تطوير قوالب الحقن للبطاقات المثبتة أثناء القولبة باستخدام النانوتكنولوجي ومقارنتها بالبطاقات ذاتية اللصق

Developing injection molds for in mold labels using nanotechnology and comparing with self-adhesive labels.

أ.د/ جورج نوبار سيمونيان

أستاذ بقسم الطباعة والنشر والتغليف والعميد السابق - قسم الطباعة والنشر والتغليف كلية الفنون التطبيقية

Prof. George Nobar

Professor at the Department of Printing, Publishing and Packaging and former Dean - Department of Printing, Publishing and Packaging, College of Applied Arts

أ.د/ مصطفى محمود محمد

أستاذ تصميم المطبوعات المؤمنة - قسم الطباعة والنشر والتغليف كلية الفنون التطبيقية

Prof. Mostafa Mahmoud

Professor of Design of Secured Publications - Department of Printing, Publishing and Packaging, College of Applied Arts

الباحث / محمد جمال الدين عبد الله

مصمم طباعة بالادارة العامة لطباعة اوراق النقد - دار طباعة النقد – البنك المركزي المصري

Researcher. Mohamed Gamal Eldin Abdallah

Print designer at the General Administration for Printing Banknotes - Money Printing House - Central Bank of Egypt

eng.m.gamal512@gmail.com

مستخلص البحث

إن البطاقات اللاصقة لها دور هام فى صناعة التغليف، فالبطاقات اللاصقة تتضمن العديد من المعلومات الهامة المرتبطة بالمنتج مثل: المكونات والمحتويات وتاريخي الانتاج وانتهاء الصلاحية وطرق الاستخدام، حيث تعتبر هذه البطاقات بمثابة بطاقة الهوية الشخصية للعبوات المعبأة والمغلفة ببطاقات، كما تعمل على جذب المستهلك من خلال التصميم الجرافيكي المتميز.

ويوجد العديد من أنواع البطاقات المختلفة في طريقة الإنتاج، حيث ظهرت "البطاقات ذاتية اللصق" والتي تمثل نسبة كبيرة من سوق استخدام التغليف بالبطاقات، البطاقات المنكمشة، بالإضافة إلى البطاقات المثبتة أثناء القولبة.

ويعتبر مصطلح "تثبيت البطاقات أثناء القولبة" In Mold Labeling (IML) مستمد من تقنية تثبيت بطاقات البولي بروبلين المطبوعه مسبقاً والتى يتم وضعها فى قالب الحقن، ثم يتم بعد ذلك حقن البولي بروبلين المصهور للقالب حيث يندمج مع البطاقة وأثناء مرحلة المعالجه يأخذ شكل القالب لتكون النتيجه النهائية العبوة والبطاقة المنتجان بعملية واحدة.

أما مفهوم تقنية النانو فتم تقديمه في عام ١٩٥٩ من قبل ريتشارد فاينمان وصاغ نوريو تانيجوتشي مصطلح "تقنية النانو" في وقت لاحق في عام ١٩٧٤، وتتكون تقنية النانو بشكل أساسي من تصنيع وتوصيف ومعالجة جزيئات النانو (أقل من ١٠٠ نانومتر)، ويتضمن تطبيق تقنية النانو في البوليمرات تصميم وتصنيع ومعالجة وتطبيق مواد بوليمر مليئة بجزيئات النانو و/أو أجهزة ذات نطاق نانو، حيث يتم استخدامها بشكل كبير في تغليف الأغذية.

وتكمن مشكلة البحث في ضعف مقاومة البطاقات ذاتية اللصق للعوامل المحيطة مقارنة بنظيرتها المثبتة أثناء القولبة وانخفاض جودتها نسبياً، وارتفاع التكاليف للبطاقات ذاتية اللصق وزيادة مراحل ووقت الإنتاج، وجود مشاكل بيئية عند إعادة تدوير البطاقات اللاصقة محلياً، بالإضافة إلى صعوبة تنفيذ التصميمات المعقدة نسبياً للعبوات بالقوالب التقليدية.

ويهدف البحث إلى إلقاء الضوء على أهمية استخدام النانوتكنولوجي في قوالب الحقن، ومقارنة طرق تثبيت البطاقات على العبوات البلاستيكية والوقوف على أيهما أفضل لتطويرها وزيادة العمل بها في السوق المصري بما يحقق

- معالجة المظهر النهائي للعبوة وحمايتها.
- تقليل مراحل ووقت التشغيل.
- تسهيل عمليات إعادة التدوير.

ويتبع الباحث المنهج التحليلي في الوصول لهذه النتائج.

أهم النتائج والتوصيات

بمقارنة المنتجات المغلفة بالبطاقات ذاتية اللصق والبطاقات المثبتة أثناء القولبة نجد أن نفس المنتجات عبر مر الزمان كانت تستخدم البطاقات وتثبيتها باستخدام اللصق الذاتي على العبوات ويتم تصنيع العبوات مروراً بثلاث مراحل إنتاج وعند إعادة تدويرها يلزم فصل العبوات عن البطاقات عن أغطية العبوات، ولكن حديثاً لجأت الشركات المحلية لإستخدام تقنية تثبيت البطاقات أثناء القولبة حيث التوفير في التكلفة الإنتاجية وكذلك تقليل مراحل الإنتاج وارتفاع مستوى الجودة وضمان الحفاظ على هوية المنتج والعبوة.

التوصيات

1. بدء القائمين على مجال التغليف بالبطاقات استخدام تقنية تثبيت البطاقات أثناء القولبة لما لها من مميزات من حيث تقليل الوقت والتكلفة وكذلك الأيدي العاملة.
2. يجب مراجعة ثخانة البطاقات حيث ألا تقل عن نسبة معينة وهي من ٥٧– ٦٧ ميكرون، وذلك لضمان ثبات البطاقات داخل قالب الحقن و ألا تنصهر أو لا تلتصق جيداً بسطح العبوات.

الكلمات المفتاحية:

البطاقات التى تثبت أثناء القولبة - حقن البطاقات - النانوتكنولوجي.

Abstract

Nanocomposites, a fusion of traditional food packaging material with nanoparticles are gaining active interest in food packaging sector. In addition to its remarkable antimicrobial spectrum, it displays great mechanical performance and tough resistant characteristics (Montazer and Harifi, 2017). Nanocomposites are usually made up of a polymer matrix in a continuous or discontinuous phase (Arora and Padua, 2010). It is a multiphase material resulting from the amalgamation of matrix (continuous phase) and a nano-dimensional material (discontinuous phase). Based on the nano-material, the nano-dimensional phase is generally characterized into nanospheres or nanoparticles, nanowhiskers or nanorods, nanotubes and nanosheets, or nanoplatelets.

The problem of the research represented in the poor resistance of self-adhesive labels to surrounding factors compared to their counterpart installed during molding and their relatively

low quality, the high costs of self-adhesive labels and the increase in production stages and time, the presence of environmental problems when recycling labels locally, in addition to the difficulty of implementing relatively complex designs for packages with traditional molds .
The aim of the research is to spot light on the importance of using nanotechnology in injection moulds, and compare the methods of fixing cards on plastic packages, and to determine which is better to develop them and increase work with them in the Egyptian market to achieve:
• Treating and protecting the final appearance of the packaging and making sure of that product and packaging identity is preserved.
• Reduce phases and runtime.
• Facilitate recycling operations.

Important results

By comparing the self-adhesive labels and In mold labels, we find that the same products over time were using labels and fixing them using self-adhesive on the packages. The packages are manufactured through three production stages and when they are recycled, the packages must be separated from the labels and the package covers, but recently local companies resorted to use the technology of in mold labelling, in order to save production cost, as well as reduce production stages, increase the level of quality and protect the identity of the product and the packaging.

Important recommendations

1. Start of the field of label packaging using the technology of in mold labels because of its advantages in terms of time and cost reduction as well as labor.
2. The thickness of the labels should be reviewed, as it is not less than a certain percentage, which is from 57-67 microns, in order to ensure that the labels are stable inside the injection mold and do not melt or do not stick well to the surface of the packages.

Keywords:

in mold labels ؛Labels injection ؛nanotechnology ؛self adhesive labels .

المقدمة

ظهر مبدأ اللصق الذاتي لمنتج على الآخر بدون إضافة لصق خارجي في عام ١٨٨٢م بواسطة (بيير سدورف) فى مدينة هامبورج حيث اخترع الملصق في ذلك الوقت، ولم يكن أول ملصق ذاتي اللصق قد اخترع بعد حتي عام ١٩٣٥م، فقد اكتشفه (ستانتون أفري) وطرح في الأسواق كماركة تجارية لمنتج جديد في سان فرانسيسكو.

وقد طورت الفكرة في أنحاء أوروبا في أوائل الثمانينيات بفضل تطورات الأسواق التجاريه الكبرى، وتكمن أهمية البطاقات ذاتية اللصق في امكانية استخدمها مع كل أنواع العبوات وأشكالها وجميع المواد، بعكس البطاقات المثبتة أثناء القولبة والتي تستخدم مع عبوات البلاستيك فقط.

وتتعرض صناعة الأغذية العالمية لضغوط متزايدة لتلبية طلب المستهلكين على أغذية آمنة وصحية وطازجة، إلى جانب التحدي المتمثل في تلبية اللوائح الصارمة المحدثة لسلامة الأغذية، مما أدى لرفع الوعي من خلال تحفيز المستهلكين على المنتجات الغذائية الطازجة والمعالجة بشكل طفيف والصحية والآمنة والجاهزة للأكل ذات البطاقات الواضحة. من أجل التأكد من سلامة وأصالة المواد الغذائية في جميع مراحل السلسلة الغذائية ، يسعى مصنعوا الأغذية والتجار والمشترين

وسلطات تنظيم الأغذية إلى أداة جديدة وفعالة من حيث التكلفة وسريعة لمراقبة جودة الأغذية المعبأة بشكل أكثر فاعلية، حيث أن التغليف عنصر حاسم في كل قطاع من قطاعات صناعة الأغذية.

مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في ضعف مقاومة البطاقات ذاتية اللصق للعوامل المحيطة مقارنة بنظيرتها المثبتة أثناء القولبة وانخفاض جودتها نسبياً، وارتفاع التكاليف للبطاقات ذاتية اللصق وزيادة مراحل ووقت الإنتاج، وجود مشاكل بيئية عند إعادة تدوير البطاقات اللاصقة محلياً، بالإضافة إلى صعوبة تنفيذ التصميمات المعقدة نسبياً للعبوات بالقوالب التقليدية.

هدف البحث

ويهدف البحث إلى إلقاء الضوء على أهمية استخدام النانوتكنولوجي في قوالب الحقن، ومقارنة طرق تثبيت البطاقات على العبوات البلاستيكية والوقوف على أيهما أفضل لتطويرها وزيادة العمل بها في السوق المصري بما يحقق

- معالجة المظهر النهائي للعبوة وحمايتها.
- تقليل مراحل ووقت التشغيل.
- تسهيل عمليات إعادة التدوير.

خطة البحث

خطة البحث تتضمن الآتي

أ- الجانب النظري للدراسة

- أولاً: البطاقات ذاتية اللصق
- ثانياً: البطاقات المثبتة أثناء القولبة In mold labels
- ثالثاً: استخدام تقنية النانو تكنولوجي فى قوالب الحقن
- رابعاً: مقارنة بين البطاقات ذاتية اللصق والبطاقات المثبتة أثناء القولبة

ب- الجانب العملي للدراسة

- أولاً: الجانب العملي للدراسة
- ثانياً: النتائج والتوصيات

البطاقات ذاتية اللصق

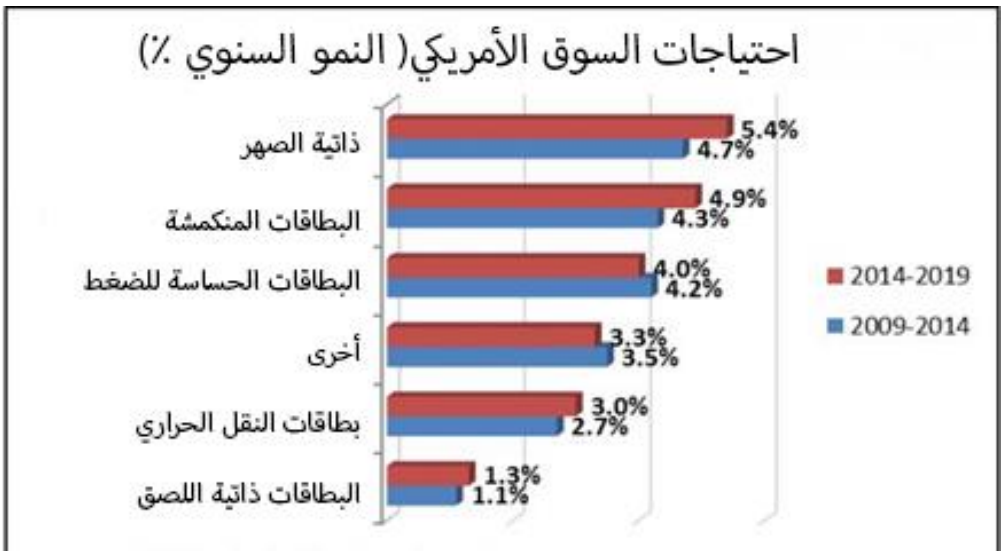
تعتمد الأنواع المختلفة للبطاقات ذاتية اللصق الموضحة في الشكل رقم (١) على خامة البطاقات بالاضافة للمواد اللاصقة وطبقات الإزالة المستخدمة في البطاقات ذاتية اللصق لها مدى متنوع من التعدد في المواصفات، وهي تتصف بالقوة والثبات، ومقاومة الماء أو الانزلاق وتعتبر الخيار الأول لكل من قطاع الأدوية والمشروبات الكحولية والعديد من القطاعات الأخرى. تستخدم قطاعات الدواء والمركبات الكيميائية ومستحضرات التجميل البطاقات الذاتية اللصق على مدى متنوع من العبوات، ففي مجال الأدوية (الأمبولات) يمكن إنتاج ما يقرب من ٦٠,٠٠٠ عبوة/ ساعة حيث كل عبوة ملصق عليها بطاقة ذاتية اللصق خاصه بها، ويلاحظ أن كل من رقم التسجيل وتاريخ الإنتاج وإنتهاء الصلاحية تضاف إلى البطاقة قبل لصقها مباشرة

على العبوة، وبعد اللصق هناك العديد من نظم التحكم والفحص التي تقوم بمراجعة البيانات الموجودة على البطاقات ووضع البطاقات على العبوات، وقد يلصق في بعض الأحيان النشرة الدوائية مع العبوة عن طريق البطاقة ذاتية اللصق.

وعلى الرغم من أن البطاقات المثبتة أثناء القولبة لازالت تمثل نسبة صغيرة في سوق التغليف بالبطاقات في عام ٢٠٠٨ إلا أنها تحقق أعلى معدل نمو الآن، فبعض الدراسات في عام ٢٠١٥ و التي تمت على سوق البطاقات أشارت إلى أن هذه التقنية ستنمو بشكل سريع جداً لتفوق نظيراتها من الأنواع المختلفة للبطاقات في عام ٢٠١٩ تقريباً .

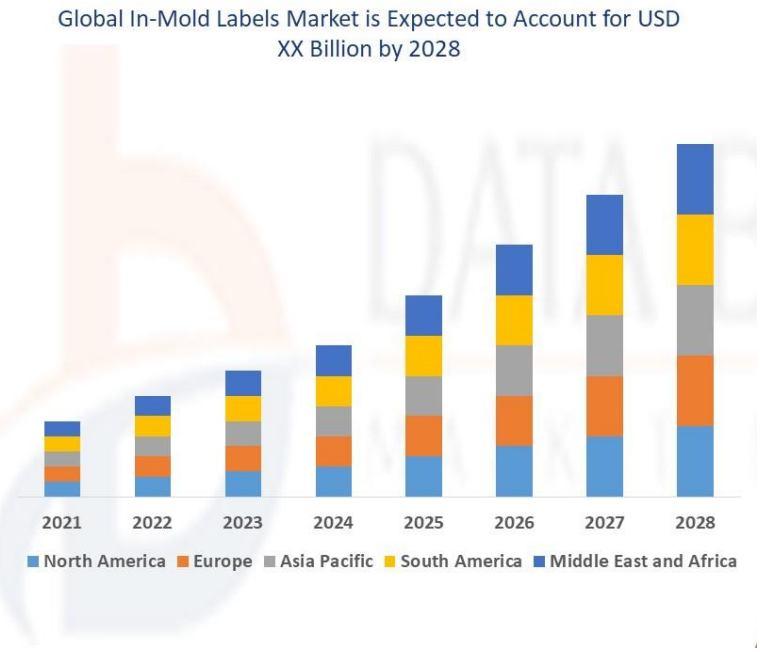
شكل (١) البطاقات ذاتية اللصق

كما كشفت الدراسات أن معدل النمو السنوي لتلك التقنية ما بين عامين ٢٠٠٩ - ٢٠١٤ وصل إلى ٤,٧% ووصلت تلك الدراسات إلى معدل ٥,٤% بين عامي ٢٠١٤- ٢٠١٩ في السوق الأمريكي كما يوضح الشكل رقم (٢).



شكل (٢) معدل النمو لأنواع البطاقات في السوق الأمريكي من ٢٠٠٩ الى ٢٠١٩

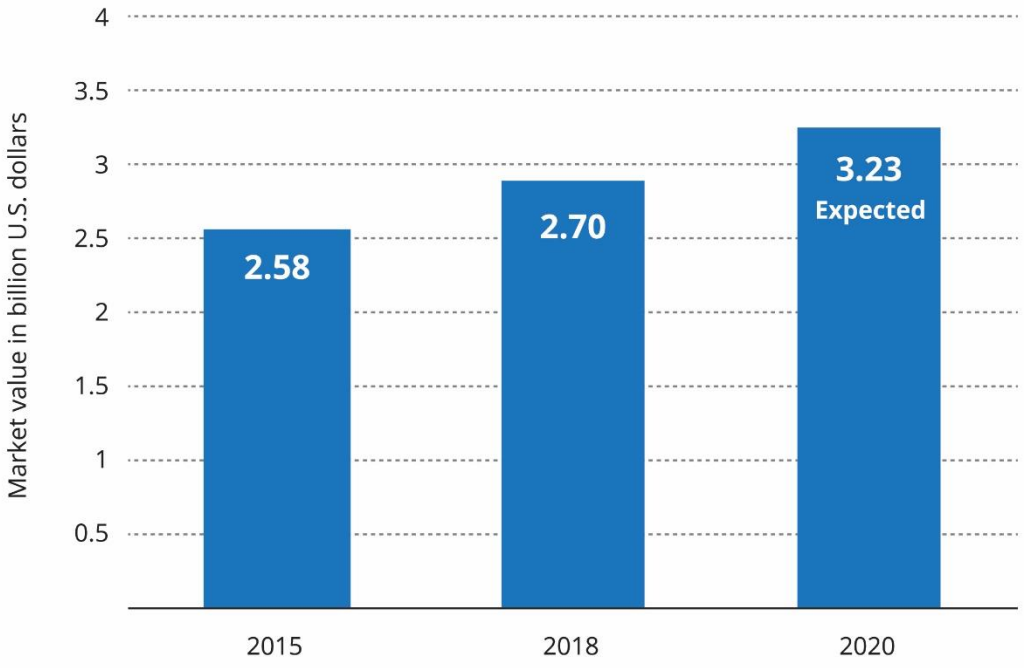
وهذه الدراسة تعرض تطور نمو الطلب الاجمالي على التغليف بالبطاقات في أمريكا إلى ٣,٨% كمعدل نمو سنوي في عام ٢٠١٩ م.



شكل (٣) معدل النمو المتوقع لأنواع البطاقات في العالم من ٢٠٢١ الى ٢٠٢٨.

ويعرض الشكل رقم (٣) تطور نمو الانتاج الاجمالي للتغليف بالبطاقات في العالم إلى ٥،٢٢% كمعدل نمو سنوي من عام ٢٠٢١ إلى عام ٢٠٢٨ م.

كما قامت صحيفة (Globe Newswire) بعمل دراسة أخرى في عام ٢٠١٨ والموضحة في الشكل رقم (٤)، حيث بلغ معدل نمو البطاقات المثبتة أثناء القولبة ٥,١ % أي ما يعادل ٢,٧٠ مليار دولار من إنتاج السوق العالمي للبطاقات وكانت أغلب العبوات المستخدمة لتلك التقنية في مجال الأغذية والمشروبات.



شكل (٤) معدل النمو للبطاقات المثبتة أثناء القولبة

مميزات البطاقات ذاتية اللصق

تتميز البطاقات ذاتية اللصق بما يلي:

الدقة : إن عملية إنتاج البطاقات ذاتية اللصق ولصقها على المنتجات هى عملية مميكنة تتم فيها الطباعة على ماكينات ونظم طباعة مختلفة وبعد ذلك نقلها إلي مصدر التعبئة الذي يقوم بتحميلها على أنظمة مميكنة أخرى تقوم بإيصالها وجمعها بالعبوة أو المنتج .

الملاءمة : حيث تأتي البطاقات مجهزه بالطبقة اللاصقة وأيضاً مغطاة في حالة طلب العميل لطبقة التغطية، وكذلك لا حاجة لإيجاد الوقت للتجفيف بعد اللصق .

الاستخدامية : خامات البطاقات وخيارات المواد اللاصقة الخاصة بها تم اعدادها كي توائم مختلف المتطلبات بما في ذلك عمليات الورنشه أو ظروف الحرارة أو تأثير الرطوبة وكذلك التغيرات في المناخ ومدى تقبل السطح للالتصاق عليه .

الابتكار : هناك العديد من الابتكارات في مجال البطاقات ذاتية اللصق سواء من جهه (التصنيع، الخامات، التصميم، التأثيرات والتطبيقات).

المظهر: استخدام الطباعة عالية الدقة مع خامات البطاقات ذاتية اللصق ذات النقاء والشفافية العالية يعطي مظهراً راقياً للمنتجات التي تلصق عليها .

المرونة: البطاقات ذاتية اللصق هى من أنسب الطرق للدعاية عن المنتجات أو العبوات القابلة للانضغاط وذلك لمرونتها والتصاقها الجيد بسطح العبوة .

البطاقات المثبتة أثناء القولبة In mold labels

إن مصطلح تثبيت البطاقات أثناء القولبة in mould labelling مستمد مباشرة من التقنية المستخدمة في انتاجها حيث يتم وضع بطاقات البولى بروبلين المطبوعة مسبقاً في القالب، وهذا القالب يمثل الشكل النهائي للعبوة، ثم يتم إضافة البولي بروبلين المصهور للقالب حيث يندمج مع البطاقة وأثناء مرحلة المعالجة يأخذ البولي بروبلين المنصهر شكل القالب لتكون النتيجة النهائية أن العبوة والبطاقة أصبحوا شيئاً واحداً كما موضح بالشكل رقم (٤)، وحتى الآن تستخدم خامة البولي بروبلين فقط في انتاجها ويمكن تطبيقها بطرق الانتاج الآتية:

- بالحقن
- بالنفخ
- بالحرارة

شكل (٥) البطاقات المثبتة على العبوات أثناء القولبة

وأهم ما يميز تلك التقنية هي عملية الشحن الكهربي للبطاقات (Electrostatic Charge)، حيث يجب تفريغها من الشحنات الكهربية تماماً قبل أن يلتقطها الروبوت لدخولها لقالب الحقن، وشحنها داخل قالب الحقن كهربياً لتثبيتها جيداً.

ويتم تصنيف سوق البطاقات المثبتة أثناء القولبة بالترتيب الأفضل كما هو موضح بالشكل رقم (٦).

شكل (٦) تصنيف سوق البطاقات المثبتة أثناء القولبة

مميزات تقنية تثبيت البطاقات أثناء القولبة

تتميز البطاقات المنتجة بهذه التقنية بالعديد من المميزات يمكن تلخيصها فيما يلي:

- **إعطاء الحد الأقصى من الجوده الطباعية**

إن تلك التقنية لتثبيت البطاقات تضمن صورة ذات جودة ودقة عالية أفضل من نظيراتها التقليدية، بجانب أنه يمكن استخدام بطاقة واحدة فقط على جانب العبوة بعكس الطرق التقليدية القديمة.

- **القوة وشدة التحمل**

تتميز البطاقات المثبتة أثناء القولبة in mold label بمقاومة الرطوبة والتغيرات الكبيرة في درجات الحرارة لذلك فهي تعتبر أفضل الاختيارات لاستخدامها مع العبوات البلاستيكية الخاصة بالمجمدات، كما تعتبر أيضاً مقاومة للخدوش ولا يمكن قطعها وليست عرضه للتجاعيد.

- **خفض وقت الإنتاج و التكلفة**

حيث أنه يتم دمج البطاقات مع العبوات داخل القالب أثناء انتاج الأخيرة في خطوة واحدة، وبذلك يتم توفير وقت ومراحل الإنتاج، وكذلك تكلفة التخزين والنقل للبطاقات.

- **صديقة للبيئة**

يعتبر دمج البطاقات داخل القوالب تحمي البيئة حيث يتم تصنيع العبوة والبطاقة من نفس الخامة (البولي بروبلين)، لذلك يمكن اعادة تدويرها كاملة بنسبة ١٠٠% في أقل وقت.

- **مدى واسع من المظهر و الاحساس**

يمكن استخدام مدى واسع من الخامات واستخدام العديد من الأحبار والورنيشات وهذا يسمح بإعطاء اختلاف ومظهر متميز للمنتج على أرفف العرض.

- **سرعة اجراء تعديلات في التصميم**

يستغرق تعديل أو تغيير التصميم من بطاقة إلى أخرى على ماكينات التشغيل لتلك التقنية وقت قصير جداً لعمل تغيير سريع، حيث لا يوجد تقريباً فقد في الإنتاج عند البدء بعمل تصميم جديد.

استخدام تقنية النانو تكنولوجي فى قوالب الحقن

تعتبر عملية التعبئة والتغليف من المراحل الأساسية في مرحلة ما بعد الإنتاج لضمان سهولة عملية تداول المنتجات كما أن الغاية من عملية التعبئة والتغليف هي كونها وحدة تداول سهلة تساعد على حفظ المنتجات سليمة خلال مرحلة النقل والتخزين والتسويق لأطول فترة ممكنة، كما تحمي المنتج الطازج من الأضرار الميكانيكية أثناء النقل والتداول، بجانب أهميتها في عملية التعريف بالمنتج حيث يمكن وضع البيانات اللازمة على العبوة وتتضمن (النوع والصنف والوزن أو العدد وبلد المنشأ والعلامة التجارية وفي بعض الأحيان احتواء المنتج على مواد نانومترية).

إن استخدام النانوتكنولوجي لتغطية قوالب الحقن يعمل على معالجة الجزء الخاص بملئ الراتنج المنصهر، كما يطلق التحديات للعبوات ذات التصميمات المعقدة نسبياً، سهولة وتسريع عمليات التصنيع ومواجهة أسعار المواد الخام المرتفعة للقوالب والراتنج، والنانومتر يعرف أنه ١ مليار من المتر ويستخدم في بعض القياسات الظاهرة فقط عن نسبة تكبير عالية جداً وعلى سبيل المثال فرخ من الورق يبلغ سمكه ١٠٠ ألف نانومتر، وشعرة لشخص يمكن أن تصل ٥٠-١٨٠ ألف نانومتر ويوجد ٢٥,٤٠٠,٠٠ نانومتر فى البوصة الواحدة.

فيتم استخدام النانوتكنولوجي- للتحكم والسيطرة على سلوك الذرات إلى تكون الجزئيات – من الممكن الأن استبدال وخلق بنية جزيئية بتصميمات مميزة مما يسمح لخلق خامات جديدة والتي تقدم وظائف خاصة ومميزة.

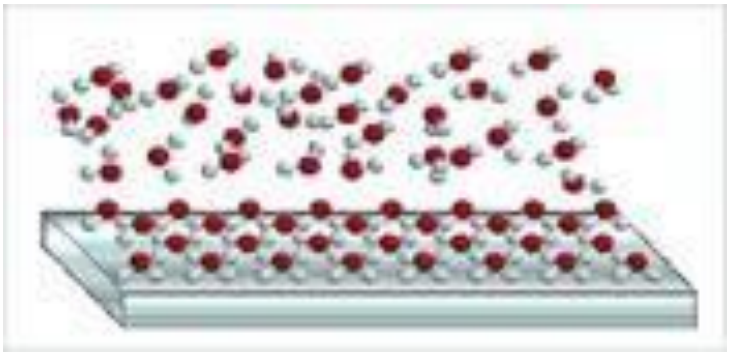
ويمكن لهذه الخامات أن تقدم خصائص مختلفة فالبعض يصبح أفضل في الموصلية الكهربية أو الحرارية، والبعض يصبح أقوى والبعض الأخر يقدم خصائص مغناطيسية، ويمكن للبعض تغيير اللون والحجم، والبعض بشكل كبير يغير خصائص السطح للمنتج المنفذ بهذه الخامات، فمع تقنية النانوتكنولوجي يتم الحصول على امكانيات ليس لها حدود لخلق منتجات التي كان يظن البعض أنه من المستحيل انتاجها.

النانوتكنولوجي والبلاستيك

تعتبر واحدة من أكبر الفرص لتحسين انتاج الأجزاء البلاستيكية وجودتها تكمن في تحسين جودة القالب فمع المتطلبات الحالية للحفاظ على المزايا العاليه فإن القوالب وصانعى القوالب على حد سواء تم تحديهم لتقديم منتجات ذات تصميم أكثر تعقيداً، سهولة انتاج متوقعة، إلى جانب الأسعار المرتفعة للمواد الخام من القوالب والراتنج لهذه التصميمات المعقدة.

فبعض الأجزاء تتطلب سماحيه ضيقة من تالف بسيط ومستوى عالى من تشطيب المنتج، والبعض الأخر يتطلب تصميمات غير مثالية والبعض يتطلب استخدام راتنجات متنوعة كمركب مما يجعلها عرضه لمشاكل الالتصاق أو الملئ بالإضافة إلى عيوب السطح، كما أن تغطية القالب باستخدام النانوتكنولوجى يمكنها معالجة هذه المشكلة بالإضافة إلى المشكلات الكبيرة التي تواجه صانعي القوالب والمشغلين.

وتساعد عملية التغطية على تقليل التالف وكذلك عمليات الصيانة كما تعمل على تحسين جودة عمل القالب وجودة القطعة المنتجة في عملية الحقن والنفخ ويتم عملية التغطية من خلال تشكيل حاجز نانومترى من جزيئات النانو المشكَّلة كما يوضح الشكل (٧).



شكل (٧) تشكيل الحاجز النانومتري من جزيئلت النانو

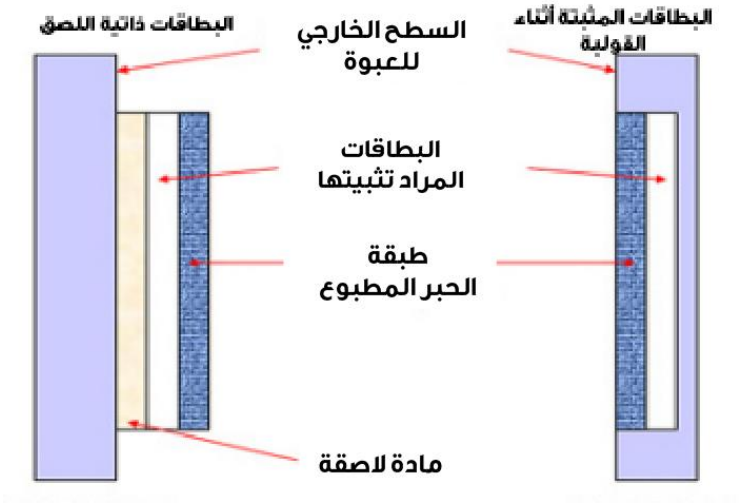
وتساعد عملية التغطية على تسهيل خروج الجزء المحقون من القالب بحيث يمكن أن تستمر عملية التغطية في بعض الحالات لتتعدى ٣٠٠ ألف دورة تشغيل للعملية الواحدة معتمدة على خامة القالب وتصميم ومعدل الضغط والتدفق الخاص بالراتنج.

وتتألف صيغة النانو لتغطية القالب من ٣ أجزاء جوهرية والتي تتجمع تلقائياً عند تطبيقها على سطح القالب فهذه الثلاث مكونات تعمل معاً لدور واحد لتكوين شبكة نانومترية مجهرية والتي تمنع السوائل من الوصول بين السطح، وفي نفس الوقت تسمح بتطاير البخار الناتج من الخامة إلى الهواء بدون عوائق، وبمجرد تطبيقها على الخامة يتم تبخر محلول الايثانول وتسمح للحبيبات التفاعلية بأن تثبت نفسها في الحال على خامة السطح بينما الأجزاء الغير متفاعلة تشكل الشبكة النانومترية على سطح التغطية.

وبعد اتمام عملية التغطية للقالب فتصبح الشبكة النانومترية متماثلة ومرتبطة مجهرياً على سطح خامة القالب ويكون الجزء العلوي من البنية المجهرية بتأثير الخامة الهجينة خامل كيميائياً ونافرة من الماء فهى ترفض الخامات التي يمكن أن تتصل معها، فهذا الحجم الضئيل للشبكة النانومترية يرفض المرور للبنية الجزيئية والتي تعتبر كبيرة لأن تمر، فقط الأجزاء في حجم جزئ النانو يمكنها أن تمر من خلال هذه الشبكة وبالتالي خامة الراتنج المستخدمه في القالب لا يلتصق مباشرة بسطح القالب فحتى الأن المادة المتفاعلة مازالت بخار قابل للنفاذ منه.

هذه التغطية يمكن أن تجعل القالب يتحمل ويقاوم الحرارة حتى درجة ٦٥٠ مئوية وذلك بسبب بنية الشبكة النانومترية تجعل طبقة التغطية تتمدد أو تتقلص مع اختلاف حجم القالب، وتعتبر تلك طبقة التغطية غير سامة ولا يحدث بها هجرة جزيئات لسطح العبوة داخل القالب لذا فليس لديها أى تأثير على المنتجات بعد اتمام الحقن، وإذا حدث أى ضرر لتلك الطبقة في أى جزء منها أو خدش دون قصد يمكن إعادة تغطية هذا الجزء وعند صعوبة تنفيذ هذه المعالجة يتم إزالة القالب وإرساله للشركة التي تقوم بعملية التغطية له بتقنية النانو لمعالجته.

مقارنة بين مراحل انتاج البطاقات ذاتية اللصق والبطاقات المثبتة أثناء القولبة



شكل (٨) مقارنة شكل البطاقات على العبوة.

مراحل الإنتاج للبطاقات ذاتية اللصق

طباعة البطاقات

1) مرحلة التجهيزات الطباعية Prepress

في البداية يتم إعداد التصميمات المراد طباعتها وفقاً لمعايير تصميم وطباعة البطاقات، ثم يتم اعداد الأسطح الطباعية، الأحبار، الخامة الطباعية والورنيشات الخاصة بتغطية البطاقات تبعاً لأمر الشغل الوارد من قسم التخطيط الخاص بالمطبعة.

يتم تجهيز الأسطح الطباعية حسب أمر التشغيل مع مراعاة أنه يتم طباعة بطاقات حيث يجب مراعاة عدة عوامل وهي (label distortion) حيث تتمدد الخامة الطباعية أثناء التشغيل فيراعى ذلك في مقاس التصميم بحيث عندما تتمدد الخامة أثناء الطباعة تصل للمقاس المطلوب.

2) مرحلة الطباعة Press

يتم تجهيز الأحبار مع مراعاة أن تكون صالحة للأغذية (Foodgrade) حيث تكون خالية في تكوينها من (heavy metals, cadmuim, titanuim) وذلك لاحتواءها على مواد مسرطنة، كما أنها تؤثر على هجرة جزيئات الحبر (migration) من العبوة إلى المنتج الداخلي حيث تعتمد طريقة رص عبوات الـ IML على رصها داخل بعضها، ثم يتم تجهيز الخامة الطباعية (حسب طلب العميل) واحضارها من المخازن من حيث النوع، المقاس والملمس(transperant, Glossy, Orange peal).

ومن خلال بعض اختبارات ضبط الجودة يتم التأكد من سلامة البطاقات المطبوعة وجودتها أثناء التشغيل.

3) مرحلة ما بعد الطبع Postpress

بعد اتمام الطباعة يتم ادخال البطاقات المطبوعة مرحلة القص والرص cut&stack حيث يتم قص البطاقات بمقاسها الصحيح.

حقن العبوات

تترتب خطوات الإنتاج كالتالي:

1- وضع راتنج المادة البلاستيكية (البولي بروبيلين) في القمع الخاص بالماكينة سواء كان في شكل حبيبات أو مسحوق.

2- تدخل المواد من فتحة القمع السفلية إلى اسطوانة ضمنها فرن التسخين.

3- ينصهر راتنج المادة البلاستيكية تدريجياً في فرن التسخين إعداداً لحقنها متقدمة نحو فوهة الحقن.

4- يتم دفع الراتنج المنصهر إلى الأمام بكمية مناسبة بواسطة ذراع كباس لاسطوانة هيدروليكية Screw تضمن وصول الحقن اللازم من فوهة الحقن إلى القالب (الاسطمبة).

5- ويتم خروج العبوة من القالب واعداد القالب لحقن العبوة التالية.

مرحلة اضافة البطاقات للعبوات

في هذه المرحلة يتم اضافة البطاقات ذاتية اللصق على العبوات التي تم تشكيلها من خلال اضافة مادة لاصقة للبطاقات ولصقها على العبوات.

مراحل الإنتاج للبطاقات المثبتة أثناء القولبة

يتم اتباع نفس الخطوات في مراحل تجهيزات ما قبل الطباعة، والطباعة، وما بعد الطباعة.

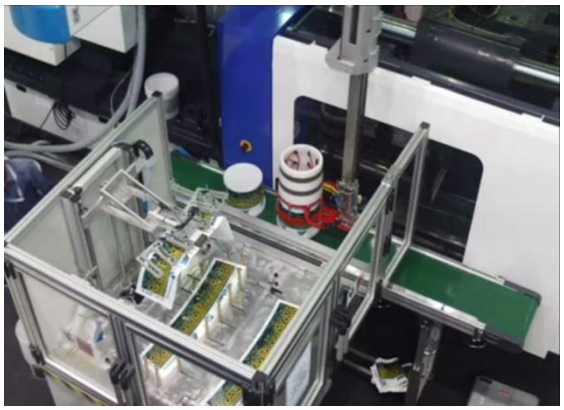
أما بالنسبة لمرحلة حقن العبوات فتختلف المسارية حيث يتم:

حقن العبوات

تختلف ماكينات تثبيت البطاقات أثناء حقن العبوات البلاستيكية عن نظيرتها المستخدمة للبطاقات ذاتية اللصق في أنها يضاف اليها وحدة الروبوت الآلي:

و تترتب خطوات الإنتاج كنفس الخطوات المتبعة لحقن العبوات المستخدمة للبطاقات الذاتية اللصق مضافاً اليها بعض الخطوات مثل:

1- يقوم الروبوت بتغذية ماكينة حقن البلاستيك بالبطاقات من خلال التقاطها من البواكي المرصوصة (شكل ٩) .



شكل (٩) : وضع الروبوت للعبوة التي تم حقنها والاستعداد لإلتقاط بطاقة أخرى.

2- و يقوم الروبوت بوضع البطاقات على cone يشبه العبوة تماماً لتأخذ البطاقات الشكل الصحيح للعبوة.

3- ثم يقوم الروبوت بتغذية ماكينة حقن البلاستيك بالبطاقات وبوضعها داخل القالب قبل أن يلتقي الجزءان السالب والموجب لقالب العبوة مباشرة وذلك من خلال ميكانيزم حركي (شكل ١٠).

شكل (١٠) : تغذية الروبوت لماكينة الحقن بالبطاقة التي تم إلتقاطها.

4- ثم يتم التأكد من أن البطاقة في مكانها الصحيح وتم تثبيتها جيداً.

5- ثم يعود الروبوت لإعادة مساره مراراً وتكراراً والتقاط البطاقات (شكلى ١١، ١٢).

شكل (١١) : خروج الروبوت بالعبوة التي تم حقنها وتثبيت البطاقة عليها.

شكل (١٢) : وضع العبوة التي تم تشكيلها في المكان المحدد لها.

6- يتم سريان الراتنج المنصهر في المسار المخصص في القالب لملئ تجاويف القالب بالكامل.

7- رجوع ذراع كباس الإسطوانة الدافعة للراتنج المصهور لنكرر نفس الخطوات السابقة مرة أخرى من حيث التغذية بالراتنج الجديد من خلال القمع.

8- استمرار إغلاق القالب خلال فترة زمنية كافية لتبريد العبوة البلاستيكية التي تمت قولبتها للتو.

9- يفتح القالب ويتم اخراج العبوة خارج تجويف القالب لتكون النتيجة العبوة مضاف إليها البطاقة في نفس العملية.

10- ثم يغلق القالب مرة أخرى لعمل عبوات جديدة وتثبيت البطاقات عليها أثناء القولبة وتكرار نفس العملية تباعاً.

وجه المقارنة	البطاقات ذاتية اللصق	البطاقات المثبتة أثناء القولبة IML
مراحل الإنتاج	٣مراحل • طباعة البطاقات • تشكيل العبوات • لصق البطاقات على العبوات	مرحلتين فقط • طباعة البطاقات • تشكيل العبوات وتثبيت البطاقات عليها
طرق التثبيت	باستخدام مادة لاصقة	أثناء حقن العبوات بدون مواد لاصقة
إعادة التدوير	تحتاج لفصل البطاقات عن العبوات	لا تحتاج لفصل البطاقات عن العبوات

مقارنة اقتصادية بين البطاقات المثبتة أثناء القولبة والبطاقات ذاتية اللصق

تتضمن هذه المقارنة التكلفة الإقتصادية لكلا الطريقتين لإنتاج البطاقات، حيث تمت هذه المقارنة بدراسة حقن عبوة تزن ٢ كجم وتثبيت البطاقة عليها بكلا الطريقتين على أقل كمية (٥٠,٠٠٠ عبوة) وكمية (مليون عبوة).

وجه المقارنة	البطاقات ذاتية اللصق	البطاقات المثبتة أثناء القولبة IML
في حالة تنفيذ ٥٠,٠٠٠ بطاقة + العبوة	تصل إلى ٦,٩٠ قرشاً + تكاليف التخزين والنقل وإضافة البطاقات للعبوات + الضريبة	تصل إلى ٥,٤٥ قرشاً + الضريبة
في حالة تنفيذ مليون بطاقة + العبوة	يمكن أن تصل إلى ٦,٠٠ قرشاً + تكاليف التخزين والنقل وإضافة البطاقات للعبوات + الضريبة	يمكن أن تصل إلى ٤,٨٥ قرشاً + الضريبة

تحتاج تقنية تثبيت البطاقات أثناء القولبة لمُعدَّة آلية الحركة (روبوت) تضاف إلى ماكينات الحقن لإمكانية تطبيقها والذي يمكن استخدامه لحقن الكثير من العبوات البلاستيكية مختلفة الحجم والتصميمات.

مقارنة بين البطاقات المثبتة أثناء القولبة والبطاقات ذاتية اللصق من حيث امكانية اعادة التدوير.

البطاقات ذاتية اللصق

تتطلب عملية اعادة التدوير للعبوات والبطاقات ذاتية اللصق إلى الكثير من الوقت حيث يجب أن نقوم بفصل العبوة عن البطاقة لاختلاف الخامات المصنوعه منها، حيث يمكن أن تكون العبوة مصنوعه من مادة البولي استر بينما خامة البطاقة مصنوعه من البولي ايثيلين.

فإذا قمنا بعمل إعادة تدوير لعبوات البولي استر مع عبوات البولي ايثيلين على درجة انصهار البولي ايثيلين تكون النتيجة خامة غير معلومة درجة الانصهار، وإذا قمنا بتلك العملية على درجة انصهار البولي استر ينتج مادة مشوهة وبها أماكن محروقة في التشكيل و يرجع ذلك إلى ارتفاع درجة الانصهار بالنسبة للبولي ايثيلين.

لذلك نحتاج للكثير من الوقت لفصل خامة البطاقات عن خامة العبوة البلاستيكية للبدء في عملية اعادة التدوير.

البطاقات المثبتة أثناء القولبة

تتم إعادة تدوير العبوات والبطاقات المثبتة أثناء القولبة في عملية واحدة حيث أنهما من نفس الخامة وبذلك تتم عملية إعادة التدوير للعبوة والبطاقة معاً في وقت واحد وبدون أي تأثير سلبي على البيئة وفي وقت أقل من التقليدي حيث لا تتطلب فصل البطاقات عن العبوات لإعادة تدويرها.

تعتبر عملية إعادة التدوير لعبوات تلك التقنية تحتاج إلى دراسة طبيعة المادة المراد اعادة تدويرها وكذلك درجات الانصهار Melting Point الخاصة بها، حيث تعتبر درجات الانصهار أهم العوامل المؤثرة على عملية اعادة تدوير العبوات بشكل عام حيث يمكن عمل إعادة تدوير لعبوات البولي بروبيلين مع البطاقات المصنوعة من البولي بروبيلين أو البولي ايثيلين وذلك لأن درجات الانصهار لهما قريبة جداً من بعضهم تصل إلى ٢٢٠ درجة مئوية ، ولكن عند عمل إعادة تدوير لعبوات مصنوعة من البولي استر فيجب أن يكون مع البطاقات المصنوعة من البولي استر أيضاً و ذلك لأن درجات الانصهار للبولي استر مرتفعة جداً تصل إلى ٣٨٠ درجة مئوية.

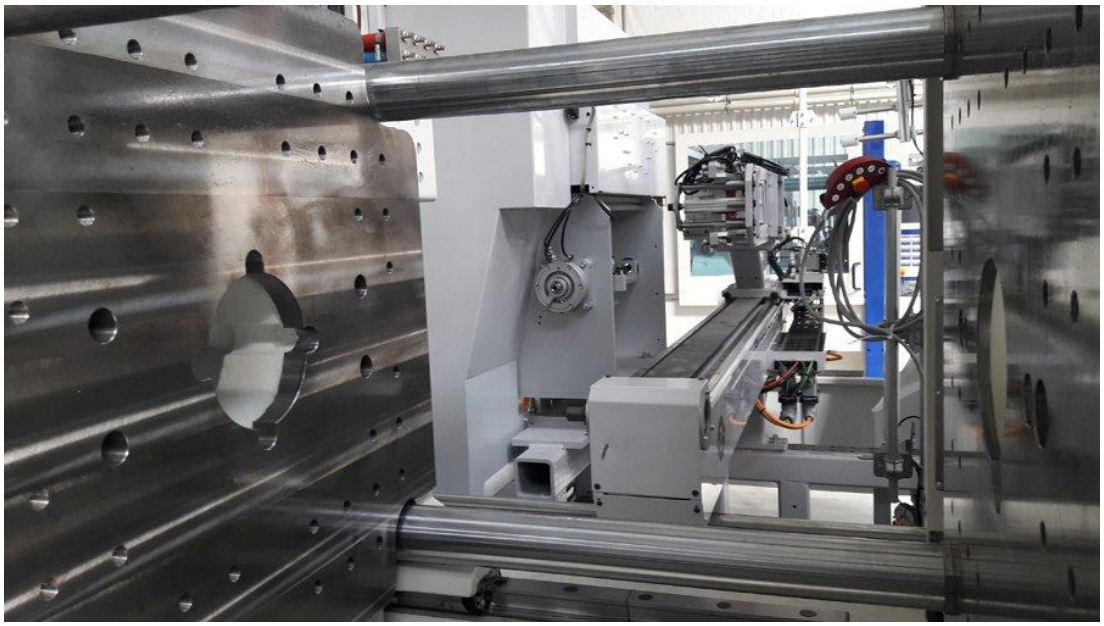
ومن تلك المقارنة السابقة بين أنواع البطاقات يتبين التالي:

أفضلية البطاقات المثبتة أثناء القولبة عن نظيرتها ذاتية اللصق للعديد من المميزات المذكورة وتلاشي الكثير من العيوب الموجودة في الأخيرة، من حيث تقليل الكثير من الوقت في مراحل الإنتاج وكذلك اختصار مراحل الانتاج لما له من توفير الكثير من الوقت والجهد.

وكذلك توفير الكثير من الوقت عند إعادة تدوير العبوات البلاستيكية وخاصة وفي ظل تزايد معدل النمو الخاص بتقنية تثبيت البطاقات أثناء القولبة عالمياً وتحقيق إنتاج ذو جودة عالية مع تقليل تكاليف الإنتاج المختلفة فتصبح هذه التقنية هي الأفضل.

شكل (١٣) ماكينة حقن العبوات بدون اضافة البطاقات

شكل (١٤) ماكينة حقن العبوات وتثبيت البطاقات أثناء الحقن مضافاً اليها وحدة الروبوت



شكل (١٥) الروبوت المضاف لماكينة الحقن العادية لإمكانية تثبيت البطاقات أثناء القولبة

الجانب العملي

أولاً: الجانب العملي من الدراسة:

يتضمن الجانب العملي تحليل لبعض العبوات المغطاة بالبطاقات ذاتية اللصق قديماً والعبوات المغطاة بالبطاقات المثبتة أثناء القولبة حديثاً، وتأثير هذا الإختلاف على عملية التداول والأداء الوظيفي والجمالي للمنتجات وإعادة تدويرها بعد الإستخدام.

شكل (١٦) اختلاف الجودة بين البطاقات ذاتية اللصق والمثبتة أثناء القولبة لعبوة حلوى

شكل (١٧) اختلاف الجودة بين البطاقات ذاتية اللصق والمثبتة أثناء القولبة لعبوة الرشيدي

شكل (١٨) اختلاف الجودة بين البطاقات ذاتية اللصق والمثبتة أثناء القولبة لعبوة دهانات

شكل (١٩) اختلاف الجودة بين البطاقات ذاتية اللصق والمثبتة أثناء القولبة لعبوة أيس كريم.

شكل (٢٠) مشكلة تلف البطاقات ذاتية اللصق أثناء التداول والنقل في الأسواق.

شكل (٢١) عبوة مثبت عليها البطاقات ذاتية اللصق تتعرض للإزالة أثناء عرضها على أرفف البيع.

شكل (٢٢) أثر تعرض البطاقات المثبتة أثناء القولبة وذاتية اللصق لعملية الغسيل أثناء الإستخدام.

النتائج والتحليل العام للبطاقات

إن هدف استخدام التغليف بالبطاقات كوسيلة اتصال خاصة في مجال التغليف هو نقل المعلومات والبيانات بسهولة من المنتج إلى المستهلك، وحصول المستهلك على ما يريد شراؤه بسهولة، حيث التصميم الرائع الذي يجذب المستهلك، وتحتوي البطاقات على كافة المعلومات والبيانات الخاصة بالمنتج، وسائل التأمين ضد تزييف المنتج وتاريخي الإنتاج والصلاحية.

وبمقارنة المنتجات المغلفة بالبطاقات ذاتية اللصق والبطاقات المثبتة أثناء القولبة نجد أن نفس المنتجات عبر مر الزمان كانت تستخدم البطاقات وتثبيتها باستخدام اللصق الذاتي على العبوات ويتم تصنيع العبوات مروراً بثلاث مراحل إنتاج وعند إعادة تدويرها يلزم فصل العبوات عن البطاقات عن أغطية العبوات، ولكن حديثاً لجأت الشركات المحلية لإستخدام تقنية تثبيت البطاقات أثناء القولبة حيث التوفير في التكلفة الإنتاجية وكذلك تقليل مراحل الإنتاج وارتفاع مستوى الجودة وضمان الحفاظ على هوية المنتج والعبوة.

كما توفر التقنية الأخيرة الشكل الجذاب والجودة بشكل أفضل من البطاقات ذاتية اللصق بالإضافة إلى وضوح الألوان ونقاؤها، وكذلك التنوع في الملمس الخاص بالبطاقة حيث يمكن إدراج الكثير من الحيوية للبطاقات من خلال تنوع الملمس (مثل إنتاج بطاقات لعصير برتقال ذات ملمس البرتقال) بالإضافة إلى المحافظة على هوية المنتج والشركة المنتجة طوال فترة استخدام العبوة وذلك لعدم القدرة على نزع البطاقات من العبوة، وتغطية العبوة كاملة بالبطاقات أياً كان مقاسها وأماكنها بعملية واحدة على عكس البطاقات ذاتية اللصق والتي يمكن أن تحتاج لأكثر من خطوة لتثبيت أكثر من بطاقة على عبوة واحدة كما لا يمكن تغطية العبوة كاملة بالبطاقات مما يضيع الكثير من الوقت.

كما تستطيع البطاقات المثبتة أثناء القولبة مقاومة الكثير من ظروف الإستخدام التي تتعرض لها العبوات أكثر من نظيرتها ذاتية اللصق مثل سهولة فصلها عن العبوة وبالتالي ضياع هوية المنتج وسهولة تزييف العبوة، لذا لجأ معظم مستخدمي التغليف بالبطاقات لإستخدام هذه التقنية الجديدة في إنتاج البطاقات على العبوات البلاستيكية الخاصة بهم لما لها من مميزات توفر الكثير من الوقت والجهد والتكلفة.

كما أن استخدام النانوتكنولوجي في تطوير قوالب الحقن للعبوات مع تثبيت البطاقات عليها أثناء القولبة يعطي العبوات الناتجة متانة أكبر وجودة ومقاومة أفضل للعديد من العوامل، كما تؤدي لزيادة العمر التشغيلي لقالب الحقن بشكل كبير لتتعدى ٣٠٠ ألف دورة تشغيلية كما تزيد من تحملية القالب للحرارة والتي تصل إلى ٦٥٠ درجة مئوية مما يتيح استخدام العديد من الخامات داخل قالب الحقن.

التوصيات

يوصي الدارس بضرورة تنفيذ ما يلي من توصيات للحصول على عبوات بلاستيكية من خامة البولي بروبيلين مثبت عليها أثناء القولبة بطاقات البولي بروبيلين المطبوعة مسبقاً ذات جودة ممتازة باستخدام تكنولوجيا النانو.

1. بدء القائمين على مجال التغليف بالبطاقات استخدام تقنية تثبيت البطاقات أثناء القولبة لما لها من مميزات من حيث تقليل الوقت والتكلفة وكذلك الأيدي العاملة.
2. يجب مراجعة ثخانة البطاقات حيث ألا تقل عن نسبة معينة وهي من ٥٧– ٦٧ ميكرون، وذلك لضمان ثبات البطاقات داخل قالب الحقن و ألا تنصهر أو لا تلتصق جيداً بسطح العبوات.
3. كما يوصي الدارس بضرورة مراعاة رص العبوات بعد قولبتها مباشرة جيداً تجهيزاً لإختبارها.
4. يجب الإهتمام بإجراء أعمال الصيانة الدورية لجهاز الشحن الكهربى والتأكد من أنه يعمل بصورة سليمة أثناء التشغيل وحقن العبوات.
5. ضرورة مراجعة درجة حرارة القالب ودرجة انصهار الراتنج الخام قبل البدء في قولبة العبوات.
6. ضرورة تحديد زمن دورة التشغيل لكل عبوة لتشغيلها مع الروبوت المناسب لها.
7. مراعاة تنفيذ اختبارات الجودة طبقاً للمواصفات العالمية القياسية على العبوات الناتجة.

مصادر البحث ومراجعه:

1. عمرو أسامة - رفع جودة طباعة البطاقات البلاستيكية ذاتية اللصق على ماكينات الفلكسوجراف ضيقة الشرائط - رسالة دكتوراه غير منشورة – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان – ٢٠١٢م .

1. eamrw 'usamat - rafae judat tibaeat alkurut albilastikiat dhatiat allasaqi ealaa makinat filiksughraf dayiqat - risalat dukturat ghayr manshurat - kuliyat alfunun altatbiqiat - jamieat hulwan - 2012.

2. محمد جمال الدين – زيادة كفاءة إنتاج البطاقات للعبوات البلاستيكية باستخدام تكنولوجيا تثبيت البطاقات أثناء القولبة في السوق المحلي – رسالة ماجستير غير منشورة – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان – ٢٠١٨م.

2. muhamad jamal aldiyn - ziadat kafa'at 'iintaj albitaqat lileubuaat albilastikiat biaistikhdam tiqniat bitaqat altathbit 'athna' alsabi fi alsuwq almahaliyi - risalat majistir ghayr manshurat - kuliyat alfunun altatbiqiat - jamieat hulwan - 2018.

3. Mark Keeton, A History of In-Mold Labeling, in Less Than Five Minutes, Taylor communications, 2014.

4. Kate Bertrand Connolly, Strong growth is forecast for in-mold labeling through 2019, Labels, 2015.

5. https://www.statista.com/statistics/682106/global-market-size-of-in-mold-labels

6. http://www.kenanaonline.net/page/1431

7. http://www.conserve-energy-future.com/recyclingplastic.php

8. https://www.moldmakingtechnology.com/articles/nanotechnology-benefits-to-the-mold

9. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2017.01735/full

10. https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-in-mold-labels-market.