استخدام التجهيزات الرقمية الحديثة للحفر الإلكتروميكانيكى والليزرى فى تحسين جودة طباعة الروتوجرافيور لخامات التغليف المرن

أ. د / جلال علي سلام ·

أستاذ بقسم الطباعة والنشر والتغليف
كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

م.د / تامر علي عبد المجيد

مدرس بقسم الطباعة والنشر والتغليف
كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

محمد عبد القادر محمد صابر الجرمنتي

مصمم بوزارة المالية

ملخص البحث:

في عصر المنافسة والاستثمار .. في عصر كل ما هو جديد .. لجأ العالم أجمع إلي استخدام التكنولوجيا واستحداثها والاستفادة منها، ولقد لاقت الطباعة بشتي طرقها وتقنياتها نصيباً كبيراً من هذا التطور والتقدم.

وقد حققت طباعة الروتوجرافيور منذ سنوات عديدة مضت شهرة بأنها طريقة ذات تكلفة عالية فى طباعة النشر حيث استخدمت الطريقة الطباعية أولاً فى مجال النشر. وطبيعة هذا الاستثمار يكون عادة لمشوار طباعي واحد، وبذلك ومع تكلفتها الأولية العالية عرفت بطباعة المشوار الطباعى الأطول (قد يصل إلى مليون طبعة). وتلعب التجهيزات الرقمية حالياً دوراً بارزا وحيوياً في إحداث طفرة في السوق الطباعية بشكل عام، وطباعة الروتوجرافيور ليست ببعيدة عن هذا التطور الحادث، فكان لزاماً علينا دراسة أثر التجهيزات الرقمية الحديثة في تحسين جودة طباعة الروتوجرافيور لخامات التغليف المرن داخل جمهورية مصر العربية . فمع زيادة استخدام التقنيات والتجهيزات الرقمية في المراحل الإنتاجية المختلفة لطباعة الروتوجرافيور وأثرها الواضح علي تحسين جودة المنتج الطباعي النهائي أصبح لزاما علينا دراستها والتعرف عليها وبيان مدي أهميتها وانعكاس ذلك علي المنظومة الطباعية ككل وطباعة الروتوجرافيور وخامات التغليف المرن بصفة خاصة.

وتكمن مشكلة البحث فى قصور استخدام التجهيزات الرقمية الحديثة بتقنيات الحفر الإلكتروميكانيكى والليزرى لطباعة الروتوجرافيور على خامات التغليف المرن.

وهدف البحث هو تحسين جودة طباعة الروتوجرافيور لخامات التغليف المرن عن طريق الاستغلال الأمثل للتجهيزات الرقمية الحديثة بتقنيات الحفر الإلكتروميكانيكى والليزرى.وانتهج الباحثون المنهجين الوصفى التحليلي والتجريبي.وسعياً وراء تحقيق هدف البحث تم تناول النقاط التالية:

- مبادئ طباعة الروتوجرافيور
- التقنيات الرقمية الحديثة للحفر الإلكتروميكانيكى لاسطوانة الروتوجرافيور
- التقنيات الرقمية الحديثة للحفر بالليزر لاسطوانة الروتوجرافيور
- جودة طباعة خامات التغليف المرن بالروتوجرافيور.

Research summary:

In an era of competition and investment .. in the era of everything new .. resorted to the whole world the use of technology , development and utilization of it. Printing methods and its technologies met large share of this development and progress.

Rotogravure printing has achieved many years ago known as the method of high cost in publishing printing , where used firstly in the field of publishing, and the nature of this investment is usually for one printing run, so and with the high initial cost known as longer printing run method (up to one million print).

Digital making currently play a prominent and vital role in bringing about a boom in the printing market in general , and rotogravure printing print not far from this incident development, it was necessary for us to study the impact of modern digital making to improve rotogravure printing quality of flexible packaging materials within the Arab Republic of Egypt

With the increased use of digital making and technologies in various production stages of rotogravure printing and its obvious impact of improving the quality of the finished printed product , for us- become necessary- to study and identify them and their relevance and impact on the printing systems as a whole and rotogravure printing and flexible packaging materials in particular.

The problem of the research lies in insufficiency of the use of modern digital making techniques such as electromechanical and laser engraving of rotogravure printing on flexible packaging materials.

The aim of the research is to improve the print rotogravure printing quality for flexible packaging materials through the optimum utilization of modern digital making techniques such as electromechanical and laser engraving.

The researchers followed analytical survival study and experimental work.

In pursuit of the research aim taking the following points:

- Rotogravure printing principles.
- Modern digital technologies of electromechanical engraving for rotogravure cylinder.
- Modern digital technologies of laser engraving for rotogravure cylinder.
- Rotogravure Printing quality of flexible packaging materials.

مقدمة :

في عصر المنافسة والاستثمار .. في عصر كل ما هو جديد .. لجأ العالم أجمع إلى استخدام التكنولوجيا واستحداثها والاستفادة منها، ولقد لاقت الطباعة بشتى طرقها وتقنياتها نصيباً كبيراً من هذا التطور والتقدم . ومنذ استخدام المهارة اليدوية و الأداء الفني إلى استخدام الكمبيوتر فى التحكم فى مرحلة ما قبل الطبع ومرحلة الطبع للطرق الطباعية، والذي أدى إلى تحسين الجودة الطباعية وملاءمة المنتج المطبوع وتحقيق أعلى سرعة للطبع، ففي طباعة الروتوجرافيور للنشر نجد وصول السرعات إلى١٥ متر فى الثانية وعرض البكر المطبوع إلى ٤,٣٢ متر. وقد حققت طباعة الروتوجرافيور منذ سنوات عديدة مضت شهرة بأنها طريقة ذات تكلفة عالية فى طباعة النشر حيث استخدمت الطريقة الطباعية أولاً فى مجال النشر، وطبيعة هذا الاستثمار يكون عادة لمشوار طباعي واحد، وبذلك ومع تكلفتها الأولية العالية عرفت بطباعة المشوار الطباعى الأطول (قد يصل إلى مليون طبعة) وهناك قول مأثور بأن (طباعة الروتوجرافيور هى طباعة المشاوير الطباعية الطويلة). وعلى غير طباعة النشر نجد أن طباعة التغليف تتكون عادة من مشاوير إنتاج متعددة (الحجم الصغير جداً من التغليف المستخدم اليوم هو مشوار إنتاج واحد). وتلعب التجهيزات الرقمية حالياً دوراً بارزا وحيوياً في إحداث طفرة في السوق الطباعية بشكل عام، وطباعة الروتوجرافيور ليست ببعيدة عن هذا التطور الحادث. فكان لزاماً علينا دراسة أثر التجهيزات الرقمية الحديثة في تحسين جودة طباعة الروتوجرافيور لخامات التغليف المرن داخل جمهورية مصر العربية . فمع زيادة استخدام التقنيات والتجهيزات الرقمية في المراحل الإنتاجية المختلفة لطباعة الروتوجرافيور وأثرها الواضح علي تحسين جودة المنتج الطباعى النهائي أصبح لزاما علينا دراستها والتعرف عليها وبيان مدى أهميتها وانعكاس ذلك علي المنظومة الطباعية ككل وطباعة الروتوجرافيور وخامات التغليف المرن بصفة خاصة. (جلال سلام ، ٢٠١٥ : ٣٧) ، (Helmut Kiphan, 2001 : 360)

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في قصور في استخدام التجهيزات الرقمية الحديثة بتقنيات الحفر الإلكتروميكانيكى والليزرى لطباعة الروتوجرافيور على خامات التغليف المرن.

هدف البحث :

تحسين جودة طباعة الروتوجرافيور لخامات التغليف المرن عن طريق الاستغلال الأمثل للتجهيزات الرقمية الحديثة بتقنيات الحفر الإلكتروميكانيكى والليزرى.

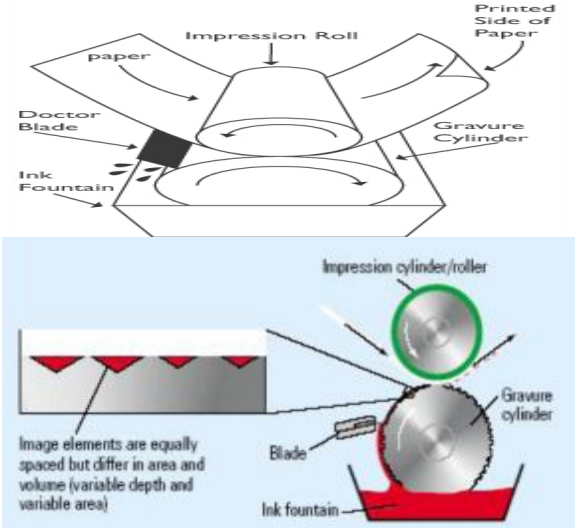
منهج البحث :

انتهج الباحثون المنهجين الوصفى التحليلى والتجريبى
وسعياً وراء تحقيق هدف البحث تم تناول النقاط التالية:

- مبادئ طباعة الروتوجرافيور
- التقنيات الرقمية الحديثة للحفر الإلكتروميكانيكى لاسطوانة الروتوجرافيور
- التقنيات الرقمية الحديثة للحفر بالليزر لاسطوانة الروتوجرافيور
- جودة طباعة خامات التغليف المرن بالروتوجرافيور.

مبادئ طباعة الروتوجرافيور:

في طباعة الروتوجرافيور تكون مناطق الصورة محفورة في سطح الاسطوانة وتكون المناطق غير الطباعية في مستوى سطح الاسطوانة ويتم تحبير السطح بالكامل، ويتم إزالة الحبر بواسطة ماسح أو سلاح كشط من المناطق غير الطباعية قبل عملية الطباعة، ويبقي الحبر في الخلايا الطباعية المحفورة، وينتقل الحبر إلي الخامة الطباعية من الخلايا بواسطة الضغط الطباعى وقوى الالتصاق بين الخامة والحبر. ويوضح شكل (١) نظرية طباعة الروتوجرافيور (جلال سلام ، ٢٠١٥ : ٩، ١٠) (Helmut Kiphan, 2001: 48,360)

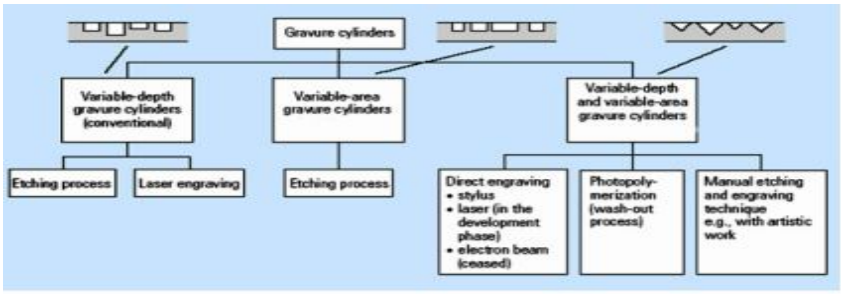


شكل (١) نظرية طباعة الروتوجرافيور

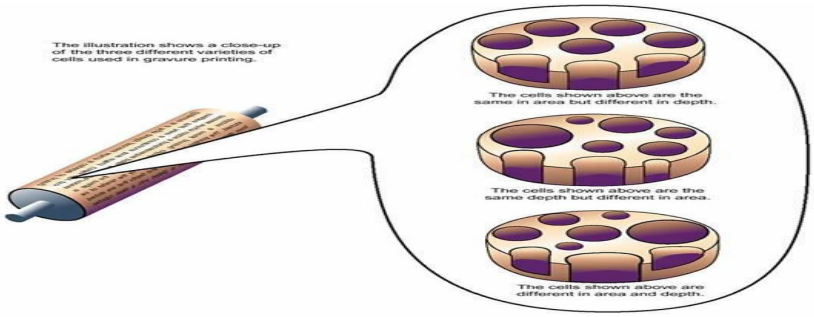
وتستخدم طباعة الروتوجرافيور اقتصادياً لطباعة المشوار الإنتاجي الطويل نسبياً، وتستخدم الطباعة الملونة اسطوانة طباعية لكل لون مطلوب طباعته طبقاً لعملية فصل الألوان، وعند الرغبة في طباعة عملية جديدة يتم تغيير الاسطوانات وبذلك تكون مطابع الروتوجرافيور بحاجة إلي تخزين العديد من الاسطوانات خاصة عندما تقوم المطابع بتكرار طباعة نفس العمل الطباعى وطبقاً لمقاس الطباعة تكون الإسطوانات ثقيلة الحمل ويتطلب ذلك نظام تروس خاص لحملها وتداولها وتحويلها، ومن ذلك فإن الأساليب المتنوعة لإعادة إنتاج الأصول المستمرة الدرجات الظلية فى الطباعة الغائرة (الروتوجرافيور) وتتنوع أشكال الخلايا الطباعية إلى :

أ- الخلايا الطباعية مختلفة العمق
ب- الخلايا الطباعية مختلفة المساحة أو العرض
جـ- الخلايا الطباعية مختلفة العمق والمساحة أو العرض

(جلال سلام ، ٢٠١٥ : ١١)، (Helmut Kiphan, 2001 :49)



شكل (٢) الأساليب المتنوعة لإعادة إنتاج الأصول المستمرة الدرجات الظلية فى الطباعة الغائرة (الروتوجرافيور) وأشكال الخلايا الطباعية الناتجة.



شكل (٣) الخلايا المتكونة نتيجة عمليه الحفر من أعلى خلايا متساوية المساحة أو العرض ولكنها مختلفة العمق ، ومن الوسط خلايا متساوية العمق ولكنها مختلفة المساحة أو العرض ، ومن أسفل خلايا مختلفة العمق والمساحة أو العرض.(Chiawei Wu, 2010 :17)

التقنيات الرقمية الحديثة للحفر الإلكتروميكانيكى لاسطوانة الروتوجرافيور:

تعتبر طريقة الحفر الالكتروميكانيكى هى الطريقة السائدة لحفر الاسطوانات منذ اختراعها، هذا التطور الحادث في صناعة وتكنولوجيا الحفر فتح العديد من المجالات أمام طباعة الروتوجرافيور وعدد من استخداماتها في طباعة التغليف المختلفة والديكورات ومختلف الرسوم التوضيحية. وتستغرق طريقة الحفر الالكتروميكانيكية قدراً كبيراً من الوقت وذلك لإنتاج اسطوانة محفورة وجاهزة للطباعة، وبالتالي تتكلف الكثير من المال، وفي الآونة الأخيرة تم إحراز تقدم من أجل تحسين سرعة الحفر الالكتروميكانيكى ولكن بعض الأعمال الكبيرة وذات المعلومات التفصيلية العديدة قد تستغرق من ساعات إلي أيام حتي يتم حفرها.(Gravure Cylinder Engraving. 2003: 175)

وفى الماضي كانت عمليات الحفر التقليدي الالكتروميكانيكى تتم من خلال المسح الضوئي لصورة ايجابية علي ورق البروميد، ويتكون الماسح الضوئي أو الاسكانر من١٢رأس مسح أو ١٦رأس مسح وتتحرك فيه رؤوس المسح علي اسطوانة المسح المتصلة باسطوانة الحفر المراد حفرها عن طريق وسائل ميكانيكية (نظم تحريك متوافقة السرعة كهربياً). ومن الملاحظ أن اسطوانات الطباعة المحفورة الكتروميكانيكياً بهذه الطريقة تكون أكثر عرضة لفقد النقط (الخلايا الطباعية) عن الاسطوانات الطباعية المحفورة كيميائياً بالحمض حيث أن الخلايا تنقل كمية من الحبر أقل إلي الخامة الطباعية بسبب شكلها، وتحسن الطباعة الالكتروستاتيكية من رفع درجة تقعر الحبر في الخلايا الطباعية لتحسين عملية تبلل الخامة الطباعية بالحبر. وتستخدم هذه الطريقة لمنع عيوب النقط المفقودة في طباعة الروتوجرافيور، وكذلك التقليل من التكلفة العالية جداً لمستلزمات إنتاج اسطوانة الروتوجرافيور حيث أنها السبب الرئيسي في استخدام طباعة الروتوجرافيور في الطباعة الكمية للمنتجات التي يصل فيها المشوار الطباعي إلي أكثر من ٥٠٠٠٠٠ طبعة لتحقيق فاعلية التكلفة.

وقد يحدث وأن ينتج تأثير المواريه في طباعة الليثو أوفست أو الطباعة البارزة عند الطباعة متعددة الألوان ويمكن تقليل هذا التأثير باستخدام شبكات ذات زاوية مناسبة لكل حفر، ويتم محاكاة الزاوية الشبكية في طباعة الروتوجرافيور عن طريق تضييق أو تطويل الخلايا . (Gravure Cylinder Engraving. 2003: 175-255)

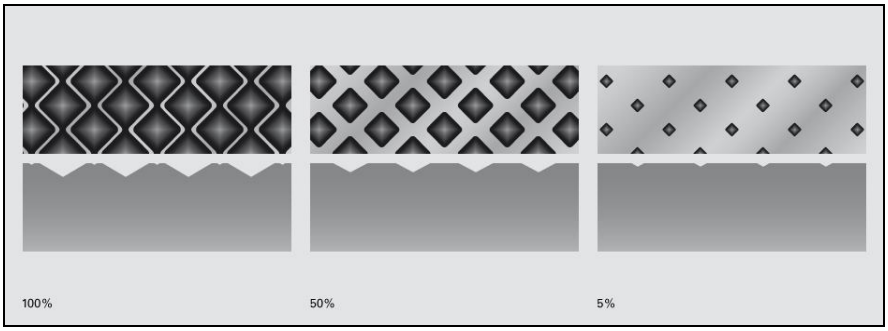
وتتلخص مسارية الحفر الرقمي الإلكتروميكانيكى الحالية والتي تستخدم بشكل واسع الانتشار حيث يتم التحكم مباشرة في المعلومات المسجلة في مرحلة ماقبل الطبع عن طريق :

١- تجهيز التصميم علي الكمبيوتر وإرساله إلي وحدة الكمبيوتر المتصلة بوحدة الحفر.

٢- يتم إجراء الحفر بشكل مشابه لعملية القطع الدائرية بشكل متقطع وفقاً لذبذبات أو ترددات إبر الحفر (أسنان الماس) ، وتدور الاسطوانة خلال عملية الحفر علي سطح ثابت السرعة وفي نفس الوقت تتحرك إبر الماس لرؤوس الحفر في ترددات بناءاً علي إشارتين أحدهما ضوئية والأخرى شبكية لتحديد التسطير الشبكي وتنتج إشارة معدلة تصل لرأس الحفر ويتم خلال هذه العملية :

- إزالة البقايا علي سطح النحاس بواسطة مكشط مثبت علي رأس الحفر خلال عملية الحفر ويجب تلميع الاسطوانة برقة قبل اخذ البروفة الطباعية علي ماكينة البروفات.
- يتم تصحيح الاسطوانة يدوياً وفقا للبروفة الطباعية.
- يتم طلاء الاسطوانة كهربيا بالكروم بعد تصحيحها .

وقد تم من خلال هذا النظام حفر الاسطوانات رقمياً من خلال بيانات تأتي مباشرة من الكمبيوتر وليس من نسخة تناظرية يتم مسحها ضوئياً وفيه تم الحصول علي احجام خلايا متنوعة في العرض والعمق للخلية الطباعية .(Gravure Cylinder Engraving. 2003: 175-255)



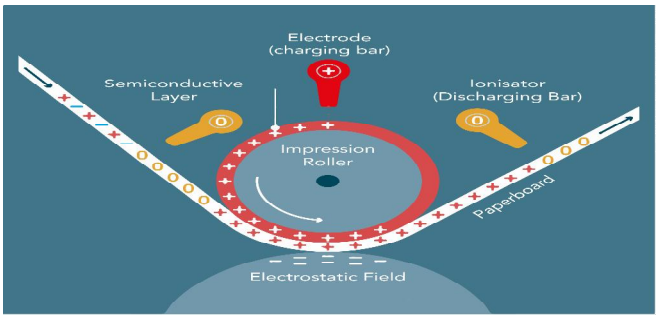
شكل (٤) خلايا متنوعة العمق والعرض منتجة بطريقة الحفر الإلكتروميكانيكى

ويخدم الحفر الالكتروميكانيكى نوعين أساسين من الأسواق (سوق النشر وسوق التغليف) فسوق النشر يتطلب عادة من ٨– ١٦ رأس حفر بينما سوق التغليف يتطلب عادة رأس حفر واحدة لإتمام عملية الحفر. ويجدر بنا هنا ذكر بعض الحقائق عن الحفر الرقمي الإلكتروميكيانيكى لاسطوانة الروتوجرافيور:

- استخدام رؤوس حفر متعددة يساعد وبشكل أساسي في تقليل الوقت المستغرق في إتمام بعض الأعمال في وقت وجيز والتي يأتي على رأسها المنتجات المختلفة لمطبوعات النشر، وفي حالة استخدام أكثر من راس حفر فيجب معايرتها بشكل دوري للتأكد من إتمام عمليه الحفر بالشكل المناسب.(Wessendorf, Ansgar.. 2014: 1-5)
- والحفر الالكتروميكانيكى يؤدى إلي إنتاج خلايا ذات حواف مسننة/مشرشرة جراء عملية الحفر تشبه أسنان المنشار وتظهر بشكل واضح في الرسوم الخطية والكتابات، ويتم التحكم في عمق الخلايا من خلال تأثير رأس آلة الحفر (ابر الماس) ولكن (عرض/اتساع) الخلايا يمكن التحكم فيه من خلال دوران الاسطوانة وحركة الرأس الجانبية. فابر الماس قادرة علي حفر خلايا تتراوح زواياها مابين ١٠٥ إلي ١٣٥ درجة وبالتالي يمكننا بذلك الوصول إلي أقصي حدة وأكبر عمق ممكن. ومن خلال الحفرالالكتروميكانيكى يمكن الوصول إلي خلايا ذات اتساع ٢٠٠ ميكرون، وذات عمق ٥٠ ميكرون .
- ويتم تحديد شكل وحجم الخلايا المحفورة عن طريق لون الحبر المستخدم علي الاسطوانة والذي سيتم نقله إلي الخامة الطباعية .
- تجري بشكل دوري تحسينات ودراسات من أجل التقليل والحد من حدوث تأثير الحواف المسننة / المشرشرة، فأنظمة Hell لحفر الاسطوانات طورت من منظومة عملها بوجود رأس حفر يعمل خلف رأس الحفر الاساسى ويقوم بسد الثغرات والفجوات بين الخلايا وإنتاج خطوط أكثر دقة .
- شكل الخلايا يتحكم وبشكل كبير في مدي قدرة وإمكانية انتقال الحبر علي سطح الخامة الطباعية، فالانتقال الحبرى قد يسبب مشكلة وخصوصاً مع الخلايا المحفورة

الكتروميكانيكياً ، فجدران الخلايا قد لا تسمح بانتقال الحبر بشكل دائم . وقد تم حاليا توظيف واستخدام تقنية ESA (Electrostatic assist) المساعد الإلكتروستاتيكى والتي تعتمد علي استخدام الطرق الكهروستاتيكية وخصوصاً مع الخلايا المحفورة الكتروميكانيكاً لتسهيل عمليه الانتقال الحبرى جزئياً من خلايا مناطق الإضاءة العالية (High Light) ، علي سبيل المثال : للحصول علي نقطة ٢% علي الورق الطباعى قد يتطلب نقطة ٢٠% علي اسطوانة الحفر.(Beißwenger, Dr. Siegfried, Max Rid, 2014:1-10)

)http://www.hell-gravure-systems.com/_uploads/files/ HELL_Fachartikel_040407_e.pdf(



شكل (٥) تقنية ESA (Electrostatic assist) المساعد الإلكتروستاتيكى للتخلص من النمو النقطى .

- أشكال الخلايا المختلفة في طريقتي الحفر الإلكتروميكاتيكى والليزرى تؤثر وبشكل كبير علي العملية الطباعية متأثرة أيضاً ببعض متغيرات الطباعة مثل اللماعية والكثافة وإعادة الإنتاج الطباعى .وعمق الخلية يحدد وبشكل كبير معدل الإنتقال الحبرى للخامة ولذلك تتحكم وبشكل كبير في كثافة فيلم الحبر علي الخامة الطباعية ويسمح الحفر الالكتروميكانيكى بوجود خلايا بثخانات مختلفة، وبالتالى يختلف معدل الانتقال الحبري لتعدد ثخانة الخلايا المحفورة .
- قد لوحظ من خلال ما تقدم عند المقارنه بين الحفر الالكتروميكانيكى والحفر باالليزر أن الحبر الأصفر يكون أكثر وأفضل كثافة عند طباعته من خلايا محفوره اليكتروميكانيكيا عنها باالليزر، وذلك علي العكس من أن الحبر الأسود يكون أقل و أفقر كثافة عند طباعته من خلايا محفورة اليكتروميكانيكياً، ويكمن السبب القاطع لهذا الاختلاف فى اختلاف شكل الخلايا علي سلندرات الحفر.(Beißwenger, Dr. Siegfried, Max Rid, 2014:1-10)

http://www.hell-gravure-systems.com/_uploads/files/ HELL_Fachartikel_040407_e.pdf(

- الحفر الالكتروميكانيكى يعتمد علي خلايا المتكونة من سن الماس كشكل لخلاياه بينما الحفر باالليزر يعتمد علي استخدام خلايا كروية للأحبار الطباعية (سيان، ماجينتا، الأصفر) وخلايا الحبر الأسود تكون علي شكل زهرة الخوخ أو البرقوق.
- يؤثر شكل الخلية بدرجة كبيرة علي اللماعية وكذلك علي جودة الانتقال الحبرى علي الخامة وقد أظهرت الأبحاث أن الحفر الليزرى ينتج عنه خلايا أكثر لماعية من الخلايا المحفورة اليكتروميكانيكياً.(Beißwenger, Dr. Siegfried, Max Rid, 2014:1-10)

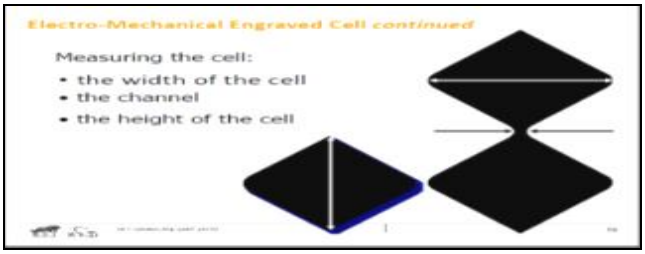
http://www.hell-gravure-systems.com/_uploads/files/ HELL_Fachartikel_040407_e.pdf(

وتتكون خلايا الحفر الالكتروميكانيكى كما بالأشكال التالية من :

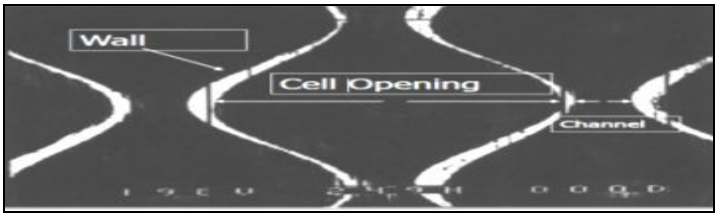
- (جدارينWall 2 +منطقة أو قناه التقاء كل خليتين طباعيتينChannel+اتساع الخلية Cell Opening) .
- الخلايا المتكونة تشبه الهرم .
- عمق الخلايا متنوع مع اختلاف الاتساع (المساحات).

ويتم قياس خلايا الحفر الالكتروميكانيكى من خلال :

- اتساع الخلية
- منطقة أو قناة التقاء كل خليتين طباعيتين The Channel.
- طول / ارتفاع الخليه .(Chiawei Wu,2010: pag. 18: 21)



شكل (٦) قياس الخلية الطباعية من خلال عرض الخلية أو اتساع الخلية ومنطقة أو قناه التقاء كل خليتين طباعيتين وارتفاع الخليه .



شكل (٧) التسطير الشبكي المتكون لخلايا الحفر الالكتروميكانيكي من جدار الخلايا Wall واتساع الخلية Cell Opening ومنطقة أو قناه التقاء كل خليتين طباعيتين Channel

العناصر الخمسة المتحكمة في الحفر الالكتروميكيانيكي:

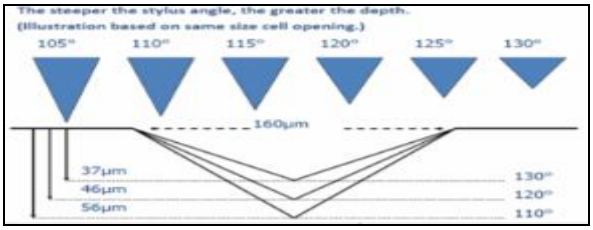
١- إبر الحفر من الماس (إبر التسجيل بالأسطوانة) . Stylus

تقوم هذه الابر بعمل ثقوب في اسطوانة النحاس المستخدمة فى الحفر ولكن تبرز أهميتها فى :

- ابر الحفر لا تتحكم في اتساع الخلايا .
- ابر الحفر تؤثر في عمق الخلايا ولكنها تتحكم في حجمها.
- كلما زاد انحدار أو حدة زاوية الابر المستخدمة كلما زاد عمق الحفر.

فعلي سبيل المثال : إذا قلت زاوية ابر الحفر من ١٣٠ إلي١١٠ درجة فإن العمق يزيد من ٥٠ ميكرون إلي ٧٥ ميكرون وبالتالي فإن حجم الخلية المتكونة يزيد من ١٠,٧

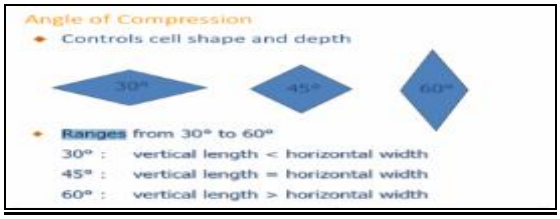
مليار ميكرون مكعب إلي ١٦ مليار ميكرون مكعب (Chiawei Wu,2010: pag. 14:46)



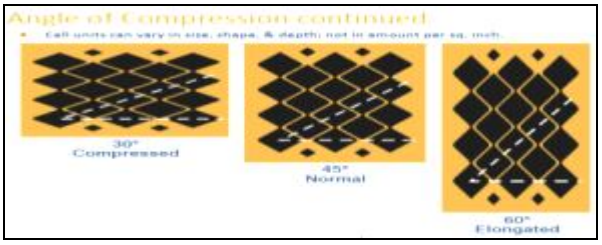
شكل (٨) يوضح كلما زادت حدة أو انحدار زاوية إبر الحفر كلما زاد عمق الحفر مع نفس اتساع أو عرض الخلية الطباعية ١٦٠ ميكرون مثلاً.

٣- زوايا الحفر . Angle

وهي التي تتحكم بدورها في شكل وعمق الخلايا



شكل (٩) يوضح الزاوية ٣٠ درجة التى نحصل منها على شكل خلية يكون فيها الطول الراسي< (أقل من) الاتساع الافقي و الزاوية ٤٥ درجة نحصل منها على شكل خلية يكون فيها الطول الراسي = الاتساع الافقي والزاوية ٦٠ درجة نحصل منها على شكل خلية يكون فيها الطول الراسي > (أكبر من) الاتساع الافقي



شكل (١٠) يوضح تنوع الخلايا في الحجم والشكل والعمق وليس في الكمية لكل بوصة مربعة . فالزاوية ٣٠ درجة تعطى نقطة أو خلية طباعية مضغوطة والزاوية ٤٥ درجة تعطة نقطة أو خلية عادية الزاوية ٦٠ تعطى نقطة أو خلية مطولة .

٣- جدران الخلايا . Wall

إن استخدام جدار خلية بعرض ٨ ميكرون رقم هائل لخلية ١٠٠ %، وإذا زاد عرض الجدران عن ذلك الرقم فهناك فرصة أقل لطباعة الألوان المصمتة. وإذا قل جدار الخلايا من ٢٤ ميكرون إلي ٨ ميكرون وزاد العمق من ٤٧ ميكرون إلي ٦٢ ميكرون وزاد اتساع الخلايا من ١٩٣ميكرون إلي ٢٤٥ ميكرون فإن حجم الخلايا المتكونة يزداد من ٧,٩ مليار ميكرون مكعب إلي ١٣,٢ مليار ميكرون مكعب.

٤- منطقة أو قناه التقاء كل خليتين طباعيتين . Channel

قياسها يكون نتيجة مباشرة لاستخدام زاوية حفر محددة .

الزاوية ٣٠ درجة : تعطي ١٥% من اتساع الخلايا .

الزاوية ٤٥ درجة : تعطي ١٠ % من اتساع الخلايا .

الزاوية ٦٠ درجة : تعطي ٢% من اتساع الخلايا .

فعلى سبيل المثال:

فإذا قل منطقة أو قناه التقاء كل خليتين طباعيتين من ٣٠ ميكرون إلي ١٠ ميكرون وزاد عمق الخلية من ٦٢ ميكرون إلي ٦٨ ميكرون وكذلك زاد اتساع الخلايا من ٢١٥ مللي ميكرون إلي ٢٣٥ مللي ميكرون فإن حجم الخلايا يزداد من ١٣,٢ مليار ميكرون مكعب إلي ١٤,٧ مليار ميكرون مكعب .

٥- التسطير الشبكي .Line screen

يقاس اتساع الخلايا دائما بالميكرون

١ بوصة = ٢٥٤٠٠ ميكرون

٠,٠٠١ بوصة = ٢٥,٤ ميكرون

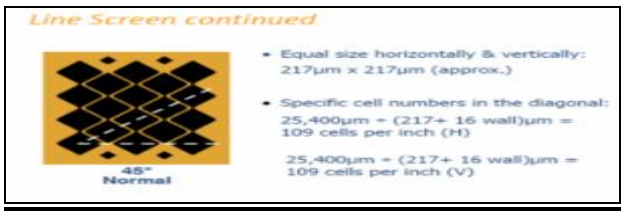
وعلي سبيل المثال :

إذا قل التسطير الشبكي من ٢٠٠ خط / بوصة إلي ١٥٠ خط / بوصة، وزاد العمق من ٤٢ ميكرون إلي ٦٢ ميكرون وزاد اتساع الخلايا من ١٤٧ميكرون إلي ٢١٥ ميكرون فإن حجم الخلية يزداد من ٥,٥ مليار ميكرون مكعب إلي ١٣,٢ مليار ميكرون مكعب .

والتسطير الشبكي يقاس بعدد الخطوط فى البوصة وهنا يتم تحويلة إلى خلية فى البوصة

فعلي سبيل المثال :

١٥٠ خط / بوصة عند زاوية ٤٥ درجة = ١٠٩ خلية / بوصة



شكل (١١) يوضح عدد الخلايا فى البوصة عند زاوية ٤٥ درجة عن طريق الأحجام المتساوية أفقيا ورأسياً ٢١٧ ميكرون × ٢١٧ ميكرون تقريباً وعدد الخلايا فى الاتجاة القطرى يكون نتيجة قسمة ٢٥٤٠٠ ميكرون على (٢١٧ مضافا الية ١٦ جدار خلية) فيكون الناتج مساوياً ١٠٩ خلية فى البوصة رأسى

وتغيير التسطير الشبكي المستخدم له أكبر الأثر في تحديد وقت الحفر المستغرق:

فإذا كان التسطير الشبكي١٥٠ خط / بوصة فإنه = ٢٢٥٠٠ خلية / بوصة مربعة

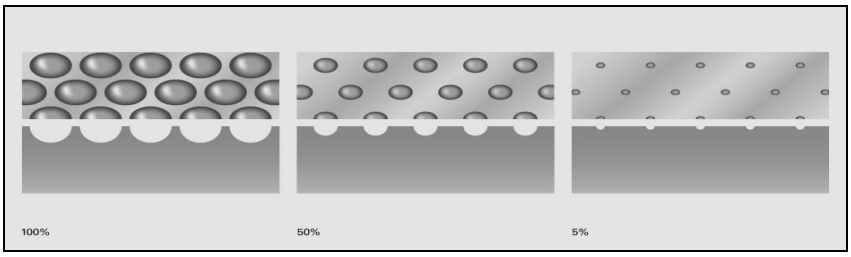
وإذا كان التسطير الشبكي٢٠٠ خط / بوصة فإنه = ٤٠٠٠٠ خلية / بوصة مربعة

وبمقارنة نسبة الخلايا في كل من التسطير الشبكي ١٥٠ خط / بوصة و التسطير الشبكي ٢٠٠ خط / بوصة نجد أنه بقسمة ٢٢٥٠٠ على ٤٠٠٠٠ سيكون الناتج لدينا ٥٦,٢٥ % أي بمعدل ٤٣,٧٥ % أسرع فى زمن الحفر .

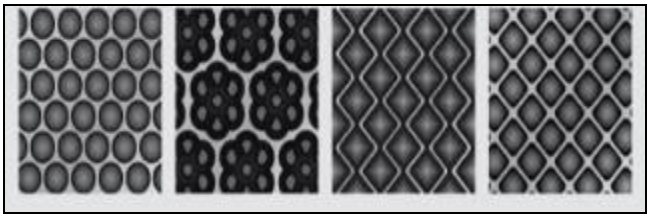
التقنيات الرقمية الحديثة للحفر بالليزر لاسطوانة الروتوجرافيور:

- فى أواخر عام ١٩٩٠ قدمت شركة Max Daetwyler الألمانية تطوراً كبيراً في طريقة حفر اسطوانات الروتوجرافيور (الحفر الليزرى) وخفضت هذه التكنولوجيا الجديدة وبشكل كبير من عنصري الوقت والتكلفة اللازمين لحفر اسطوانة الروتوجرافيور، فقد فاقت سرعتها ٨,٥ مرة سرعه أحدث تقنيات الحفر الالكتروميكانيكي في عصرنا الحالي، فكانت الصعوبة البالغة والمستحيلة في بعض الأحيان هي إقناع رواد صناعه حفر اسطوانات الروتوجرافيور بفاعليه وأهمية هذه التكنولوجيا الجديدة، وخصوصاً بعدما تم الاعتماد علي طريقه الحفر الالكتروميكانيكى وضخ استثمارات طائلة فيها، لذلك فاتخاذ قرار التغيير إلي التقنية الجديدة أمر فى بالغ التكلفة والصعوبة .
- الحفر مباشرة علي الزنك قد يكون مكلف لحد ما وذلك يرجع إلي صعوبة التعامل مع مواد وتقنيات الحفر الجديدة علي الرغم من تمتع الزنك بخصائص امتصاص ضوئية عالية ومدى تقبل عالي لأشعة الليزر ، وكذلك إمكانية طلية بالكروم يسهل من إكسابها خواص مقاومه جيدة ويسهل من تعاملها مع تقنيات الحفر بالليزر .

(Daetwyler, Max., 2005: 27- 35)



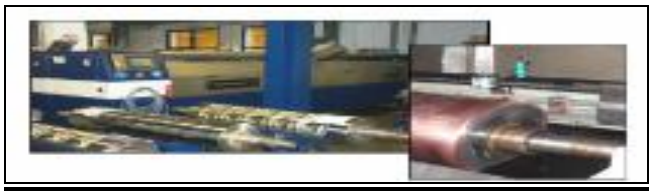
شكل (١٢) الخلايا الطباعية متنوعة العمق للحفر بالليزر



شكل (١٣) الخلايا الطباعية المحفورة الكتروميكانيكياً من اليمين والخلايا المحفورة ليزرياً من اليسار

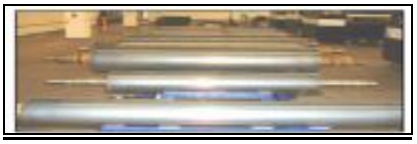
وتوضح الأشكال التالية خطوات الحفر بالليزر لاسطوانة الروتوجرافيور

(Daetwyler, Max., 2005: 27- 35)



شكل (١٤) الخطوة الاولى الإزالة الكيميائية للزنك والكروم في خطوة واحدة

شكل (١٥) الخطوة الثانية الترسيب الكهربى للزنك على اسطوانة الروتوجرافيور



شكل (١٦) الخطوة الثالثة إسطوانات شبه جاهزة للحفر

شكل (١٧) الخطوة الرابعة تلميع الاسطوانات قبل الحفر

شكل (١٨) الخطوة الخامسة حفر الاسطوانة بمعدل ٧٠٠٠٠ خلية في الثانية

شكل (١٩) الخطوة السادسة الحفر بالليزر

شكل (٢٠) الخطوة السابعة إزالة رواسب البلازما والتجهيز لطبقة الكروم

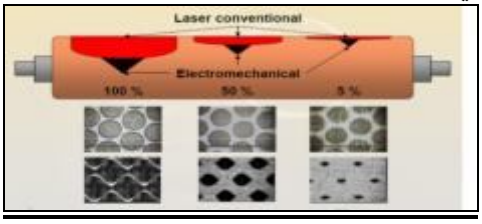
شكل (٢١) الخطوة الثامنة الترسيب الكهربي لطبقة الكروم علي الاسطوانات

ويجدر بنا هنا ذكر بعض الحقائق عن الحفر الرقمي الليزرى لاسطوانة الروتوجرافيـــور:

(Janoschka WorldWide. ,2014), (Daetwyler, Max., 2005: 15)

- أحد أهم مميزات الحفر بالليزر هو قدرته علي حفر خلايا كرويه والتي قللت من تأثير الحواف المسننة والتي تظهر بشكل واضح في الحفر الالكتروميكانيكى.
- الحفر بالليزر يمكنه إنتاج خلايا خاصة لايمكننا الحصول عليها من الحفر الالكتروميكانيكى منها علي سبيل المثال الخلايا المميزة للحبر الأسود والتي تحمل شكل زهرة الخوخ أو البرقوق، والتي تعطي طبعات أكثر حدة وكثافة وذات خطوط أنعم، والتي تتكون من ٧ خلايا كروية صغيرة، والتي تستخدم وبشكل كبير في إنتاج الخطوط اللونية الدقيقة وذات الدرجات الناعمة والأشكال .
- نظام الحفر بالليزر المباشر من أكثر نظم الحفر استقراراً وثباتاً عن الحفر الالكتروميكانيكى وهو طريقة مثالية لإنشاء الخلايا وحفرها بشكل دقيق .
- أشكال الخلايا المتكونة من طريقة الحفر الليزرى تسمح بوجود معدل انتقال حبرى ملائم لشكل كل خلية، فدقة عمليات الحفر الليزرى تساهم في إطلاق/ نقل الحبر إلي الخلايا بشكل ملائم ،فالحفر الليزرى لا يقلل فقط من الوقت المستغرق في عمليه الحفر والمساعدة في توفير رأس المال المنفق علي المدى البعيد بل يساعد في حدوث نقل حبرى ممتاز من الخلايا المحفورة ليزرياً و أيضاً مصدر إضافي للربح المالي .
- تؤثر فى طرق الحفر عدة عوامل مثل : الكثافة واللماعية وقابليه التكرار (أعداد النسخ) ويمكن من خلال الحفر الليزرى إنتاج خلايا تتميز بكثافة عالية ونحصل منها علي طبعات ذات لماعية عاليه للأحبار الطباعية، وكذلك ملائمتها لعمليات التكرار والنسخ.
- يمكن من خلال التحكم فى قطر وقوة شعاع الليزر إنتاج خلايا طباعية محفورة ليزرياً متنوعه العمق وأيضا متنوعة فى العمق والعرض.

ويوضح الشكل التالي الخلايا المحفورة الكتروميكانيكياً وليزرياً والمقارنة بينها



شكل (٢٢) يوضح الخلايا المحفورة الكتروميكانيكياً وليزرياً والمقارنة بينها

شكل (٢٣) اسطوانات طباعة الروتوجرافيور المحفورة ليزرياً ومطلية بالكروم

جودة طباعة خامات التغليف المرن بالروتوجرافيور:

تتعدد خامات ومجالات استخدام خامات التغليف المرن منها الورق والبلاستيك (البوليمرات بأنواعه المختلفة) مثل البولي إيثلين والبولي بروبلين والبولي إستر والبولي فينيل كلوريد ...إلخ والرقائق المعدنية من الألومونيوم والخامات المركبة منها لتعبئة المنتجات المختلفة.

ومن الاعتبارات العملية المستخدمة لتحديد المواصفات والتحكم فى نقل الحبر للخامة الطباعية :

أولاً : الاعتبارات الحبرية : (Chiawei Wu, 2010:58)

- اختيار الخلية وكذلك التسطير الشبكي المستخدم يعتمد علي الحبر المستخدم .
- غالباً ما تتطلب الأحبار مائية القاعدة خلايا ذات عمق أكبر بالمقارنة بالأحبار ذات القاعدة المذيبية (المذيبات)
- الأحبار الفلورسنتية والأحبار (الألوان) المعدنية لها متطلبات خاصة حيث أن الطبقات المتراكبة والطبقات التحتية تتطلب إزالة الطبقات الواقية الفوقية أو طباعة كل ما تحت اللون .

ثانياً: الاعتبارات الخاصة بالخامة الطباعية : .(Chiawei Wu, 2010 :59)

- اختيار الخامة الطباعية التي تستقبل الحبر تؤثر علي اختيار خصائص الخلية المستخدمة .
- المعادن وكذلك الأفلام البلاستيكية تقوم برفع الحبر من الخلية بشكل مختلف ومغاير عن الورق والكرتون .

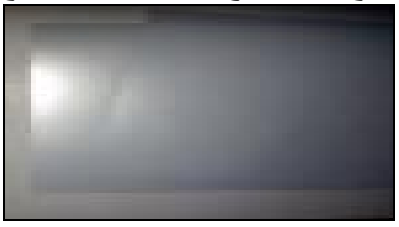
ثالثاً : العلاقة بين حجم الخلية وحجم النقطة :(Chiawei Wu, 2010 :60-61)

- لا توجد علاقة مباشرة بين حجم الخلية علي الاسطوانة و حجم النقطة علي الخامة الطباعية .
- الخلايا الصغيرة جداً لا تسمح بإطلاق حبرى بشكل جيد لذا فنحن بحاجة إلي خلايا أصغر إلي حد ما .

- تستخدم منحنيات الجاما التصحيحية لإحداث توازن وتوافق بين العلاقات غير المنتظمة من حجم الخلية وحجم النقطة الشبكية .

مثال : خلية حجمها٢٠ % علي الاسطوانة تتطلب أن يكون حجم النقطة علي الورق ٢ %

وتوضح الأشكال التالية أمثلة لعينات تطبيقة لخامات التغليف المرن الموجودة داخل جمهورية مصر العربية وتم الطباعة بالروتوجرافيور (تجهيز رقمي إلكتروميكانيكى لحفر الخلايا الطباعية بأسنان الماس على اسطوانة الروتوجرافيور) على خامة متعددة الطبقات مكونة من بولى إيثلين ٣٠ ميكرون ومادة لاصقة ٢,٥ جرام و بولى ايثيلين ميلكى ١٢٠ ميكرون مطبوع من السطح داخل إحدى المطابع المصرية.



شكل (٢٤) خامة بولى بروبلين ممعدن إحدى خامات التغليف المرن متاحة بسمك ١٥ ،٢٠، ٢٥، ٣٠، ٣٥، ٤٠ ميكرون طبقة مفردة.

شكل (٢٥) خامة بولى ايثلين إحدى خامات التغليف المرن متاحة بسمك من ٢٥ ميكرون إلى ١٥٠ ميكرون طبقة مفردة.

شكل (٢٦) طباعة روتوجرافيور (تجهيز رقمى إلكتروميكانيكى لحفر الخلايا الطباعية على اسطوانة الروتوجرافيور) على خامة بولى إيثلين ٣٠ ميكرون ـ مادة لاصقة ٢,٥ جرام ـ بولى ايثيلين ميلكى ١٢٠ ميكرون مطبوع من السطح داخل إحدى المطابع المصرية

النتائـــــــــج :

١- لسنوات عديدة كان الحفر الالكتروميكانيكى يغرد علي الساحة الطباعية منفرداً دون منافسة حقيقية، ولكن بظهور الحفر الليزرى إتجه المصنعيين والعملاء علي اللجوء للطريقة الجديدة، وتوجد مميزات وعيوب لكلاً من الحفر الاليكتروميكانيكى والحفر الليزرى، ومن الصعب تحديد ايهما أكثر فاعلية من الآخر، فالحفر الالكتروميكانيكى له باع طويل في صناعة الطباعة وبمعدل استثمار عالي تم أنفاقه علي معدات الحفر والتي قللت من الوقت والتكلفة وانعكس ذلك علي جودة المطبوعات المنتجة بهذه الطريقة، ويتم دائما إجراء تحسينات في خصائص هذه الطريقة لمواكبة التطور الحادث في السوق الطباعي، وفي المقابل ينمو الحفر الليزرى ببطء فى السوق ويأتي خلف الحفر الالكتروميكانيكى نظراً للاستثمار الهائل والغير مسبوق في معدات الحفر الالكتروميكيانيكى والتي تصعب من عمليه الانتقال لطريقة حفر جديدة حتي وإن كانت أكثر جودة وفاعليه .

٢- الحفر الالكتروميكانيكى يحتاج وبشكل دائم لإستبدال أدواته مثل ابر الحفر المستخدمة وبالتالى زيادة التكلفة وتعطيل فرص الحفر علي العكس من الحفر الليزرى ، فمعدل التغيير فيه محدود للغاية .

٣- يمكن تلخيص علاقة حجم الخلية والعناصر الخمسة المتحكمة في الحفر الالكتروميكيانيكى كما يلي : إذا انخفض التسطير الشبكي من ٢٠٠ خط / بوصة إلي ١٥٠ خط / بوصة، فإن حجم الخلية يزداد بنسبة ٥٠% وإذا انخفضت الزاوية من ٦٠ درجة إلي ٣٠ درجة، فإن الحجم يزداد بنسبة ٨٩% وإذا انخفضت أسنان الحفر من ١٣٠ درجة إلي ١١٠ درجة ، فإن الحجم يزداد بنسبة ٤٩% وإذا انخفض مجري الحفر من ٣٠ ميكرون إلي ١٠ ميكرون، فإن الحجم يزداد بنسبة ١١ % وإذا انخفض جدار الخلايا من ٢٤ ميكرون إلي ٨ ميكرون، فإن الحجم يزداد بنسبة ٦٧%.

٤- من خلال العديد من الدراسات العملية أثبتت منحنيات النمو النقطي في الخلايا المحفورة ليزريا أنها أكثر تقارب من الخلايا المحفورة الكتروميكانيكيا، وذلك من خلال التعرف علي النمو النقطي الحادث لكل درجة لونية علي حده في كل طريقة حفر، وتم تسجيل معدل نمو نقطي في الخلايا المحفورة اليكتروميكانيكيا بنسبة ٥٠ % بينما كان معدل النمو النقطي في الخلايا المحفورة ليزريا حوالي ٣٠ %، وقد لوحظ أن معدل النمو النقطي يكون أكبر عند التعامل باستخدام تقنية ESA المساعد الكهروستاتيكى حيث أن هناك كمية من الحبر يعاد إطلاقها أو انتقالها من الخلايا المحفورة إلى الخامة الطباعية وتقنية ESA المساعد الكهروستاتيكى يساهم في تحسين عمليه الانتقال الحبرى غلي الخامة وكذلك تقليص الفقد النقطي وبالتالي زيادة الكثافة الطباعية وإجراء عمليات النسخ بشكل ملائم، ومستخدمي الحفر يسعون دائما لتقليل المشاكل الناجمة عن الحفر مثل الحواف المسننة والناتجة عن ابر الماس المستخدمة فى الحفر الإلكتروميكانيكى.

٥- اختيار خصائص الخلية المحفورة الكتروميكانيكياً أو بالليزر يعتمد وبشكل أساسي علي الخامة التي سيتم إنتقال الحبر إليها، فالمعادن والأفلام البلاستيكية ينتقل إليها الحبر بشكل مختلف تماماً عن الورق والكرتون. فالحفر الليزري ملائم للعمليات الطباعية التي تعتمد علي التكرار وكذلك الدرجات اللونية الناعمة والتي تتضح بشكل واضح في خامة رقائق الألومونيوم .

٦- ثقة المصنعيين في مدي فاعليه الحفر الليزرى أدى إلى لجوء الكثير منهم له نظراً للجودة العالية والإنتاجية المتزايدة وعاملي الوقت والتكلفة، وكذلك ساعد الحفر الليزرى علي التخلص من مشاكل الحواف المسننة التي نتجت عن استخدام ابر الماس

فى الحفر الإلكتروميكانيكى وكذلك خصائص الإنتقال الحبري الجيدة والكثافة العالية لخلايا الحفر الليزرى و التقليل من استهلاك الحبر مما يؤدى إلى توفير المال علي المدي البعيد و يعتمد الحفر الليزرى علي عامل السرعة بالمقارنة بالحفر الالكتروميكانيك نظراً لسرعة الحفر وإمكانية تنفيذ أي عمليات حفر مطلوبة في الوقت المناسب (In Time) ، وقد عززت قدرة الحفر الليزرى علي إنتاج ٧٠٠٠٠ خلية في الثانية من فرص استخدامه في الأسواق الطباعية بالإضافة وزيادة إنتاج الاسطوانة من (٤-٥) مرات أسرع في الإنتاج بالإضافة إلى تقليل التكاليف من خلال تقليل طبقة الزنك بنسبة ٤٠ % وتقليل الطبقة السابقة للزنك بنسبة ٢٠% .

٧- عند المقارنة بين الحفر الالكتروميكانيكى والليزرى من حيث التغطية الكهربية للاسطوانة والتلميع نجد أنه :

وجه المقارنة	الحفر الالكتروميكانيكى	الحفر الليزرى
عدد الخطوات	٥ خطوات	٣ خطوات
الوقت المستغرق	حوالي ٤ ساعات	حوالي ١,٧٥ ساعة
وقت الانتظار	يوجد وقت تجهيز لكل مرحلة	لا يوجد وقت انتظار للتجهيز

وعند المقارنة بين الحفر الالكتروميكانيكي والليزرى من حيث الحفر والتغطية بطبقة الكروم للاسطوانة نجد أنه:

وجه المقارنة	الحفر الالكتروميكانيكي	الحفر الليزري
عدد الخطوات	٤ خطوات	٥ خطوات
الوقت المستغرق	حوالي ٣ ساعات	حوالي ١,٥ ساعة
وقت الانتظار	يوجد وقت تجهيز لكل مرحلة	يوجد وقت انتظار للتجهيز

التوصيات :

١ - يجب إجراء المزيد من الدراسات للحفر الإلكتروميكانيكى ودراسة العوامل المتحكمة فى الحفر لتحقيق الاستفادة القصوى من هذه التقنية وتحسين الجودة الطباعية وتقليل الهالك والوقت والتكلفة لخامات التغليف المرن.

٢- يجب التوسع فى استخدام الخلايا الطباعية المحفورة ليزرياً لاسطوانة الروتوجرافيور للمساعدة في إتمام عمليات النقل الحبر مما يؤدي إلي تحقيق الوفر الحبرى حيث أن الخلايا المحفورة ليزرياً أقل تاثراً بتقنية (Electrostatic assist) ESA المساعد الإلكتروستاتيكى عن الخلايا المحفورة اليكتروميكانيكياً فهي ليست بحاجة إليها وذلك لأنها تحقق مدي الانتقال الحبرى الممتاز من البداية وتحقيق نتائج طباعية متوقعة والاستغناء عن تصحيح الإسطوانات وتحقيق درجة عالية من الدقة في الحفر والنسخ والأتوماتيكية الكاملة والفاعلية من حيث التكلفة والإنتاجية العالية التى تصل سرعتها من ٧٠٠٠٠ إلي ١٤٠٠٠٠ كيلو هيرتز والتي تؤدى لزيادة الطلب علي منتجات التعبئة والتغليف لعوامل الجودة الطباعية.

المراجع :

١ – جلال سلام (دكتور)– طباعة الروتوجرافيور بين التقليدية والرقمنة– الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ٢٠١٥ : ص ...)

2 Beißwenger, Dr. Siegfried, Max Rid. “The Physics of the Gravure Cell and The Consequences for Engraving Copper Gravure Forms.” Hell Gravure Systems GmbH. 2004. Web. 4 Feb. 2014. PDF. http://www.hell-gravure-systems.com/_uploads/files/HELL_Fachartikel_040407_e.pdf

3 Chiawei Wu, cylinder Specifications, packaging corporation of America ,Texas, 2010

4. Daetwyler, Max. “Direct Laser Engraving New Prospects for Gravure Printing.” 22 March 2005. Microsoft Powerpoint File.

5. Gravure Education Foundation. “Gravure Cylinder Engraving.” Gravure: Process and Technology. Rochester, NY: Gravure Association of America and Gravure Education Foundation, 2003. 175-255. Print.

6- (Helmut Kiphan, hand book of print media , Germany ,2001,pag.: …..)

7. JanoschkaWorldWide. “Direct laser engraving of rotogravure cylinder by Janoschka.” Online video. Youtube. Youtube, 6 Mar. 2013. Web. 21 Jan. 2014.

8. JanoschkaWorldWide. “Electromechanical engraving of rotogravure cylinder by Janoschka.” Online video. Youtube. Youtube, 6 Mar. 2013. Web. 21 Jan. 2014.

9. “Lasers in Engraving.” Gravure News. Web. 4 Feb. 2014. PDF.

10. NIIR Board. “Gravure Printing.” The Complete Book on Printing Technology. Delhi: Asia Specific Business Press, Inc., 2003. 562-569. Print.

11. Rong, Xiaoying. “Gravure Printability Comparison of Laser & Electromechanically Engraved Cylinders.” Gravure Association of the Americas. Feb. 2004. Web. 18 Jan. 2014. .

12. Rong, Xiaoying. “The Study of Missing Dots of Electromechanical and Laser Engraved Cylinders.” 2007. Web. 18 Jan. 2014.

13. Wessendorf, Ansgar. “50 Years of Electromechanical Engraving.” Hell Gravure Systems. 2010. Web. 23 Feb. 2014. .

14. Wolf, Kurt K. “Laser Gravure Poised to Replace Mechanical Engraving.” Seybold Report. Analyzing Publishing Technologies 2.13 (2002): 10, Academic Search Premier. PDF. 4 Feb. 2014.

15 - 2015http://www.calpolytaga.com/services/engraving-a-gravure-cylinder/