دراسة العوامل المؤثرة على كفاءة بطاريات الخزن القلوية نيكل – كادميوم

احمد سعيدعثمان[١]، شاكر محمود سعيد[٢] و هناء ياسين مهدي[٣]

١ قسم الهندسة الكيمياوية، كلية الهندسة، جامعة تكريت ، تكريت، جمهورية العراق

٢ قسم الصيدلة، المعهد الفني، الموصل، جمهورية العراق

٣ الشركة العامة لصناعة الادوية، سامراء، جمهورية العراق

الملخص:

تم دراسة عدد من العوامل المؤثرة على كفاءة خلية الخزن القلوية نيكل – كادميوم أثناء المراحل التصنيعية ومنها درجة الحرارة ، وكثافة المحلول الالكتروليتي المستخدم ، وعدد مراحل التشبع ، والزمن اللازم لكل مرحلة من مراحل التشبع ومدة الخزن في حالتي كون الخلية مشحونة وفي حالة كونها غير مشحونة . وجد ان اعلى كفاءة يمكن الحصول عليها عند درجة حرارة (٢٥) مْ ، اما المحلول الالكتروليتي فقد لوحظ ان زيادة الكثافة عن ١,٣غم/ مل ، تزيد من الكفاءة وكذلك تم التوصل الى ان عدد المراحل اللازمة للشبع في عملية المعالجة الكيمياوية لا تزيد عن (٥) مراحل ، اما تاثير الزمن على كمية النيكل الممتص وتاثير سمكه على كفاءة البطارية فقد وجد ان الوقت المثالي الذي يقضيه القطب مغمورا في كل حوض من احواض المعالجة الكيمياوية هو (٥٠) دقيقة .

الكلمات الدالة: بطارية الخزن القلوية ، بطارية النيكل كادميوم .

المقدمة:

منذ بداية القرن الثامن عشر بدا التفكير بانتاج الطاقة كهربائيا على حساب تفاعلات الاكسدة والاختزال الكيميائي (redox reactions) والتي تشمل على فقدان واكتساب الالكترونات[١] .

وبعد ان تطور مفهوم الخلية الكهربائية او الخلية الكلفانية (galvanic) وامكن قياس فرق الجهد بين قطبيها والذي اطلق عليه القوة الدافعة الكهربائية (Electromotive force) بدا التفكير بتنضيد مجموعة من الخلايا الكلفانية معا لانتاج ما يسمى بالنضيدة (Battery)[٢] وتشمل كل الخلايا الكلفانية على مواد متفاعلة تتأكسد عند القطب الموجب (الانود Anode) وتختزل عند القطب السالب المسمى (بالكاثود Cathode) وينتج التيار الكهربائي اثناء التفاعل [٣] ويمكن تصنيف الخلايا الكهربائية تبعاً للتفاعل الكيماوي الذي نعتمده الى صنفين :-

١- خلايا التحويل ذات الاتجاه الواحد:

وفيها يتم تحويل طاقة التفاعل الكيميائي الى طاقة كهربائية بتفاعل غير عكسي[٤] ومنها الخلايا الابتدائية كالبطارية الجافة وخلية ليكلانشيه (Leclanche) والتي يرمز لها بالخلية (Zn/MnO_2) وكذلك خلايا الوقود كخلايا الهيدروجين والاوكسجين .

٢- خلايا التحويل ذات الاتجاهين (العكسية):

وتسمى بالخلايا الثانوية (Secondary Cells) او الخلايا المختزنة (Storage Cells)[5] القابلة للشحن والتي تستخدم الالكتروليت الحامضي او القاعدي وقد صنعت اول خلية سنة ١٨٥٩ من قبل بلانتيه (Planet) ثم طورت هذه الخلية من قبل توماس اديسون سنة (١٩٠٨) وهذه الخلية تستخدم في انواع المركبات في الوقت الحاضر . ثم جرت محاولات لتصنيع نضيدة مختزنة اكثر تطورا باستخدام اقطاب ومحاليل الكتروليتية غير الرصاص وحامض الكبريتيك ومن خلال البحوث باتجاه تطوير خلايا ذات تفاعلات عكسية تمكن العالم جينكير (Jangner) في السويد من التوصل الى خلايا عكسية تحتوي على الكتروليت لا تتغير مكوناته من جراء الشحن والتفريغ وكذلك العالم اديسون في الولايات المتحدة من استخدام خلايا النيكل – الكادميوم القاعدي (Ni-Cd alkaline cells) بوصفها خلية متطورة ومناسبة اكثر من غيرها من النضائد المستخدمة [٦] . حيث تم استخدام صفائح النيكل المغمورة في هيدروكسيده والتي تمثل القطب الموجب في حين يستخدم الكادميوم المغمور في نتراته مع محلول قاعدي لتكوين الهيدروكسيد والذي يمثل القطب السالب [٧] والمعادلة العامة للتفاعل العكسي:

$$Cd+2NiOOH+2H_2O \xrightleftharpoons{Discharge} Cd(OH)_2+2Ni(OH)_2 \quad (1.3)\ Volt$$

وتم استخدام نضيدة النيكل – كادميوم الملبدة لاغراض متعددة بسبب خصائصها العالية في الشحن والتفريغ[٨] وقد سميت هذه الخلايا بالملبدة (Sintered) بسبب استخدام الواح (Plaques) ملبدة بوساطة التغطيس (Dipping) بمحاليل املاح فلزية مناسبة مثل (النترات) يعقبها ترسيب هيدروكسيدات فلزية قاعدية حراريا او بالترسيب الكهربائي ثم تغطيها بشكل متعاقب بوساطة الاكاسيد .

اجريت هذه الدراسة في منشأة صلاح الدين العامة لتحديد العوامل المؤثرة على كفاءة البطارية .

الجزء العملي:

مراحل انتاج بطارية نيكل –كادميوم [٩]

ان تصنيع هذا النوع من الخلايا يشمل مجموعة من المراحل المتعاقبة المهمة تبدا بتصنيع القطب الموجب (Positive electrode in manufacturing) والذي يتم انتاجه بثلاثة عمليات .

١- الرش *Spraying*

القطب الموجب للخلية يتكون من شريط من الفولاذ مطلي بالنيكل يرش هذا الشريط بمزيج مكون مسحوق النيكل نوع (٢٢٥) وبحجم دقائق يتراوح بين (٢,٢-٢,٨) مايكرون [٢،٣]مع مادة الكلايكول الاثيلي مضافا اليه المادة اللاصقة الكولديون المذابة بالأسيتون حيث يرش الشريط من الجانبين إلى ان يصل الى السمك المطلوب[١٠] ثم يقطع الشريط بأطوال مختلفة اعتمادا على حجم البطارية وهناك أنواع مختلفة من البطارية مثل D,AA,Cs. والجدول (١) يبين الابعاد لكل نوع .

جدول (١): يبين ابعاد اقطاب الخلايا المختلفة

نوع الخلية	ابعاد القطب الموجب (cm2)	ابعاد القطب الكاثود (cm2)
D	48*35	50*35
Cs	32*35	34*35
AA	12*35	13*35

٢- التلبيد:

تستخدم الحرارة في هذه المرحلة لتحويل الكتلة غير المتماسكة على الشريط المحضر بالرش الى اجسام متماسكة ويجب ان تكون الحرارة المستخدمة اقل من درجة انصهار المواد[١١] ، حيث تصل الحرارة (٤٠٠-٩٠٠) مْ بمعزل عن الهواء ويمرر غاز النتروجين لطرد الاوكسجين ومنع اكسدة النيكل . وبعد عملية التلبيد يخضع القطب لقياس السمك والذي يتراوح بين (٠,٧٩- ٠,٩٠ ملم) وبشكل متجانس ثم يرسل الى وحدة المعالجة الكيمياوية .

٣- المعالجة الكيمياوية وتشمل مرحلتين :

المرحلة الاولى : التغطيس

ويجري خلالها تغطيس الالواح (القطب الموجب) في احواض حاوية على منصهر نترات النيكل والكوبلت بدرجة (٨٠) مْ ولمدة (٥٠) دقيقة .

المرحلة الثانية : الاستقطاب

هي عملية استقطاب ايونات النيكل ($Ni^{+٢}$) لمجاميع الهيدروكسيل (OH^-) فبعد انتهاء التغطيس مباشرة تنقل الالواح إلى وحدة الاستقطاب حيث تستقطب على القطب الموجب لمحلول ساخن من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء اللاأيوني ويترسب هيدروكسيد النيكل داخل مسامات الألواح مباشرة نتيجة تفاعل أيونات النيكل الموجود في نترات النيكل مع مجاميع الهيدروكسيل كما في المعادلة :

$$Ni^{+2} + 2\,OH^- \longrightarrow Ni(OH)_2$$

تنظف الالواح من نترات النيكل غير المتفاعلة الملتصقة على السطح بوساطة شلالات من الماء اللايوني وتجفف وتهيا لاعادة المراحل الاولى والثانية من جديد لحين الوصول الى الوزن المطلوب (٧٢-١٠٢) غم . والجدول ادناه يبين الظروف المثالية لعملية المعالجة الكيمياوية.

جدول(٢): الخطوات المتبعة للمعالجة الكيمياوية

ت	الخطوات المتتابعة التي تتضمنها المعالجة الكيمياوية	الملاحظات
١	درجة حرارة حوض التغطيس (مْ)	(٨٠ ± ٥)
٢	درجة حرارة حوض الاستقطاب (مْ)	(٧٥ ±٥)
٣	درجة حرارة حوض الغسيل (مْ)	(٧٠±٥)
٤	الزيادة في الوزن بعد المعالجة(غم /لوح)	(٣٥,٢)
٥	فترة المعالجة (التشبع) (بالدقيقة)	(٥٠±٢)
٦	فترة الاستقطاب (بالدقيقة)	(٢٦)
٧	فترة التنظيف بالفرشاة (بالدقيقة)	(٥)
٨	فترة الغسيل لخمسة مراحل (بالدقائق)	(٥×٤,٥)
٩	فترة التجفيف (بالدقائق)	(١٢,٥)
١٠	تيار الاستقطاب (امبير)	(٨٢٥- ٨٠٠)

تصنيع القطب السالب:

هناك ثلاثة طرق مختلفة تستخدم تجاريا لتصنيع القطب السالب :

١- الاستقطاب بالضغط المخلخل .

٢- التفكك الحراري .

٣- الترسيب الكهربائي .

وفي تصنيع هذا القطب تم استخدام اسلوب الطلاء الكهربائي في وسط حامضي باستخدام نترات الكادميوم مع محلول مخفف من حامض الكبريتيك بالكادميوم وهيدروكسيده على شكل مسحوق متناهي الصغر على مساحات صفيحة القطب السالب .

مرحلة التجميع:

بعد انتهاء المعالجة الكيمياوية يقطع اللوح الرئيسة (Master plate) الى الحجوم النهائية المطلوبة للالواح وتضع حدود او حافات حول كل لوح مع طلائه بطبقة رقيقة (Film) من البولي ستايرين (Polystyrene) المذاب في المثيل اثيل كيتون ويعمل هذا الطلاء على احكام اغلاق (Sealing) اية فتحة غير متجانسة ويحمي مواد العزل بين الالواح . وتوضع فواصل بين الالواح (الاقطاب وكلما كان الفاصل جيدا طال عمر النضيدة وبذلك يجب ان يكون للفاصل صفات جيدة منها المقاومة الكهربائية الصلبة ومقاومة الكتروليتية واطئة وان يقاوم كيمياويا مكونات الخلية والغازات المنبعثة وان يكون ثابت حراريا وان يكون مقاوما للصدمات ويتمتع بمرونة عالية ومن العوازل المستخدمة هو بولي بروبلين نوع (FT_{2140}) وبسمك (٠,١٦) ملم .

عملية التنشيط والشحن:

وهي عملية تنشيط كهروكيميائي وتسمى كذلك بعملية تهياة الخلية وتتم كما يلي :-

بعد تفريغ المحيط الهوائي عن طريق فتحة التهوية الخاصة الموجودة في البطارية يتم ضخ الالكتروليت القاعدي (هيدروكسيد البوتاسيوم بكثافة ١,٢٩غم/مللتر) لتسد جميع الفراغات وتترك الخلية لفترة (٢٤) ساعة لكي تتفاعل الاقطاب مع القاعدة بعدها تكون الخلية جاهزة لعملية التنشيط الكهربائي وذلك بشحن البطارية بوساطة تيار ثابت لجعل الخلية في حالة توازن ولسهولة حساب سعة الشحنة (امبير / ساعة) [١١، ١٢] وتتم عملية الشحن على وفق سلسلة الاعمال المتعاقبة التالية :

١- التفريغ السريع

تكون فترة العملية ساعتين حيث تكون فولتية الخلية (٠,١٥) فولت ويتم تسليط فرق جهد معكوس على طرفي الخلية لغرض تفريغ شحنتها الابتدائية بشكل فوري وسريع .

٢- الشحن الابتدائي:

فترة العملية ساعتين ونصف بحيث تكون فولتية الخلايا (١,٨) فولت ويتم تسليط فرق جهد باتجاه قطبية الخلية لشحنها .

٣- مستوى الشحن الثانوي:

فترة هذه العملية (٥) ساعات وعشرين دقيقة بحيث تكون فولتية الخلايا (١,٥-١,٨)فولت وهو شحن ثاني بتيار عال نسبيا ويوصف هذا الشوط

بالحرح وذلك لارتفاع درجة حرارة الخلية نتيجة الشحن العالي وتحدد قيمة تيار الشحن بدرجة حرارة الخلية (٥٥) درجة مئوية على ان لا تتجاوزها .

٤- خروج الغازات:

فترة هذه العملية (٤) ساعات تترك الخلايا بدون اية اجهاد كهربائي (شحن او تفريغ) لغرض التخلص من الغازات المتولدة نتيجة ارتفاع درجة الحرارة في الشوط الثالث .

فحص الكفاءة:

بعد غسل الخلايا وتجفيفها تخزن لمدة (١٤) يوم يتم بعدها فحص الخلايا بواسطة جهاز الفولتية حيث تكون فولتية الخلية (٠,٧٥) فولت فما فوق وتبدا عملية فحص الكفاءة كما يلي :-

١- شحن الخلايا لمدة (١٦) ساعة بتسليط تيار (٠,٤) امبير .

٢- تخزن الخلايا لمدة (٢٤) ساعة (فترة تشريب) .

٣- تفرغ الخلايا بربطها على محطة التفريغ .

المواد والاجهزة المستخدمة:

تم تحضير كافة المحاليل والمواد الخاصة بالمعالجات الكيمياوية في مختبرات مصنع انتاج البطاريات في منشأة صلاح الدين العامة اما المواد الكيمياوية المستخدمة فكانت

- الاسيتون النقي المجهز من شركة (Fluka) الالمانية .
- غاز النتروجين النقي المنتج من شركة المنصور(وزارة الصناعة).
- كرات الكادميوم المستوردة وبنقاوة ٩٩,٩% .
- مسحوق النيكل المستخدم مستورد من نوع (٢٥٥) وحجم الدقائق يتراوح بين(٢,٢-٢,٨) مايكرون .
- نترات النيكل والكوبلت .

اما الاجهزة المستخدمة في البحث فكانت :

- المجهر الالكتروني (Olympus) بقوة تكبير (١٠٠٠) مرة لفحص دقائق النيكل .
- جهاز تحليل الغازات Gas liquid chromatography (GLC) نوع Shimadzu للتأكد من نقاوة غاز النتروجين المستخدم .
- جهاز تحليل العناصر Flame atomic absorption spectrophotometer. لتحليل العناصر المستخدمة وتحديد نسبها نوع Shimadza-680.

النتائج والمناقشة:

١- تاثير سمك طبقة النيكل بعد عملية الرش على كفاءة الخلية

تم استخدام (١٥) قطب مختلف السمك لمسحوق النيكل على سطحها (٠,٦-٠,٩)ملم وتمرر هذه الاقطاب بكافة المراحل السابقة ثم توزن الاقطاب قبل وبعد عملية المعالجة الكيميائية ثم يتم فحص الكفاءة لهذه الخلايا والجدول(٣) يوضح النتائج .

جدول(٣): يبين تاثير سمك القطب الموجب على كفاءة الخلية عند العمل بخمسة مراحل

سمك قطب الموجب مع النيكل (ملم)	الوزن قبل المعالجة (غم)	الوزن بعد المعالجة (غم)	الكفاءة (امبير /ساعة)
٠,٦	٣٠	يهمل القطب	
٠,٧٧	٤٨ ٤٧	٨٦ ٨٤	%١٠٠
٠,٧٩	٥٠	٨٧	%١٠٠
٠,٨ ٠,٨	٥١ ٥٢	٨٨ ٩٠	%١٠٠
٠,٨١	٥٣	٩٥	%١٠٠
٠,٨٣ ٠,٨٣	٥٤ ٥٤	٩١ ٩٠	%١٠٠
٠,٨٦ ٠,٨٨	٥٤ ٥٤	٨٩ ٨٩	%١٠٠
٠,٩	٥٦	٩١	٩٠% زادت الكفاءة بإعادة الشحن االى١٠٠%

يتضح من الجدول أن كمية مسحوق النيكل المرشوشة على القطب الموجب أي سمك طبقة مسحوق النيكل لا تؤثر على الكفاءة عند وصول الوزن بعد المعالجة الى الحالة المثالية وهي وزن القطب قبل المعالجة مضاف له (٣٥,٢)غم من النيكل .

٢- تاثير عدد مراحل التشبع في عملية المعالجة الكيميائية على الكفاءة

لمعرفة تاثير عدد مراحل المعالجة على الكفاءة وعلى نوعية الاقطاب الناتجة اعتمدنا نتائج الدراسة بأربع مراحل وخمس مراحل وست مراحل تشبع وكما يلي:

تم اخذ اقطاب موجبة مرشوشة بالنيكل وبسمك مختلف يتراوح بين (٠,٧٥-٠,٩) ملم وأجريت عمليات المعالجة وكانت النتائج كما في الجدول (٤) .

جدول (٤): قيم الكفاءة لاقطاب مختلفة السمك عند العمل باربع مراحل تشبع

سمك قطب الموجب (mm)	الوزن قبل المعالجة (gm)	الوزن بعد المعالجة (gm)	الكفاءة Amp/h
٠,٧٥	٤٥	٨٠	
٠,٨	٥٠	٩٤	
٠,٨٥	٥٥	٩٨	%١٠٠
٠,٩	٥٩	١٠١	%١٠٠

يتضح من الجداول (٣) و(٤) و(٥) انه لا تاثير لعدد مراحل التشبع في عملية المعالجة الكيميائية على الكفاءة بشرط ان تصل الزيادة في وزن القطب الى (٣٥,٢) غرام بعد المعالجة الكيميائية ومن خلال التجارب التي اجريت باربع مراحل لوحظ ان اغلب الاقطاب تحتاج الى معالجة فهي لا

تصل الى الوزن القياسي أي (وزن القطب قبل المعالجة مضافا له (٣٥,٢)غرام وهناك اقطاب موجبة تصل الى الوزن وتعطي كفاءة جيدة جدا دون اللجوء الى اعادة المعالجة وهذه الاقطاب هي التي تكون بسمك (٠,٨٥-٠,٩) ملم للقطب الموجب قبل المعالجة . اما عند زيادة عدد المراحل الى ست مراحل فان الاقطاب بسمك (٠,٩) ملم يزداد سمكها ووزنها بعد المعالجة زيادة كبيرة مما يسبب تكسر القطب عند تشكيل الخلية مسببا خسارة في القطب . كما لوحظ ان بعض الاقطاب لا يحصل لها تكسر ولكن يزداد وزنها بحيث تتجاوز الوزن القياسي المسموح به ويصعب وضعها في مكانها داخل الخلية بصورة صحيحة في مرحلة التجميع مما يضطر الى قطع جزء من القطب للتمكن من وضعه داخل الحاوية .

جدول (٥): قيم الكفاءة لاقطاب مختلفة السمك عند العمل بست مراحل تشبع

سمك قطب الموجب (mm)	الوزن قبل المعالجة (gm)	الوزن بعد المعالجة (gm)	الكفاءة Amp/h
٠,٧٥	٤٥	٨٧	%١٠٠
٠,٨	٥٢	٩٦	%١٠٠
٠,٨٥	٥٥	١٠٠	
٠,٩	٥٩	١٠٦	

نستنتج من ذلك انه لا تاثير لعدد المراحل على الكفاءة ويمكن الحصول على كفاءة ١٠٠% عند التحكم بسمك القطب قبل المعالجة أي بالتحكم بسمك طبقة النيكل المرشوش .

تأثير الزمن على كمية النيكل الممتص لكل مرحلة:

لدراسة تأثير تغير الزمن لكل مرحلة من مراحل التشبع والمتمثلة بفترة بقاء القطب مغمور في كل حوض من الاحواض المعدة لكل مرحلة والجدول (٦) و(٧) و(٨) يبين النتائج :

جدول (٦): تاثير الزمن على وزن القطب في مرحلة التشبع الاولى (التغطيس)

وزن القطب(غم) الموجب بعد التلبيد	الوزن (غم) بعد (٤٠) دقيقة	الوزن (غم) بعد (٥٠)دقيقة	الوزن (غم) بعد (٦٠)دقيقة
٤٧	٨٦	١٢٠	١٠٥
٥٥	٩٣	١٣٠	١١٢
٤٩	٩١	١٢٦	١٠٧
٤٧	٩١	١٢٦	١١١
٤٧	٩٠	١٢٤	١٠٦
٥٣	٩٨	١٣١	١١٣
٥٠	٩٦	١٣٢	١١٠

جدول(٧): تاثير الزمن على وزن القطب في مرحلة التشبع الثانية (الاستقطاب)

الوزن(غم) بعد (٤٠) دقيقة	الوزن (غم)بعد (٥٠)دقيقة	الوزن (غم) بعد (٦٠)دقيقة
٩٠	١٢٤	١٠٠
٩٤	١٣١	١٠٩
٩٤	١٣٠	١٠٢
٩٣	١٢٩	١٠٥
٩٤	١٢٨	١٠١
١٠٠	١٣٤	١٠٨
١٠٠	١٣٥	١٠٦

جدول (٨): تأثير الزمن على وزن القطب في مرحلة التشبع الثالثة

الوزن (غم) بعد (٤٠) دقيقة	الوزن (غم) بعد (٥٠)دقيقة	الوزن (غم) بعد (٦٠)دقيقة
٩١	١٢٦	٩٧
٩٤	١٣٢	١٠٤
٩٥	١٣١	١٠٠
٩٤	١٣٢	١٠٢
٩٤	١٣٠	٩٩
١٠١	١٣٩	١٠٦
١٠٢	١٣٥	١٠٢

من خلال الجداول (٦،٧،٨،٩) تبين ان الوقت المثالي للحصول على اعلى امتصاص للنيكل خلال عملية المعالجة هو (٥٠) دقيقة لكل مرحلة.

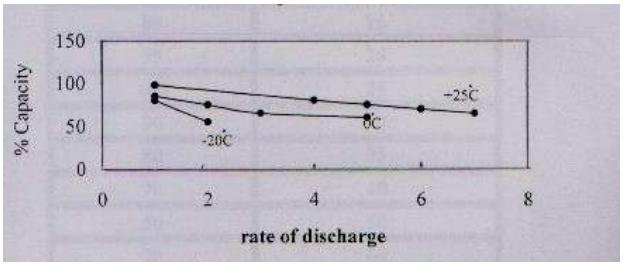
جدول (٩): تأثير الزمن على وزن القطب في مرحلة التشبع الرابعة

الوزن(غم) بعد (٤٠) دقيقة	الوزن(غم) بعد (٥٠)دقيقة	الوزن(غم) بعد (٦٠)دقيقة
٩٢	١٣٠	٩٢
٩٧	١٣٥	١٠٠
٩٦	١٣٢	٩٨
٩٤	١٣٠	٩٩
٩٩	١٣٦	٩٢
١٠١	١٣٧	١٠١
١٠٤	١٤١	٩٨

تاثير درجة الحرارة على سعة الخلية وكفاءتها:

من الجدير بالذكر الى ان خلايا النيكل – كادميوم هي اقل انواع الخلايا حساسية للحرارة وان معظم الخلايا الاسطوانية المغلفة تعمل ضمن مدى يتراوح بين (-٤٠ الى +٦٠) درجة مئوية والمدى المثالي للعمل هو (-٢٠ الى +٤٠) والمحلول الالكتروليتي لهذه الخلايا هو محلول هيدروكسيد البوتاسيوم بكثافة (١,٢٥-١,٣)غم /مل والشكل (١) يبين سعة الخلية بثلاث درجات حرارية (-٢٠ ، ٠، +٢٥) درجة مئوية بدلالة معدل التفريغ .

علما بان عملية شحن الخلية قد تمت بدرجة حرارة الغرفة (٢٥) مْ رغم ان الخلية تعطي ٨٠% من السعة الاصلية في حالة تفريغها بدرجة حرارية (-٢٠) درجة مئوية .[١٣]



الشكل (١): يمثل تأثير درجة الحرارة على سعة الخلية

الكفاءة تتاثر بدرجات حرارة الشحن ارتفاعا وانخفاضا وان اعلى كفاءة يمكن الحصول عليها عند درجة حرارة شحن (٢٥) مْ وعند ثبوت درجة حرارة التفريغ عند درجة حرارة الغرفة (٢٥) مْ. والجدول(١٠) يوضح ذلك :

الجدول (١٠): يبين علاقة الكفاءة بدرجة الحرارة عند ثبوت درجة حرارة التفريغ

درجة حرارة الشحن (C°)	الكفاءة %
١٠	٧٠
١٥	٨٠
٢٠	٩٥
٢٥	١٠٠
٣٠	٩٠
٣٥	٨٠
٤٠	٧٠
٥٠	٥٠
٦٠	٢٠

كذلك نلاحظ ان اعلى كفاءة يمكن الحصول عليها عند درجة حرارة تفريغ (٢٥) مْ وتثبيت درجة حرارة الشحن بدرجة حرارة الغرفة (٢٥) مْ والجدول(١١) يوضح ذلك :

الجدول (١١): يبين علاقة الكفاءة بدرجة الحرارة عند ثبوت درجة حرارة الشحن

درجة حرارة التفريغ (C°)	الكفاءة %
١٠	
١٥	٧٠
٢٠	٩٥
٣٠	٨٥
٤٠	٨٠
٥٠	٤٠
٦٠	١٠

أما في حالة الشحن الاعتيادي فيجب ان تكون درجة الحرارة (٢٥) مْ وبخلاف ذلك يؤدي الى فشل مبكر للخلية .

تأثير كثافة المحلول على سعة الخلية وكفاءتها:

ان لكثافة المحلول الالكتروليتي (محلول هيدروكسيد البوتاسيوم) تأثير على سعة وكفاءة الخلية وبالامكان تحسين الكفاءة (أداء عملية تفريغ) بزيادة تركيز هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) بالرغم من تأثيرها السلبي على ميكانيكية تحرر الاوكسجين في الخلية كما بين ذلك باركر (Parker)[١٤] وطبقا لذلك يجب استخدام كمية مناسبة من المحلول الالكتروليتي وهذه الكمية تتأثر بمسامية الأقطاب وطبقة العازل .

وعند استخدام كمية مناسبة (مثالية) من الحلول الالكتروليتي في الخلايا المغلفة او استخدام كمية كبيرة منه فهي تزيد من سعة الاقطاب مما يزيد من سعة الخلية حيث تزداد السعة حوالي (١٥-٢٠%) من سعة الخلية الاصلية وايضا يمكن الاحتفاظ بالشحنة لفترة اطول . كذلك بالامكان زيادة سعة الخلية بزيادة تركيز المحلول الالكتروليتي عن(١,٣)غم/مل بدرجة حرارة الغرفة وهذا ما تم ملاحظته من الجدول (١٢):

الجدول (١٢): يبين تأثير كثافة المحلول على سعة الخلية وكفاءتها

الكثافة غم/مل	مدة التفريغ (ساعة)	الكفاءة %
١,٠٥	٠,٨	٢٠
١,١٠	٢	٤٠
١,١٥	٢,٤	٦٠
١,١٧	٢,٨	٧٠
١,٣٥	٤	١٠٠
١,٤٠	٤,٢	١٠٠
١,٥٠	٤,٤	١٠٠
١,٦٠	٤,٥	١٠٠
١,٧٠	٤,٥	١٠٠

يتضح من الجدول (١٢) ان الكفاءة تقل كلما قل تركيز المحلول الالكتروليتي عن (١,٣) غم/مل حيث تقل مدة التفريغ للخلية عن الفترة القياسية وبالعكس ان زيادة كثافة المحلول الالكتروليتي تؤدي الى تحسين اداء الخلية (كفاءة الخلية) بتقليل التفريغ الذاتي للخلية والزيادة من مدة التفريغ للخلية وهذا مطابق لما تم التوصل اليه من قبل (Alliegro & Mundel)[١٥] حيث بين ان الخلية بمحلول الكتروليتي كثافة (١,٣) غم / مل تعطي (١٨%) من السعة الاصلية بدرجة حرارة (٤٠-) درجة مئوية وبمعدل تفريغ طبيعي في حين ان نفس الخلية ولكن باستخدام محلول الكتروليتي كثافة (١,٤) غم / مل تعطي (٤٦%) من السعة الاصلية .

تاثير عمر الخلية ومدة الخزن على الكفاءة:

ان العمر التشغيل لخلية النيكل – كادميوم (Ni-Cd) بضع سنوات (٣-٥) سنوات وفي حالاتالتشغيل المعتدل يصل الى (١٠) سنوات[١٦] .

ولمعرفة تاثير عمر الخلية على الكفاءة تم فحص الكفاءة لخلايا عدة وبسنوات انتاج مختلفة ووفق الظروف التالية للشحن والتفريغ .

تيار الشحن ملي امبير	فولتية الشحن (V) فولت	مدة الشحن (ساعة)	مدة الخزن (ساعة)
٤٠٠	١,٢	١٦	٢٤

أما طريقة التفريغ للخلايا

تيار التفريغ ملي امبير	الفولتية المتبقية (V) فولت	مدة التفريغ (الساعة)	الكفاءة (امبير-ساعة)
٨٠٠	١,٢	٤	%١٠٠

اما فحص الكفاءة لخلايا مخزونة لسنوات متعددة كما موضح في الجدول (١٣)

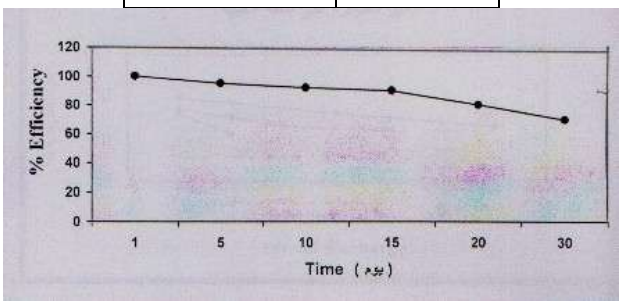
جدول (١٣): تأثير الخزن (الزمن) على كفاءة الخلية

سنوات الخزن	مدة التفريغ	الكفاءة
٥	٤	%١٠٠
٤	٤	%١٠٠
٣	٤	%١٠٠
٢	٤	%١٠٠
١	٤	% ١٠٠

تظهر النتائج أن لاتاثير لمدة الخزن على كفاءة الخلية ضمن عمرها التشغيلي في فترة خزنها بظروف قياسية وهي مفرغة تماما من الشحنة . أما في حالة شحن الخلية وتركها لفترة من الزمن فان زمن الخزن يؤثرعلى كفاءتها حيث تفقد حوالي(١٠%) من سعتها بعد مرور اسبوعين وتفقد حوالي(٣٠%) بعد مرور شهر [١٨،١٧] كما في الجدول (١٤) والشكل (2) .

الجدول (١٤): تأثير الخزن (الزمن) على كفاءة الخلية وهي مشحونة

مدة الخزن وهي مشحونة (يوم)	الكفاءة امبير / ساعة
١	%١٠٠
٥	%٩٥
١٠	%٩٢
١٥	%٩٠
٢٠	%٨٠
٣٠	%٧٠



الشكل (٢): يمثل العلاقة بين زمن الخزن للخلية(وهي مشحونة) مع الكفأة

المصادر:

(1) J.S.Newman " Electrochemical systems ", 2nd ed. Prentice-hall, inc., Englewood cliffs, p. 120 f., (1993).
(2) ULLMAN'S " Encyclopedia of industrial Chemistry release " 6th edition, Electronic Release (2002).
(3) R.G. Breck, R.J.C.Brown and J.D.Mcgown " Chemistry for Science and Engineering " Mc grew hill rye son limited p.558 (1981).
(4) Microsoft Encarta Encyclopedia, Microsoft Corporation (2002). A Battery, b. Sanyo electric. Co.
(5) G.Smith " Storage Batteries " 2nd add. Pitman publishing U.K. (1971).
(6) J.O.M and A.K.Reddy " Modern electrochemistry " plenum press, New York, (1970).
(7) H.B.lunn and B.R.Field German Alkaline Accumulator industry and Miners " Lamps Alkaline Accumulators " Bios 1620, (1947).
(8) A.P.Hanel " The Ni-Cd Storage Battery" Trans. Electrochemical. Soc., 76,435(1939).
(9) HTTP " electronic components global spec. Com. " electrical components batteries and accessories, rechargeable (2005).
(10) G.C.Kuczynski, J.Metals 185, 169, (1949).
(11) H.F. Qossenberger " Study of the variable in the Ni-Cd Cell ", M.sc. Thesis polytechnic institute of Brooklyn (1959).
(12) N.T.Wilburn, K.E.Mead and C.J.Bradly tech. Report. Ecom 2628(1965), V.S.Army Electronics Command, F.T.Monmount. N.J.
(13) D.Berndt " maintenance – free batteries " research studies press LTd., taun ton, new York, ISBN 0-86380 – 143 – 9. (1993).
(14) H.B.Lunn and J.Parker. Batteries 2, Proc.4th intern Sump. Brighton, England Sept. Bergamot Press, Oxford, 1965, p.139.
(15) F, Allegro and A.B.Mundel proc, Ann. Power Sources, Conf. 15,67(1961).
(16) S.U.Falk and A.J.Salkind " Alkaline Storage batteries " John Wiley and Sons.Inc. U.S.A. (1969).
(17) H.Morrow, " Batteries International " Issue 29,p.51 October (1996).
(18) Booster for Battery chemical, chem. week 101, 111, (1962).

Study the factors affecting the efficiency of nickel cadmium alkaline storage batteries

Ahmed S. Othman [1] , Shakir M. Saied [2] and Hanna Y. Al. Samarrai [3]

[1] Department of Chemical Engineering, College of Engineering, University of Tikrit, Tikrit, Iraq
[2] Department of Pharmacy, Institute of Technical, Mosul, Iraq
[3] Samara drugs industry, Iraq

Abstract:

Many factors that affecting on the efficiency and cell capacity of (Ni-Cd) batteries during the processes of manufacturing were studied such as temperature, density of electrolytic solution the number of saturation processes the time required to reach saturation to the storage time of charged and uncharged cells. It was found that the maximum capacity may be reached at room temperature (25) C°. Also we found that the increasing of density for electrolytic solution more than (1.3) g/ml will increased the efficiency of the cell, only five saturation process is needed. The amount of nickel absorbed and its thickness is tested by which the anode spend immersed in the treatment tanks, The ideal time for the amount of nickel to be needed on anode is (50) minutes. The weight of anode must be not less than (35.2) gm even if the weight reaches after treatment to (72) gm.