

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Utilización del nitrógeno atmosférico en la fabricación de explosivos. ⁽¹⁾

Las cantidades máximas de ácido nítrico que necesita el Gobierno de los Estados Unidos para la fabricación de municiones son:

En tiempo de paz.....	20.000 toneladas.
En tiempo de guerra.....	180.000 —

El aumento que ha experimentado desde 1915 la producción del amoníaco procedente del carbón es más que suficiente, después de convertido en ácido nítrico por oxidación, para satisfacer aquellas necesidades. La oxidación del amoníaco, incluso la del obtenido con la destilación del carbón, no presenta grandes dificultades, y las instalaciones que por necesidad imperiosa se han visto obligados los alemanes a construir podrían, en caso de apuro, y en muy poco tiempo, establecerse en los Estados Unidos, para satisfacer las exigencias de la guerra.

En opinión de Mr. Parsons los únicos procedimientos de fabricación de ácido nítrico que deben considerarse para luego elegir el que se ha de aplicar, son los siguientes:

- 1.º Obtención del ácido nítrico directamente del aire por medio del arco eléctrico, sin otras materias primeras que el oxígeno y el nitrógeno contenidos en la atmósfera.
- 2.º Obtención del ácido nítrico por medio de la oxidación del amoníaco.

Los métodos que se estudian en la Memoria son los siguientes:

- a) Arco eléctrico: por su acción el oxígeno y el nitrógeno se combinan directamente y forman óxido nítrico.
- b) «Haber»: combinación directa del nitrógeno con el hidrógeno para formar amoníaco.
- c) Cianamida: por la acción del calor de un horno eléctrico sobre una mezcla de carbón y de cal se forma carburo de calcio, que, tratado con nitrógeno puro, produce la cianamida, la cual, á su vez, en autoclaves y con vapor de agua, da por resultado el desprendimiento del amoníaco.

(1) Extracto, publicado en *The Electrician*, de la Memoria presentada á la Sección de Artillería de los Estados Unidos por Mr. G. L. Parsons Químico-Jefe de la Sección de Minas, en 27 de Enero de 1917, después de haber visitado varias instalaciones para la fabricación del ácido nítrico en Italia, Francia, Inglaterra, Suecia y Noruega.

d) Amoníaco obtenido como producto secundario de hornos de cok, en los que se destila hulla grasa.

e) Cianuro: no ha adquirido aún estado industrial, y los experimentos hechos hasta ahora permiten esperar que se podrán obtener combinaciones del nitrógeno muy baratas. Consiste en la combinación directa del nitrógeno, carbono y sodio para formar cianuro de sodio, resultado que se obtiene con la calcinación de una mezcla perfecta de carbón, sosa de cenizas y nitrógeno en presencia de arena de hierro.

Todos los métodos que producen el amoníaco llevan consigo la oxidación subsiguiente de éste para convertirle en ácido nítrico; con el paso de la mezcla conveniente de amoníaco y de aire por esponja de platino, á una temperatura muy elevada, el nitrógeno del amoníaco se oxida y se forma así el óxido nítrico.

La oxidación del amoníaco puede hacerse por los métodos siguientes:

- a) Ostwald-Barton, actualmente en explotación en Francia é Inglaterra, y probablemente también en Alemania.
- b) Frank-Caro, con el que se producen hoy día 100.000 toneladas de ácido nítrico concentrado en Alemania. En los Estados Unidos hay dos instalaciones pequeñas de carácter experimental.
- c) Oxidación de la disolución de amoníaco ó de dicianamida para obtener nitrato amónico; existe una instalación experimental en Suecia y se están construyendo dos para la explotación industrial del método, una cerca de Gothenburg (Suecia), y otra, de gran importancia, á poca distancia de Berlín.

Procedimiento del arco eléctrico.

Es el primero que se ha empleado industrialmente para utilizar el nitrógeno atmosférico. En el Sur de Noruega se dedican para este objeto 250.000 kilovatios, producidos en la instalación hidroeléctrica más barata del mundo y la única montada en gran escala; de carácter experimental las hay en varios países.

Por este procedimiento del arco, el ácido nítrico se produce por la combinación directa del oxígeno y del nitrógeno del aire, formándose una mezcla gaseosa, diluida, de óxidos nítricos con aire.

La conversión del óxido nítrico en bióxido y la absorción de éste por el agua para formar ácido nítrico se verifica en grandes torres de granito. Aunque la relación entre la producción y la potencia consumida es muy pequeña, el procedimiento es práctico cuando el coste de la segunda es tan bajo como en Noruega, porque las primeras materias hay que adquirirlas y se dispone en

todo momento de las necesarias sin limitación alguna, circunstancias que permiten obtener el ácido nítrico a un precio de coste inferior al correspondiente en otros procedimientos industriales.

En el del arco que se está describiendo se produce una gran cantidad de calor, parte del cual se dedica a la generación de vapor de agua con el cual se concentra el ácido nítrico diluido formado en las torres de granito hasta el grado que se exige en las fábricas de municiones. Es tan grande la cantidad de vapor sobrante, que se han propuesto varias instalaciones secundarias para utilizarle industrialmente. La mano de obra tiene poca importancia, de manera que una vez en su marcha regular la instalación funciona después automáticamente. Como la formación del ácido nítrico es directa, y las únicas primeras materias necesarias son el oxígeno, el nitrógeno y el agua, no se precisan procedimientos accesorios para obtener productos intermedios como suceden en otros procedimientos.

A pesar de ventajas tan indiscutibles, es opinión general de los Ingenieros europeos que, aun con el precio tan bajo del caballo de vapor en Noruega, hubiera habido que suspender el funcionamiento de las instalaciones de no haber sobrevenido la guerra. Aun así, la Empresa Norsk Hydro Company, que tiene instalaciones de arco en Notodden y Rjukan, se ha visto obligada a fabricar amoníaco para convertir su ácido nítrico en nitrato amónico, transportable a los mercados.

El coste de la energía para fabricar ácido nítrico, en Noruega, no llega a 27 pesetas por caballo-año. Sin embargo, puede afirmarse con toda seguridad que, pagando 54 pesetas, el coste del ácido nítrico en fábrica es tan bajo como el del que se obtiene por cualquier otro procedimiento moderno. A pesar de lo económico que es el procedimiento del arco para fabricar ácido nítrico, tiene tales inconvenientes, en opinión de Mr. Parsons, que de ninguna manera puede satisfacer las necesidades del Gobierno de los Estados Unidos. La instalación que exige aquel procedimiento es cara y necesita una potencia grande, difícil de encontrar en el Continente americano, cerca de los centros que han de consumir el ácido nítrico. Este tiene un transporte muy costoso; si está concentrado, hay que emplear tanques de aluminio para ese objeto, metal que, además de ser caro, tiene muchos inconvenientes; mezclado el ácido nítrico con el sulfúrico puede hacerse el transporte en tanques de hierro, lo cual lleva consigo la instalación de una gran fábrica de ácido sulfúrico, cerca de la de ácido nítrico, con el gasto consiguiente.

El ácido nítrico no se transforma fácilmente en materia fertilizante; puede combinarse con la cal o con el amoníaco, obteniéndose los nitratos respectivos.

La mayor dificultad con que tropezaron las instalaciones de Noruega desde el principio fué la de encontrar mercados para sus productos, como les ocurriría, en tiempo de paz, a los que se establecieran en los Estados Unidos.

Una instalación de esta clase, en el caso más favorable, necesita 2,33 caballos-año por tonelada de ácido nítrico diluido; por lo tanto, el Gobierno de los Estados Unidos tendría que disponer de 50.000 HP. en tiempo de paz y de 440.000 en tiempo de guerra para producir el número de toneladas de ácido nítrico que necesita en uno y otro caso, funcionando con el mismo rendimiento elevado que en Noruega.

Aconseja Mr. Parsons que el Gobierno estudie únicamente instalaciones que no bajen de 75.000 HP. en tiempo de paz y 550.000 en tiempo de guerra, y que, caso de aceptar el procedimiento de arco, las fábricas de explosivos se establezcan cerca de la de ácido nítrico, con el consiguiente transporte de la maquinaria y primeras materias que necesita la primera y el de los productos por ésta fabricados a los puntos en que se han de utilizar.

Una instalación de arco de capacidad suficiente para satisfacer las necesidades del Gobierno de los Estados Unidos en tiempo de guerra, tendría que reducir su producción a la novena parte en tiempo de paz para poder dar salida a todo el ácido nítrico que se fabricara.

Además, su coste sería mucho mayor que el crédito concedido por el Congreso.

Ventajas:

1.^a Se obtiene el ácido nítrico con un coste inferior al correspondiente a cualquier otro procedimiento (1), siempre que el precio del caballo-año no llegue a 57 pesetas, y que la potencia se utilice con el mayor rendimiento posible en una instalación de gran capacidad que funcione constantemente con su carga máxima.

2.^a Producción de un gran exceso de calor, aprovechable para la formación de vapor de agua, que ha de efectuar la concentración del ácido nítrico y para otros fines.

3.^a Primeras materias a disposición, sin gasto alguno.

4.^a Obtención directa del ácido nítrico sin productos intermedios.

5.^a Poca importancia de la mano de obra.

Inconvenientes:

1.^o Exige mucha potencia por tonelada de ácido nítrico.

2.^o La dilución del ácido en un principio es del 30 al 35 por 100, mientras que en otros procedimientos es del 50 al 55 por 100.

3.^o Coste grande de la instalación, tanto por caballo como por metro cuadrado.

4.^o En una instalación, con capacidad para las necesidades en tiempo de guerra, sobrarán las tres cuartas partes en tiempo de paz, y habrá, por lo tanto, un gran capital improductivo.

5.^o Dificultad para transportar el ácido nítrico.

6.^o Dificultad de encontrar aplicaciones al ácido nítrico que no se emplee en la fabricación de explosivos.

Procedimiento «Haber».

Es el más empleado actualmente en Alemania para producir amoníaco, que por oxidación pasa a ácido nítrico. Este procedimiento, que ha adquirido un desarrollo muy grande desde que comenzó la guerra, se instaló con carácter industrial por primera vez en Alemania el año 1913 con capacidad para producir 30.000 toneladas de sulfato amónico. Al parecer, produjo 20.000 en aquel año, 60.000 en 1914, 150.000 en 1915, 300.000 en 1916, y se afirma, que con las obras construidas por la Empresa Badische Company, la producción de 1917 habrá pasado de 500.000 toneladas.

Dicha Empresa explota el procedimiento «Haber» sin más ayuda por parte del Gobierno que la adquisición por éste de sus productos, y tiene la esperanza, una vez terminada la guerra, de poder competir con los demás procedimientos para fijar el nitrógeno y con el salitre de Chile.

Por el procedimiento «Haber» el nitrógeno del aire y el hidrógeno procedente del agua se combinan directamente para formar amoníaco en presencia del hierro pulverizado. La producción y la purificación del hidrógeno por la acción seductora del carbón o del hierro sobre el vapor de agua constituyen una de las principales partidas que figuran en la cuenta de gas-

(1) Esto no quiere decir que sea esta la forma más barata del nitrógeno combinado, aplicable al abono de las tierras.

tos del procedimiento «Haber». Como la combinación del nitrógeno con el hidrógeno se verifica á más de 500° C. y entre 125 y 150 atmósferas, el procedimiento resulta peligroso y presenta no pocas dificultades de carácter técnico, las cuales parece que se han vencido en Alemania.

Noticias dignas de todo crédito relativas á los gastos de producción de amoníaco por el procedimiento «Haber» aseguran que el amoníaco anhidro puro puede obtenerse en estado líquido por poco menos de 50 céntimos el kilogramo, coste inferior al que se obtiene por cualquier otro procedimiento de fabricación de amoníaco sintético. El valor de la energía consumida es una fracción muy pequeña del coste total del amoníaco. Es recomendable el establecimiento de una instalación de poca capacidad en relación con otra para oxidar el amoníaco cerca de una fábrica de municiones.

Ventajas:

- 1.^a Amoníaco barato.
- 2.^a Abundancia de primeras materias (aire, agua y carbón).
- 3.^a Amoníaco líquido, libre de agua, en disposición de oxidarse sin purificación.
- 4.^a Posibilidad de establecer instalaciones relativamente pequeñas donde sea necesario.
- 5.^a Facilidad de transportar el producto y de aplicarle como fertilizante.

Inconvenientes:

- 1.^o Imposibilidad de adquirir detalles técnicos, de conocer la manera de aplicar el procedimiento y todo lo relativo á su marcha y funcionamiento, á no entrar en relaciones con la Badische Company ó á emprender experimentos que duren quizás años.
- 2.^o Gastos grandes de reparación y renovación.
- 3.^o Los grandes derechos que se exigirían si el Gobierno implantara una instalación «Haber» para explotarla por sí mismo.
- 4.^o Inspección de las patentes é instalaciones en América.

Procedimiento de la cianamida.

Se explota en varios países europeos: en América únicamente en las cataratas del Niágara. Exige, para funcionar satisfactoriamente desde el punto de vista económico, que la energía sea barata, y debido á que consume la quinta parte de energía que el procedimiento de arco por tonelada de nitrógeno combinado y por año, las instalaciones se han extendido considerablemente.

Las primeras materias que hacen falta son: carbón para producir calor, cal, antracita ó cok para formar el carburo de calcio; caliza libre en absoluto de magnesia, espatofluor y nitrógeno procedente de aire líquido.

El coste del amoníaco obtenido con la cianamida, en el supuesto de que la energía valga de 40 á 45 pesetas por HP. y año en una instalación hecha por el Gobierno de los Estados Unidos, sería por kilogramo de 12 á 25 céntimos más alto que el correspondiente al procedimiento «Haber». En cambio, los derechos de éste son superiores á los del primero.

Los problemas técnicos relacionados con el procedimiento de la cianamida son muy conocidos por muchos Ingenieros europeos y americanos, hay muchas instalaciones para fabricar carburo de calcio y cianamida, y sus patentes respectivas caducarán dentro de unos tres años.

Si el Gobierno de los Estados Unidos se decide por construir una Central hidroeléctrica con objeto de destinar la energía en ella producida á la utilización del nitrógeno atmosférico, el procedimiento de la cianamida es el que debe adoptar.

Durante el año 1913 se produjeron en Alemania 30.000 to-

neladas de cianamida y en 1917 se había llegado á 400.000; el crecimiento no ha sido tan rápido como el del procedimiento «Haber», á pesar de los auxilios del Gobierno. Los interesados en el de la cianamida consiguieron que éste tratara de establecer el monopolio del nitrógeno, á fin de que una vez terminada la guerra pudieran competir con los demás procedimientos industriales para fabricar sulfato de amoníaco.

El monopolio del nitrato alemán no fué aceptado por el Reichstag, principalmente por la oposición de los propietarios de las patentes «Haber».

La cianamida es un producto que produce mucho polvo y tiene olor desagradable; para que se pueda emplear como abono es preciso mezclarle con aceite ó tratarle en forma tal que no produzca polvo. La cianamida es un abono excelente, sin duda alguna, cuando se aplica directamente á la tierra. A pesar de ello, no ha sido acogido favorablemente por los fabricantes americanos de abonos; no se presta, por otra parte, á mezclarse con los abonos que piden los labradores americanos. La cianamida se emplea mucho en Europa como abono, porque los jornales son menores que en América y permiten al labrador extender sobre la tierra, aislada y sucesivamente, cada uno de los elementos de la mezcla fertilizante adoptada.

Para producir las 20.000 y 180.000 toneladas de ácido nítrico que en tiempos de paz y de guerra, respectivamente, necesita el Gobierno de los Estados Unidos, por el procedimiento de la cianamida, hacen falta 11.000 HP. en el primer caso y 100.000 en el segundo.

Para pasar de la cianamida al sulfato amónico, hay que empezar por formar amoníaco con el nitrógeno de aquélla, operación que su-le costar unos 15 céntimos por kilogramo. La necesidad de convertir el nitrógeno combinado de la cianamida en amoníaco para obtener el ácido nítrico, constituye la causa principal de la diferencia de coste entre el amoníaco de cianamida y el amoníaco «Haber».

Ventajas:

- 1.^a Es el procedimiento más conveniente si la energía disponible es hidroeléctrica.
- 2.^a El consumo de energía es, relativamente, pequeño.
- 3.^a No hay dificultades para el transporte.
- 4.^a El producto obtenido constituye un abono que se puede vender en tiempo de paz.

Inconvenientes:

- 1.^o Para producir el ácido nítrico hay que obtener los productos intermedios siguientes: carburo de calcio, cianamida, amoníaco; hay que oxidar éste, y, por último, concentrar el ácido nítrico obtenido.
- 2.^o Las patentes.
- 3.^o Produce un polvo muy molesto y desagradable para los obreros, los cuales pueden llegar á enfermar.
- 4.^o La mano de obra tiene mucha importancia.
- 5.^o El coste es, relativamente, alto.

Destilación de la hulla grasa.

Es el procedimiento que más se emplea hoy día en todas partes, incluso en Alemania, para obtener nitrógeno combinado. El amoníaco procedente de la destilación de hullas puras es idéntico al obtenido por cualquier otro procedimiento y puede convertirse fácilmente, por oxidación, en ácido nítrico.

Desde hace muchos años han reconocido los economistas que el aprovechamiento y utilización del amoníaco que puede desprender el carbón constituye uno de los elementos más impor-

tantes en la conservación de la riqueza de una nación. En Alemania, los dos quintos de la hulla consumida se quema en hornos de cok con aprovechamiento de los productos secundarios, y todo el cok que se produce se obtiene en instalaciones análogas. En los Estados Unidos se coquiza un poco menos del décimo de la hulla grasa quemada. Del cok que se produce en América, una mitad procede de hornos antiguos en los cuales el amoníaco y demás productos secundarios se abandonan tranquilamente. Sin embargo, hay que reconocer que durante estos últimos años se han instalado muchos hornos modernos y que ha aumentado la producción de amoníaco como no se podía prever hace algún tiempo.

En los hornos con disposición para el aprovechamiento de los productos secundarios de la destilación de la hulla se recogen, además del amoníaco, el benzol, el toluol, el fenol, la naftalina y otros productos esenciales para la fabricación de municiones en tiempo de guerra, y para la de materias colorantes en tiempo de paz. El benzol, el toluol y el fenol tienen una importancia secundaria en relación con la producción de ácido nítrico para fabricar explosivos.

Los hornos modernos para la destilación de la hulla proporcionan grandes cantidades de gas, que llevan consigo mucha energía. Si se establecen instalaciones que permitan su utilización, la producción de amoníaco puede ser cinco ó seis veces mayor, y la energía recogida puede venderse al mismo precio que la hidro-eléctrica. Tal procedimiento se ha desarrollado muchísimo actualmente en Alemania.

Todo el mundo está conforme en que la hulla grasa debe destilarse en hornos que permitan el aprovechamiento de los productos secundarios; el cok tiene mucha aplicación, tanto para satisfacer necesidades domésticas como para la fabricación del hierro y del acero, y tiene la gran ventaja de producir poco humo. La destilación de la hulla podría producir en los Estados Unidos un millón de toneladas de amoníaco, cantidad muy superior á la producción actual, y á la cual se debe llegar lo antes posible. En varios países es obligatorio el empleo del cok para ciertas industrias. Sin embargo, el Gobierno de los Estados Unidos no puede instalar hornos de cok para producir amoníaco, por ser éste un producto de carácter secundario en la fabricación del cok para aplicaciones industriales. En tiempo de guerra podría aumentarse la producción de amoníaco interviniéndola el Gobierno, como se ha hecho en Alemania, donde los hornos de cok suministran la tercera parte del nitrógeno consumido, y donde el obtenido por este procedimiento ha pasado de 100.000 á 154.000 toneladas desde que comenzó la guerra. En América podría llegar á un desarrollo mucho mayor.

El empleo del amoníaco procedente de los hornos de cok en la producción de ácido nítrico aplicable á la fabricación de municiones tiene la gran ventaja de que para preparar el primero ya existen las instalaciones, y muy repartidas por todo el país, las cuales pueden facilitar el amoníaco á las que se establecieran para producir el ácido nítrico.

El amoníaco que se obtiene en hornos de cok tiene un precio de venta elevado, razón por la cual no puede pensar el Gobierno de los Estados Unidos en utilizarle para la producción de ácido nítrico, á no ser que consiguiera precios especiales. El coste actual del amoníaco puro, considerado como producto secundario de la destilación de la hulla grasa, es muy inferior al del obtenido por cualquier otro procedimiento.

Procedimiento del cianuro.

Se encuentra todavía en el período de experimento y se espera muy fundadamente que los resultados serán satisfactorios; por esta razón se dirá algo de él.

Desde el punto de vista químico el problema está resuelto y son perfectamente conocidas las reacciones. Al pasar nitrógeno ó aire por una mezcla de carbonato sódico, carbón y hierro molido, calentada al rojo, se obtiene nitrógeno combinado en forma de cianuro sódico, verificándose tal transformación en muy poco tiempo.

No se necesita energía exterior alguna, y parece que si se llegan á dominar las dificultades de carácter mecánico que el procedimiento lleva consigo, será con el que se obtendrá el nitrógeno combinado más barato.

Oxidación del amoníaco y formación de ácido nítrico.

En todos los procedimientos para producir sintéticamente el ácido nítrico, excepto en el del arco, se oxida el amoníaco gaseoso en presencia del aire y en contacto de platino metálico. En Alemania se producen unas 100.000 toneladas anuales de ácido nítrico por el método Frank Caro que consiste en hacer pasar una mezcla de aire y de amoníaco por una red de platino de 35 á 40 mallas que se calienta eléctricamente.

El método Ostwald-Barton se ensayó por primera vez en Villervord (Bélgica), dándosele carácter industrial, con resultado muy satisfactorio, poco antes de empezar la guerra. En la actualidad hay dos instalaciones que aplican este método, una en Angulema (Francia) y otra en Dagenham (Inglaterra).

El rendimiento comercial y la producción son mayores que los de cualquier otro método del que se tengan datos numéricos exactos.

Los procedimientos para oxidar el amoníaco son completamente libres. Los gases de óxido nítrico que se obtienen tienen una concentración mucho mayor que los procedentes del procedimiento del arco, razón por la cual las torres de absorción pueden ser más pequeñas, y es posible obtener directamente ácidos muy concentrados.

En el procedimiento del arco la concentración es del 30 al 35 por 100, mientras que por la oxidación se obtiene en las torres la del 50 al 55 por 100, la cual puede aumentarse muy fácilmente.

Oxidación de la disolución de amoníaco.

Hace poco se ha hecho en Suecia una instalación para explotar industrialmente un procedimiento, cuyos detalles se desconocen, por el cual el amoníaco ó la cianamida se transforman directamente en disolución de nitrato amónico, que puede concentrarse por evaporación ó convertirse en ácido nítrico. Este procedimiento, que es muy digno de estudio, debe estar funcionando en Gothenbur (Suecia) y en Berlín. Estriba su importancia en que el nitrato es el principal explosivo.

Situación actual del nitrógeno.

La circunstancia de ser imposible para Alemania la importación del nitrato, ha obligado á este país á producir grandes cantidades de nitrógeno combinado, necesario, tanto para la fabricación de abonos artificiales como para la de municiones, traduciendo todo esto en un gran progreso en los procedimientos sintéticos. En los Estados Unidos y en tiempo de guerra la situación tiene que ser muy diferente por varias razones; así, por ejemplo, al prohibirse la exportación de algodón y de sustancias alimenticias, el consumo de abonos disminuye considerablemente.

Es indudable que después de la guerra Alemania producirá más nitrógeno sintético del que necesita, y que lo mismo ocurrirá en los Estados Unidos con relación al amoníaco procedente de la destilación de la hulla; por lo tanto, el precio del nitrógeno

combinado bajará considerablemente. En tiempo de paz se pueden abastecer los mercados con el amoníaco que se obtiene hoy día en los hornos de cok, como producto secundario.

Coste del ácido nítrico.

El coste del ácido nítrico, diluido ó concentrado, es el menor pósitoible cuando se prepara por el procedimiento del arco con energía hidroeléctrica que valga en los hornos, á lo sumo, 55 pesetas por caballo-año.

El coste del ácido nítrico obtenido por la oxidación del amoníaco puro es independiente del origen de éste y ha de depender del valor del gas amoníaco en los depósitos, de los que ha de pasar á los aparatos de oxidación.

Hoy día no hay relación fija y determinada entre el coste del amoníaco y su precio de venta. El coste de recoger, absorber y purificar el amoníaco que se desprende con otros gases en la destilación de la hulla grasa, es decir, el coste del amoníaco considerado como producto secundario, es menor que el del obtenido por cualquier otro procedimiento. El precio de venta le regula la competencia con otros productos nitrogenados: hasta hace poco ha sido el nitrato sódico. Aun cuando el amoníaco obtenido por el procedimiento «Haber» se vendiera á 15 céntimos el kilogramo, podría competir con él el procedente de los hornos de cok, con beneficio seguro para el fabricante. Su coste es una cuestión de contabilidad y su precio de venta le fijará, quien le ha fijado hasta ahora, la competencia.

Por el procedimiento «Haber» se obtiene el amoníaco sintético más barato que puede producirse industrialmente hoy día. Le sigue inmediatamente el procedimiento de la cianamida.

Resumen de las conclusiones.

1.º El Gobierno debe obtener el ácido nítrico que necesite por oxidación del amoníaco.

2.º El Gobierno debe proceder con mucha calma en el establecimiento de instalaciones para producir amoníaco, porque pudiera ocurrir que tanto el procedimiento del cianuro como el «Haber» inutilizaran las que producen cianamida.

No es seguro que de aquí á tres años sea necesaria la energía hidroeléctrica al procedimiento más económico para fijar el nitrógeno atmosférico; razón por la cual sería una imprudencia hacer grandes gastos para obtener aquélla con el único fin de combinar el nitrógeno.

Con fecha 20 de Abril de 1917 presentó Mr. Parsons otra Memoria, en la que describe, en líneas generales, el desarrollo de un procedimiento para obtener amoníaco sintético, estudiado por la General Chemical C.º, y da algunos detalles relacionados con el procedimiento del cianuro. Por el primero se combinan directamente el nitrógeno y el hidrógeno, con presión menor que en el «Haber». Se propone que se gasten 19 millones de pesetas en la construcción de una instalación experimental, y que se hagan ensayos en gran escala del procedimiento del cianuro de Bucher.

El asunto ha sido discutido en la Comisión del Suministro de nitratos, la cual en 11 de Mayo de 1917 aconsejó:

1.º Que el Gobierno entable negociaciones con la General Chemical C.º para adquirir el derecho de fabricar amoníaco sintético por su procedimiento.

2.º Que en el caso de llegar á un convenio satisfactorio con la General Chemical C.º, se pongan 16 millones de pesetas á disposición del Ministerio de la Guerra para emplearlos exclusivamente en la construcción de una fábrica de amoníaco sintético, cuya producción sea 27.000 kilogramos diarios.

3.º Que se pongan á disposición del Ministerio de la Guerra, por de pronto, 3 millones de pesetas, y posteriormente los que se crean necesarios para construir una instalación, en la que, por oxidación, se transforme el amoníaco en ácido nítrico y se concentre éste al 10 por 100; la producción será 11.000 kilogramos por día.

4.º Que el Ministerio de la Guerra ordene la construcción inmediata de ambas instalaciones.

5.º Que se formalice un contrato con la Nitrogen Products C.º, y que se hagan experimentos en relación con la explotación industrial del procedimiento Bucher para producir amoníaco.

6.º Que se destinen 500.000 pesetas al estudio de procedimientos para producir industrialmente los compuestos nitrogenados necesarios para fabricar explosivos y abonos.

7.º Que para aumentar la producción de amoníaco y de toluol facilite el Gobierno la instalación de hornos para la destilación de hullas.

8.º Que se deje para más adelante toda resolución relativa á la influencia de la energía hidroeléctrica disponible sobre las instalaciones para fijar el nitrógeno atmosférico.

El 21 de Agosto de 1917 ha publicado la Sección de Artillería de los Estados Unidos una nota sobre la situación actual de la utilización del nitrógeno atmosférico acompañada con informes de la Academia Nacional de Ciencias y de la Sociedad Americana de Química.

La segunda Memoria de Mr. Parsons termina con una evaluación aproximada de los gastos de construcción y de explotación, para la cual han servido de base datos de carácter confidencial facilitados por varias Compañías productoras de compuestos nitrogenados.

Los números que se consignan se refieren á la tonelada de nitrógeno (1 peso = 5,41 pesetas).

	PROCEDIMIENTOS			
	Arco.	Cianamida.	«Haber».	General Chemical C.º (1).
Producto obtenido.....	HNO ₃ —35%	NH ₃	NH ₃	NH ₃
Energía necesaria.....	10,5	2,2	0,2	0,2
Gasto de instalación.....	7.630 ptas. (a)	2.380 ptas. (a)	1.850 ptas.	1.625 ptas.
Gasto de explotación (2)....	920 »	810 » (b)	650 »	540 »
Producto obtenido.....	HNO ₃ —96%	HNO ₃ —96%	HNO ₃ —96%	HNO ₃ —96%
Energía necesaria.....	10,8	2,3	0,3	0,3
Gasto de instalación (3)....	8.400 ptas.	3.625 ptas.	3.100 ptas.	2.900 ptas.
Gasto de explotación (4)....	1.200 »	1.500 »	1.300 »	1.175 »

(1) En este procedimiento se han deducido los gastos con los precios actuales; en los demás, con los anteriores á la guerra.

(2) En el procedimiento de la cianamida, la amortización, según manifiestan las Empresas explotadoras.

En el procedimiento «Haber» la amortización es el 20% del gasto de instalación por reparaciones, intereses y depreciación.

En el procedimiento del arco y en el «Haber» modificado la amortización es el 12,5% por intereses y depreciación. Para reparaciones 30 pesetas por tonelada de producto.

(3) A excepción del procedimiento del arco, en los demás se incluye la instalación para el amoníaco en la forma siguiente:

	Pesetas.
Energía adicional.....	55
Oxidación y absorción.....	760
Concentración.....	220
Instalación de vapor.....	220

(4) A excepción del procedimiento del arco, en los demás se incluyen los gastos de tratamiento del amoníaco, que son:

	Pesetas.
Oxidación.....	270
Concentración.....	380

(a) La instalación generadora de energía se ha evaluado con el precio de 550 pesetas por caballo de vapor.

	Pesetas.
(b) Producción de la cianamida.....	690
Idem del amoníaco.....	150
TOTAL.....	840