

“El proceso de Karelin” – el método nuevo de producción de los polvos de alta pureza de titanio y sus combinaciones químicas.

Se ha demostrado, que la elaboración de los concentrados que contienen el titanio según la tecnología clorura con restablecimiento del tetracloruro de titanio, purificado de mezclas con magnesio metálico o sodio, conlleva la producción del titanio metálico muy caro y contaminación del medio ambiente con sustancias químicas dañinas. Proponemos una tecnología nueva que no contamina el medio ambiente de producción barata de los polvos metálicos de titanio y los polvos constructivos submicróneos cerámicos de carburo, nitrito, óxido, boruro y siliciuro de titanio.

Según la difusión de los elementos el titanio ocupa el noveno sitio. El peso del titanio en la corteza terrestre asciende a 0,61 % de masas. Pertenece a los metales más difundidos, cediendo el sitio en este aspecto solamente al aluminio, hierro y magnesio. Conocemos 70 minerales de titanio aproximadamente. Los minerales de rutilo, de ilmenita, de peróxido y de esfena que son precisamente los minerales de titanio y son muy importantes en la industria.

Los concentrados de rutilo e ilmenita se usan mucho para la producción de dióxido pigmentario del titanio. Su producción mundial asciende a 4 millones de toneladas al año. Los métodos azufre-ácido y de cloruro de elaboración de los concentrados que contienen titanio que existen, no garantizan la extracción compleja de todos los componentes de materias primas, lo que provoca desechos de sulfatos o cloruros de los elementos al medio ambiente. La producción del dióxido pigmentario del titanio provoca la contaminación de los océanos, mares, ríos, lagos y atmósfera con millones de toneladas de las sustancias químicas perjudiciales. Lo mismo pasa en caso de producción del titanio metálico. Todo el titanio metálico en la industria mundial se fabrica mediante el método de Croll que consiste en restablecimiento metálico-térmico del tetracloruro de titanio de alta pureza con magnesio metálico o el sodio. El titanio obtenido mediante el método de Croll es muy caro – aproximadamente 6 veces más caro que acero inoxidable simple X18H10T. Su fabricación contamina el medio ambiente con el cloro, hidrógeno cloroso y con otros cloruros de otras sustancias químicamente perjudiciales.

Por lo expuesto, el titanio que es un metal de altas tecnologías, gozando de las únicas propiedades físicas, químicas y mecánicas comparando con otros metales, hasta hoy día no encuentra la aplicación amplia en la industria y especialmente en la vida cotidiana. La demanda mundial del titanio metálico y su producción, actualmente asciende a 60-70 mil de toneladas al año. Por eso el titanio consideran el metal raro y así se llama. Todas las pruebas de obtener el titanio metálico mediante electrólisis del tetracloruro de titanio de alta pureza no tuvieron éxito por dos motivos: la disolubilidad baja del tetracloruro de titanio en la masa fundida de la eutéctica de las sales cloruras y su alta elasticidad de vapores a la temperatura de fusión electrolítica. La obtención industrial del titanio electrolíticamente puro y de combinaciones contenidas el oxígeno en la eutéctica cloruro- fluoruro no fue realizada. Lo mismo pasó con el método electrolítico de separación del titanio de las sales complejas (K_2TiF_6 y otras) en la masa fundida de la eutéctica a la temperatura de 750-850°C. Parecía que el problema de obtención del titanio electrolíticamente puro no tenía solución, aunque en los años de 40 del siglo pasado el mismo Croll proponiendo su método metálico-térmico, suponía que al cabo de quince unos años éste sea sustituido por el método electrolítico más progresivo y más barato. No obstante, todo está sin cambios.

Y ahora ha llegado el período de animación de las investigaciones en la esfera de obtención electrolítica del titanio barato de los concentrados naturales de titanio contenidos el oxígeno. Como el resultado fue patentado el nuevo FFC proceso, así como fue fundada la compañía especial British Titanium destinada a la introducción de la tecnología nueva de obtención del titanio barato. FFC proceso consiste en la separación electrolítica en el cátodo del titanio metálico en la masa fundida del calcio clorurado (la temperatura de fusión $CaCl_2 - 772^\circ C$) directamente del dióxido del titanio en la fase sólida, sin disolverlo en el electrolito. La compañía British Titanium después de probar la instalación del ensayo planifica construir la fábrica experimental. Los autores del FFC- proceso consideran que asimilación de la tecnología nueva provocará revolución en la producción y consumo del titanio. El precio del titanio metálico tiene que bajar considerablemente, por lo menos

por 75 % comparado con el precio según el método de Croll. Como consecuencia en el transcurso de 10 años el mercado del titanio metálico crecerá hasta 1 millón de toneladas al año como mínimo. Así lo pronostican los autores del FFC – proceso.

Estamos completamente de acuerdo con los autores del FFC – proceso, que el titanio metálico barato de los concentrados naturales se puede obtener en la esfera industrial solamente mediante método electrolítico. Además, consideramos, que el precio de costo de la producción del titanio electrolíticamente puro, obtenido de los concentrados naturales, al principio no tiene que superar el precio de costo de obtención electrolítico de aluminio de las bauxitas. El contenido del aluminio en las bauxitas es inferior (33-51% de masas. Al_2O_3) al de titanio en los concentrados de rutilo y ilmenita (58-95% de masas. TiO_2), y el consumo de energía eléctrica con electrólisis (saliendo de los equivalentes electroquímicos) del aluminio es más grande que en caso del titanio.

Los autores del artículo actual también intentan resolver el problema de obtención del titanio barato de alta pureza de los concentrados naturales contenidos el titanio.

Una vez examinado el patente y las investigaciones del FFC – proceso, quisieramos expresar una serie de observaciones y propuestas de resolver el problema de obtención del titanio barato de alta pureza.

Según nuestra opinión, al parecer, se puede obtener la esponja o los polvos del titanio metálico mediante electrólisis directamente del dióxido de titanio sin su disolución en la masa fundida de electrolito. No obstante, para eso hay que usar el dióxido pigmentario de titanio como materia prima, pero es caro. Durante su electrólisis en la masa fundida del calcio clorurado, solamente un componente de materias primas, en el cálculo del costo alcanza lo siguiente:

$$A = \frac{M_{TiO_2}}{M_{Ti}} \cdot \Pi_{TiO_2/g} = \frac{79,9}{47,9} \cdot 2,0/0,95 = 3,51 \text{ \$ / kilogramo}$$

- A - el costo de componente de materias primas en precio de costo de 1 kilo de titanio;
- M_{TiO_2} - el peso molecular de dióxido del titanio;
- M_{Ti} - el peso molecular del titanio;
- Π_{TiO_2} - el costo de 1 kilogramo de dióxido del titanio en \$;
- g – la producción del titanio en % de masas.

El consumo de reagentes auxiliares (el calcio clorurado), de energía eléctrica, de gastos de trabajos, de descuentos amortizables, de gastos accesorios y de otros gastos necesarios para producción llevarán al aumento importante del precio de costo de producción de mercancías.

Tomando en cuenta el beneficio de la empresa – productor, el precio de titanio metálico, obtenido usando FFC – proceso no habrá distinguirse considerablemente del precio del titanio obtenido vía método de Croll. Usando en la calidad de materias primas los concentrados naturales de titanio más baratos, sin purificarlos previamente de las impurezas es imposible obtener el titanio y sus aleaciones ecológicamente puros. Para obtener las aleaciones se necesita introducir los componentes en la correlación rigurosamente fija, y no se admite usar el conjunto de los elementos que contienen los concentrados naturales. Tomando en consideración que el dióxido pigmentario de titanio obtienen vía tecnologías ecológicamente sucias (los métodos ácido-sulfúrico y de cloruro) con polución al medio ambiente de las sustancias químicas dañinas, tales como sulfatos, cloro, hidrógeno cloroso, cloruros de diferentes elementos, es evidente que el uso del dióxido pigmentario de titanio en calidad de materia prima en el proceso de obtención electrolítica vía FFC- proceso del titanio metálico, en general no llevará a la exclusión de contaminación del medio ambiente con gran cantidad de sustancias químicas dañinas. La transformación o regeneración de poluciones indicadas causará el subsiguiente crecimiento del precio del titanio metálico, por eso no se puede pensar en la revolución alguna en su utilización.

Los autores del artículo elaboraron otro método electrolítico de obtención de titanio metálico barato de los concentrados naturales que contienen titanio, nombrado “El proceso de Karelin” que es mas perfecto.

Su esencia está reflejada en el esquema (dibujo 1.)

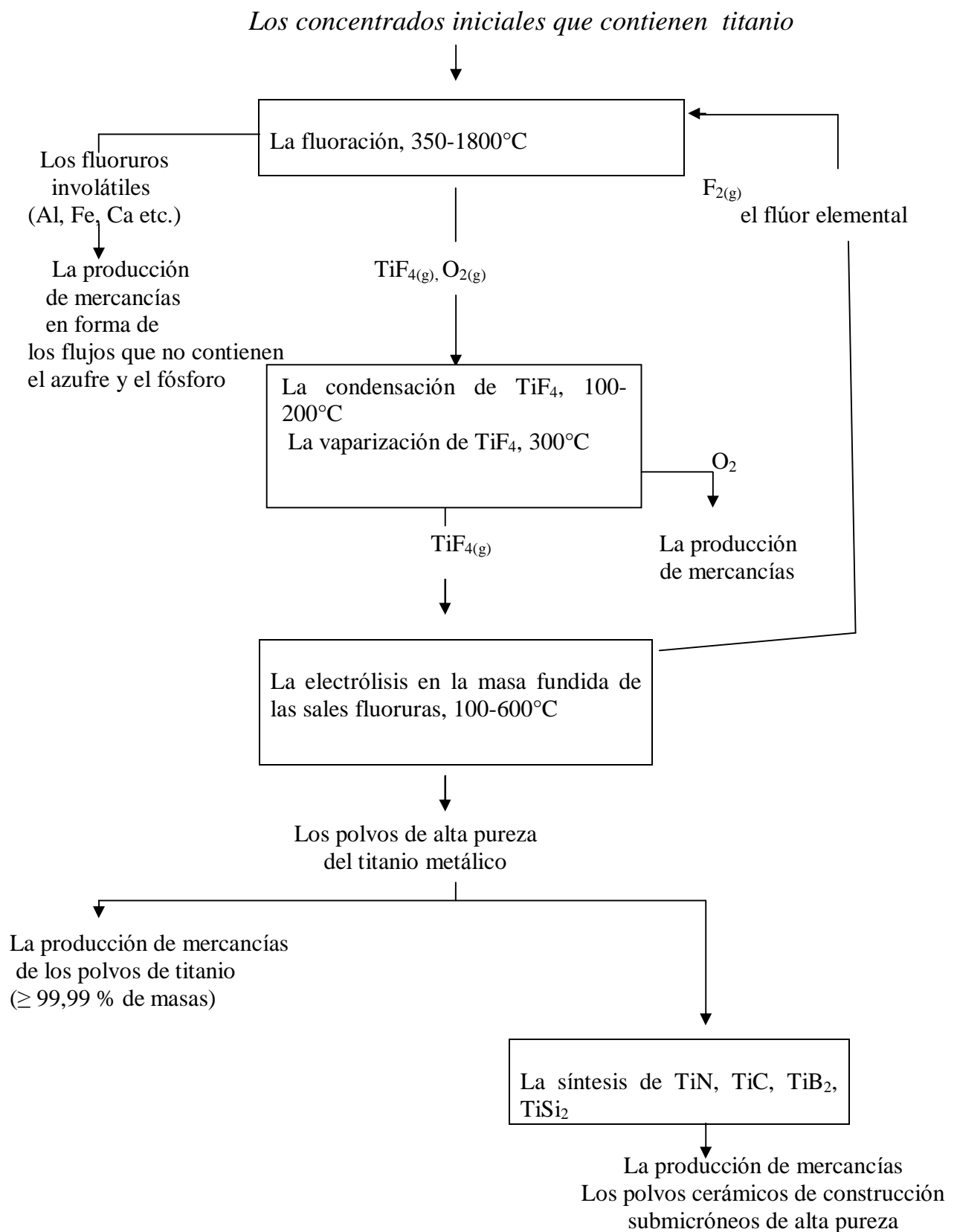
Las ventajas del método declarado de transformación de los concentrados naturales que contienen titanio son siguientes:

- la eliminación completa de poluciones de las sustancias químicas dañinas a los locales de producción y al medio ambiente;
- el aislamiento de los procesos tecnológicos y la eliminación práctica del uso de los reagentes exteriores (tecnología inreagente);
- la extracción compleja de todos los componentes de los concentrados naturales iniciales;
- ausencia de los procesos detonantes peligrosos;
- simplicidad de producción del equipo no estandarizado;
- gran rendimiento de instalaciones;
- estabilidad alta anticorrosiva de las instalaciones, el ciclo de trabajo sin reparación general no inferior a 10-15 años;
- los procesos fluoruros se automatizan y computerizan fácilmente;
- la tecnología flexible, el funcionamiento del equipo se puede ajustar rápida y fácilmente de un tipo de materias primas al otro;
- bajo precio de coste de producción de mercancías;
- pocos gastos capitales feudales para la organización de producción;

Actualmente están realizadas las investigaciones laboratorios de “El proceso de Karelin”, está elaborado el proyecto de instalación experimental de formación de equipamiento de producción ininterrumpida de los polvos metálicos de titanio mezclado con electrólito del electrolizador industrial-experimental.

Toda la tecnología propuesta de transformación de los concentrados de óxidos que contienen titanio se basa en los modelos análogos y en la experiencia industrial de muchos años de fluoración de los concentrados óxidos de uranio, hierro y metales raros en la tierra (Nd_2O_3), en la experiencia mundial industrial de obtención electrolítica de aluminio de alúmina, disuelto en la masa fundida del electrólito de fluoruro (o de criolito), en la experiencia industrial de obtención electrolítica del circonio y tantalio de las sales complejas K_2ZrF_6 y K_2TaF_7 en las masas fundidas de las sales de fluoruro-cloruras.

Actualmente el grupo de especialistas elaboró casi todas las construcciones del equipo no estandarizado que puede funcionar en régimen ininterrumpido, no cíclico. Todo eso nos permite declarar que la primera fábrica de producción de los polvos del titanio ecológicamente puros ($\geq 99,99$ % de masas) y los polvos de construcción cerámicos submicróneos de alta pureza de carburos, nitridos, dióxido pigmentario de titanio aplicando “El proceso de Karelin” con productividad hasta 1000 toneladas al año (de titanio) puede ser creada durante el período que no supera dos años con las inversiones a nivel de 30 millones de dólares EE.UU.



Dibujo 1. La esquema principal de “El proceso de Karelin”

Karelin A.I., Karelin V.A.,
Abubekero R.A.