

lugar en ciertas condiciones que variaban con la temperatura y la mayor o menor presencia de uno de los elementos. En efecto, como se expondrá más adelante, se sabe que los gases en la cámara se mueven en el sentido de una espiral cuyo eje es paralelo al eje longitudinal de la cámara, pero moviéndose de manera que suben por el centro de la cámara y bajan por los costados. Ahora en el centro de la cámara que es el sitio que está más caliente y concentrado, se forma el sulfato ácido de nitrosilo o el ácido azul, es decir, se tienen las reacciones, (2), (5), (6) y (7) según las condiciones. Pero al llegar cerca de las paredes el enfriamiento en una atmósfera húmeda provocará la formación de ácido sulfúrico y la emisión de vapores nitrosos o sea las reacciones (3) y (8).

Es conveniente observar que no todos los autores están de acuerdo con las reacciones anteriores, pues algunos sostienen que no se forman productos intermediarios, tales como el ácido azul y que otros juzgan la acción de los productos nitrosos solamente como catalizadores.

Con todo eso se tendrá más o menos una idea de las reacciones que tuvieran lugar en la cámara, reacciones algunas de ellas también aplicables a las que pasaron en las torres de Gay Lussac y Glover en lo que se refería a la absorción y emisión respectiva de los productos nitrosos por el ácido sulfúrico a menor o mayor temperatura.

### C

La concentración del ácido sulfúrico de cámara, que es de unos 55 grados Beaumé, (69.9 o/o) a ácido sulfúrico concentrado de 66 grados Beaumé, (95.6 o/o), se hace evaporando el exceso de agua de una manera especial, en el aparato de Kessler, que será detalladamente explicado más adelante.



IV

Pasamos ahora a la descripción detallada de la Fábrica de Ácido Sulfúrico del Instituto de Química Industrial. Se detallan en el presente estudio, las instalaciones y sus accesorios, su construcción y funcionamiento; el análisis de las materias primas y de los productos fabricados; los análisis de control efectuados y los métodos de análisis que se explican en cada caso.

SECCIÓN I.—*Los hornos de azufre.*—I, La construcción y funcionamiento de los hornos. II, El análisis del azufre. III, Los métodos del análisis del azufre. IV, La planilla de funcionamiento.

SECCIÓN II.—*La torre de Gay Lussac.*—I, Las funciones de la torre. II, La construcción de la torre. III, El ácido nítrico usado en la torre y sus funciones. IV, El agua y el ciclo de los óxidos de nitrógeno. V, Los análisis de los gases de entrada y salida. VI, El volumen de los gases que entran por la torre. VII, Los métodos de análisis de los gases. VIII, Tabla de las temperaturas de los gases al entrar en la torre, las temperaturas del ácido al salir y las densidades del ácido. IX, El ácido nitroso. X, El análisis del sulfato ácido de nitrosilo en los ácidos de salida de la torre de Gay Lussac y de la torre intermediaria. XI, Las cantidades de ácido nítrico empleado. XII, El análisis de ácido nítrico. XIII, Los métodos de análisis del ácido nítrico. XIV, Tabla de los pesos específicos del ácido nítrico a distintas concentraciones.

SECCIÓN III.—*La cámara de plomo.*—I, Funciones de la cámara de plomo. II, Construcción de la cámara y cálculo de la resistencia de los tirantes. III, El funcionamiento de la cámara. IV, La planilla del control. V, Los métodos de análisis de los gases.

LECCIÓN IV.—*La torre intermediaria.*—I, Funciones y construcción de la torre.

SECCIÓN V.—*La torre de Gay Lussac.*—I, Las funciones de la torre.



SECCIÓN VI.—*Los aparatos de cola.*—I, Construcción y funcionamiento de los aparatos de cola.

SECCIÓN VII.—*Los monta-ácidos.*—I, Principio de los monta-ácidos. II, Construcción y funcionamiento de los monta-ácidos. III, El aire comprimido para los monte, ácidos. IV, Circulación de los ácidos. V, El gasto de energía originada por los monta-ácidos.

SECCIÓN VIII.—*Las bombas centrífugas.* I, Construcción y funcionamiento de las bombas centrífugas.

SECCIÓN IX.—*Las cubas.*—I, Construcción y empleo de las cubas para el almacenaje de los ácidos.

SECCIÓN X.—*Las calderas para producción de vapor.*—I, Las calderas. Descripción. II, El gasto normal de combustible. III, Análisis del carbón empleado. IV, Métodos de análisis del carbón. V, Análisis de los gases de la chimenea. VI, Método para sacar la muestra de los gases. VII, Métodos de análisis de los gases. VIII, Las soluciones para los análisis. IX, La temperatura de los gases. X, El cálculo de los resultados. XI, Calor que se pierde por la chimenea. XII, El agua para las calderas. XIII, La purificación del agua. XIV, El comportamiento de la «permutita». XV, El aparato de «permutizar». XVI, El costo de la purificación por el método de la «permutita. XVII, La composición del agua antes y después de «permutizar». XVIII, El control práctico del aparato de «permutizar».

SECCIÓN XI.—*La concentración del ácido sulfúrico por el aparato Kessler.*—I, Principio de la construcción. II, Manera de producir el calor. III, El regimen de la combustión. IV, Las partes del aparato Kessler. V, El saturador, su construcción. VI, El refrigerante, su construcción. VII, La columna, su construcción. VIII, El funcionamiento del aparato Kessler. IX, El consumo de fuel-oil. X, Los tubos niveles de los platos. XI, La composición del fuel-oil. XII, El recuperador. XIII, El ventilador. XIV, La chimenea de cola.

SECCIÓN XII.—*La concentración del ácido sulfúrico a fuego directo.*—I, Construcción y funcionamiento.



SECCIÓN XIII.—*El esquema de las cañerías de ácido sulfúrico en las fábricas.*

SECCIÓN XIV.—*El cálculo de costo del ácido sulfúrico.*

SECCIÓN XV.—*Tabla de densidades Beaumé. Pesos específicos y los correspondientes porcentajes de ácido sulfúrico.*

## SECCIÓN I

### Los hornos de azufre

#### I

Los hornos para quemar el azufre en la fábrica de ácido sulfúrico del Instituto, forman una batería de cuatro unidades. Están contruidos con ladrillos refractarios en las partes que están expuestas al calor directo y forrados por afuera con ladrillos comunes de acuerdo con los planos de la figura adjunta. Son de funcionamiento continuo cuya carga debe ser hecha a mano.

Este sistema es quizá el más económico y práctico para una fábrica del tamaño de que describimos, pero el día que aumente la capacidad de la fábrica, se instalará según lo que nos ha manifestado el Sr. Director, un sistema mecánico, como es el de los quemadores rotatorios o el del «cajón» (similar al Sachsenberger) usado antes en este Instituto para preparar el bisulfito de sodio.

La batería actualmente en uso posee las siguientes dimensiones exteriores: Mide 9.35 metros de largo, 3.87 metros de ancho y 2.13 metros de altura, exceptuando el resumidero que mide un total de 4.13 de altura, 1.56 metros de ancho y 2.15 metros de largo.

Cada unidad lleva a una altura de 35 centímetros del suelo, una sartén de hierro fundido, cuyo diámetro es de 180 centímetros y provisto alrededor de un borde de 10 centímetros de altura. La sartén está afianzada con ladrillos refractarios de tal manera que forma un domo o bóveda arriba de 1.36 centímetros de altura. Delante a



una altura de 71 centímetros del suelo, lleva una abertura de 50 centímetros de ancho por 30 centímetros de altura que es por donde se carga el azufre, cerrado por una puerta corrediza de arriba a abajo, hecha de hierro fundido y contrabalanceada por una pesa a fin de permitir abrir y cerrar fácilmente.

La sartén es de 3 centímetros de espesor y pesa unos 600 kilos. La puerta mide 60 centímetros de ancho, sus lados se deslizan por unas canaletas y su peso es de unos 60 kilos.

La puerta nombrada lleva cuatro perforaciones de 2.3 centímetros de diámetro, ubicados aproximadamente en el centro de la puerta y a 3 centímetros de distancia entre sí: se pueden tapar o dejar abiertas estas perforaciones, mediante una chapa de hierro que gira por medio de un bulón y así se regula la entrada de aire al horno.

Debajo de la sartén existe un espacio libre que está en comunicación con el aire exterior por tres aberturas situadas a 25 centímetros del suelo y que sirven para el enfriamiento de aquélla a fin de evitar en lo posible una sublimación de azufre producida por una alta temperatura. Esta sublimación es perniciosa en todo sentido, pues no sólo implica una pérdida de azufre, sino que más adelante forma sobre el ácido sulfúrico producido una capa aisladora que la separa de los gases evitando que se efectúe el proceso normal de la cámara.

Los gases que salen por la parte posterior del horno, pasan a un espacio donde existe otra entrada de aire, que tiene por objeto, quemar el azufre que pudiera haber pasado sublimado por la parte superior de este espacio, a un conducto común a todos ellos, pasando antes por una abertura horizontal regulable por medio de un juego de argollas de hierro. Esta abertura se regula de una vez, a través de un ojo de buey que existe sobre ella y que luego se tapa con ladrillos; y de esta manera se consigue que el tiraje sea igual en todos los hornos.



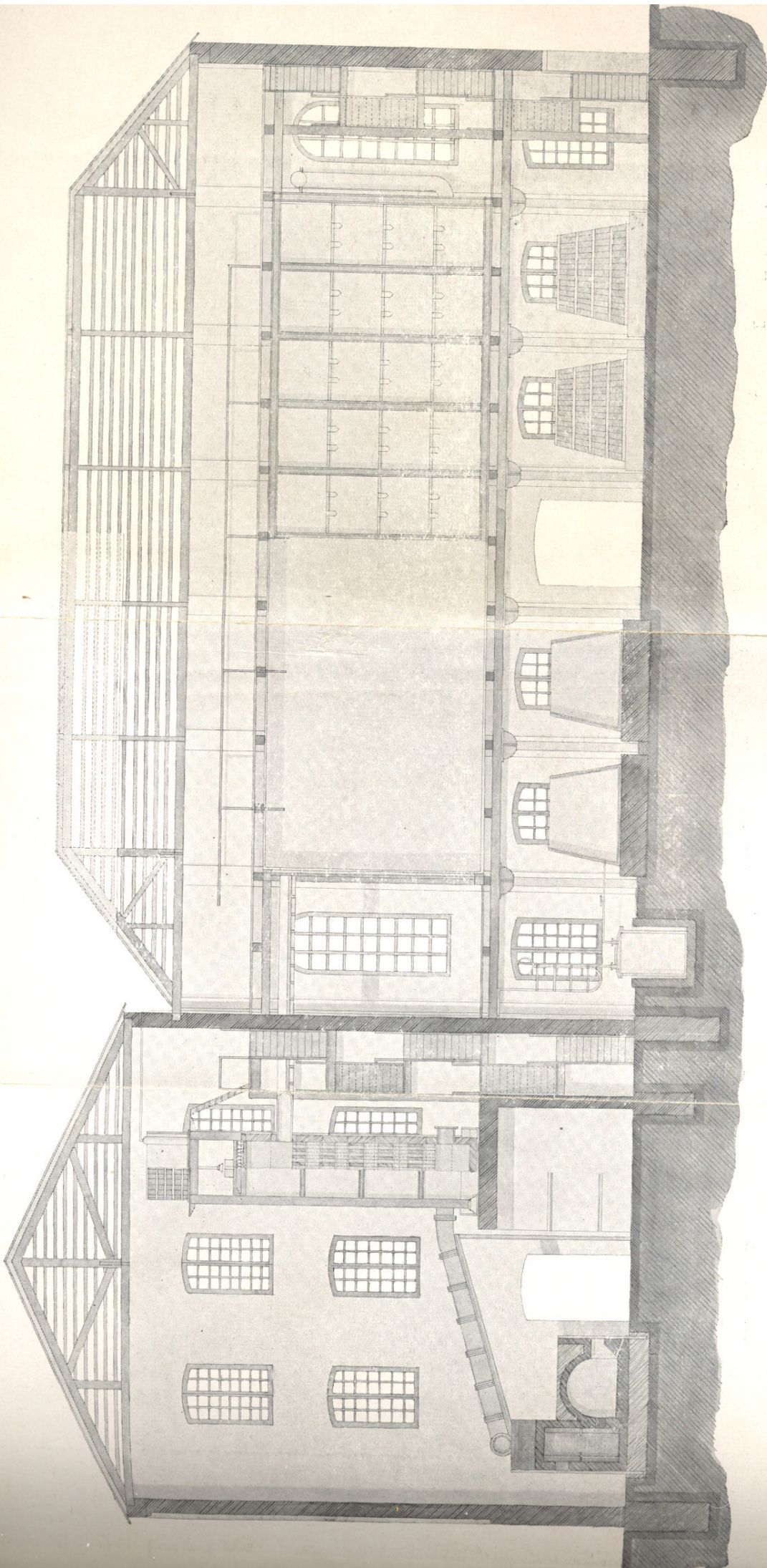


FIGURA II

Corte de la fábrica de ácido sulfúrico del Instituto de Química Industrial, mostrando los hornos de azufre, la torre de Glover, la cámara de plomo, las cubas y los monta-ácidos



Al final del conducto común, existen dos registros, de los cuales parten a su vez dos conductos, el uno que lleva los gases a la torre Glover y el otro a la chimenea. A fin de evitar una pérdida de calor por irradiación se ha puesto por encima de la bóveda de cada horno una capa de arena.

El conducto que lleva los gases desde el resumidero hasta la entrada de la torre de Glover, mide 13 metros de largo y está compuesto de trece secciones de hierro fundido, midiendo cada sección un metro de largo y 45 centímetros de diámetro interno. El espesor del hierro es de 3 centímetros. El conducto está forrado por afuera con una capa aisladora de arcilla, envuelta para sostenerla con lona.

Para una marcha normal basta sólo que tres hornos funcionen los que se cargan cada cuarto de hora con un total de 10 kilos de azufre que se reparten en cantidades iguales en cada uno de ellos al mismo tiempo. La práctica enseña tomar al tanteo estos 10 kilos (2 paladas) siendo superfluo el uso de una balanza en cada carga; aunque la cantidad quemada cada hora es rigurosamente controlada por la balanza.

Para poner en marcha los hornos, se abre el registro que da directamente a la chimenea y se cierra el que va a la cámara, tapando con ladrillos y barro, las rendijas que quedan forzosamente entre los dos registros y las paredes. Se coloca un poco de leña sobre cada sartén, humedeciéndola con alcohol y encendiéndola luego.

La calefacción debe hacerse al principio muy lentamente de manera que se quemen unos dos trozos de leña cada hora, durante unas 10 horas. El objeto es evitar que un fuerte calor produzca un rajamiento de las paredes del horno. Al cabo de las 10 horas se aumenta paulatinamente el fuego hasta que al final de las 24 horas se da el máximo de leña. En total se habrán gastado unos 1.000 kilos de leña.

A los hornos una vez bien calientes se les saca rápi-