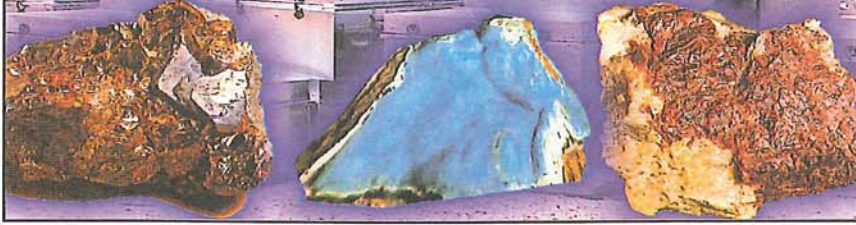


الخاصة

أحمد الله بن محمد العبد الرحمن



الصيغة	الخام
ZnS	مخلوط الخارصين
(Zn Fe)S	او السفاليريات
Zn CO ₃	المارماتيت
4ZnO. 2SiO ₂ . 2H ₂ O	سميثسونيت
5ZnO. 2CO ₂ . 3H ₂ O	هيمورفت
ZnO	هيدروزينسيت
2ZnO. SiO ₂	زينسيت
(ZnO, MnO)Fe ₂ O	ويلميت
	فرانكلينيت

● جدول (1) أهم خامات الخارصين

حوالي ١١٨ مليون طن، ويبلغ الانتاج السنوي منه حوالي ٧ مليون طن، ينتج بعضها بصورة ثانوية من الغبار الناتج من مصانع الفولاذ، ومن أفران صهر الرصاص، بينما ينتج البعض الآخر بالطرق الحرارية.

يوجد الخارصين في المملكة العربية السعودية في عدة مواقع - بكميات متفاوتة - أهمها المصانع (جنوب غرب المملكة) ويحتوى على احتياطي من الخارصين حوالي ٧ مليون طن بنسبة تركيز ٥٣٪ من الخارصين، والنقرة (شمال غرب المملكة) حيث يوجد بها خارصين بنسبة تركيز ١١٪، فضلاً عن ذلك يتم إنتاج حوالي ٣٠٠٠ طن من الخارصين سنويا كتاج جانبي ضمن عملية استغلال الذهب في منجم مهد الذهب.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

الخارصين فلز أبيض ضارب للزرقة

أنشئ أول مصنع لإنتاج الخارصين بالتقطير - تجارياً - في بريستول بطاقة إنتاجية قدرها ٢٠٠ طن في السنة. وفي ألمانيا عرفت صناعة الخارصين بواسطة روبرغ (Ruberg) حيث بدأت عمليات صهر الخارصين بواسطة المعوجات الأفقية (Horizontal retorts) في عام ١٧٩٨ م. ترجع أهمية الخارصين لإستخدامه في عمليات جلفنة الحديد والصلب، وصناعة السبائك والطلاء. وللخارصين أهمية خاصة للنبات والحيوان، حيث يعد أحد مكونات هرمون الأنسولين. كما أنه يدخل كعامل مساعد في ما يقارب ٤٠ من الإنزيمات المختلفة في الجسم التي تغطي كل العمليات الفسيولوجية الرئيسية، فضلاً عن أهميته في تكوين الأحماض النووية والبروتينات ونمو الخلية.

وجود الفلز في الطبيعة

يوجد الخارصين في القشرة الأرضية بتركيز يبلغ حوالي ٦٥ جم/طن، ويعد العنصر رقم ٢٤ من حيث إنتشاره فيها، ويوجد الخارصين على هيئة عدة خامات يوضحها الجدول (١).

يقدر الاحتياطي العالمي من الخارصين بحوالي ١٨٥ مليون طن منها ٢٠٪ في كندا - تعد أكبر دولة في العالم لاحتياطي الخارصين - ويتوزع الباقي على عدة دول أهمها الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا، واليابان، وبيرو، وأسبانيا، والسويد، وأيرلندا، والمكسيك، وتبلغ كمية الاحتياطي غير المؤكد من الخارصين

الخارصين هو الاسم العربي للزنك (Zn)، ويرجع هذا الاسم إلى أصول لاتينية تعني الراسب الأبيض، ويحتمل أن يكون الاسم مشتقاً من الكلمة الألمانية (Zinke) وتعني أسنان المشط حيث أن شكل الخام في فرن الصهر شبيه بذلك. كما أنه قد يكون مشتقاً من الكلمة الفارسية (Seng) وتعني الحجر. وعلى الرغم من أن قدماء اليونان والرومان عرفوا النحاس الأصفر (Brass) - سبيكة مكونة من النحاس والخرصين - قبل الميلاد إلا أنهم لم يتعرفوا على فلز الخارصين. تأخر الحصول على فلز الخارصين زمناً طويلاً - مقارنة مع النحاس والرصاص والحديد التي تم انتاجها قبل الميلاد بالآف السنين - وذلك بسبب انخفاض درجة غليان الخارصين. حيث أنه عند استخلاص الرصاص المختلط - عادة - مع أكسيد الخارصين في فرن الصهر (١٠٠٠ م) يغلي الخارصين ويتبخر من الفرن.

أنتج الخارصين في الهند والصين في حوالي القرن الرابع عشر الميلادي وربما قبل ذلك حيث وجدت عملات معدنية في الصين في الفترة من ١٢٦٨ إلى ١٦٤٤ م مكونة من ٩٩٪ من الخارصين، و ١٪ نحاس. كما وجدت في الهند بقايا عمليات صهر الخارصين دلت على وجوده في القرن الرابع عشر الميلادي.

وفي عام ١٦١٧ م قام لوهنيش (Lohneys) بدراسة عينات من الخارصين المستورد من الهند والصين حيث لاحظ الفلز وأطلق عليه اسم الزنك. وفي عام ١٧٢١ م تمكن هنكل (Henkel) من تحضير الخارصين من خام السميثسونيت (ZnCO₃) إلا أنه لم يكشف عن الطريقة. وفي برلين تمكن مارجراف (Marggraf) عام ١٧٤٦ م من إنتاج الخارصين وذلك بتقطير خام السميثسونيت في وعاء مغلق، وقام بوصف أساسيات تحضيره بدقة، وبذلك يكون له السبق في وضع الأسس النظرية لإنتاج الخارصين.

(Pyrometallurgical Methods) ، يوضحها بشكل عام الشكل (١) ، وهي كالتالي :-

المعوجات (Retorts) :

ويتم فيها اختزال أكسيد الخارصين المحمص بالفحم وفقاً للتفاعل التالي :-



يبدأ التفاعل عند درجة حرارة ١١٠٠م ، ترتفع بعدها إلى ١٢٠٠م ، فيتكون خارصين في الحالة الغازية حيث يتم تكثيفه إلى الحالة السائلة ، ثم تنقيته . ويمكن إنتاج الخارصين في المعوجات بطريقتين هما :-

الاختزال في المعوجات الأفقية (Horizontal Retorts) : وقد تم استخدامها أول مرة عام ١٨٠٠م ، ويختلف شكل المعوجات وطريقة اتصالها أفقياً بالفرن ، وكذلك طريقة توصيل المستقبالات للنتاج .

تثبت المعوجات في الفرن في أربع مجموعات أو أكثر كل منها تحتوي على ما يقارب ١٠٠ معوجة ، بقطر حوالي ٣٥ سم ، وطول ١٧ متر ، وبسعة ٦٠-٧٠ كجم . حيث ترص المعوجات بشكل أفقي بعضها فوق بعض ، ويوضع بها خام الخارصين مع المادة المختزلة (مثل الفحم) ، ثم يسخن الفرن إلى درجة حرارة ١٢٠٠م ليتم تكثيف الخارصين الناتج .

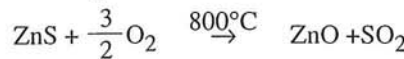
يتراوح الوقت اللازم للعملية الواحدة بين ٢٤ إلى ٤٨ ساعة ، ويفرغ المتبقي بالأنابيب ثم تعبأ من جديد وهكذا . على الرغم من استخدام طريقة

في الماء ، بينما تتصف مركبات الخارصين الأخرى (الأكسيد والسيليكات) بأنها غير ذوابة أو ضعيفة الذوبان في الماء .

إستخلاص الخارصين

لا يوجد الخارصين في الحالة الحرة ، إنما يوجد متحداً مع بعض العناصر الأخرى مثل الكبريت ، أو الأكسجين ، أو السيليكون ، أو الحديد ، أو المنجنيز مشكلاً خاماته . كما تحتوي خامات الخارصين على بعض الفلزات مثل الرصاص ، والذهب ، والفضة ، والكادميوم . ويعد خام السفاليرايت (Sphalerite) أهم خامات الخارصين ، ويعد المصدر الرئيسي له حيث يحتوي على ٣٠٪ - ٥٠٪ خارصين .

تبدأ عملية استخلاص الخارصين بالمعالجة الأولية ويتم فيها تكسير الخام وطحنه ، ثم تركيزه بواسطة التعويم (Floatation) ، حيث يفصل خام الخارصين عن خامات العناصر الأخرى مثل الرصاص والنحاس . يلي ذلك تحميص (Roasting) الخام الموجود على شكل كبريتيد الخارصين حيث أنه في حالة استخدام طرق التعدين الحراري يجب أكسدة الخام أكسدة تامة بوجود كمية كافية من الأكسجين ليلاصق دقائق الخام المراد تحميصه وفقاً للتفاعل التالي :-



يسحب غاز ثاني أكسيد الكبريت من منطقة التفاعل بسرعة للاستفادة منه في صناعة حامض الكبريتيك .

يتم تفاعل الأكسدة عند درجة حرارة أعلى من ٨٠٠م ليكون الناتج أكسيد الخارصين فقط ، أما عند استخدام طريقة التعدين المائي فإن درجة حرارة أكسدة كبريتيد الخارصين تصل إلى ٨٠٠م أو أقل حيث ينتج كبريتات الخارصين كالتالي :-



بعد تحويل خامات الخارصين إلى الأكسيد (ZnO) بالطرق السابقة . يتم استخلاص الفلز بعدة طرق أهمها مايلي :-

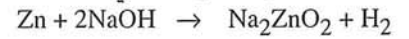
التعدين الحراري

توجد طرق متعددة للتعدين الحراري

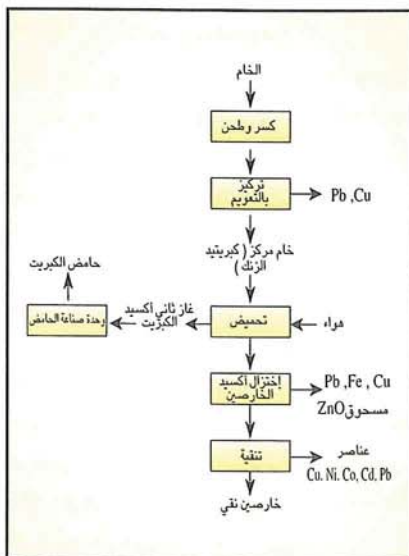
متقصف ، إلا أنه يصبح ليناً وقابلاً للسحب عند درجة حرارة تتراوح بين ١٠٠-١٥٠م . ويتميز الخارصين بمقاومته للصدأ ، وسهولة طحنه وتحويله إلى مسحوق ، وتبلغ درجة غليانه (٩٠٧م) وهي درجة منخفضة مقارنة مع الفلزات الأخرى (مثل الحديد ، الرصاص) الموجودة في خاماته مما يوفر ميزة هامة في إنتاجه بالطرق الحرارية ، ويشتمل الخارصين عندما يكون على شكل مسحوق عند تسخينه في الهواء إلى ١٠٠٠م معطياً لهباً أبيضاً . ويوضح الجدول (٢) أهم الخواص الفيزيائية للخارصين .

الخاصية	القيمة
العدد الذري	٣٠
الكتلة الذرية (و.ك.ذ)	٦٥,٣٧
التكافؤ	٢+
نصف القطر الذري (انجستروم)	١,٣٢
نصف القطر الأيوني Zn^{2+} (انجستروم)	٠,٧٨
الكثافة عند درجة ٢٥م (جم/سم ^٣)	٧,١٤
درجة الانصهار (م)	٤١٩,٥
درجة الغليان (م)	٩٠٧
الجهد القياسي (فولت)	٠,٧٦
حرارة الانصهار عند ١٩,٥م (جول/مول)	٧٣٨٤
حرارة الغليان عند ٩٠٧م (جول/مول)	١١٤٧٦٧
الحرارة النوعية عند ٥٠م (جول/جم/م)	٠,٤
التوصيل الحراري عند ١٩م (جول/سم ^٢ /ثانية م)	٠,٩٦
جهد التآين Zn^{2+} (إلكترون فولت)	٢٧,٢

● جدول (٢) أهم الخواص الفيزيائية للخارصين يتفاعل الخارصين مع الأحماض المعدنية ويتصاعد غاز الهيدروجين ، ماعداً مع حامض النيتروجين الذي يؤدي إلى تصاعد أكاسيد النيتروجين . وعندما يكون الخارصين عالي النقاوة فإنه يتفاعل ببطء مع الأحماض ، ويعد عاملاً مختزلاً قوياً ، خاصة عند وجوده على هيئة مسحوق أو حبيبات ، ويتفاعل مع المحاليل القلوية محرراً غاز الهيدروجين كالتالي :-



يعمل الهواء الرطب على إطفاء بريق الخارصين من خلال إكسابه طبقة رقيقة من أكسيد الخارصين الذي يمنع أكسدة الطبقة التالية . يتميز كل من كلوريد وكبريتات الخارصين بذوبانيتها العالية



● شكل (١) مخطط مبسط لاستخلاص الخارصين بالتعدين الحراري

مختلطاً مع مصهور الرصاص ، ثم يسحب المصهور من المكثف ويبرد إلى درجة حرارة ٤٠٠م° فينفصل الخارصين مع نسبة من الرصاص (حوالي ١٪) ، ثم يعاد مصهور الرصاص إلى المكثف مرة أخرى لإستخدامه في التكتيف.

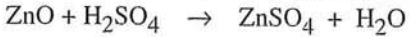
تبلغ نقاوة الخارصين الناتج حوالي ٩٨.٥٪ ، مع ١٪ ، رصاص فضلاً عن وجود تراكيز قليلة من الزرنيخ والكاديوميوم ، ويمكن تنقية الخارصين عند الحاجة بواسطة تكريره .

● التعدين المائي

تتميز طريقة التعدين المائي (Hydrometallurgical Method) بإمكانية استعمال خامات تحتوي على كمية قليلة من الخارصين ، وبسهولة فصل الشوائب الفلزية في الخام ، والحصول على خارصين عالي النقاوة (٩٩.٩٩٧٪ خارصين).

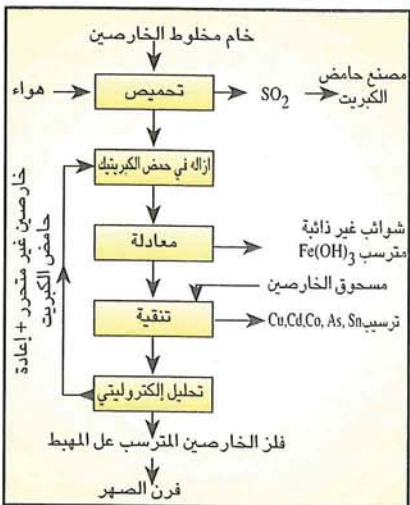
يتم استخلاص الخارصين بوساطة التعدين المائي ، شكل (٣) من خلال الخطوات التالية :-

١- إذابة خام الخارصين المكون من أكسيد وكبريتات الخارصين في حامض الكبريت (١٠٠-١٥٠ جم/ لتر) ، حيث يذوب أكسيد الخارصين وفقاً للمعادلة التالية :-



تستمر عملية إذابة الخام بالحامض إلى الرقم الهيدروجيني ١٧-١٩ حيث يتم فصل الشوائب غير الذائبة.

٢- معالجة المحلول الناتج من الإذابة للتخلص من الحديد الذي يوجد بصورة رئيسة على شكل كبريتات الحديد الثنائية

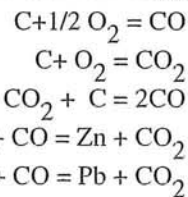


● شكل (٣) استخلاص الخارصين بالتعدين المائي

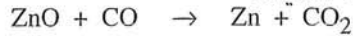
من الخارصين المائع عند درجة حرارة ٥٠٠م° فيتكثف الخارصين ، ثم تخرج الغازات التي تحتوي على نسبة كبيرة من أول أكسيد الكربون الذي يشكل أثناء عملية التكتيف طبقة تمنع وصول الهواء ، وبالتالي عدم أكسدة أبخرة الخارصين ، كما يستفاد من الغاز بعد تنظيفه كوقود للمعوجة .

● الفرن العاصف (The Blast Furnace) : ويعد تطوراً لإنتاج الفلز - مقارنة بطريقة المعوجات - حيث تقل كمية الغاز الخارج المكون من بخار الخارصين إلى ٦٪ ، وغاز ثاني أول أكسيد الكربون إلى ٢٠٪ ، وغاز ثاني أكسيد الكربون إلى ١٢٪ ، فضلاً عن الحصول على كمية أكبر من الخارصين من خاماته.

يتم إنتاج الخارصين بطريقة الفرن العاصف بإدخال الشحنة المكونة من أكسيد الخارصين وفحم الكوك - المحسن مسبقاً - عند درجة حرارة ٥٠٠م° من أعلى الفرن ، يقابلها من أسفله هواء ساخن عند ٩٠٠م° . وتجري عمليات الصهر الإختزالي داخل الفرن وفقاً للتفاعلات التالية :-



تنتج حرارة الإختزال المستخدمة في التفاعلات السابقة من أكسدة فحم الكوك إلى غاز أول وثاني أكسيد الكربون عند درجة حرارة ٣٠٠م° ، ويتفاعل غاز أول أكسيد الكربون الناتج مع كل من أكسيد الخارصين وأكسيد الرصاص ، حيث يتم إختزالهما إلى خارصين ورصاص ، إلا أن أكاسيد الحديد المتواجدة في الخام لا تختزل ، لذا فإنها تدخل إلى طور الخبث مع بعض الشوائب المعدنية الأخرى ، حيث يتم سحبها من أسفل الفرن ، كما يتم سحب مزيج الأبخرة وغسلها برذاذ الرصاص المصهور عند ١٠٠٠م° ، ثم تبرّد بصورة مفاجئة في مكثف من الرصاص المصهور عند درجة حرارة ٥٥٠م° ، وذلك وفقاً للمعادلة التالية :-



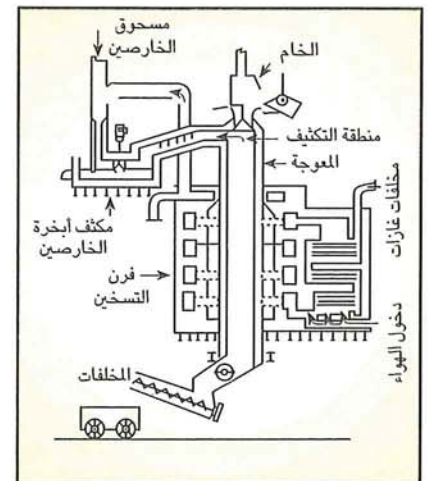
ينتج الخارصين على شكل سائل

المعوجات الأفقية سابقاً في إنتاج معظم الخارصين ، إلا أنها غير محبذة في الوقت الحاضر وذلك لعدة أسباب منها : قلة كفاءتها حيث يمكنها استخلاص حوالي ٦٠٪ فقط من الخارصين الموجود في الخام ، وقصر عمر المعوجة وخاصة المواد المبطن لها ، واحتياجها لطاقة عالية وأيدي عاملة كثيرة ، وتعد من عمليات الإنتاج المتقطع (Batch - Operated).

- الإختزال في المعوجات العمودية (Reduction in Vertical Reforts) :

وهي طريقة مطورة للمعوجات الأفقية ، وقد استخدمت منذ عام ١٩١٣م .

تصنع المعوجة من كربيد السيليكون ، وذلك بارتفاع ١٤م ، وطول ١٨٥م ، وعرض ٣٠م ، وتوضع في الفرن على شكل متوازي مستطيلات مع وجود فواصل بينها ، شكل (٢).



● شكل (٢) إختزال الخارصين بالمعوجات العمودية

تتم عملية الإختزال بإدخال الشحنة التي تتكون من الخام المحمص (أكسيد الخارصين على شكل قوالب) مع العامل المختزل (الفحم) في درجة حرارة ما بين ٧٥٠-٨٠٠م° . ثم ترفع درجة حرارة الشحنة إلى ٩٠٠م° من خلال تسخين الفرن خارجياً بارتفاع ٩ أمتار من أسفل المعوجة إلى درجة حرارة ١٢٠٠-١٣٠٠م° بينما تبقى المنطقة الأخرى - منطقة التكتيف - بطول خمسة أمتار دون تسخين.

تحدث تفاعلات الإختزال لتكوين الخارصين وغاز أول أكسيد الكربون . ويتم سحب أبخرة الخارصين من فتحة في أعلى الفرن إلى جهاز التكتيف لتمرر على حوض

وتتميز بمقاومة عالية للشد والصلادة. تستخدم سبائك الخاصين - تيتانيوم - نحاس بصفة أساس في المباني لتصريف المياه.

مركبات الخاصين

للخاصين عدة مركبات أهمها مايلي:-

● أكسيد الخاصين

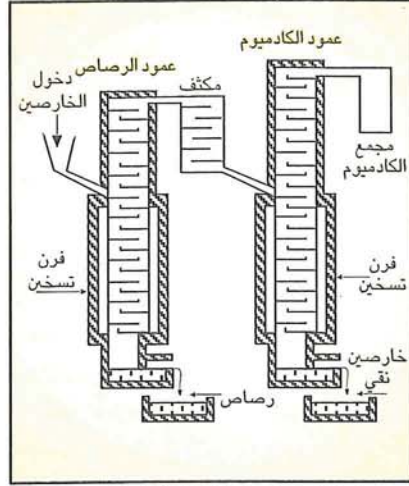
يعد أكسيد الخاصين (ZnO) من أهم مركبات الخاصين ، وهو أبيض اللون يتحول عند التسخين إلى الأصفر والبني والأحمر ، ووزنه الجزيئي ٣٨ر٣١ ، وكثافته عند درجة ٢٥م هي ٦٨ر٥ جم/سم^٣ ، ودرجة انصهاره ١٩٧٥م .

يعرف الخام الحاوي على أكسيد الخاصين بالزنساييت (Zincite) ، ويغلب عليه اللون الأحمر وقد يميل إلى الأصفر البرتقالي نظراً لوجود بعض الشوائب في الخام مثل الحديد والمنجنيز .

لا يذوب أكسيد الخاصين في الماء ، ويتفاعل مع محاليل الأحماض والقلويات مكوناً محاليل أملاح الخاصين ، ومن أهم تفاعلاته اختزاله بواسطة الكربون إلى الفلز كما سبق تفصيله في استخلاص الخاصين. يستعمل أكسيد الخاصين في صناعة المطاط وأصباغ الخزف واللداخن وكمحفز

السيكة	تركيبها (%)		
	خاصين	نحاس	النيوم
سبائك مصبوبة Ag40A	٩٥,٩٦	٤	٠,٤١ مغنيسيوم
Ag41A	٩٤,٩٦	١	٠,٦٤ مغنيسيوم
سبائك مسحوقة	٩٩,٩٢		٠,٠٨ رصاص
سبائك مسحوقة	٩٩,٤		٠,٠٢ رصاص / ٠,٠٢ كاديوم
سبيكة Te,Cu,Zn	٩٩,٠٥	٠,٨	٠,١ تيتانيوم
قوالب الصب	٨٢	١٢	٥ رصاص
رقائق القصدير	٩٢		٨ قصدير
المعدن الأبيض	٩٢		٨
سبيكة البرونز G	٢	٨٨	١٠ قصدير
سبيكة البرونز معدل G	٤	٨٨	٨ قصدير
سبيكة النحاس الأصفر عالي الشدة	٢٨,٥	٥٨	١,٢٥ حديد ، انجنيز
سبيكة النحاس الأصفر الخنزي على رصاص	٩	٨١	١٠ قصدير ، ٢ رصاص

● جدول (٣) أهم سبائك الخاصين



● شكل (٤) مخطط تنقية الخاصين

هذه الأبخرة من وسط العمود - درجة حرارته أقل من درجة حرارة العمود الأول - فيتكثف الخاصين وينزل لأسفل العمود ، بينما يتبخر الكاديوم ويخرج من أعلاه حيث يتكثف في مجمع الكاديوم. تصل نقاوة الخاصين المنتج بهذه الطريقة إلى ٩٩,٩٩٦٪.

سبائك الخاصين

يعد الخاصين من الفلزات الهامة إقتصادياً وذلك لتمييزه بانخفاض سعره ، وإمكانية اتحاده مع فلزات أخرى - أهمها النحاس والألمنيوم والتيتانيوم والمغنيسيوم - لتشكيل عدة سبائك ، جدول (٣) ، تزيد من صلادته وقوته ، وبالتالي تتحسن خواصه الميكانيكية ، ومقاومته لتآكل الحديد ، وحمايته من التآكل المهبطي.

● سبائك الصب

استخدم فلز الخاصين في صناعة سبائك قوالب الصب عام ١٩٢٩م ، إلا أنها توقفت بسبب إحتواء تلك السبائك على شوائب - القصدير والرصاص - لا تذوب في الخاصين مما يؤدي إلى سرعة تلفها . وقد أمكن التغلب على ذلك بإستخدام خاصين عالي النقاوة (٩٩,٩٩) بالإضافة إلى فلز الألمنيوم لتكوين سبائك الخاصين - الألمنيوم أطلق عليها اسم زامك (Zamak) .

● سبائك خاصين - تيتانيوم - نحاس

تشكل هذه السبائك من خاصين عالي النقاوة (٩٩,٩٩٥٪) ، وتيتانيوم (٠,٠٥٪ - ٠,١٪) ، ونحاس (٠,٥٪ - ١٪) ،

(Ferrous Sulphate) ، فيتم تحويلها إلى كبريتات الحديد الثلاثية وذلك بأكسدتها بواسطة ثاني أكسيد المنجنيز (MnO₂) ، أو بالهواء حيث يبدأ ترسيبها عند الرقم الهيدروجيني ٣ر٥ ويكتمل الترسيب عند الرقم ٥. معالجة المحلول بهيدروكسيد الكالسيوم لمعادلة حامض الكبريت حيث يترسب الحديد والألمنيوم على شكل هيدروكسيدات . أما باقي الشوائب مثل الكاديوم والنحاس والكوبالت والزرنيخ والقصدير والجرمانيوم فتترسب على شكل فلزات عند إضافة مسحوق الخاصين للمحلول ، حيث يتم فصلها أو تخفيضها لأقل كمية ممكنة. ٤- تحلل كبريتات الخاصين كهربائياً فيتحلل الخاصين على المهبط - المكون من صفائح الألمنيوم النقي - حيث يصهر بعد ذلك في أفران كهربائية ، كما ينتج حامض الكبريت بالإضافة إلى كمية من الخاصين غير المتحررة.

تنقية الخاصين

يحتوي الخاصين المنتج بواسطة التعدين الحراري على شوائب من الرصاص والحديد والكاديوم وأحياناً الزرنيخ والأنتيمون ، ولذا يجب تنقيته حتى يمكن استعماله خاصة في صناعة السبائك التي تتطلب نقاوة تتراوح بين ٩٩ر٩٥ إلى ٩٩ر٩٩٪. يتم تنقية الخاصين على مرحلتين وفق منظومة مكونة من عمودين إحداهما للرصاص والأخرى للكاديوم ، شكل (٤) ، حيث يتكون كل عمود من صفائح مصنوعة من السيليكون تتميز بصلابة ومقاومة وتوصيل عال للحرارة .

تتم عملية التنقية بتسخين النصف الأسفل من عمود فصل الرصاص إلى درجة حرارة ١٠٠م ، ثم يمرر مصهور الخاصين المراد تنقيته من وسط العمود حيث يعمل الجزء العلوي منه على تكثيف الأبخرة - كالرصاص والحديد وبعض الشوائب الأخرى وكمية من الخاصين - الأقل تطايراً من الخاصين والكاديوم فتهبط إلى أسفل فرن التسخين ، بينما يتبخر الخاصين والكاديوم من أعلى العمود حيث تتكثف أبخرتهما في العمود الثاني (عمود الكاديوم) ، ثم تمرر

في عملية إزالة الهيدروجين وفي صناعة المراهم والصابون.

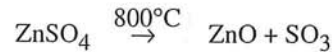
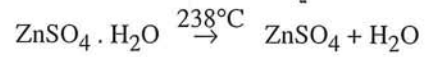
يتم الحصول على أكسيد الخارصين بطريقتين هما :-

١- تسخين كبريتيد الخارصين مع الفحم بواسطة قضبان من حديد الزهر ، ثم يمرر المخلوط إلى فرن ساخن في وجود الهواء ، حيث يختزل أكسيد الخارصين المتكون منتجاً أبخرة خارصين بالإضافة للغازات الناتجة في التفاعل . تمرر أبخرة الخارصين إلى غرفة الاحتراق ويمرر تيار من الهواء لاكسدتها وتكوين أكسيد الخارصين.

٢- تسخين فلز الخارصين إلى درجة الغليان ثم أكسدة أبخرته فيتكون أكسيد الخارصين ، ويتميز هذا الناتج بنقاوته العالية وخلوه من الشوائب.

● كبريتات الخارصين

يبلغ الوزن الجزيئي لكبريتات الخارصين ($ZnSO_4$) ١٦١ و٤٤ ، وكثافتها ٣٢ و٤ جم/سم^٣ ، وتوجد على عدة أشكال مع جزيئات الماء منها ($ZnSO_4 \cdot H_2O$) و ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) ، وهي شديدة الذوبان في الماء حيث يذوب ١٢٨ جم منها في ١٠٠ جم من الماء عند درجة ١٠ م . وعند تسخين الكبريتات أحادية جزيء الماء إلى درجة ٢٢٨ م ، فإنها تفقد هذا الجزء ، أما عندما تصل درجة الحرارة إلى ٨٠٠ م ، فإنها تتفكك إلى ثالث أكسيد الكبريت وأكسيد الخارصين وذلك كما يلي :-



تنتج كبريتات الخارصين بتفاعل حامض الكبريت مع خام الخارصين المحمص في وسط مائي . وينقى المحلول لإزالة الشوائب الفلزية ، ثم يبخر إلى أن تصل كثافته إلى ١٤ جم/سم^٣ عند ٨٠ م ، ثم يبرد فتترسب كبريتات الخارصين على شكل بلورات محتوية على ٧ جزيئات ماء ، وللحصول على كبريتات أحادية جزيء الماء يتم تخيير المحلول إلى أن يجف .

تستعمل كبريتات الخارصين في إنتاج الخارصين بالطريقة الالكتروليزية ، وفي تصنيع ألياف الرايون ، وكمادة مضافة للأسمدة ، وفي صناعة المواد الكيميائية

مثل فوسفيد الخارصين وكبريتيد وسيانيد الخارصين ، وكذلك في معالجة المياه ، وفي صناعة الأخشاب .

● كبريتيد الخارصين

كبريتيد الخارصين (ZnS) مركب أبيض اللون ، وزنه الجزيئي ٩٧ و٤٤ ، ولا يتأثر بالأحماض العضوية ولكنه يتفاعل مع الأحماض الفلزية حيث يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S).

يتم الحصول على كبريتيد الخارصين بتفاعل أملاح الخارصين الأخرى - غالباً الكبريتات - مع غاز كبريتيد الهيدروجين حيث يمرر الغاز على محلول منظم من الملح فيترسب كبريتيد الخارصين.

يستخدم كبريتيد الخارصين كصبغة بيضاء بينما يستخدم مخلوط كبريتيد الخارصين وكبريتات الباريوم - الليثوبون ($Lithopone$) - في صناعة الأصباغ ، إلا أنه قد تضاعف استخدامه وذلك لاستبداله بثاني أكسيد التيتانيوم ، كذلك يستخدم كبريتيد الخارصين مع الفوسفور في تركيب الألوان الفسفورية.

● كلوريد الخارصين

كلوريد الخارصين ($ZnCl_2$) مادة صلبة بيضاء متميعة تستخدم عادة في صورة مسحوق ، وزنه الجزيئي ١٣٦ ، ٢٩ ، ودرجة انصهاره ٢٨٣ م ، ودرجة غليانه ٧٣٢ م ، وكثافته ٢ ، ٩١ جم/سم^٣ عند ٢٥ م ، وعالي الذوبانية في الماء حيث أن ٤٢٢ جم من الكلوريد تذوب في ١٠٠ جم من الماء عند درجة حرارة ٢٥ م ، ويذوب الكلوريد أيضاً في الكحولات والإيثروالأسيتون والجليسرين. ينتج كلوريد الخارصين عالي النقاوة بتفاعل فلز الخارصين مع غاز كلوريد الهيدروجين عند درجة حرارة ٧٠٠ م ، أو بتفاعل كبريتيد الخارصين مع الكلور . أما كلوريد الخارصين الأقل نقاوة فيتم إنتاجه بإذابة أكسيد الخارصين أو الخارصين غير النقي في حامض كلوريد الهيدروجين ، ثم ينقى ويبخر المحلول للنصف حيث يتم الحصول على كلوريد الخارصين .

يدخل كلوريد الخارصين في إنتاج بعض مركبات الخارصين مثل سيانيد الخارصين ، وكذلك في إنتاج كلوريد النتريل ، كما أنه يستخدم كمادة محفزة في إنتاج كلور الإيثان الأحادي من الميثانول .

يتفاعل كلوريد الخارصين مع كلوريد الأمونيوم لتكوين الأملاح المزدوجة مثل ($ZnCl_2 \cdot 3NH_4Cl$) ، ($ZnCl_2 \cdot 2NH_4Cl$) ، والتي تستخدم في عمليات صهر المعادن ، فضلاً عن ذلك فإن كلوريد الخارصين يستخدم كمادة مثبتة للصبغة في صناعة الملابس ، كما أنه يدخل في صناعة البطاريات الجافة ، وفي مصافي تكرير النفط.

● خلات الخارصين

خلات الخارصين $Zn(CH_3COO)_2$ عبارة عن مادة صلبة بيضاء اللون وزنها الجزيئي ١٨٣ ، ٤٣ ، تذوب في الماء ، إلا أنها قليلة الذوبان في الكحولات عند درجة حرارة الغرفة ، وعند تسخينها لدرجة حرارة ٢٠٠ م فإنها تتفكك مكونة حامض الخل وملح قاعدي .

تُصنع خلات الخارصين بتسخين أكسيد الخارصين مع حامض الخل ، ثم يرشح المحلول ، وتضاف إليه كمية إضافية من حامض الخل ، ثم يبخر المحلول إلى أن تبدأ عملية الترسيب حيث تتكون البلورات ، ثم يستكمل الترسيب بالتبريد ، ويفصل الراسب بالترشيح.

تستعمل خلات الخارصين كمادة حافظة في صناعة الأخشاب ، وكمادة مثبتة في الأصباغ وصناعة الزجاج.

الأهمية الاقتصادية للخارصين

يستعمل الخارصين بصفة أساس في عملية الجلفنة ($Galvanizing$) التي من أشهرها جلفنة الغمس في مصهور الخارصين المستخدمة في صناعة الحديد والفولاذ المجلفن بطبقه من الخارصين عالية المقاومة للتآكل مقارنة بالحديد (تمثل سرعة تآكل الخارصين ٣-١٠٪ من سرعة تآكل الحديد أو الفولاذ) . كذلك فإن الخارصين أكثر كهروسالبية من الحديد لذا فهو يذوب أولاً حيث يحمي الحديد.

وبجانب الجلفنة المذكورة هناك طرقاً أخرى للجلفنة منها الجلفنة الكهربائية والرش بالخارصين المنصهر.

كما يستخدم الخارصين في صناعات أخرى أهمها صناعة سبائك اللحام ، وتعددين المساحيق وإنتاج البطاريات المختلفة وصناعة بعض مركباته بنقاوة عالية مثل أكسيد الخارصين .