Año III 15 de Setiembre de 1903 Núm. 9

ANALES

DEL

INSTITUTO DE INJENIEROS DE CHILE

DEL CARBURO DE CALCIO

(Acetileno)

SUS APLICACIONES I USOS INDUSTRIALES

por Cárlos Rivera V.

I

Existe un progreso industrial realizable en Chile, que no nos parece mui difícil que se lleve a cabo en época cercana, por mas que el no aprovecharlo desde hoi mismo nó tenga otra esplicacion sino que la que un cierto escritor frances ha llamado neofobia. Los elementos de este progreso son mas o ménos conocidos por todos, ya en una o varias de sus múltiples aplicaciones, i nuestro objeto en el presente artículo es reunir esos datos diseminados con el propósito de despertar, si es posible, el interes que puede merecer todo lo que signifique adelanto i prosperidad para el pais i talvez fuente de riqueza para aquellos que pudieran llevarlo a la práctica: me refiero a la fabricacion del carburo de calcio, sus aplicaciones i usos industriales.

No puede desde luego entrar en nuestro cálculo llegar a detallar la mejor localidad a que es aplicable el progreso que indicamos; bástenos, sin embago, formular que la industria en referencia tiene su característica en el aprovechamiento de una fuerza motriz barata, i fuente de mayor consumo en las pequeñas poblaciones, como luego lo indicaremos.

Estamos casi seguros que por ahora se llamará a este artículo, fantasía o ensueño indutrial, pero, como lo esperamos, el tiempo le dará cierta consistencia, i si no la adquiere será porque, como en otros casos, un progreso queda sin aplicacion por otro superior.

II

El carburo de calcio es un compuesto no saturado, descubierto por E. Davy en 1836. Hasta hace pocos años este cuerpo no se obtenia sino mui difícilmente i por sus preparaciones laboriosas, no era considerado sino como una curiosidad de laboratorio; diferentes medios de preparacion habian sido propuestos, pero ninguna de esas tentativas daban márjen para asegurar su utilizacion industrial. No fué sino hasta 1894, cuando M. Mois-

san i M. Bullier, imajinaron aparatos susceptibles de producir temperaturas bastante elevadas, que permitiendo fundir la cal en presencia del carbon, obtienen con una mezcla en cierta proporcion un carburo bien definido, puro i cristalizado, llegando con esto a la solucion de obtenerlo práctica e industrialmente.

Este cuerpo, carburo de calcio, tratado por el agua, es el que desarrolla por su contacto el gas llamado acetileno.

Prácticamente, un kilógramo de carburo de calcio se combina con 562 gramos de agua, para producir 115 gramos de cal hidratada i 406 gramos de acetileno, que corresponde a 340 litros de gas; pero el carburo de calcio del comercio es impuro i, en realidad no da allá mas de 280 a 310 litros de gas por kilo.

El gas acetileno es caracterizado por las dos propiedades siguientes: 1.ª quemarse con una llama mui brillante i 2.ª formar mezclas detonantes. El gran poder luminoso le proviene, en primer lugar, de su fuerte proporcion de carburo: 92.3%, i en seguida por su elevada temperatura de combustion.

Si comparamos con el gas de hulla, se encuentra que una tonelada de ésta produce 280 m^3 de gas, que quemados en un quemador Bengel, encierran 2,800 carcels-hora; en cambio, una tonelada de carburo de calcio, produciendo 280 m^3 de gas acetileno, producirá 40,000 carcels-hora, ya que el acetileno produce de 15 a 17 veces mas luz que el gas comun: de esto se deduce que una tonelada de carburo, equivale al punto de vista luminoso, a 15 toneladas de hulla. El precio de este alumbrado dependerá únicamente del precio de venta del carburo, el cual es funcion de la fuerza motriz.

El consumo de acetileno es al rededor de $\frac{2}{3}$ de litro por bujía i por hora.

En jeneral, un horno eléctrico para la fabricacion del carburo de calcio se compone de un hogar de ladrillos, con compartimentos divididos por puertas de fundicion i chimeneas para la salida de los productos de la combustion; el fondo del horno puede ser formado por una placa, tambien de fundicion, recubieta por una capa de carbon; esta placa forma uno de los electrodos, formando el otro un haz de carbones.

La mezcla de coke pulverizado i de cal en polvo se coloca en el espacio libre, entre el haz de carbones i las paredes del crisol. Lanzada la corriente, el arco se establece entre los dos electrodos i su calor produce la fusion de la mezcla que los rodea; al fin de la fusion, que dura de tres a cinco horas, se detiene la corriente i se deja enfriar la masa durante una hora, procediéndose en seguida a la descarga del horno. El resultado de la operacion es un producto que se compone: 1.º de una masa de carburo de calcio i 2.º de una mezcla de cal i coke que lo rodea, que estando libre de humedad se destina a la carga de la operacion siguiente.

Cada carbon puede servir para una produccion de 21 toneladas de carburo de calcio.

III

Indicaremos como primera aplicacion, la que ofrece el acetileno como fuerza motriz i ésta empleada en los automóviles. Hoi por hoi, para nosotros, el automóvil es casi solo un artículo de lujo, sin que nos preocupemos de la gran aplicacion que éstos nos pueden dar como carro de trasporte; sin embargo, no nos tacharán de exajerados si consideramos

que el acetileno quizas resuelve para nosotros el problema del automovilismo. Para esta apreciacion, sírvanos de base la comparacion que de éste podemos hacer con los servidos por acumuladores eléctricos o bien por petróleo

El parangon con el último, desde luego, es inadmisible, porque supuesta la fabricacion del carburo en el pais, su costo seria evidentemente mas bajo que aquel del petróleo, ya que el consumo de este artículo, aumentado dia por dia con sus múltiples aplicaciones i avara la naturaleza en su produccion, resulta el hecho poco probable de llegar a obtenerlo a mas bajo precio del de hoi dia; en cambio, si para tener mas carburo se pone como única subjecion el que aumente su fabricacion, ésta sin duda se producirá con las nuevas fábricas que dia a dia se establezcan, como se comprueba en Italia, Francia, España, etc.

Comparando ahora los automóviles de acetileno i eléctricos, resulta, no hai duda, la ventaja para estos últimos; pero esta ventaja aparente no cuadra bien en Chile, donde no es fácil prever se encuentre en cada rejion, servida por automóviles, una estacion central eléctrica que abastezca a aquéllos. ¿Qué ventajas obtendríamos pues entónces de éstos si no se cuenta de antemano con una central de abastecimiento?

La compañía de Nueva York, que se titula La Auto-Acetylene, despues de dos años de ensayos, de modificaciones i perfeccionamientos en los mecanismos de automóviles, ha conseguido contar con un tipo de éstos que responde a las necesidades del caso. El objeto especial de esta compañía ha sido construir carros de carga i grandes vehículos, i los ensayos hechos han resultado corresponder con la idea propuesta. La máquina tiene fuerza suficiente para subir todas las pendientes usuales, a una velocidad conveniente para el caso; el motor funciona tan sin ruido como uno eléctrico; no hai olor ni peligro de esplosion i de un manejo al alcance del mas medianamente intelijente.

Los automóviles con motores de gasolina, i esto mas de alguno de nosotros ha tenido oportunidad de verificarlo, ofrecen el inconveniente de que el olor de ésta penetra por todas partes del carruaje, porque no hai junta ni válvula bastante ajustada que lo evite; este inconveniente se considera salvado por auto-acetylene, pues no hai olor alguno que escape al mecanismo.

Es sensible que la revista *Engineering Journal*, de la cual se toma esta descripcion, sea mui incompleta en su informe, desde el momento que no da dato alguno del gasto del acelileno que orijina para un trabajo dado. Pero el hecho de que en el pais de la gasolina i donde ésta tiene su mínimum de valor, se piense esplotar vehículos con motores de acetileno, es un factor digno de fijar la atencion, pues parece tan disparatado en los Estados Unidos separarse de los motores de petróleo como pretender adoptar estos últimos en Chile, conocido el alto precio de este artículo.

Se deduce, pues, que si se ha llegado a un motor de acetileno práctico para automóviles grandes, de fijo tendrá aplicaciones para otros muchos i se presenta por de pronto otra gran industria nacional que fundar, como seria la construccion de motores, al mismo tiempo que se multiplicarian las fábricas de carburo de calcio. Pero en la indiferencia musulmana con que se miran aquí este jénero de cuestiones, pasarán muchos años ántes de que produzca sus frutos, el hecho de haberse encontrado el automóvil de carga con motor de acetileno.

No queriendo alargar mas estas lijeras ideas, no entraremos en mas detalles sobre

las pruebas a que se han sometido en distintas partes, i por repetidos ensayos, los motores de acetileno; bástenos decir que todos concuerdan en la pronta i fácil marcha rápida que de ellos se pueden obtener, su regularidad, seguridad i silencioso funcionamiento. Nos abstendremos de dar datos sobre el consumo de carburo, pero aun cuando hoi dia a los precios de este producto seria de marcha cara, queda la esperanza que se abarate para el porvenir.

En Chile, repetimos, donde no hai probabilidades de utilizar los motores de petróleo a precio razonable, ni electricidad, etc., parece lójico esperar del acetileno el triunfo del automovilismo, siempre que pudiera contarse con una fábrica nacional.

IV

Muchos han sido hasta hoi los que se han dedicado al estudio práctico de la calefaccion por el gas acetileno; discutida la cuestion en su aspecto técnico i comparado con el gas de hulla, se llega a la conclusion, fácil de prever, de que su resultado es una mera cuestion de precio relativo de estos gases. No es difícil, pues, pensar que pudiendo normalizarse el precio del carburo, dentro de ciertos límites, resulta que no será cuestion completamente perdida para el porvenir que se emplee el acetileno en la calefaccion

V

Donde encontramos el carburo de calcio, jugando, a nuestro juicio, el gran papel del porvenir i quizas competidor con el gas comun o por lo ménos hermanándose con éste, es en su aplicacion para el alumbrado, ya solo, ya en combinacion con el gas de hulla. Bajo esta primera faz, lo vemos aplicado en los casos de alumbrado de edificios aislados i talleres, aldeas o villas, no demasiado pobladas, en los ferrocarriles, lámparas de minas, etc., etc.

No deja de ser interesante hacer notar que casi todas las naciones europeas usan en sus pequeñas poblaciones el acetileno como gas de alumbrado. Así se encuentra, por ejemplo, Alemania, en que ella sola cuenta con mas de 30 ciudades que tienen este servicio; en Hungría se tiene, entre otras, la ciudad de Mesötur, que cuenta con una poblacion de 25,000 habitantes; citaremos, por último, tambien la Italia, que ha sido uno de los paises donde el acetileno ha sido aceptado preferentemente i mas pronto que en otras naciones.

Estudiando esta cuestion en Chile i sin divagar mucho, salta a la vista lo que tenemos i lo que se podria hacer con el acetileno. Todos sabemos que talvez la mitad de nuestras poblaciones no gozan todavía del alumbrado de gas, ni mucho ménos del eléctrico i qué de años no tendrán todavía que pasar para que se reaccione con el pésimo sistema a que están sujetas hoi dia: me refiero al empleo que se hace de la parafina. Error seria creer que este servicio consigue economías, i por el contrario se puede decir que se tiene un alumbrado caro i malo: caro por cuanto es un elemento que tenemos que importar i

sujeto, por tanto, a las condiciones que la demanda del artículo obligan, i malo porque no hai medios de hacerlo mejor.

Si comparado ahora el alumbrado de parafina con el acetileno, se consiguen economías en favor del último, aun teniendo que traer el carburo, con cuánta mayor razon no podemos prever que lo seria fabricándolo en el pais.

Es así como encontramos en Francia, por ejemplo, sociedades como «La Urbaine», establecida con 2.000,000 de francos, dedicada a establecer por contratos de 20 o mas años, el alumbrado por el acetileno en las pequeñas poblaciones, a las cuales no se puede llevar ni una instalacion eléctrica ni una fábrica de gas; i esta Compañía, con ese enorme capital, reparte, sin embargo, dividendos del 10%.

Cómo esplicar ahora de que en esos centros europeos se preste tanta atencion a este medio de alumbrado, allí donde se encuentran tan distribuidas las centrales eléctricas, allí donde el gas mismo se tiene tan repartido con grandes fábricas i de donde parece escluido de hecho cualquier otro alumbrado, por las facilidades de derivacion que las mismas fábricas existentes podrian hacer allí donde hace falta, sino en el hecho de la economía i buen negocio que el acetileno reporta. Aquí, pues, con mayores bases de esplotacion, con menores peligros de competencia, no es aventurado ni exajerado suponer el buen resultado a que se llegaria.

Qué de desear seria pues entónces que los hombres dirijentes del pais se dieran cuenta de que el acetileno barato representaria para Chile lo que los pozos de petróleo para los Estados Unidos.

Ya que nos hemos estado en el presente ejemplo refiriendo a Francia, parece oportuno señalar la produccion en aquel pais del carburo de calcio, que es al rededor de 25 mil toneladas, de las cuales 10,000 se destinan al consumo particular, fincas de campo, etc.; 1,000 se suponen consumidas en luz para bicicletas i automóviles, 8,000 en esportacion, i las restantes consume el alumbrado de poblaciones.

Si ampliando mas abarcamos la produccion de toda la Europa, nos sirve el dato suministrado por *La Zeistschrift für Elektrochemie*, que indica que la produccion del carburo en el año de 1901 se elevó a 70,000 toneladas.

Son interesantes, por lo demas, las conclusiones a que llega el periódico aludido con respecto al reparto de esta produccion; hace, al efecto, notar que la mayor parte de las fábricas productoras disponen de fuerza motriz hidráulica, i como caso típico el que ciertos paises mui industriales, pero en los cuales las caidas de agua son escasas, poseen pocas fábricas de esta especie; así, Inglaterra, no produce anualmente mas de 2 a 3,000 toneladas, igual causa obliga a Alemania a limitar su produccion al escaso número de 4,000 toneladas, utilizándose allí, casi como único elemento motriz, el gas de los altos hornos.

Lo anteriormente espuesto, aunque conciso, nos conduce ya, sin embargo, a lo que nos habíamos propuesto dar a conocer: que entre nosotros, pudiendo contar con la fuerza motriz barata aprovechable de las infinitas caidas de agua; con un campo bastante estenso de consumo para el carburo, ya de instalaciones aisladas i de las innumerables poblaciones a que ántes hemos hecho referencia; contando, por fin, con las materias primas dentro del pais se podria prever prosperidad i segura existencia de una industria como la que indicamos. A pesar de contar con éstos elementos, que dan una idea de las simpa-

tías que ella debiera merecer, no dejaremos, sin embargo, de desconocer el escollo enorme que se atraviesa para su realizacion i debida a la poca proteccion que, por lo jeneral, prestan nuestros hombres de Gobierno a las industrias chilenas.

Es interesante reproducir por lo demas aquí los ensayos practicados por el profesor Vogel, de Berlin, sobre el costo de fábricas de alumbrado, para una ciudad de 4 a 5,000 habitantes, con un consumo máximo de 2,500 luces de 16 bujías. Supuesta la lonjitud de la red de 8 kilómetros i considerando que para el alumbrado de la ciudad bastan 80 faroles llega a las siguientes conclusiones de comparacion de lo que costaria una fábrica de:

	$ oro de 18 d.
Gas acetileno	60,000
Gas de alumbrado	120,000
Estacion central eléctrica	150,000

No nos parece ademas inoportuno reproducir los resultados obtenidos por el injeniero Kuhn, de Munich, sobre el costo de los diversos sistemas de alumbrado mas en uso:

	$ oro de 18 d.
Luz incandescente eléctrica	0.830
» de arco	0.670
Lámpara Nerust	0.536
Luz incandescente de gas (auer)	0.335
Lámparas Lukas de gas	0.335
Luz de gas comprimido	0.215
» » » acetileno	0.389
» incandescente de acetileno	0.201
» » » alcohol	0.335
» de parafina	0.354

La lista anterior supone un costo por hora con un poder luminoso de 100 bujías; se ve, ademas, la gran diferencia en mas que se obtiene por la luz incandescente de gas, hoi tan en uso, sobre la incandescente de acetileno, la cual, con las investigaciones mas recientes, es un problema mui felizmente resuelto.

No creemos aun prudente dejar de mano el capítulo que tratamos i que se refiere a la utilizacion directa del gas acetileno como alumbrado, sin señalar primero otras aplicaciones que nos parecen de gran interes i que manifiestan el gran papel industrial que está llamado a desempeñar el carburo de calcio en su forma de gas acetileno.

Señalaremos al efecto una de sus aplicaciones mas recientes, como alumbrado de los trenes i de ellos, en las linternas de las locomotoras, el cual ha conseguido resultados superiores al eléctrico. De las pruebas realizadas entre Chicago i Clinton, se ha comprobado, que con el carburo al precio de francos 0.45 el kilógramo, el costo de la luz era de

francos 0.05 por hora, o sean, mas o ménos, tres centavos de nuestra moneda. Esta luz consigue un alumbrado de la via a 500 metros de distancia.

Indicaremos tambien las esperiencias hechas en el alumbrado de faros i cuyo fin era poner la luz, desarrollada por el acetileno, en comparacion con la del aceite. Los resultados quedaron de manifiesto en favor del primer sistema, en los ensayos hechos al efecto, en el faro de Civita-Vecchia; se comprobó que a la distancia de 18 millas el faro era perfectamente visible, notándose un poder de penetracion mui superior al del petróleo. Durante las 117 horas de esperiencia, el gasto fué de francos 0.37 por hora, en tanto que el alumbrado de petróleo lo era de francos 0.50, o sean 20.5 i 28.5 centavos nuestros. Por otra parte, miéntras los gastos de primera instalacion, para un faro de primera clase, no pasaban de 800 francos, lo necesario para sustituir en los mismos, el petróleo al aceite, lo eran de 5,000 francos.

Por último, solo ya señalaremos su gran aplicacion que en estos dos últimos años se ha hecho para lámparas de minas. Se tienen, al efecto, ya en uso varias clases de éstas, en distintos establecimientos, manifestando desde luego la gran intensidad de su alumbrado, siendo 10 veces mayor que el de las lámparas comunes; resiste mejor que éstas a las corrientes de aire i humedad, disminuyendo apénas su luz en un aire viciado, miéntras que las de aceite presentan una baja considerable. De las en uso en las minas de la sociedad minera de Selveck, se ha comprobado el gasto, apénas de un céntimo de peseta por hora, que desde luego es un costo mui aceptable.

(Como tipo de estas lámparas, se pueden ver las en uso por esta Compañía, descrita en la *Revista Minera* de España i las tipo Baldivin, en el *Génie Civil*, tomo XI).

El interes que estos datos pueden ofrecer son nulos, por lo que hace por el momento, pero pueden tener su importancia si, como creemos, Chile está llamado a ser un pais esencialmente industrial en el grado preciso para anular en lo posible, en el porvenir, los muchos i variados artículos de importacion i que nosotros podríamos producir.

VI

Hemos concluido con una descripcion rápida de los usos a que, como hemos dicho, se prestaba el acetileno, empleado como gas directo. Tócanos ahora diseñar otras aplicaciones del carburo de calcio en combinacion con otros cuerpos, pero desempeñando siempre el papel de medio productor de la enerjía térmica.

Aun no desarrollado, tal como ha de serlo, el uso del gas acetileno i ya en el estranjero, donde tantos i tan importantes progresos ha conseguido en poquísiños años, se le califica de uso corriente; ya se le solicita como insustituible para el alumbrado público i particular en sus múltiples aplicaciones; i ya, tambien, como si aquél fuera viejo, se comienza a estudiar un nuevo cuerpo procedente del carburo de calcio.

Nos referimos a un nuevo gas que se obtiene por la descompósicion del carburo, mediante una accion termo-eléctrica. Se le produce en frio i sometido a débiles presiones se presta mas obediente que el gas de hulla a los usos del alumbrado i calefaccion, suponiéndose hoi fundadamente que tambien reuna cualidades, merced a las que puede usarse como potente motor. A este nuevo gas se le ha llamado carbetilo. *(Revista Minera Metalúrjica de España).*

El carburo de calcio dedicado a producir carbetilo, permite conseguir, comparado con el acetileno, un beneficio de 33% en el alumbrado i de un 50% en la calefaccion; pero donde está su principal cualidad i donde está su hermosa aplicacion, es en la temperatura que es capaz de producir, que mediante el soplete se hace ascender a la proximidad de la producida por los hornos eléctricos (de 3 a 3,500 grados).

La primera aplicacion que al carbetilo le aparece, es la mezcla con el gas de hulla, en proporciones tales que, sin elevar el costo, produce una luz incomparablemente mejor, en la proporcion de 30% de carbetilo, 60% de gas de hulla i 10% de aire atmosférico; da que pensar que este nuevo gas (carbetilo) ha de ser con el tiempo un verdadero amigo del gas de hulla i que ambos marcharán juntos por las tuberías que para el uso del segundo se encuentran establecidas.

Ademas, como nada hai que cambiar en los procedimientos de fabricacion del gas de hulla i sí tan solo aumentar a las fábricas de aquél los pequeños gastos que suponen el nuevo aparato, i como de la mezcla indicada resulta una marcada economía, bien puede vaticinarse, como lo hemos dicho, que léjos de ser un antagonista del gas de hulla, ha de ser el carbetilo un verdadero hermano, si pretende aquél seguir alumbrando i ofreciendo calor.

Como aseverando lo anterior, encontramos consignados en el *Génie Civil* (año 1901) los ensayos practicados por compañías ferrocarrileras, en la mezcla de diferentes gases, con el acetileno para el alumbrado, habiéndose llegado a obtener mezclas interesantes con el gas de hulla. Despues de numerosos ensayos, los injenieros de la compañía P. L. M., han constatado, que la mezcla de este gas con el acetileno, que habia sido ya empleado aisladamente en el alumbrado de varias estaciones, daba un producto mui brillante cuando se operaba la mezcla en la proporcion de 75% de gas de hulla i un 25% de acetileno se comprobó, ademas, que esta mezcla aumentaba en el doble el poder luminoso del gas de hulla.

En vista de este resultado, se decidió la construccion de una fábrica de gas acetileno, al lado de la ya establecida de gas comun, en la estacion central Bercy-Douanes, a fin de producir la mezcla de ambas, fábrica que principió a funcionar el 15 de Mayo de 1900. El buen resultado obtenido por esta Compañía luego tuvo imitadores, como la que desde Julio de 1901 funciona a igual de la anterior en Marsella i otras.

Como la diferencia en el precio de alumbrado es enorme i si, como puede creerse, el hecho es práctico, las fábricas de gas habrán encontrado en el carburo de calcio un potente ausiliar que puede asegurarles su estabilidad i la importancia de sus rendimientos.

VII

El gas acetileno se presta para ser liquefiado con los mismos procedimientos empleados para la liquefaccion del amoniaco i ácido carbónico, i bajo esta nueva faz puede tener una nueva gran aplicacion, ya como alumbrado, ya como fuerza motriz, que es el caso que particularmente nos proponemos dar a conocer.

Para hacer resaltar las condiciones ventajosas que reportaria el empleo del acetileno, en el estado gaseoso o líquido sobre el carbon de hulla, propongámonos el siguiente ejemplo: Se trata de comparar el consumo de una máquina marina de 1,000 H, durante

25 dias, empleando el carbon o el acetileno en cualquiera de sus dos estados, comparando, ademas, las condiciones de peso i volúmen que obligaria el trasporte de cada uno de estos elementos.

Para suministrar la potencia indicada, suponiendo un gasto de 0.7 kilógramo de hulla, por caballo-hora, se necesitarían 420,000 kilógramos de carbon, representando un volúmen de 430 m.^{3}.

Con el acetileno líquido se necesitan 180,000 kilógramos que, a la densidad de 0,364, se tiene un volúmen de 280 m^3. Si examinamos cuál será el volúmen de carburo de calcio para esta misma potencia, se tiene que para producir 0,18 kilógramos de acetileno se necesitan 0,5 kilógramo de carburo de calcio, lo que obliga 300,000 de esta materia; su densidad, siendo de 2,22, tendremos que el volúmen ocupado por estas 300 toneladas seria de 135 m^3.

En resúmen, el funcionamiento de una maquina, de una potencia de 1,000 H. durante 25 dias, necesita:

420	toneladas	de carbon,	ocupando	un	volúmen	de	430 m^3.
108	»	» acetileno líquido,	»		»	»	280 »
300	»	» carburo de calcio,	»		»	»	135 »

o sea, casi las $\frac{3}{4}$ del de carbon. Si comparamos con el petróleo, se encuentra que es necesario de 274 toneladas, representando un volúmen de 322 m^3.

Al lado de esta comparacion de pesos i volúmenes, es necesario no olvidar de tener en cuenta, como complemento, el aumento de peso que sufre todavía el empleo del carbon, por la instalacion de calderas, que necesita el empleo del vapor.

Todos sabemos el empleo, tan jeneralizado hoi dia, de los motores a gas para la traccion de tranvías i en la navegacion; el gas comprimido en recipientes apropiados, es llevado por el coche o el bote. Se concibe que el acetileno podria sin duda, entre otros medios, ser utilizado en las mismas condiciones.

VIII

Dado el órden de ideas en que hemos desarrollado el tema propuesto, creemos prudente aun diseñar, bajo otra faz no ménos importante, unas nuevas utilizaciones del carburo de calcio, que pueden ser de no escaso interes en el terreno práctico de su utilizacion industrial. Nos referiremos por el momento a solo dos de sus mas interesantes empleos, que se prestan, el uno al ensanche de una gran industria mui vulgarizada entre nosotros, i el otro, al aprovechamiento de los resíduos en la fabricacion del carburo.

El primero de ellos se refiere a la produccion artificial del alcohol, que envuelve la fabricacion industrial del acetileno. Nos limitaremos solo a enunciarlo, ya que sus medios de preparacion, todavía no bien completos, conducen por los medios propuestos a una produccion cara del alcohol; se comprende, sin embargo, que se inicia con estas primeras tentativas un principio que puede dar lugar mas tarde al desarrollo de esta otra industria de un gran porvenir.

De los ensayos efectuados se ha comprobado que una tonelada de carburo de calcio,

cuando es puro, da 400 kilos de acetileno i 715 litros de alcohol, de donde se deduce, que si los procedimientos a que se puede llegar en la trasformacion del acetileno llegan a simplificarse, no es imajinario el beneficio que se obtendria con la produccion de este alcohol artificial.

El otro nuevo producto industrial que nos suministra el carburo de calcio i que enunciábamos mas arriba, se refiere al invento propuesto por el injeniero de minas Mr. Hubou, quien ha tenido la idea de emplear este cuerpo en la produccion de un nuevo negro comercial, que lo llama negro de acetileno. Sin entrar en el procedimiento mismo (*Génie Civil*, año 1900), señalaremos solo el resultado i sus aplicaciones.

Es sabido que en el comercio no se admite el espendio del carburo, sino en trozos del tamaño de un puño o poco ménos, lo que obliga al fabricante a un arneo del producto despues de su fabricacion; arneo que deja un residuo de carboncillo, que ha consumido como el demas, una gran cantidad de enerjía i que, sin embargo, su utilizacion era desechada; justo era pues, entónces, tratar de utilizar este residuo de fábrica del carburo, tal como es el ideal de toda industria. Mr. Hubou consigue trasformar este depósito de un valor casi nulo en un producto de un verdadero valor comercial, estrayendo de ellos todo el carbon que contiene.

Se sabe que el acetileno es el cuerpo mas rico de todos los hidrocarburos; de ahí que se obtenga un negro que encierra un 98,8% de carbon puro. Su termidad, siendo estrema, se mezcla en toda proporcion i sin depósito con todos los aceites, gomas i esencias; se aplica este negro con los mejores resultados en todos los usos, de los demas negros conocidos i cuyos principales serian, en tintas topográficas i litográficas, grabado i fotograbado, barnices, cueros barnizados i encerados, papeles pintados, fotografía al carbon, impresiones a los tejidos, etc., etc.

La cuestion industrial estribaria en si es bastante remunerador, para escluir los otros sistemas de producir negro de humo i al mismo tiempo estudiar si el negro por este medio producido, podria ser útil en la fabricacion tan importante de fabricar carbones para lámparas de arco i otros usos semejantes.

IX

Pero no solo se limita la utilizacion del carburo de calcio en su aplicacion a las artes industriales, sino que tambien hoi dia ha entrado ya en otro órden de servicio, que consideramos no ménos interesante que las aplicaciones ya descritas i de especial interes, en el ramo de las operaciones químicas i metalúrjicas.

Mr. V. Kugelgen, en el *Zeitschrift für Elektrockeime*, publica un largo estudio relativo al empleo del carburo de calcio, como cuerpo reductor, describiendo minuciosamente las esperiencias realizadas por él i otros sobre la gran potencia reductora de este cuerpo.

Otra de las cuestiones que mas merecen llamar la atencion, i en especial de los constructores, es el empleo de la soldadura autójena de los metales; procedimiento que parece llamado a tomar en la industria metalúrjica una importancia mas i mas grande a medida que se lleguen con mas facilidad a obtener altas temperaturas, con procedimientos simples i económicos.

Se sabe que uno de los medios con que se llega a estas altas temperaturas, el que produce mejores resultados i el único para ciertos casos, es la soldadura autójena eléctrica; sin embargo, este procedimiento no tiende a jeneralizarse como seria de desear, a causa de la importancia i precio del material necesario i aun difícil de aplicarlo a operaciones de naturaleza mui variada a causa de las dificultades que obliga el reglaje exacto de las temperaturas i manipulacion de los aparatos.

El acetileno ha venido a solucionar este problema de tan gran interes; en efecto, ensayos relativamente recientes, comprueban que se puede llegar a temperaturas comparables a aquellas de arco voltaico, poseyendo aquella facilidad i simplicidad de operacion a mas de una economía considerable. La soldadura oxhídrica (H i O) empleada frecuentemente hasta hoi, llenaba en parte estas condiciones, pero queda mui fuera de competencia con la oxy-acetilénica que consideramos.

El acetileno posee un poder calorífico mui superior a volúmen igual de hidrójeno; en efecto, la combustion de 1 m.^{3} de H, desarrolla 3,100 calorías, en tanto que 1 m^3 de oxy-acetileno desarrolla 14,500 calorías; se puede, pues, con el soplete de oxy-acetilénico, caldear mucho mas rápidamente i obtener temperaturas incomparablemente mas elevadas que con el soplete oxy-hídrico. Citaremos, de entre otras, las siguientes cifras de comparacion dadas por Mr. Binet, de su artículo publicado en el *Génie Civil* de Mayo del presente año.

SOLDADURAS DE BRIDAS SOBRE TUBOS DE ACERO

Soplete oxyhídrico:

1,132 litros de H. a fr. 4,00 m^3	fr.	4,528
280 » » O. » 5,00 »		1,400
	fr.	5,928

Soplete oxy-acetilénico:

100 litros de acetileno a fr. 1,50 m	fr.	150
178 » » O. » 5,00 »		890
	fr.	1,040

A esta economía considerable realizada sobre el precio del gas empleado se une aquella que se obtiene de la mano de obra, que para el mismo trabajo exije un tiempo dos a dos i media veces mayor con el oxyhídrico.

Bajo el punto de vista de la calidad, la soldadura oxy-acetilénica presenta garantías por lo ménos iguales a la eléctrica. Por fin, alcanzándose temperaturas de 4,000°, en la práctica, la fusion de todos los metales usuales se obtiene casi instantáneamente.

X

Estudiado el empleo del acetileno en estas primeras aplicaciones industriales, per-

nítasenos, para concluir, poner en comparacion los precios que resultan para el carburo de calcio, segun las diferentes fuentes de enerjía que se pueden utilizar.

Las condiciones impuestas por la misma industria han obligado en la mayor parte de los casos, a hacer, como hemos dicho, su establecimiento en las rejiones montañosas, donde las caidas de agua dan económicamente la enerjía necesaria; es así como los Alpes franceses han llegado a formar un centro de fabricacion importante, de donde este producto puede esportarse por las líneas suizas, alemanas, belgas, australianas, etc.

Desgraciadamente esta situacion escepcional, servida por un tan gran número de vias de comunicacion, se encuentra contrariada por el precio de trasporte del carburo, hasta los centros de consumo, encontrándose por esta causa su precio sensiblemente mayorado, lo que ha obligado a estudiar de si no habria mas ventaja en utilizar fuentes de enerjía que, aunque ménos económicas en sí mismas, quedaran mas vecinas de los centros de consumo. Es, pues, interesante estudiar la fuerza motriz mas ventajosa en cada caso particular i saber cuál es el costo medio de cada modo de fabricacion, a fin de poder avaluar despues el costo de trasporte i el precio de venta final, en los diversos mercados. Encontramos, a este efecto, algunos elementos útiles de apreciacion en la *Zeitchrift für Elektrochemie;* sus avaluaciones se refieren al precio de una tonelada de carburo.

Si se considera la produccion media de los diversos hornos eléctricos, construidos durante los últimos años, se nota que ella no escede de 5 kilógramos de carburo por kilo watt, obrando durante 24 horas; luego, para obtener una tonelada de carburo por dia, es necesario desarrollar 200 kilowatt, en los electrodos. Si se estima que el rendimiento medio de un horno eléctrico es de 80%, la enerjía de la corriente a su entrada en el horno debe ser de 250 kilowatt, o sean 330 caballos; admitiendo una pérdida de enerjía de 5% para el trasporte de fuerza i un rendimiento de 90% para las máquinas eléctricas, se llega a un total aproximado de 400 caballos.

Se trata, pues, entónces de determinar el precio medio de esta potencia, segun sea la naturaleza de la fuerza motriz empleada.

Si se recurre a un motor hidráulico, resulta del estudio de un gran número de instalaciones que se podria contar por término medio sobre 100 pesos, por caballo efectivo para el aprovechamiento de la caida de agua i sobre 200 pesos mas o ménos, por caballo, para instalacion de turbinas, etc. Se obtiene así, por caballo efectivo, un total de 300 pesos, o sean para 400 caballos, la suma de 120,000 pesos. Con una amortizacion del 10% comprendiendo los gastos de conservacion, se tiene un gasto de 12,000 pesos por año, o sean, aproximadamente, 40 pesos diarios.

En consecuencia, el costo de fabricacion de una tonelada de carburo de calcio, podria establecerse de la manera siguiente:

1.°	Potencia eléctrica	$ 40
2.°	600 kilógramo de coke	14
3.°	950 kilógramos de cal viva	34
4.°	Reparacion i gasto de electrodos	15
5.°	Preparacion de las materias	35
6.°	Embalaje	10
7.°	Aceite, seguros, gastos oficina, etc	20
	TOTAL	$ 168

Si se emplea ahora un motor a vapor, es necesario preocuparse del combustible. Siendo que un kilógramo de hulla puede jenerar 10 kilógramos de vapor i que en las calderas actuales, el desarrollo de un caballo-vapor exije 6,5 kilógramos de vapor, se ve que es necesario por dia:

$$\frac{6{,}5 \times 400 \times 24}{10} = 6{,}240 \text{ kilógramos de hulla.}$$

Se encuentra que esto exije, para el precio de 30 pesos mas o ménos la tonelada de hulla, un gasto diario de 185 pesos, o sean, 55,000 pesos por año. No se puede, por lo demas, dar en este caso, para el precio de la instalacion motriz, mas que cifras aproximativas; sin embargo parece razonable avaluar en 50,000 pesos una máquina motriz de 400 caballos efectivos, en 15,000 pesos una caldera tubular i en 35,000 pesos los aparatos accesorios o sea en total 100,000 pesos. Con una amortizacion del 10% sobre la caldera i máquina solamente, se debe contar con un gasto anual de 6,500 pesos; el gasto total anual, comprendiendo gasto de combustible seria, pues, de 61,500 pesos, i como gasto diario, mas o ménos, 200 pesos.

En resúmen, tenemos que el costo de la potencia necesaria para fabricar una tonelada seria:

	Caida de agua	Vapor
Gastos de instalacion	$ 120,000	$ 100,000
» » esplotacion anual	12,000	61,500
» » » diaria	40	200
Precio del caballo eléctrico en los electrodos	40	200
» de la tonelada de carburo de calcio	168	328

Como se comprende, estos datos no tienen nada de absoluto i se concibe las variaciones a que ellos pueden dar lugar en cada caso particular.

CÁRLOS RIVERA V.,
Injeniero civil