

وسائل تأمين العملة المعدنية المبتكرة للحد من عمليات التزيف

Innovative coin security methods for the prevention of counterfeiting

أ.د. منى عبد الحميد المعجوز

أستاذ نظم التحكم وضبط الجودة متفرغ - بقسم الطباعة والنشر والتغليف - كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

أ.د. أحمد وحيد مصطفى

أستاذ بقسم المنتجات المعدنية والطلاء - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان - عميد كلية الفنون التطبيقية - جامعة بدر

أ.د. جورج نوبار سيمونيان

أستاذ الطباعة الرقمية بقسم الطباعة والنشر والتغليف - كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان وعميد كلية التصميم والفنون الإبداعية - الأهرام الكندية

م/ ندى سمير سيد حسن مصطفى

مصمم - مصلحة سك العملة - وزارة المالية

كلمات دالة Keywords:

وسائل التأمين المرئية
Overt Security Features
(visible)
وسائل التأمين غير المرئية
Covert Security Features
(Hidden)
التلوين بتكنولوجيا النانو
Nanotech coloring
كود الصورة المصغرة
Micro-glyph Code

ملخص البحث Abstract:

يقصد بتأمين العملة المعدنية عمل إضافة لمزيج من العناصر المرئية وغير مرئية حفاظاً على العملة من عمليات التزيف والتي تتضمن العناصر الأتية كإستخدام خامات بديلة وتصاميم جذابة ذات تفاصيل كثيرة ومتنوعة مع إستخدام خامات معقدة لإحباط المزيفين وذلك لإضفاء مميزات بتقنيات جديدة أثناء العملية الإنتاجية، في هذه الدراسة سيتم إلقاء الضوء على أحدث وسائل التأمين المستخدمة لحماية العملة المعدنية من التزيف على مستوى العالم، على سبيل المثال لا الحصر مواصفات العملة والحافة الجانبية Edge والشكل الخارجى للعملة Shape والحفر الميكرونى Micro-engraved والصورة الكامنة Latent Image والطباعة المسطحة Pad printing والطباعة بالأحبار المضيئة Illuminating ink والتلوين بتكنولوجيا النانو Nanotech coloring والهولوجرام Hologram والتوقيع الكهرومغناطيسى Electro-Magnetic Signature والعملات متعددة الطبقات Multi Clad Coins Strip (MCCS) وكود الصورة المصغرة Micro-glyph Code يتبع البحث المنهج التحليلى فى عرض هذه الوسائل مع شرح مبسط لكل تقنية ووجد بعد الدراسة أنها تحتاج إلى تكلفة عالية لتطبيقها على العملة المعدنية المصرية ومع إنخفاض القيمة الاسمية لها مقارنة بالعملات المعدنية الأجنبية. **مشكلة البحث:** عدم الاهتمام بتأمين العملة المعدنية المصرية ضد عمليات التزيف باستخدام إحدى الوسائل المبتكرة وذلك لإنخفاض القيمة الفعلية للجنيه المصرى والتي يجب الا تتعدى القيمة الاسمية لها مع ارتفاع تكاليف وسائل التأمين المستخدمة. **اهداف البحث:** رفع القيمة الاسمية للعملة المعدنية المصرية لإمكانية استخدام التكنولوجيا الحديثة فى مجال التأمين مع تحقيق التقارب بينها وبين القيمة الفعلية للعملة والاهتمام بتصميم العملة المعدنية باعتبارها عنصر من عناصر تأمين العملة وكذلك الدمج بين السبائك المعدنية والمواد غير المعدنية فى تصنيع العملات بصورة مبتكرة تحقق الغرض التأمينى.

Paper received the 8th of November 2020, accepted 10th of December 2020, Published 1st of March 2021

هدف البحث Objective:

يهدف البحث إلى:

- 1- دراسة تكنولوجيا وسائل تأمين العملة المعدنية المرئية وغير المرئية لتوضيح مدى إمكانية استغلالها لتأمين العملة المصرية.
- 2- رفع القيمة الاسمية للعملة المعدنية المصرية لإمكانية استخدام التكنولوجيا الحديثة فى مجال التأمين مع تحقيق التقارب بينها وبين القيمة الفعلية للعملة.
- 3- الاهتمام بتصميم العملة المعدنية باعتبارها عنصر من عناصر تأمين العملة.
- 4- الاستغلال الأمثل للموارد البشرية والتكنولوجية المصرية للوصول الى تحقيق جودة تأمينية للعملة المصرية.
- 5- الدمج بين السبائك المعدنية والمواد غير المعدنية فى تصنيع العملات بصورة مبتكرة تحقق الغرض التأمينى.
- 6- تناول تصنيع العملة المصرية المعدنية كاملاً فى مصر مما يتيح الاستغلال الأمثل لمواردها الصناعية والبشرية والكيميائية.

أهمية البحث Significance:

- 1- مدى تنوع وإختلاف وسائل التأمين للعملة المعدنية .
- 2- تدريب الموارد البشرية والفنية على كيفية استخدام برامج التصميم المختلفة حتى يتيح لهم القدرة على استغلال امكانيات هذه البرامج فى تعزيز تصميم العملات بالتفاصيل

مقدمة Introduction:

المقصود بتأمين العملة المعدنية هنا هو إضافة مزيج من العناصر المرئية وغير مرئية حفاظاً على العملة من عمليات التزيف والتي تتضمن العناصر الأتية كإستخدام خامات بديلة وتصاميم جذابة ذات تفاصيل كثيرة ومتنوعة مع إستخدام خامات معقدة لإحباط المزيفين . ويستهدف هذاالطبع إضفاء مميزات بتقنيات جديدة أثناء العملية الإنتاجية فى الدراسة الحالية يتم إلقاء الضوء وتقييم أحدث وسائل التأمين المستخدمة لحماية العملة المعدنية من التزيف على مستوى العالم، ومنها على سبيل المثال لا الحصر مواصفات العملة والحافة الجانبية Edge والشكل الخارجى للعملة Shape والحفر الميكرونى Micro-engraved والصورة الكامنة Latent Image والطباعة المسطحة Pad printing والطباعة بالأحبار المضيئة Illuminating ink والتلوين بتكنولوجيا النانو Nanotech coloring والهولوجرام Hologram والتوقيع الكهرومغناطيسى Electro-Magnetic Signature والعملات متعددة الطبقات Multi Clad Coins Strip (MCCS) وكود الصورة المصغرة Micro-glyph Code.

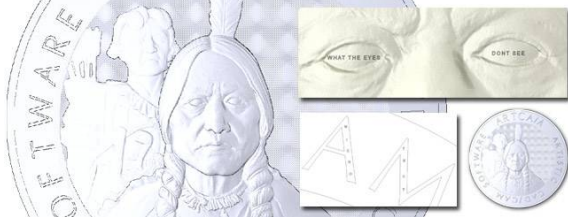
مشكلة البحث Statement of the problem:

تكمن مشكلة البحث فى أنه بالرغم من أن العملة المصرية ذات أهمية إقتصادية لأنها تعبر عن سيادة الدولة إلا أنه عدم وجود اهتمام بتأمين العملة المعدنية المصرية ضد عمليات التزيف باستخدام إحدى الوسائل المبتكرة وذلك لإنخفاض القيمة الفعلية للجنيه المصرى والتي يجب الا تتعدى القيمة الاسمية لها مع ارتفاع تكاليف وسائل التأمين المستخدمة.

المزور اكتشافها إلا بالوسائل المساعدة عن طريق:

1-1 مرحلة الرسم ببرامج الكمبيوتر مثل CAD/CAM أو ARTCAM

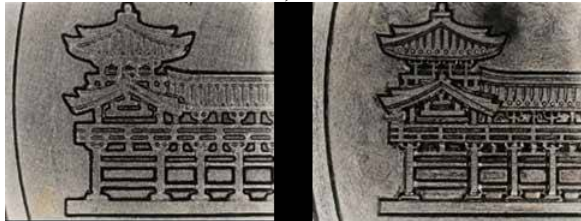
حيث أنه من خلالها يمكن تنفيذ تصميمات صعبة ومعقدة يصعب تنفيذها يدوياً مع إضافة بعض التفاصيل التي يصعب الكشف عنها مثل النقوش الدقيقة والصور المحفورة على الأسطح شكل (1).



شكل (1) إضافة التفاصيل الدقيقة على العملات أثناء التصميم

2-1 مرحلة التشطيب الدقيق لخم الأصل Precision Finishing for Master Die

تعتمد على توافر مهارة فنية من خلالها يتم التأكيد على التفاصيل الدقيقة لجعلها أكثر وضوحاً شكل (2).



شكل (2) قالب الأصل قبل وبعد الإضافة والتشطيب الفنية

2- التامين بالليزر

هو استخدام شعاع الليزر في تأمين العملة المعدنية من خلال مجموعة من التطبيقات منها:

1-2 تقنية الصورة الكامنة أو Latent Image

هي وسيلة تأمين مرئية مبتكرة تعتمد على التأثير البصري في وجود الضوء من خلال إدماج صورتين أو أكثر تظهر كل صورة على حدى بوضوح عند تغيير زاوية الرؤية، وباستخدام تقنية الحفر بالليزر يتم حفر مجموعة من الخطوط تشكل قواعد مربعة لمجموعة من الأهرامات يعمل فيها كل وجه من الهرم كبكسل بحيث تشكل جميع الجوانب ذات الإتجاه نفسه صورة كاملة ويتم إنتاجها بشكل به تتابع شكل (3).



شكل (3) الصورة الكامنة المكونة من (4) صور

2-2 تقنية استخدام كود الصورة المصغرة Micro-glyph Code

هي وسيلة تأمين مبتكرة للتشفير ثنائي الأبعاد عبارة عن رمز يمكن جعله حتى 80% منه غير قابل للقراءة مع الإحتفاظ بكافة المعلومات شكل (4).

الدقيقة.

- تحقيق التعاون المثمر بين جهات الدولة بشتى مجالاتها لتعزيز العملة المعدنية المصرية بما يتناسب مع امكانيات الدولة والظروف الاقتصادية بها.
- التدريب على استخدام الماكينات المستحدثة واستغلالها في تقليل هادر التصنيع مع توفير الوقت والجهد.

منهج البحث Methodology

ينهج البحث المنهج الوصفي التحليلي

مصطلحات البحث Terminology

الطباعة البارزة **intaglio print** هي تقنية تستخدم في العملية الانتاجية للعملات الورقية وأصبحت تستخدم مع العملات المعدنية تنتج رسوم أشبه بالبارزة وذات ملمس خشن تعطى تفاصيل صغيرة ودقيقة ذات تفاصيل واضحة وتعتبر وسيلة مساعدة للمعاين بصرياً في التعرف على الفئات وذلك عن طريق اللمس.

شعاع الليزر يعرف بأنه تضخيم للضوء وهو شعاع كهرومغناطيسي أحادي الطول الموجي يتميز بقوة عالية فمن خلاله يمكن تركيز حزمة الليزر على مساحة ضيقة جداً وعند سقوط أشعة الليزر على سطح المادة فإن جزء من الأشعة الساقطة يمتص والجزء الآخر ينفذ والباقي ينعكس ويتم استخدام شعاع الليزر في كثير من التطبيقات منها عمليات ومعالجات السطح بالليزر، ويعتبر استخدام شعاع الليزر كمصدر تسخين الأفضل إذا ما قورن بمصادر التسخين التقليدية وذلك للتحكم في إمدادات الطاقة بشكل جيد والقدرة على معالجة المساحات الصغيرة والتحكم في مستوى الحرارة مما يؤدي إلى عدم حدوث تشويه للسطح كما أنها عملية أوتوماتيكية لا تحتاج إلى تدخل بشري.

معدن النيوبيوم Niobium (Nb) هو معدن من المعادن النفيسة ذو اللون الرمادي يتحول إلى اللون الأزرق عند تعرضه إلى هواء الغرفة كما يمكن تغير لونه إلى لون الأخضر أو الأصفر حديثاً قامت النمسا بإصدار عدد من العملات المعدنية ثنائية المعدن فيها يتم تلوين قرص النيوبيوم عن طريق عملية الأنودة (باستخدام بعض المركبات الكيميائية كاللانثينيدات) فيكون طبقة أكسيد رقيقة ملونة، تعتمد فيها درجة اللون على سمك الأكسيد المتكون الذي يعتمد بدوره على الجهد الكهربائي المستخدم.

ويتصف بأنه معدن مقاوم للحرارة والماء ومرن لذلك يتم خلطه في الغالب مع معادن أخرى للحصول على سبائك فائقة القوة، يدخل في تركيب أحد سبائك الصلب (سبيكة Stainless Steel) وفي كثير من الصناعات كالمطائرات النفاثة ومواسير المياه والصواريخ وأدوات التقطيع.

تقنية Cladding يطلق عليها اسم "التكسية" وهي تكنولوجيا تعتمد على التغطية بالشرائط المعدنية وذلك بهدف تعزيز هذه الأسطح بالخواص التي يفقدها المعدن وذلك من خلال التغطية بعدد 7:3 طبقات معدنية مختلفة على كلا جانبي الشرائط تتميز هذه التقنية بأنها تستخدم كبديل لسبائك النحاس حيث أنها اقتصادية كما انه من خلالها يتم تطوير وتحسين الخصائص من خلال إمكانية استخدام تركيبات متوافقة وغير متوافقة معاً كما انها تكنولوجيا تمتاز بانها تكنولوجيا بسيطة ونظيفة وطويلة الأجل.

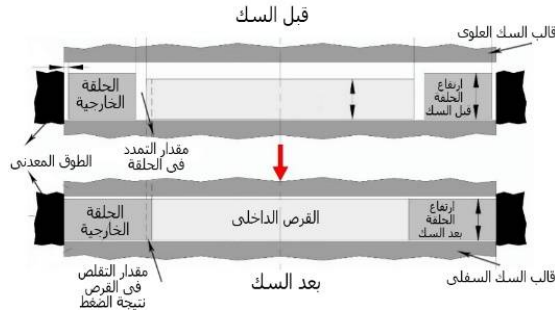
القيمة الاسمية للعملة هي تشير إلى فئة العملة التي يتم التداول بناء عليها كفئة 1 جنيه وهي تختلف عن القيمة الفعلية للعملة حيث أن القيمة الفعلية للعملة تعبر عن تكلفة الخامات والتصنيع.

الإطار النظري Theoretical Framework

عناصر التأمين للعملات المعدنية

1- التامين بالتصميم

هي وسيلة تأمين غير مرئية يتم من خلال إجراء مجموعة من الإضافات على التصميم المراد تنفيذه بغرض جعله أكثر تفصيلاً وتعقيداً، وهي تعتبر من الإجراءات الوقائية لحماية العملة من التزييف حيث يتم إجراء تعديلات وإضافات جديدة يصعب على



شكل (5) ارتفاع الحلقة المعدنية والقرص البوليمر قبل وبعد السك



شكل (6) نماذج لعملات ثنائية المعدن

كذلك يوجد عملة ثنائية المعدن ذات معدن النيوبيوم الملون Niobium Color Metals وهي التي تستخدم معها معدن النيوبيوم سواء في تصنيع الحلقة أو القرص شكل (7).



شكل (7) عمالات النيوبيوم ذات ألوان متعددة - دار السك النمساوية

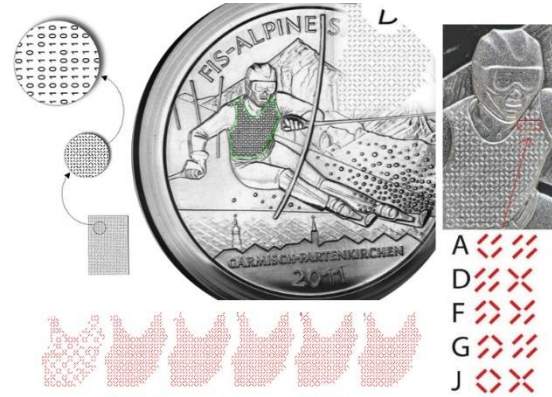
بخصائص كيميائية وكهرومغناطيسية مستقرة تتشابه مع المعادن في تحمل قوة ضغط عملية السك كما أنها تضيف بخواص جمالية كما أنها قد تكون ملونة أو شفافة من خلال تخلل مكوناتها جزيئات مادة تتغير لونها مع الضوء وباستخدام هذه التقنية تم معالجة مشكلة حدوث التفاعلات والإنتشار السطحي بين الحلقة والقرص المعدني وبالتالي منع حدوث التداخل في خواص كل منها مسبباً تغيير في السمات الرئيسية للمعادن المستخدمة فتختلف قراءات أجهزة الاستشعار وبذلك نستطيع الكشف عن العملات الأصلية والمزيفة شكل (9).



شكل (9) أول عملة معدنية بوليمرية-ألمانيا

5- التامين تلوين العملة

هي تقنية تستخدم لحماية العملة من التزيف بجانب إضفاء شكل جمالي تتم بإحدى الطرق منها



شكل (4) كود الصورة المصغر

3- التامين بتعدد المعدن Multiple Metal coin

وهي قد تكون ثنائية المعدن Bi-metallic Coins أو ثلاثية المعدن Tri-Metal Coins

1-3 عملات ثنائية المعدن Bi-metallic Coins

فيها يتم استخدام معدنين أو سببكتين ذات ألوان مختلفة وهي تتمثل في قرص معدني داخلي وحلقة خارجية ويكون فيها سمك الحلقة أكبر قليلاً من سمك القرص لأنه عند عملية السك يتساوى السمك كلا من القرص والحلقة معاً شكل (5) (6).

2-3 عملات ثلاثية المعدن Tri-Metal Coins

هي العملات التي تحتوي على (3) معادن تختلف تقنية إنتاجها من دار سك منها عملة عبارة عن حلقة فولاذية مطلية بالنحاس الأصفر والقرصان الداخليان إحداهما قرص فولاذي مطلي بالنيكل والآخر قرص صلب مطلي بالنحاس الأحمر سمك كلاهما مساوي لسمك القرص الخارجي شكل (8).



وجه العملة

ظهر العملة

شكل (8) العملات ثلاثية المعدن من إنتاج دار السك الكندية

4- التامين بتعدد الخامة

وهي وسيلة تأمين مرئية وغير مرئية تستخدم خامات مستحدثة في التصنيع كالعلاقات ثنائية المعدن ذات الحلقة البوليمرية Polymer Ring Circulation تتميز الحلقة البوليمرية

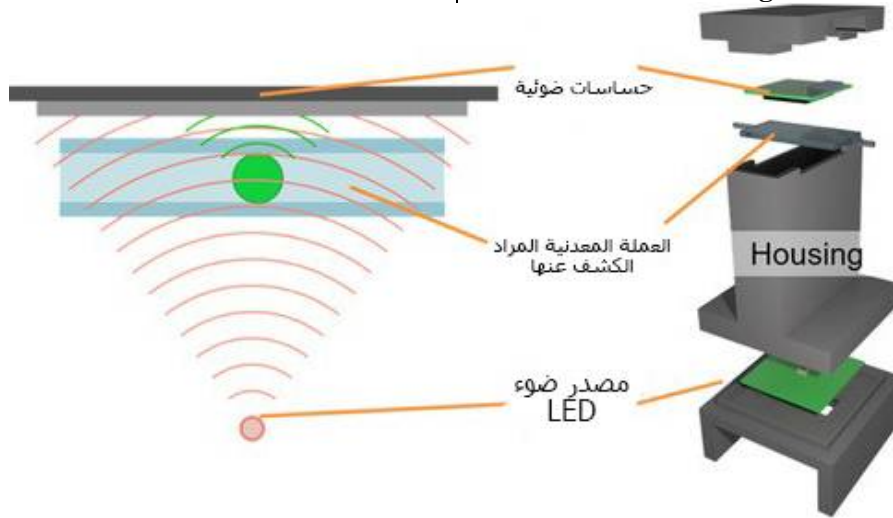
وسيلة تأمين مرئية لا تستخدم الأصباغ والألوان ويطلق عليها اسم Photonic Colors فيها يمثل اللون البناء الهيكلي لجسيمات Fixed Color النانو على السطح المعدني وتكون هذه ألوان ثابتة لا تتغير بتغير زاوية الرؤية شكل (11).



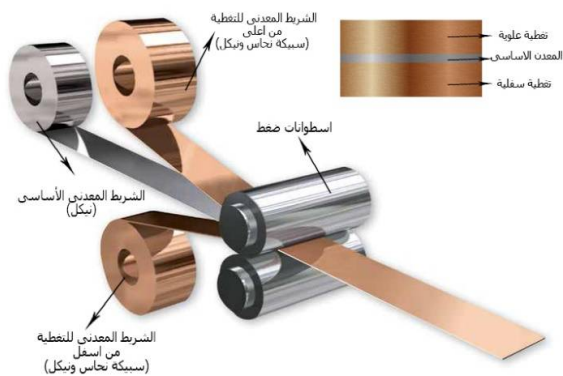
شكل (11) عملة معدنية ذات تقنية النانو ملونة بألوان ثابتة

6- التوقيع الكهرومغناطيسي Electro-Magnetic Signature

هي وسيلة تأمين غير مرئية مبتكرة تشير إلى قوة الإشارة الكهربائية والمجال المغناطيسي المنبعث من العملة عند مرورها خلال مستشعر كهرومغناطيسي موجودة بأجهزة العد من خلالها يتم التأكد من المواصفات البنائية للعملة المعدنية وهي قابلة للدمج مع العملات ذات طبقة طلاء واحدة أو أكثر كذلك يمكن دمجها مع أي وسائل تأمين أخرى سواء مرئية أو غير مرئية ولكل EMS مستشعر وتردد خاصة ويمكن أن يحدث تغيير للخواص المغناطيسية للخامة بسبب الإجهاد الميكانيكي والتلدين شكل (12).



شكل (12) جهاز مستخدم للكشف عن EMS



شكل (14) طريقة التغطية Cladding

تتميز هذه التقنية بأنها تستخدم كبديل لسبائك النحاس حيث أنها اقتصادية كما أنها قابلة للتطوير وتحسين الخصائص وفقاً للاحتياجات وقد أمكن استخدام تركيبات متوافقة وغير متوافقة معاً

1-5 الطباعة بالأحبار المضيئة illuminating ink هي وسيلة تأمين غير مرئية تستخدم أحبار مبتكرة تحتوي على أجزاء مضيئة تسمى Illuminating Ink شكل (10).



شكل (10) الطباعة العملات المعدنية باستخدام الأحبار المضيئة

2-5 طباعة النقش الغائر Intaglio هي وسيلة تأمين مرئية تعطى للرسم الملمس الخشن يطلق عليها اسم Milted Security Printing (MSP) شكل (11).



شكل (10) الطباعة الغائرة للرسم على سطح العملة المعدنية

3-5 التلوين بتكنولوجيا النانو Nanotech coloring

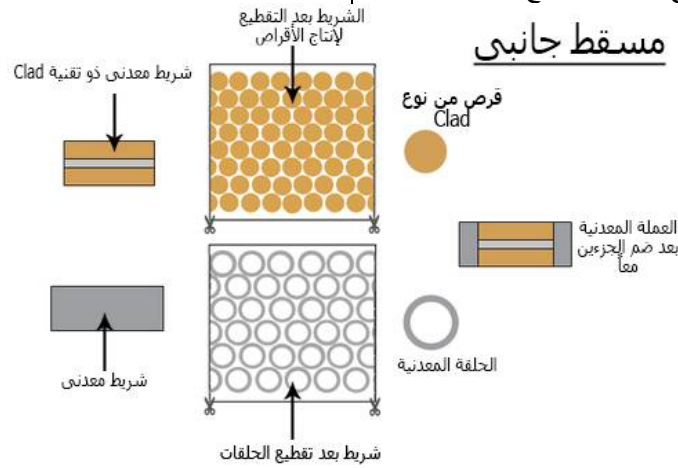
7- تكنولوجيا شرائط العملات متعددة الطبقات Multi Clad Coins Strip (MCCS)

هي وسيلة تأمين غير مرئية تسمى Sandwiched Metals تعتمد على تقنية Cladding من خلالها يتم استخدام مجموعة ذكية من المواد والتركيبات المختلفة والمتواجدة في صورة شرائط معدنية حيث يتم تجميع شريطين قد نحصل على عدد من 3:7 طبقات وذلك في جو بارد وبالتسخين يحدث تبادل بين ذرات المعدن والتغطية المضافة فيتم التعامل معها كخامة معدنية واحدة شكل (13) شكل (14).



شكل (13) عملات Clad Coins

المعدن من خلال إستخدام قرص Clad Coin والحلقة الخارجية من معدن مطلى شكل (15).

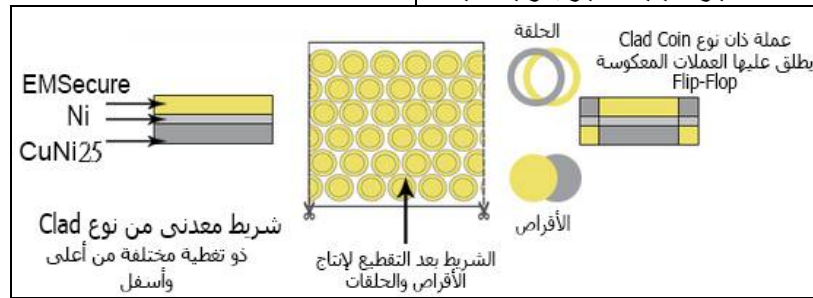


شكل (15) عملة ذات قرص من نوع Clad

وتجارية حيث أنها إقتصادية من خلال تقليل هادر الشريط المعدني إلى جانب مظهرها الجمالي شكل (16) (17).

وتتسم هذه التقنية بأنها بسيطة ونظيفة وطويلة الأجل إمكانية استخدام مواد ذات خصائص مغناطيسية مستحدثة ويفضل ان يكون الشريط الاساسي , وقد أمكن دمج هذه التقنية مع العملات ثنائية

كذلك أمكن الحصول على عملات يطلق عليه إسم العملات المعكوسة MMC Flip-Flop coin أو Reversible coin والتي يتم إنتاجها بطريقة سك غير تقليدية تتميز بمزايا تقنية



شكل (16) كيفية إنتاج عملة ذات 3 طبقات Flip-Flop المعدنية المصرية.

- 6- توجه الدراسة نحو امكانية استخدام التكنولوجيا المبتكرة في خفض تكاليف الانتاج مع الحفاظ على قيمة العملة المعدنية مما يفوق ذلك نحو تحقيق الجودة في العملة المعدنية
- 7- توجه الدراسة نحو ضرورة التنوع في صناعة العملات المعدنية من خلال استخدام سبائك معدنية ومواد غير معدنية مع السعي وراء تحقيق الانسجام والتوافق بينهم .

التوصيات Recommendations

توصى الدراسة بالآتي:

- 1- رفع القيمة الاسمية للعملة المصرية مع زيادة التكلفة الفعلية لها بشكل لا يجعلها تتعدى القيمة الاسمية مما يتيح إستخدام وسائل تكنولوجيا حديثة تجعل من الصعب تزيف العملة المصرية.
- 2- تحويل بعض العملات الورقية الى عملات معدنية نظراً لتميز العملات المعدنية بطول عمر تداولها اذا ما قورنت بالعملات الورقية.
- 3- تحديد فترة لصلاحية لتصميم العملة والاعتماد على عنصر التغيير .

المراجع References

1. Larry R. "Felix Director Bureau of Engraving and Printing New Security Features and Technology": Planning the Next Generation of U.S. Banknotes
2. "Security Features on Coins, Currency, and Bullion- Coin-authority ", © 2020 GovMint.com, a brand of Asset Marketing



شكل (17) عملة Flip-Flop

نتائج البحث Results

بعد إجراء الدراسة يمكن صياغة نتائج البحث على النحو التالي:

- 1- تشير الدراسة الى انه كلما كان تصميم العملة المعدنية أكثر تعقيداً من خلال التعزيز بالتفاصيل الدقيقة كلما كان من الصعب تزيفه.
- 2- توجه الدراسة نحو استخدام برامج التصميم المستحدثة في اعداد تصميم العملة حتى وان كان التصميم معد يدوياً لاتاحة اضافة التفاصيل الدقيقة التي لا ترى بالعين المجردة في مناطق مختلفة غير متوقعة.
- 3- توجه الدراسة نحو الاستخدام الامثل للتكنولوجيا المتاحة بمصر وتطويعها للمساهمة في تأمين العملة المعدنية .
- 4- تشير هذه الدراسة الى ضرورة الالمام بعلم السبائك المعدنية ومعرفة تركيبها والفروق بينها لإستغلال هذا التنوع في تأمين العملات المعدنية.
- 5- توجه هذه الدراسة نحو الاهتمام بعنصر التغيير قدر الامكان والابتعاد عن الثبات والنمطية في التعامل مع العملات

- study: Final report"- August 31, 2012.
11. Centennial," 7 Anti-Counterfeiting Techniques- Ways That Mints Try to Prevent Counterfeiting", April 9, 2018.
 12. Mint World Compendium," Innovation in coin Thoughts about Innovation and the Coin Industry"; Volume 2, Issue 1, 2013.
 13. A fonso R.M., Alexandrina P., Silva F.M., Leitão P.J., Alves L.M., Martins P.A.F. Martins P.A.F., PhD, Habil, D.Sc. "a new polymer-metal Coin-Professor of Manufacturing Portugal @ Technical Forum WMF", 2019.
 14. Carl Delsorbo, M.S, and Mark Blizard," Plated Zinc Materials Provide Enhanced Security with Proven Technologies -JARDEN Zinc Products, LLC Tennessee, USA,2012.
 15. Dr. Jürgen Platt, Andreas Braun,"Flip-Flop Coins ", Wickedder Westfalenstahl GmbH Group,2018.
 16. Japan mint. " Introduction of a New Series of Bank of Japan Notes and a New 500 Yen Coin1- Bank of Japan ", May 31, 2019.
 17. Dr. Wolfgang Bretz," (Innovative Clad Coins with High Anti-Counterfeiting Features MCCs", Multi Clad Coins" & Flip-Flop Coins,2016.
3. " Adding Security to Coin Designs - ARTCAM" Delcam Taiwan © 2014 Terms & Conditions.
 4. Paul Gilkes," Tenth-ounce gold Eagle edge reeding styles variants not errors – COIN WORLD"- Jan 30, 2015-6 AM.
 5. Royal Dutch Mint, "Innovation - Innovative technologies",2020.
 6. Siemowit Kalukiewicz,"Commemorative coins – pieces of art enchanted in gold and silver, The Most advanced technologies in minting and decorating", Mint & Print International conference: Beirut, Lebanon, May 2014.
 7. Sarah Rogers & Rhys Thomas "Detection of the Security Feature in the new £1 coin, the royal mint",2017.
 8. Munjal, R., Sajjad, F. A., Wendler, F., & Kanoun, O. (2020)- "Multi-Frequency Inductive Sensor System for Classification of Bi-Metallic Coins", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement
 9. Royal Canadian mint," Nano-Technology for Minting Application: Royal Canadian Mint Photonic Coins" Chief Technology Officer, R&D Center of Excellence, January- 2015.
 10. United States Mint, " Alternative metals Services, LLC - April 13, 2020.