu. Ürün, 9 saniye sonra kalıptan çıkarıldı ve sabit ortam havasında oda sıcaklığına soğumaya bırakıldı.

15 Bu işlem bin ürün üretmek için tekrarlandı. Yukarıdaki Örnek 4'teki yöntemeye uygun olarak üretilen ürünün aksine, 20 karşılaştırmalı Örnek 4'e göre üretilen ürünlerin doldurulamadığı tespit edildi. Enjekte edilen malzeme her zaman çok erken dondu. Ürünlerin hepsinde eksik duvarlar vardı.

Örnek 5 (Buluşa göre olmayan işlem):

25 Standart dış boyutlarda ve eşya boyutunda dozaj kabına sahip bir şişe kapağı üretildi, ancak tüm duvar kalınlıkları eşit olarak, şişe kapağının toplam ağırlığı, dozaj kabına sahip standart şişe kapağına kıyasla %23 azaltılacak şekilde eşit olarak azaltıldı. Standart bir PP, 210°C'ye kadar ısıtıldı ve toplam ağırlıkça 30 %23'lük bir azalma ile dozaj kabı ile şişe kapağını oluşturmak üzere bir kalıba enjekte edildi. Deney, bir Battenfeld enjeksiyonlu kalıplama makinesinde gerçekleştirildi. Son ısıtma elemanında ısıtma 210°C'ye, kalıba giden sıcak kanallar 214°C'ye ayarlandı, enjeksiyon sırasında makinenin en yüksek hidrolik 35 basıncı 680 bar ($6,8 \times 10^7$ Pa) olarak ölçüldü. Kalıp, 65°C'ye

ısıtıldı ve enjeksiyonla kalıplama işlemi boyunca bu sıcaklıkta tutuldu. Ürün, 11 saniye sonra kalıptan çıkarıldı ve sabit ortam havasında oda sıcaklığına soğumaya bırakıldı. Bu işlem bin ürün üretmek için tekrarlandı. Hiçbir üründe eksik duvar görülmedi.

5 Ortam sıcaklığına soğutulduktan sonra, eşyalar test edildi ve mekanik özelliklerinin yanı sıra şekil tutmalarının da mükemmel olduğu bulundu.

Karşılaştırmalı Örnek 5 (mevcut buluşa göre olmayan):

Yukarıdaki Örnek 5'in dozaj kabına sahip şişe kapağı geleneksel bir işlem kullanılarak üretildi. Standart bir PP, 210°C'ye 10 ısıtıldı ve toplam ağırlıkça %23'lük bir azalma ile dozaj kabına sahip bir şişe kapağı oluşturmak üzere bir kalıba enjekte edildi. Deney, bir Battenfeld enjeksiyonlu kalıplama makinesinde gerçekleştirildi. Son ısıtma elemanında ısıtma 210°C'ye 15 ayarlandı, kalıp içine giden sıcak kanallar 214°C'ye ayarlandı, enjeksiyon sırasında makinenin en yüksek hidrolik basıncı 680 bar ($6,8 \times 10^7$ Pa) olarak ölçüldü. Kalıp oda sıcaklığına (20°C) soğutuldu ve enjeksiyon kalıplama işlemi boyunca bu sıcaklıkta tutuldu. Ürün, 11 saniye sonra kalıptan çıkarıldı ve sabit ortam 20 havasında oda sıcaklığına soğumaya bırakıldı.

Bu işlem bin ürün üretmek için tekrarlandı. Yukarıdaki Örnek 5'teki yönteme uygun olarak üretilen ürünün aksine, bu karşılaştırmalı örneğe uygun olarak üretilen ürünlerin 25 doldurulamadığı bulunmuştur. Enjekte edilen malzeme her zaman çok erken dondu. Ürünlerin hepsinde eksik duvarlar vardı.