

AMMONIA

آمونیاک: NH_3

۱- **خواص عمومی:** گازی است بی رنگ که به راحتی تحت فشار به مایع تبدیل میشود و در آب، الکل و اتر محلول است. بوی تند و نافذی دارد. خورنده است و باعث سوزش چشم و مخاط میشود [۵ و ۶]. در جدول ۱ برخی خواص فیزیکی آمونیاک ارائه شده است.

جدول ۱- برخی خواص فیزیکی آمونیاک

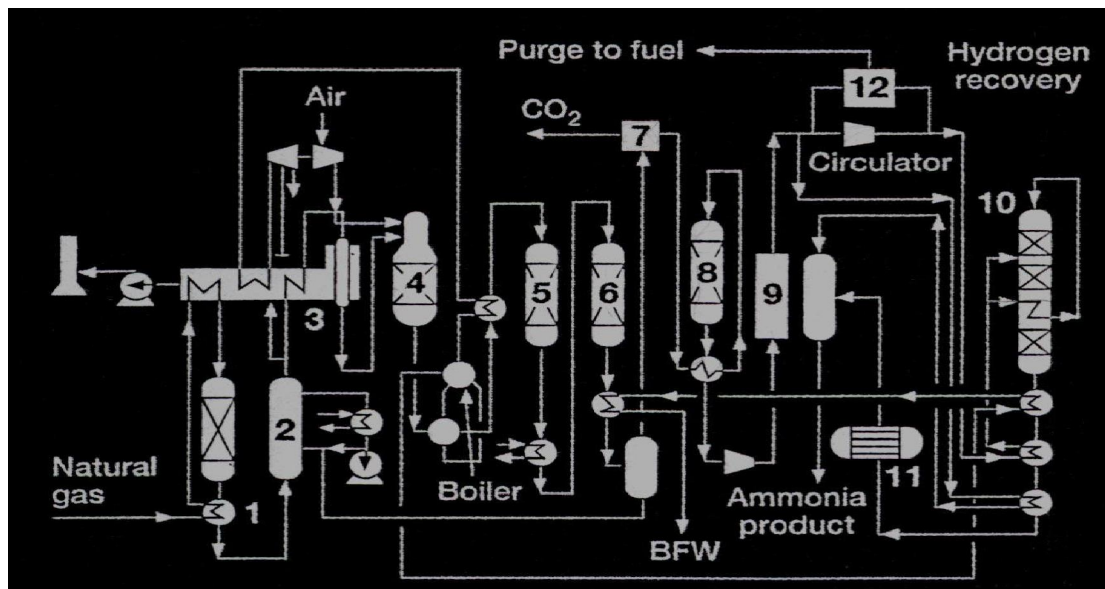
pH	نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)	نقطه انجماد ($^{\circ}\text{C}$)	چگالی نسبی ($^{\circ}\text{C}$ -۳۳/۴)	وزن مولکولی
۱۱/۶	-۳۳/۵	-۷۷	۰/۶۸۲	۱۷/۰۳

۲- **روشهای تولید:** ۶ روش از مهمترین روشهای تولید صنعتی آمونیاک در این گزارش ارائه شده است:

۲-۱- **روش اول:** آمونیاک در فرآیند ICI AMV از خوراک هیدروکربنی بدست می آید. در فرآیند AMV، بازده انرژی بالا، روش تولید آسان و هزینه سرمایه گذاری برای واحدهای با ظرفیت روز / تن ۱۷۵۰ - ۱۰۰۰ پایین است، شکل ۱ [۱].

از خصوصیات بارز این فرآیند استفاده از انرژی کمتر برای رفرمر اولیه، حلقه سنتز با فشار پایین و بازیافت هیدروژن در فشار حلقه سنتز است. گوگرد خوراک گاز طبیعی زدوده شده و به یک اشباع کننده گاز خوراک فرستاده میشود، و در آنجا با مواد کندانس شده (Condensate) داغ فرآیند که در حال گردش است تماس داده میشود. گاز خوراک خروجی از اشباع کننده، بامقدار بیشتری بخار مخلوط میشود، تا یک نسبت بخار به کربن ۳:۱ (۳ برای بخار و ۱ برای کربن) حاصل شود. سپس در لوله بخار رفرمر پیش گرم شده و در دمای 800°C - 700°C و فشار ۳۵ - ۲۸ bar عملیات رفرمینگ انجام میشود. مخلوط گاز حاصل برای رفرمینگ بیشتر با هوای اضافی به یک رفرمر ثانویه فرستاده میشود. رفرمر ثانویه در دمای 950°C - 900°C کار میکند. سپس به تبدیل کننده های دما بالا و دما پایین میرود (Shift Converters). گرمای موجود در گازی که تبدیل کننده دما پایین را ترک میکند، آب خوراک بویلر فشار بالا را پیش گرم میکند. گاز خنک شده خروجی از تبدیل کننده دما پایین به یک واحد زدایش CO_2 با انرژی پایین برده میشود. گازی که واحد زدایش CO_2 را ترک میکند، متانیزه (Methanated)، خنک و خشک شده و به چرخه (Loop) سنتز آمونیاک که در فشار ۱۱۰ - ۸۰ bar کار میکند، تزریق میشود. گاز چرخه سنتز آمونیاک با گاز سنتز خشک شده، مخلوط میشود و وارد سیستم سیرکولاتور گاز (Circulator) میگردد. گاز خروجی از سیرکولاتور گرم شده و از روی یک کاتالیزور فشار پایین سنتز آمونیاک عبور میکند تا آمونیاک تولید شود. گاز دائمی که تبدیل کننده آمونیاک را ترک میکند، پس از گرم کردن آب خوراک بویلر فشار بالا و گاز خوراک ورودی به تبدیل کننده، خنک میشود. آمونیاک توسط تبرید

مکانیکی از گازی که جزئی از آن خنک شده جدا میشود. گازهای بی اثر و نیتروژن اضافی از چرخه سنتز آمونیاک خارج شده و در واحد بازیافت هیدروژن احیاء میگردند. هیدروژن بازیافت شده به قسمت مکش سیرکولاتور گاز بازگردانده میشود. تا کنون ۳ واحد با استفاده از فرآیند AMV ساخته شده اند (یک واحد در کانادا و دو واحد در چین).



شکل ۱- فلودیگرام فرآیند تولید آمونیاک توسط روش ICI AMV

۲-۲- روش دوم: تولید آمونیاک از گاز طبیعی، LNG، LPG یا نفتا، شکل ۲ [۱].

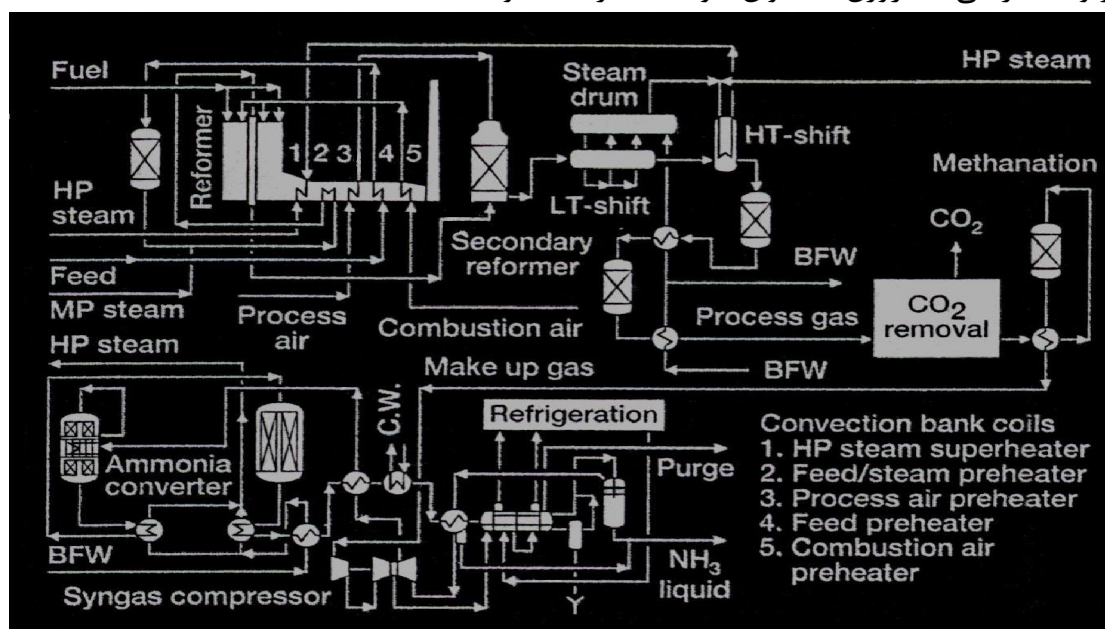
تولید آمونیاک از گاز طبیعی، LNG، LPG یا نفتا با طراحی و لیسانس شرکت Krupp Uhde انجام میشود. در صورت قرارداد تجهیزات لازم در ابتدای خط تولید، میتوان از ذغال سنگ، نفت خام و متانول نیز در این روش استفاده کرد. در ابتدای خط تولید، واحد متداول فرمینگ بخار و حلقه سنتز آمونیاک با فشار متوسط بکار برده میشود. این واحدها برای مصرف انرژی و قابلیت اطمینان بهینه شده اند. بزرگترین واحد ساخته شده توسط شرکت Krupp Uhde دارای ظرفیت روزانه ۱۸۰۰ تن است، که بازای هر تن آمونیاک تولیدی، ۶/۶۵ Gcal انرژی مصرف میکند. پس از بهینه سازی، ظرفیت تولید این کارخانه به روزانه ۲۰۰۰ تن رسیده است. خوراک کارخانه، به عنوان مثال گاز طبیعی ابتدا گوگردزدایی شده و پس از مخلوط شدن با بخار در واحد رفرمر اولیه در فشار حدود ۴۰ bar و دمای ۸۵۰-۸۰۰ °C در مجاورت کاتالیزور نیکل به گاز سنتز تبدیل میگردد. رفرمر بخار این شرکت بصورت شعله از بالا بوده و لوله های آن از جنس آلیاژ خاصی از استیل میباشد.

در رفرمر ثانویه، هوا توسط نازل های مخصوص به گاز سنتز اضافه شده و عمل مخلوط شدن بطور کامل انجام میشود. سپس بخار آب پس از سوپرهیت شدن با فشار بالا وارد رفرمر شده و بدین ترتیب ماکزیمم راندمان بهینه شده برای مصرف انرژی حاصل میگردد.

مونوکسیدکربن با تغییر درجه حرارت (دمای سرد و دمای گرم) در مجاورت کاتالیزور به CO_2 تبدیل میگردد. گاز CO_2 در گاز شوی (Scrubber) شسته و جدا میگردد. گاز اکسیدهای کربن باقی مانده در واحد متان سازی در مجاورت کاتالیزور به متان تبدیل میگردد، بطوری که جریان خروجی از واحد متان سازی دارای مقادیر بسیار جزئی گازهای اکسید کربن است. در حلقه سنتز آمونیاک، دو تبدیل کننده (Convertor) آمونیاک با سه بستر کاتالیزوری وجود دارد. در این چرخه از گرمای ضایعاتی برای تولید بخار در بسترهای دوم و سوم استفاده میشود. کاتالیزورهای موجود در بسترها، از نوع آهن دانه ای کوچک میباشدند. مشخصات چرخه تولید آمونیاک از نظر فنی طوری طراحی شده که افت فشار جریان عبوری را به حداقل رسانده و بدین ترتیب سرعت تبدیل به آمونیاک را به بیشترین حد میرساند.

محلول آمونیاک تولیدی، کندانس و جدا شده و بعد از سرد شدن برای ذخیره سازی به مخازن مربوطه فرستاده میشود و یا در دمای متوسط (Moderate Temperature) به واحد مصرف کننده ارسال میگردد.

گازهای خروجی و آمونیاک همراه Purge Gases به واحد شستشو و بازیابی هیدروژن که در شکل ۲ نشان داده نشده، فرستاده میشوند و مورد عملیات لازم قرار میگیرند. گازهای اضافی خروجی از واحد بازیابی هیدروژن به عنوان سوخت مصرف میشوند.



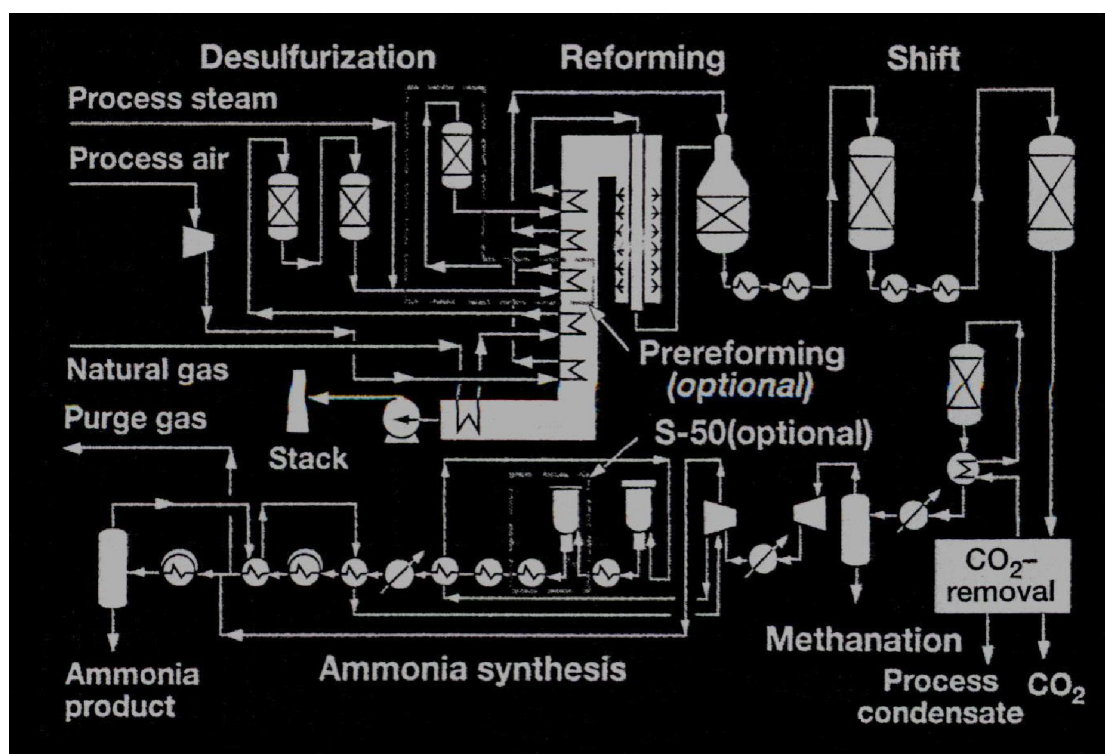
شکل ۲- فلودیگرام فرآیند تولید آمونیاک از گازهای طبیعی،LPG, LNG یا نفتا

۲-۳- روش سوم: تولید آمونیاک از گاز طبیعی تا نفتای سنگین بروش کم انرژی Topsoes. شکل ۳ [۱].

خوراک هیدروکربن از گاز طبیعی تا نفتای سنگین، ابتدا گوگرد زدایی شده و سپس در واحد رفرمینگ با بخار به گاز سنتزی (Synthesis Gas) تبدیل میگردد. قسمت رفرمینگ از یک

رفرمر اولیه (این قسمت میتواند حذف شود ولی وجود آن در مواردی که خوراک هیدروکربن سنگین و یا نفتا است، مفید میباشد)، از نوع لوله ای (Fired Tubular Reformer) و رفرمر ثانویه تشکیل شده است. هوای فرآیندی به رفرمر ثانویه وارد میشود. رفرمر بخار لوله ای که از دیواره آن شعله وارد میشود، تحت لیسانس شرکت توپسو میباشد. پس از واحد رفرمینگ، گازهای سنتزی تحت تغییرات دمای بالا و پایین قرار گرفته، کربن دی اکسید جدا شده و عمل متان سازی (Methanation) انجام میشود. گازهای سنتزی تحت محدوده فشار $140-220 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{g}$ فشرده شده و در مسیر تبدیل کننده و در نهایت سوپرهیتر به آمونیاک تبدیل میشود. آمونیاک تولیدی فشرده و سرد شده و جدا میگردد. همه کاتالیزورهایی که در مراحل فوق مصرف میشوند، توسط شرکت توپسو تامین میشود.

بیش از ۶۰ کارخانه تولید آمونیاک از فرآیند توپسو استفاده میکنند. تعداد زیادی از کارخانجات دیگر که از خوراکیهای دیگری استفاده میکنند، از تکنولوژی سنتر آمونیاک توپسو بهره میگیرند. از سال ۱۹۸۸، ۵۲٪ از کل کارخانجات جدید تولید آمونیاک بر پایه تکنولوژی توپسو استوار هستند.



شکل ۳- فلودیاگرام فرآیند تولید آمونیاک از خوراک هیدروکربن ها (از گاز طبیعی تا

نفتای سنگین) با استفاده از تکنولوژی کم انرژی Topsoe

۲-۴- روش چهارم : در این روش برای تولید آمونیاک از هیدروکربنها (به عنوان خوراک)، از فرآیند فشار بالای رفرمینگ بخار، همراه با فرآیند فشار پایین پیشرفته سنتز آمونیاک استفاده میشود، شکل ۴ [۱].

فرآیند رفرمینگ بخار کاتالیزوری، گاز خام سنتز را از سیستم تبادل گرمایی و تحت فشار و براساس روش KRES، (Kellogg Brown & Root Reforming Exchange System) تولید میکند.

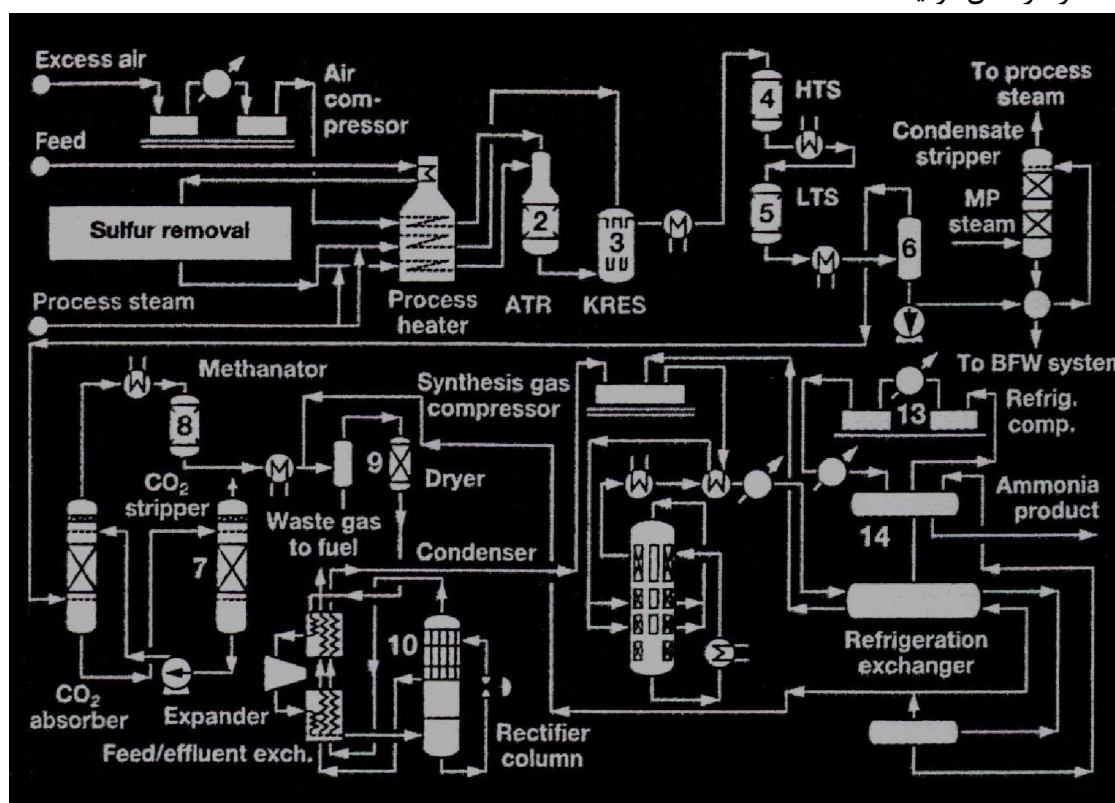
پس از زدایش گوگرد (۱) رفرمر اتوترمال (۲) و مبدل رفرمر (۳)، که به طور موازی کار میکنند، خوراک هیدروکربنی را در حضور بخار با استفاده از کاتالیزور نیکل به گاز خام تبدیل میکنند. در رفرمر اتوترمال از هوای اضافی نیتروژن تولید میشود. گرمای احتراق گازی که قسمتی از آن تحت عملیات رفرمینگ قرار گرفته، انرژی لازم برای رفرمینگ بقیه خوراک هیدروکربنی را تامین میکند.

سیال خروجی از رفرمر اتوترمال به قسمت پوسته مبدل رفرمینگ KRES خورانده میشود و گرمای لازم برای واکنش رفرمینگ را که در داخل لوله ها اتفاق می افتد، تولید میکند.

سیال خروجی مبدل رفرمینگ در یک بویلر (Waste-heat Boiler) خنک شده (جایی که بخار فشار بالا تولید میشود) و به تبدیل کننده های CO (CO Shift Converters) فرستاده میشود. این تبدیل کننده ها حاوی دو نوع کاتالیزور هستند، یکی (۴) کاتالیزور دمای بالا و دیگری (۵) کاتالیزور دمای پایین است. سیال خروجی از راکتور (Shift-reactor) خنک شده و آب کندانس شده جدا میگردد (۶) و سپس به قسمت خالص سازی گاز میرود. با استفاده از یک سیستم زدایش CO₂ مرطوب، مثل پتاسیم کربنات داغ، MDEA (متیل دی اتانول آمین) و غیره از گاز سنتز زدوده میشوند (۷). پس از زدایش CO₂، خالص سازی نهایی شامل متان سازی (Methanation) (۸)، خشک کردن گاز (۹) و خالص سازی در دمای پایین (۱۰) انجام میشود. گاز سنتز خالص تولیدی در یک کمپرسور یک مرحله ای، فشرده و با یک جریان برگشتی (۱۱) مخلوط میگردد. مخلوط گاز از تبدیل کننده آمونیاک (۱۲) که براساس فرآیند Kellogg Brown & Root Advanced Ammonia (Process) KAAP استوار است، عبور داده میشود. فرآیند KAAP از یک کاتالیزور بسیار فعال مناسب با پایه فلزی برای سنتز آمونیاک استفاده میکند تا در فشار نسبتاً پایین ۹۰ bar میزان تبدیل بالا باشد.

بخارات خروجی در سیستم تبرید آمونیاک خنک میشوند (۱۳) و گازهایی که وارد واکنش نشده اند، باز میگرددند. آمونیاک مایع بدون آب، کندانس شده و از سیال خروجی جدا میشود (۱۴). طراحی های جدیدی که انرژی کمتری مصرف میکنند و هزینه کمتری دارند در حال کار هستند که مصرف انرژی آنها کمتر از ۲۵MM Btu (LHV)/Short-ton است و ۱۰٪ هزینه سرمایه گذاری کمتری نسبت به فرایندهای رایج دارد. همچنین این فرآیند آلودگی های زیست محیطی را به حداقل میرساند، نیاز به تعمیرات و نیازهای عملیاتی را کاهش داده و فرآیندی قابل اطمینان است.

بیش از ۲۰۰ واحد آمونیاک در جهان با طراحی Kellogg Brown & Root در حال تولید هستند. دو واحد با ظرفیت روز/تن ۱۸۵۰ در سال ۱۹۹۸ در Trinidad تکمیل شده و در حال حاضر در حال تولید هستند.

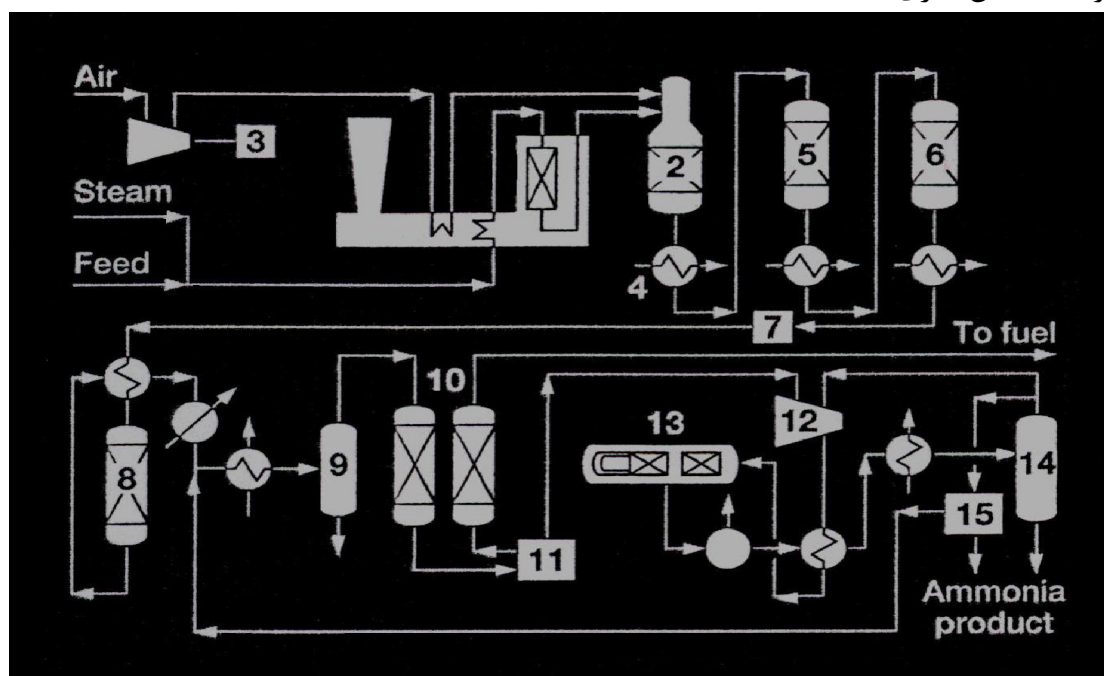


شکل ۴- فلودیگرام تولید آمونیاک از خوراکیهای هیدروکربنی به روش KAAP

۲-۵- روش پنجم : در این روش برای تولید آمونیاک از خوراک های هیدروکربنی و هوا استفاده میشود، روش KBR، شکل ۱۵].
قسمتهای اصلی فرآیند خالص سازی (Kellogg Brown & Root Purifier Process) KBR عبارتند از:

رفرمینگ ملایم اولیه ، رفرمینگ ثانویه با هوای اضافی، خالص سازی گاز سنتز در دمای پائین و سنتز آمونیاک با یک کاتالیزور مغناطیسی در یک تبدیل کننده افقی (Horizontal Converter). خوراکی که گوگرد آن زدوده شده در رفرمر اولیه با بخار واکنش میدهد (۱) و جریان خروجی با دمای کمتر از 700°C از رفرمر خارج میگردد. سیال خروجی از رفرمر اولیه با هوای اضافی در رفرمر ثانویه واکنش میدهد (۲) و با دمای کمتر از 900°C خارج میگردد. کمپرسور هوا معمولاً با یک توربین گازی کار میکنند(۳). خروجی توربین به عنوان هوای احتراق پیش گرم شده به رفرمر اولیه وارد میشود. گاز خروجی رفرمر ثانویه با تولید بخار با فشار ۱۲۵bar - ۱۰۰خنک میشود (۴). واکنش جابجایی (Shift reaction) در دو مرحله انجام میشود. در دمای بالا (HTS) (۵) و در دمای پائین (LTS) (۶) و در نهایت آب جدا میگردد. زدایش دی

اکسیدکربن (۷) با استفاده از فرآیندهای دارای لیسانس انجام میشود. پس از زدایش CO_2 ، باقی مانده اکسیدهای کربن قسمت متان ساز در Methanator به متان تبدیل میشود (۸). سیال خروجی از متان ساز خنک شده و آب آن قبل از اینکه گاز خام خشک شود (۱۰)، جدا میگردد (۹). گاز خام خشک شده به خالص کننده دمای پایین (Cryogenic Purifier) وارد میشود (۱۱) و در آنجا به گاز زائد و گاز سنتز (syngas) تقسیم میشود. گاز سنتز معمولاً یک نسبت ۲۵:۷۵ از هیدروژن و نیتروژن میباشد (۷۵ برای هیدروژن و ۲۵ برای نیتروژن). گاز زائد شامل متان تبدیل نشده از قسمت رفرمینگ، نیتروژن و آرگن اضافی میباشد. این جریان برای احیای خشک کن ها مورد استفاده قرار میگیرد و سپس به عنوان سوخت در رفرمر اولیه مصرف میشود. گاز سنتز خالص شده در کمپرسور مربوطه فشرده شده (۱۲)، با جریان برگشتی چرخه مخلوط و به تبدیل کننده (۱۳) وارد میشود. جریان خروجی تبدیل کننده پس از خنک شدن در چرخه تبرید آمونیاک سرد میگردد. محصول آمونیاک از گاز سنتز واکنش نداده جدا میشود (۱۴). گاز سنتز واکنش نداده به کمپرسور گاز سنتز برمیگردد. مقدار کمی گاز Purge از بالای جداکننده (۱۴) خارج شده و پس از شسته شدن با آب (۱۵) به خشک کن ها برگردانده میشود. بیش از ۲۰۰ واحد با طراحی شرکت KBR، در جهان ساخته شده که ۱۶ واحد از این تعداد از فرآیند خالص سازی KBR استفاده میکنند.



شکل ۵- فلودیگرام فرآیند تولید آمونیاک به روش KBR

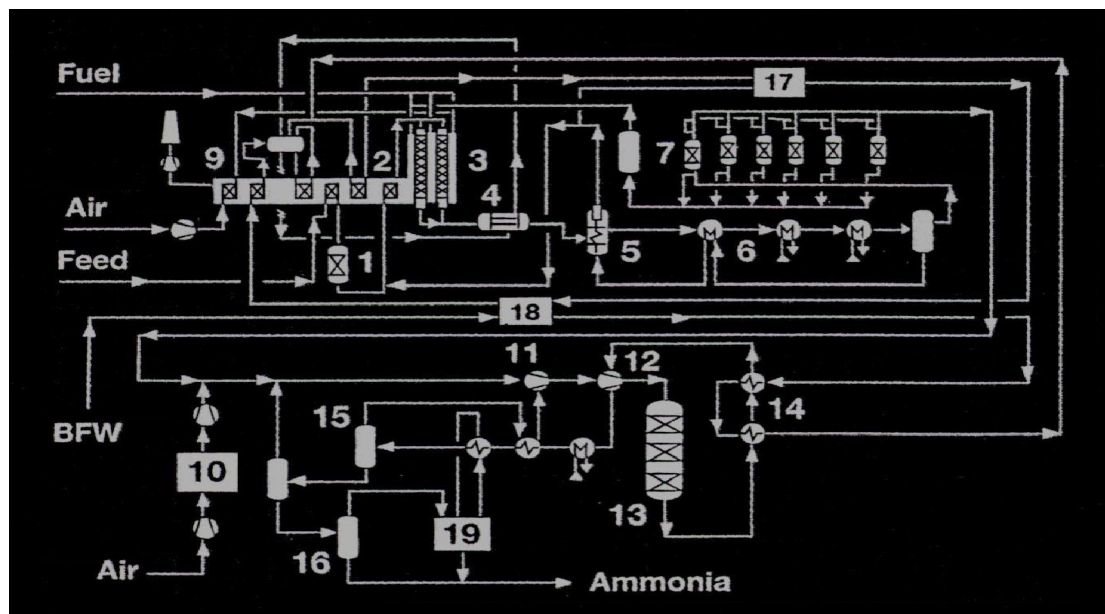
۲-۶- روش ششم: فرآیند تولید آمونیاک به روش لینده، LAC (Linde Ammonia Concept)، شکل ۶ [۱].

در روش LAC از هیدروکربنهای سبک به عنوان خوراک استفاده میشود. این فرآیند روش ساده شده ای برای تولید آمونیاک است که شامل یک واحد پیشرفته هیدروژن، واحد استاندارد نیتروژن و

یک چرخه تولید با راندمان بالای آمونیاک میباشد. خوراک هیدروکربنی پیش گرم شده و گوگردزدایی میشود (۱). سپس بخارتولید شده از آب کندانس شده (Condensate) فرآیند در راکتور ایزوترمال شیفت (۵) به خوراک اضافه میشود تا نسبت بخار به حدود ۲/۷ برسد. خوراک رفرمر پیش گرم میشود (۲). رفرمر با دمای خروجی 850°C کار میکند.

گازی که تحت عملیات رفرمینگ قرار گرفته، با تولید بخار تا دمای ورودی به راکتور شیفت (Shift Reactor) سرد میشود (۴). واکنش شیفت (Shift Reaction) گاز CO در یک راکتور شیفت یک مرحله ای ایزوترمال با لوله های خنک شونده انجام میشود (۵)، جائیکه بخار فرآیندی از آب کندانس شده (Condensate) تولید میشود. هیچ جریان زائدی از مواد کندانس شده در روش LAC تولید نمی شود. بنابراین نیازی به وجود سیستم تصفیه برای جریان کندانس نخواهد بود (۷). بعد از بازیابی بیشتر گرما، آخرین مرحله سردسازی و جداسازی مواد کندانس شده (۶)، گاز به واحد جذب PSA (Pressure Swing Adsorption) فرستاده میشود (۷). جاذبه های حاوی مواد جذب شده بطور ایزوترمال با استفاده از کاهش فشار کنترل شده احیاء میشوند. نیتروژن در دمای پایین در محفظه سرد (۱۰) تولید میشود. هوا قبل از اینکه وارد محفظه سرد شود، فیلتر، کمپرس و خالص میگردد. محصول نیتروژن خالص بیشتر کمپرس شده و با هیدروژن مخلوط میشود، تا گاز سنتز خالص آمونیاک تولید شود. گاز آمونیاک سنتز شده توسط کمپرسور گاز سنتز (۱۱)، تا فشار سنتز آمونیاک فشرده و گاز تبدیل نشده به چرخه آمونیاک بازگردانده میشود. بدلیل خلوص بالای گاز سنتز شده، نیازی به لوپ های پرچ (Loop Purge) گاز در خط تولید نمیباشد. چرخه تولید آمونیاک براساس تبدیل کننده سه بستره شعاعی - محوری (Ammonia Casale Axial-Radial Three-Bed Converter) با مبدلهای حرارتی داخلی (۱۳) میباشد، که باعث تبدیل بالا میشود. گرمای تولیدی از واکنش سنتز آمونیاک برای تولید بخار فشار بالا (۱۴) و پیش گرم کردن گاز خوراک (۱۲) بکار برده میشود. جریان حاوی آمونیاک، خنک و تبرید میشود تا محصول آمونیاک بدست آید (۱۵). گاز تبدیل نشده به کمپرسور گاز سنتز (۱۱) برمیگردد و محصول آمونیاک 33°C - برای ذخیره شدن سرد میشود (۱۶). واحدهای جانبی کارخانه ای که با روش LAC احداث شده اند، عبارتند از سیستم تولید برق (۱۷)، (که برق مورد نیاز کارخانه را از بخار فشار بالای سوپرهیت تامین میکند)، واحد خالص سازی (۱۸) و واحد تبرید (۱۹).

ساده سازی فرآیندهای رایج در روش LAC باعث صرفه جویی قابل ملاحظه در هزینه های سرمایه گذاری ثابت، هزینه جایگزینی کاتالیزور، هزینه های تعمیرات و غیره شده است. خوراک مورد نیاز کل (خوراک فرایند و سوخت) حدود ۷ Gcal بازاء تولید هر متر مکعب آمونیاک میباشد. اولین واحد LAC کامل شده با ظرفیت تولید ۱۳۵۰ متر مکعب آمونیاک در روز برای شرکت GSFC در هند بوده است. دو واحد LAC دیگر با ظرفیت های ۲۳۰ و ۶۰۰ متر مکعب آمونیاک در روز در استرالیا در حال احداث هستند.



شکل ۶- فلودیاگرام فرآیند تولید آمونیاک به روش LAC

۳- کاربردها : از آمونیاک در تهیه کودهای شیمیایی ازت دار، اکریلونیتریل، الیاف سنتزی، نیترو پارافین، نیترو سلولز، نیتریک اسید، هیدرات هیدرازین، هیدروژن سیانید، یورتانها، تهیه الیاف مصنوعی، رنگها، مواد منفجره، اوره فرمالدهید، ملامین و اتیلن دی امین استفاده میشود [۲،۵،۷].

۴- میزان سرمایه گذاری:

الف- برآورد سرمایه برای روش اول و ظرفیتهای مختلف در سال ۲۰۰۰ [۳] جهت اجرا در کشور آلمان در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- برآورد سرمایه گذاری برای روش اول

آلمان			کشور
۳۰۰	۴۵۰	۶۰۰	ظرفیت تولید (هزارتن)
۱۷۹	۲۴۴/۸	۳۰۶	میزان سرمایه گذاری ثابت (میلیون دلار آمریکا)

× - با تقریب ۲۵ درصد تغییرات در میزان سرمایه گذاری

ب - روش دوم [۹]: یک واحد با ظرفیت روز/تن ۵۰، در سال ۱۹۹۹: ۱۶,۹۰۰,۰۰۰US\$

ج - روش سوم [۹]:

I- برای کارخانه ای با ظرفیت روز/تن ۶۵۰، در سال ۱۹۹۹ در آمریکا: ۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰US\$

II- برای کارخانه ای با ظرفیت روز/تن ۲۱۰۰، در سال ۲۰۰۱: ۳۰۷,۷۰۰,۰۰۰US\$

د- برآورد سرمایه برای روش چهارم و ظرفیتهای مختلف در سال ۲۰۰۰ [۳]، جهت اجرا در کشور آلمان در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- برآورد سرمایه گذاری برای روش چهارم

آلمان			کشور
۱۶۵	۳۳۰	۶۶۰	ظرفیت تولید (هزارتن در سال)
۱۰۴/۳	۱۶۹/۴	۲۸۴/۸	میزان سرمایه گذاری ثابت (میلیون دلار آمریکا)

× - با تقریب ۲۵ درصد تغییرات در میزان سرمایه گذاری

۵- میزان تولید و مصرف جهانی:

میزان تولید و مصرف جهانی آمونیاک در جدول ۴ ارائه شده است [۸].

جدول ۴- میزان تولید و مصرف جهانی آمونیاک

سال (میلادی)	مصرف (هزار تن)	تولید (هزارتن)
۱۹۹۵	۹۹,۷۲۲	۱۱۶,۹۹۵
۱۹۹۶	۱۰۳,۲۳۵	۱۲۰,۴۱۵
۲۰۰۲	۱۴۰,۷۵۰	۱۴۰,۷۵۰

۶- شرکتهای صاحب لیسانس:

شرکتهای صاحب لیسانس عبارتند از [۱]:

روش اول: Syntetix

روش دوم: Krupp Uhde GmbH

روش سوم: Topsoe

روش چهارم: Kellogg Brown & Root

روش پنجم: Kellogg Brown & Root

روش ششم: Linde AG

۷- قیمت فروش محصول:

قیمت فروش آمونیاک بدون آب در محل، USGulf Cost،

در تاریخ ۲۳ جولای سال ۲۰۰۱ میلادی [۴]:

تن / US\$

۱۹۸/۶-۲۲۰/۷

۸- وضعیت تولید در ایران:

ظرفیت تولید آمونیاک در ایران [۳۰]:

۱۴۲۴۲۷۱ تن در سال