



استخراج هیدروژن سبز از خروجی فاضلاب های صنایع غذایی

غلامرضا ممی زاده

گروه صنایع غذایی ، موسسه آموزش عالی صبا ، دانشگاه ارومیه ، ارومیه ، ایران

خلاصه

در این مقاله نحوه استخراج هیدروژن در خودرو به عنوان سوخت پرداخته شده و بعد از این که توضیح کامل ارائه گردیده ، بحث به سمت استخراج هیدروژن از فاضلاب خروجی در واحدهای تولیدی پرداخت گردیده و توضیح مختصر به نحوه استخراج به وسیله جریان های الکتریکی پرداخته شده و به واسطه استخراج خروجی هیدروژن در صنعت ، هیدروژن تولیدی سبز از فاضلاب توضیحاتی در مورد کاربرد های آن در صنعت بخصوص در صنایع غذایی و صنایع دیگر توضیح داده شده است .

کلمات کلیدی: هیدروژن ، استخراج هیدروژن ، هیدروژن سبز ، محیط زیست ، الکترولیز .

۱. مقدمه

در این مقاله سعی کردم یک روشی نوین در استخراج فاضلاب های خروجی واحد های صنایع غذایی که بی حد و مرز وارد فاضلاب های شهری شده طرحی رو ارائه بدم تا یک عمر تجربه ای که در این واحد های تولیدی کسب کردم در اختیار شما قرار دهم اول از همه در مورد یک اختراع که در دنیا عملیاتی هم نشد وارد بحث شده و دوم این که ، این اختراع سبز رو خواستم وارد صنعت غذا کنم توضیح مختصری رو به شما می دهم ، امید است شاید در ضمیر آیندگان روی این رویه کارهای رو انجام بدن تا در روش های نوین صرفه جوی انرژی از فاضلاب خروجی غذایی روشی جدیدی باشد.

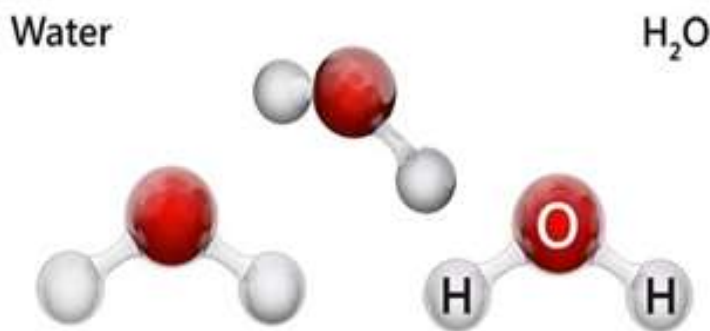


۲. هیدروژن

۲.۱ - شرح فرآیند

بحث در مورد معدن هیدروژن در قسمت آبی فاضلاب رو می‌خواهیم به چالش بکشیم. اصولاً بسته به نوع خروجی فاضلاب ۱۰ تا ۳۰ درصد فاضلاب های غذایی جامد غیر قابل تجزیه رو در بر می گیرند و بخاطر همین ما در ۹۰ تا ۷۰ درصد محیط آبی فاضلاب مورد کار ما قرار می گیرد.

فرایند جداسازی مولکول آب به عناصر اولیه تشکیل دهنده اش (اکسیژن و هیدروژن) که در



شکل شماره ۱ - ساختار پیوندی

شکل شماره ۱ به اختصار دیده میشود. به جهت تولید هیدروژن از روش الکترولیز آب از طریق انرژی الکتریکی، گرمائی و اشعه الکترومغناطیسی امکان پذیر می‌باشد. که این انرژی صرف شکستن پیوند کووالانسی بین اکسیژن و هیدروژن می‌شود.

یک مولکول آب از دو عنصر اکسیژن و هیدروژن تشکیل شده است. میان اتم اکسیژن و اتم هیدروژن در مولکول آب نوعی از پیوند شکل می‌گیرد که همان پیوند کووالانسی است. مولکول آب H-O-H

۲.۲ - جدا سازی پیوند



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره‌وری مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی

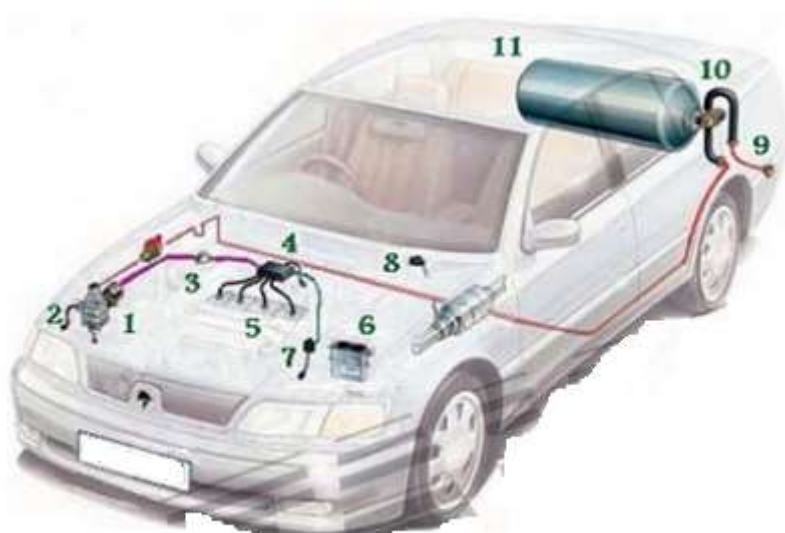
۲۹-۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵



تفاوت فرایند جداسازی آب به عناصر اولیه زمانی مشخص می‌گردد که از یک یا نوع دیگری از منبع انرژی (الکترولیز، ترمولیز، فوتولیز) برای جداسازی استفاده شود. جداسازی الکتریکی آب توسط ایجاد و عبور جریان الکتریکی از درون آب صورت می‌گیرد که در این شرایط انرژی الکتریکی، نیروی مورد نیاز جهت شکستن پیوند کووالانسی بین عناصر هیدروژن و اکسیژن را تأمین می‌کند و در نتیجه این دو عنصر از یکدیگر جدا می‌شوند.

3.9% از هیدروژن مورد نیاز جهان از طریق روش الکترولیز تولید می‌گردد. در این روش میزان تولید دی اکسید کربن صفر است. اما با توجه به اینکه انرژی الکتریکی جهت این فرایند مورد نیاز می‌باشد و جهت تأمین انرژی الکتریکی در نیروگاه‌ها از زغال سنگ و گاز طبیعی استفاده می‌شود این سوخت‌ها تولید گاز دی اکسید کربن می‌کنند لذا دانشمندان به دنبال روش‌های جدیدتری جهت تولید هیدروژن هستند. جداسازی و تولید هیدروژن از روش الکترولیز آب توسط دو واکنش جزئی در آند (قطب مثبت) و کاتد (قطب منفی) صورت می‌پذیرد که در یک سل قرار دارند. گاز هیدروژن در کاتد و گاز اکسیژن در آند تولید می‌شود. زمانی که چندین سل در کنار هم قرار می‌گیرند یک استک (STACK) شکل می‌گیرد. زمانی که ولتاژ اعمال می‌شود (نیروی الکتریسیته) هیدروژن در کاتد و اکسیژن در آند مطابق با واکنش‌های قید شده در تولید می‌گردد. الکترولیت یک ماده رسانای الکتریسیته است که بین دو واکنش جزئی وظیفه‌اش یکسان سازی بار به شکل هدایت یونی و کاهش مقاومت در مقابل عبور جریان از کاتد به سمت آند می‌باشد. معمولاً الکترولیت مایع هیدروکسید سدیم یا هیدروکسید پتاسیم با غلظت مشخص می‌باشد. یک ممبران (غشا) نیز بین دو الکترود قرار داده می‌شود جهت جداسازی دو واکنش و جلوگیری از مخلوط شدن گازهای تولیدی (هیدروژن و اکسیژن). برای الکترودهای آند و کاتد معمولاً فلزهای بی اثر که در مقابل خوردگی و اکسایشیون مقاوم هستند مثل پلاتین یا ایریدیم به کار گرفته می‌شوند.

میخواهیم استارت کاریم رو از تکنولوژی سوخت خودرو که ۱۵ سال پیش دو سرباز در داخل یک پاسگاه در داخل کشور ما روی خودرو نظامی کار کردن و سوخت خودرو را از بنزین به آب شرب تغییر دادن شروع کنیم. تقریباً این یک روش کروماتوگرافی یعنی تبدیل مایع به گاز است. قبل از همه وارد ساخت این تکنولوژی میشم. که درک مهمی از اختراع ایشان در این زمینه داشته باشیم بعد در مورد بحث ورودی داشته باشیم در اینجا میخوام در مورد تکنولوژی که این دو دوست عزیز وارد شدن توضیح مختصری بدم. در سیستم های استارت خودرو های سی ان جی در شکل شماره ۲ هم به وضوح قابل



شکل شماره ۲ - سیستم CNG

رویت است طوری است که ما مخزن خودرو را پر از گاز طبیعی کرده با فشار بار مشخص بعد با لوله کشی وارد ژیکلاتور خودرو بجهت همسان سازی در یک فشار مشخص و به صورت متناوب در ژیکلاتور شده و از آن جا وارد قسمت زیر پیستون خودرو شده با حضور شمع در خودرو جرقه و احتراق و حرکت پیستونی رو در پی داریم که موجب حرکت گیربکس شده و این حرکت وارد چرخ ها و ادامه حرکت در خودرو ها می شود.

حال وارد اختراع این دو سرباز میشم که هیچ وقت ثبتي از اختراع ایشان صورت نگرفت اما همچنان این خودرو ها با آب شرب استارت میخورن و به حرکت در میان امیدوارم درک اولیه با نگرش در شکل شماره ۳ در مورد سیستم های کروماتوگرافی در اختیار شما گذاشته باشم تا بتوانم وارد بحث



شکل شماره ۳ - سیستم تبدیل از باطری



اصلی بشم. اول از همه از اختراع این دوستان توضیح مختصری میدم. تا این آیتم برای شما جا بی افته حال اگر در مورد موضوع بالای درک مطلب خوبی گرفته باشین همه چیز قبل از ژیگلاتور اتفاق می افتد برای این کار باید خودرو ما سیستم سی ان جی را در خودرو داشته باشیم. در حقیقت خودرو ما باید دوگانه سوز باشه تا این سیستم رو بتونیم روی خودرو سوار کنیم برای این کار این اشخاص از روی باک خودرو لوله ای رو به ژیگلاتور سی ان جی کشیده بودن و یک سیم از قسمت مثبت باتری به داخل باک برده بودن حال روش کار به آسانی صورت میگیرد به صورتیکه این سیم مثبت داخل آب موجب شروع و دیونیزه شدن آب و شکست پیوند ضعیف هیدروژن از مولکول آب شده که این هیدروژن در داخل باک افزایش یافته که حدوداً قبل از شروع به استارت خودرو باید کلید خورو رو یه چند دقیقه بعد از چرخاندن اولیه کلید یعنی برق باتری به طبع در داخل خودرو به چرخش در آمده و همچنین سیمی که از باتری وارد باک شده و این فعالیت شروع میشود و در این چند دقیقه میزان هیدروژن به اندازه آتش میرسد. اینجا که رسیده حال در گنج در قسمت بالای باک برحسب (پی سی آر) با افزایش تجزیه داخل باک و افزایش فشار بار به ۱۰ پی سی آر رسید در قسمت چرخش دوم سوئیچ، با چرخش سوئیچ خودرو یعنی هیدروژن از لوله داخل باک به طرف پمپ کشیده شده هیدروژن با پمپ وارد ژیگلاتور شده در آن جا به صورت متناوب وارد پیستون ها شده و انفجار سوخت هیدروژن موجب حرکت پیستون در محفظه صورت می گیرد [1].

۲.۳- پارامترهای مهم فرآیند

اگر بنیان را بر این تعریف بگذاریم که با استفاده از جریان الکتریکی نیز می توان آب را در فرایندی به نام الکترولیز به اجزای سازنده خود یعنی اکسیژن و هیدروژن جداسازی نمود. حال وارد بحث خروجی فاضلاب میشیم به وضوح در شکل شماره ۴ که در خروجی فاضلاب در واحد های غذایی برحسب تحقیق و کار اینجانب در آزمایشگاه ها، چون آب در واحد های صنایع غذایی اول برای شستشو، سیستم های انتقال، فرآیند و تولید بخار و در بعضی جاها شستشوی محصول نهایی مانند کمپود و نوشیدنی است پس خروجی آب به فاضلاب در واحد های نوشیدنی ۹۵ درصد و در واحد های لبنی از ۸۰ درصد در واحد های تولیدی خشک حدود ۷۰ درصد است.

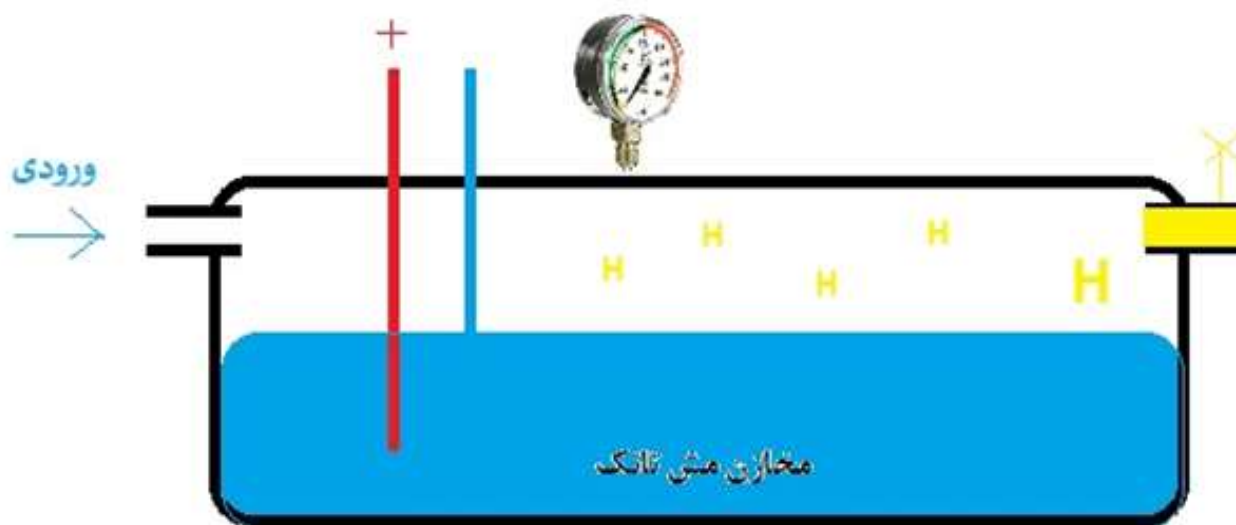
۳. مکانیسم مخزن

با توجه به شکل
شماره ۵ می‌خواهم
وارد بحث تجزیه این
جریان‌ها بشم که
هیدروژن برای شروع
به تجزیه شدن باید
حالت انتقال یونی
رسانا باشد یعنی ۷۰
درصد آب در محیط
باید حاکم باشد تا
این عملیات شروع
شود. و این آیتم



شکل شماره ۴ - پساب خروجی واحد های غذایی

خروجی فاضلاب صنعت غذا بهترین شرایط را در این کار را دارد.



شکل شماره ۵ - مکانیزم کار در داخل مخزن



هیدروژن سبز (GH2) هیدروژنی است که از الکترولیز آب با استفاده از برق تجدید پذیر تولید می شود. تولید هیدروژن سبز باعث انتشار گازهای گلخانه ای به میزان قابل توجهی کمتر از تولید هیدروژن خاکستری می شود که از سوخت های فسیلی بدون جذب کربن به دست می آید. به این صورت است در واحد های صنایع غذایی خروجی فاضلاب با لوله کشی وارد یک مخزن شده و با جریان متناوب تولید هیدروژن صورت گرفته اما این هیدروژن خروجی در همین واحد ها هدایت به طرف سوختن در دیگ های بخار در عملیات پاستوریزاسیون در واحد ها و یا دیگهای بخار مورد کاربرد داد [2]. شکل شماره ۶

لذا در عملیات های خروجی بزرگ با لوله کشی این گاز خروجی برای تولید مارگارین و آمونیاک میتوان به کار بست. که در این روش تولید آمونیاک به روش هابر را میتوان به راحتی صورت پذیر کرد. شکل شماره ۷ نحوه تولید آمونیاک را نشان میدهد [3].

۵. اثرات و مزایای اصلی ذخیره انرژی هیدروژن که همیشه به صورت سبز از این منابع استخراج کرد



شکل شماره ۷- تولید آمونیاک از هیدروژن

۵.۱- یکپارچه‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر:



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی

۲۹-۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵



یکی از مزایای اصلی ذخیره انرژی هیدروژن، توانایی ذخیره انرژی در مخازن نگهداری مخصوص هیدروژنی مثل شکل ۸ که هیدروژن اضافی تولیدشده توسط منابع تجدیدپذیر مانند هیدروژن که در زمان تقاضای کم است این انرژی ذخیره شده می تواند در زمانی که تولید کم است مورد استفاده قرار گیرد و به جبران قطعی انرژی تجدیدپذیر و افزایش قابلیت اطمینان شبکه کمک کند [4].



شکل شماره ۸ - مخازن نگهداری هیدروژن

۵.۲- پایداری و قابلیت اطمینان شبکه:

ذخیره هیدروژن می تواند با ارائه یک منبع انرژی قابل ارسال به پایداری شبکه کمک کند. می توان از آن برای برآورده کردن تقاضای اوج برق، تثبیت فرکانس و تامین برق پشتیبان در هنگام قطعی شبکه، کاهش خطر خاموشی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه استفاده کرد.



۶. سیستم‌های انرژی غیرمتمرکز:

ذخیره انرژی هیدروژن را می‌توان در مقیاس‌های مختلف استفاده کرد، از سیستم‌های توزیع شده کوچک تا تاسیسات متمرکز بزرگ. این انعطاف‌پذیری از توسعه سیستم‌های انرژی غیرمتمرکز با کاهش نیاز به زیرساخت‌های گسترده انتقال و توزیع حمایت می‌کند.

تنوع‌بخشی در بخش انرژی: ذخیره‌سازی هیدروژن تطبیق‌پذیری را به محدوده انرژی می‌افزاید و سایر فناوری‌های ذخیره انرژی مانند باتری‌ها را تکمیل می‌کند. چنین تنوعی می‌تواند پایداری سیستم انرژی را بهبود بخشد و گزینه‌های مختلفی را برای حل مشکلات انرژی ارائه دهد.

۷. کاربردهای صنعتی و تولیدی انرژی هیدروژن

هیدروژن به عنوان ماده اولیه در صنایعی مانند صنایع پتروشیمی و فولاد استفاده می‌شود. با تامین هیدروژن سبز این صنایع، می‌توان به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن کمک کرد و انتقال به فرآیندهای تولید پاک‌تر را تشویق کرد.

برق لازم برای تولید هیدروژن از انرژی‌های تجدید پذیر (انرژی خورشیدی) تامین می‌گردد. و این هیدروژن در ذخیره‌سازی‌های مخصوص ذخیره‌سازی شده می‌تواند برای مصارف گوناگون مورد استفاده قرار گیرد.

۸. مزایای استخراج از روش الکترولیز هیدروژن

۸.۱- حمل و نقل:

هیدروژن می‌تواند به عنوان سوخت در انواع حالت‌های حمل و نقل از جمله وسایل نقلیه پیل سوختی (FCVs) استفاده شود. سوخت هیدروژنی مزایایی از نظر برد، سرعت بنزین و پتانسیل انتشار صفر دارد که به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش حمل و نقل کمک می‌کند.

۸.۲ - ذخیره‌سازی انرژی:

انرژی هیدروژن به عنوان یک برداشت‌کننده و ذخیره‌کننده انرژی می‌تواند برای ذخیره‌سازی انرژی از منابع تجدیدپذیر نظیر باد و خورشید استفاده شود. هیدروژن می‌تواند در توربین‌های گازی بازیافتی یا با فرایندهای شیمیایی مانند متان‌سازی ذخیره شود.

۸.۳- انتقال و توزیع انرژی:

هیدروژن می‌تواند به عنوان یک برداشت‌کننده و سیستم انتقال انرژی برای مناطقی که از شبکه‌های برق متصل نیستند، مورد استفاده قرار گیرد. این انتقال از طریق مخابرات هیدروژنی یا خطوط لوله هیدروژن صورت می‌گیرد.



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره‌وری مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی

۲۹-۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵



۸،۴- موتورهای سوختی:

هیدروژن به عنوان سوخت مناسب برای موتورهای سوختی (Fuel Cells) مورد استفاده قرار می‌گیرد. این موتورها به صورت عمود برعکس الکترولیز آب، هیدروژن را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند و همچنین از انرژی گرمایی آن نیز بهره می‌برند.

۸،۵- فرآیندهای صنعتی:

هیدروژن به عنوان یک سوخت قابل بازیافت در فرآیندهای صنعتی مانند تولید آهن و فولاد، راکتورهای هیدروژن، تولید آمونیاک و فرآیندهای شیمیایی دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۸،۶- صنایع نفت و گاز:

هیدروژن به عنوان یک منبع سوخت جایگزین و یک عامل تقویت‌کننده برای پالایش و تبدیل نفت و گاز مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌خصوص در فرآیندهای تخلیه و تصفیه گازها.

۸،۷- تولید الکتریسیته و گرما:

هیدروژن می‌تواند به عنوان یک منبع سوخت برای تولید الکتریسیته و گرما در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گیرد [5].

تقدیر و تشکر فراوان از سازمان پژوهشگاه استاندارد که زمینه‌ای مناسب و بهینه در راستای ارائه نظرات، پیشنهادات و چالش‌هایی در اختیار نسل جوان سرزمین عزیزمان ایران مهیا داشته است.



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری
مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی
۲۹-۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵



منابع :

1. <https://takab-cng.ir/>
2. <https://energy1.ir/blog/renewable/P45334-hydrogen.html>
3. <https://www.havayar.com/%D8%AA%D9%88%D9%84%DB%8C%D8%AF-%D9%87%DB%8C%D8%AF%D8%B1%D9%88%DA%98%D9%86-%D8%A7%D8%B2-%D8%B1%D9%88%D8%B4%D8%A7%D9%84%DA%A9%D8%AA%D8%B1%D9%88%D9%84%DB%8C%D8%B2-%D8%A2%D8%A8/>
4. <https://www.havayar.com/%D8%AA%D9%88%D9%84%DB%8C%D8%AF-%D9%87%DB%8C%D8%AF%D8%B1%D9%88%DA%98%D9%86-%D8%A7%D8%B2-%D8%B1%D9%88%D8%B4%D8%A7%D9%84%DA%A9%D8%AA%D8%B1%D9%88%D9%84%DB%8C%D8%B2-%D8%A2%D8%A8/>
5. <https://energy1.ir/blog/renewable/P45334-hydrogen.html>