مجله علمی ترویجی انجمن مهندسان مکانیک ایران
ISSN: 1605-9719
سال ۲۷، شماره ۱۱۸، صفحات ۵۷–۶۵

ساختار مه ساز پالسی حرارتی بومی سازی شده جهت کاربرد داخلی

نوذر اکبری

استاد یار دانشکده مهندسی هوافضا، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری

nozar@ssau.ac.ir

◄ چکیده

هدف از این تحقیق بررسی دقیق ساختار اجزاء تشکیل دهنده مه ساز پالسی می باشدکه برای اولین بار در کشور ساخته شده است. در این تحقیق سعی شده است که تمامی موارد کاربردی مه ساز پالسی بطور دقیق بیان گردد. از امتیاز این دستگاه نسبت به مشابه خارجی آن قیمت بسیار پایین آن می باشد. تمامی قطعات آن بصورت بومی در داخل کشور تهیه و تولید شده است. از مهمترین کاربردهای آن تولید مه با وسعت زیاد می‌باشد که در صنعت کشاورزی و دام و طیور در بسیاری از کشورهای صنعتی جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا به دلیل کاربری آسان، وسیع، متنوع و هزینه‌ی کمتر، دست به ساخت نمونه اولیه مه پالس حرارتی زده شد. سعی بر آن است که با هدف گسترش تولیدات آن در ایران برای اولین بار، جایگزینی مناسب، مقرون به صرفه و بهینه برای روش های سنتی و یا پر هزینه دیگر در صنعت کشاورزی، دام و طیور، باغ ها و گلخانه‌های بزرگ شود. با توجه به ارزیابی های انجام شده این دستگاه با دستگاه های مشابه که بنام پالس فوگ‌ها نیز مشهورند و به تازگی وارد بازار کشور شده اند هیچ تفاوتی از نظر عملکردی ندارند. اضافه بر این که قیمت تمام شده این دستگاه بسیار پایین تر از مشابه خارجی آن می باشد. لازم به ذکر است که دستگاه ساخته شده بطور طولانی مدت مورد آزمایش های وسیعی قرار گرفت که نتایج تست های انجام شده موفقیت آمیز بود. حتی تاثیر نقاط مختلف آب و هوایی کشور نیز در آن مورد بررسی قرار گرفت که نتایج رضایت بخش بود. تستهای انجام شده نشان می دهد که برد این مه پاش بیش از ۷۰ متر می باشد، که در نوع خودش بینظیر می باشد.

◄ واژگان کلیدی

مه ساز پالسی حرارتی
مه پاش پالس جت،
پالس فوگ
سمپاش ها
مه پاشی

◄ تاریخچه مقاله

تاریخ دریافت ۱۳۹۶/۰۵/۰۳
تاریخ پذیرش ۱۳۹۷/۰۴/۱۱

۱ مقدمه

مه ساز پالسی یا مه پاش پالس جت، یکی از کاربردی‌ترین و مؤثرترین ابزار جهت استفاده در فضاهای بزرگ و یکپارچه نظیر گلخانه های پرورش گل و گیاه و قارچ، سالن های پرورش دام و طیور، سوله ها و فضاهای باز یا بسته صنعتی، فضاهای باز تفریحی، پارک ها و غیره به منظور گندزدایی، ضدعفونی، میکروب زدایی، کنترل بو و تأمین رطوبت می‌باشد که علاوه بر داشتن مزایایی همچون سهولت در کاربری و مقرون به صرفه بودن آن، به دلیل آنکه مواد شیمیایی مورد نظر را در حالت مه به طور یکپارچه با دبی جریان زیاد در منطقه پخش می‌کند، موجب نفوذ مواد شیمیایی به نقاط غیر قابل دسترس بوده و بدون باقی گذاشتن رسوباتی از خود در محیط و یا نفوذ در خاک، قادر به گندزدایی کل منطقه مورد نظر می‌باشد که این مسئله نشان دهنده‌ی این است که مه پالس برای محیط زیست و یا اکوسیستم منطقه می تواند بسیار مفید باشد؛ این خود یکی از اصلی ترین برتری‌های مه پالس نسبت به سایر محصولات با کاربرد مشابه می‌باشد [۱]. تاریخچه مه پاش ها به سال ۱۹۵۲ بر می گرد، زمانی که دکتر کارل هینز استاهل[1] به همراه دوستش موتان[2] بر اساس فناوری موتور های پالس جت اولین بار فوگرها یا مه پاش هایی با نام تجاری "سوئینگ فایر"[3] یا "سوئینک فاگ"[4] را ساختند و بعد از ۱۶ سال که به تولید این مه پاش های پالس جت مشغول بودند دکتر استاهل از دوستش جدا شده ودر سال ۱۹۶۸ به همراه پسرش ورنر[5] کار تولید و ساخت فوگر ها را ادامه دادند [۲]. بعد از اینکه پالس جت های با قابلیت عملکردی و شروع به کار بهتر توسعه یافتند شرکت آنها فوگرهایی با نام تجاری "پالس فاگ"[6] را تولید کردند.

دکتر استاهل با تلاشهای خستگی ناپذیری توانست پیشرفته ترین آنها را برای کنترل بیماریهای واگیردار– که در آن زمان در مناطق استوایی زیاد شایع بود– تولید کند؛ البته پسرش تمرکز خود را بر روی حفاظت گیاهان و گندزدایی[7] در دام ها گذاشته بود [۲].

خیلی زود این روش مه پاشی توسط هلندی ها و انگلیسی زبان ها رایج شد. در نشریه های علمی و پژوهشی دانشگاه های زیادی در تایید چنین روشی به آن پرداختند و انعکاس زیادی در بازار تجارت بین المللی پیدا کرد.

با افزایش تقاضا برای پالس فاگ، شرکت های سرویس دهی برای این وسیله در کشور های مختلف به وجود آمدند. در سال ۱۹۹۱ در تولوز[8]، در یکی از این کمپانی ها مبتکری به نام "گانتر فوگت"[9] مدل فرانسوی پالس فاگ و مه‌سازهای پالسی الکتریکی را وارد بازار خرید و فروش کرد. هندی ها هم از سال ۱۹۹۱ هم تحت لیسانس های مختلف شروع به ساخت پالس فوگ ها کردند و حتی توانستند سود بالایی را هم بدست آورند [۳].

درحال حاضر، مه سازهای پالسی الکتریکی توانسته اند فناوری جدیدی از تولید افشانه های بسیار ریز (۱۰۰ میلی‌میکرون) در زمینه هایی همچون کنترل آفات، حفاظت گیاهان و گندزدایی و رفع آلودگی ها ارایه دهند. البته از این فناوری در زمینه های جدید رفع آلودگی های محیط زیستی تحت نام

[1]Karl-Heinz Stahl [2]Motan [3]Swing Fire [4]Swingfog [5]Werner [6]Pulse-fog [7]Disinfection [8]Toulouse [9]Gunther Fouguet

تجاری "دکو فاگ"[۱] و "هیو دیوتی"[۲] نیز به کار گرفته می شود.

برد کاری مه سازهای پالسی با توجه به حدود ۲۴ مدل مختلف در بازار، متفاوت است. قدرت این مه سازهاکه به دو صورت احتراقی و الکتریکی ودر طراحی های ثابت و متحرک کار می کنند، می تواند متفاوت باشد.

نام تجاری "پالس فاگ" در کشور های اُ ای سی دی[۳] شناخته شده است. اعتبار، ایمنی و عملکرد خوب این گونه مه سازها توسط مرکز تحقیقات بیولوژیک آلمان در کشاورزی و جنگلداری[۴]، موسسه بازرسی فنی آلمان[۵] و سازمان بهداشت جهانی[۶] تایید شده است و گواهینامه ایزو ۹۰۰۱ و ایزو ۲۰۰۰ را هم کسب نموده است.

همان طور که به طور مختصر اشاره شد، اولین پالس جت ها در سال های ۱۹۰۵ توسط کاراوودین[۷] و در سال ۱۹۰۹ توسط مارکونت[۸] تحت عنوان "جت تشدید کننده هوا"[۹]، بدون هیچ قسمت پیستونی و میل‌لنگی متحرکی ساخته و معروف به موتور های استوپایپ[۱۰] شدند [۴].

طرز کار کلی موتورهای پالس همانند موتورهای ضربه ای می باشد [۵]. بدین صورت می باشد که قسمت ورودی هوا توسط دریچه‌هایی باز و بسته شده و با تزریق سوخت در محفظه احتراق، در یک چرخه مشخص ۵۰ الی ۸۰ انفجار در ثانیه ایجاد می گردد. در نهایت گازهای احتراقی حاصل از این انفجارات باسرعت بسیار بالا از محفظه احتراق به سمت لوله اگزوز خارج می شوند، در آنها نیروی تراستی را به وجود می آوردند [۶]. نکته قابل توجه در آن، این است که هیچ قسمت متحرکی به جز یک دیافراگم که بر طبق همان چرخه انفجارات، دریچه ورودی هوا را باز و بسته می کند، در آن وجود ندارد [۷].

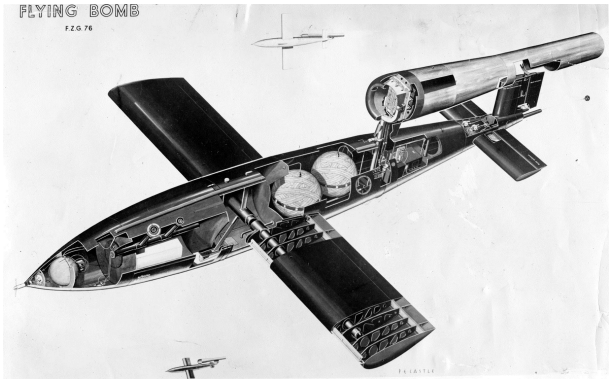
گسترش موتورهای پالس جت رزونیتوری باعث شد تا در سال ۱۹۴۷، در طول جنگ جهانی از آنها برای ساخت پالس فوگ استفاده شود:

در آن سالها مخترع دکتر گاثر دیدریچ[۱۱] در شرکت آرژیوس در برلین هدایت کننده های جت[۱۲] بسیار ساده ای را ساخت که در آنها مراحل استارت و حرکت بهبود یافته بود. وی حتی در مراحل بعدی پیشنهاد ساخت اولین ماشین مسابقه را هم داد، اما با توجه به نیازها وشرایط آن برهه زمانی، پایان طرح او به ساخت نوعی از سلاح های جنگی منجر شد [۱].

وی–۱ (شکل ۱) سلاحی بود گه در جنگ جهانی دوم به عنوان بمب پروازی[۱۳] یا بمب صوتی[۱۴] یک سری ماموریت های هوایی هدایت شده مدرنی را در آن زمان انجام می داد و با توجه به اینکه دارای قابلیت پرواز افقی بود، در اواخر جنگ تعداد زیادی از آنها در آلمان ساخته و به کار گرفته شد [۸].

دکتر استاهل فردی بود که توانسته بود اولین ژنراتورهای دیوار دود[۱۵] را به قصد کمک به دفع حملات بمب افکن های جنگی، بسازد [۴].

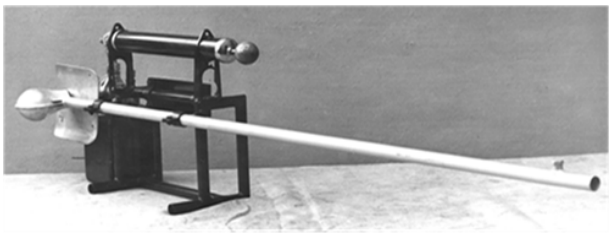
پس از جنگ جهانی دوم، با کنار رفتن شرکت های موتان در برلین (آلمان جنوبی)، دکتر استال موتورهای رزونیتوری پالس جت اشمیت[۱۶] ومارکونت را ساخت و با نام تجاری سوئینگ فایر وارد بازار نمود. در این موتورها با استفاده از جریان گازهای پر سرعت و داغ لوله اگزوز روشی تحت عنوان "نازل نیوماتیکی حرارتی" ابداع شد که می توانست ابری پر تراکم، به سرعت و در سطح وسیعی ایجاد کند.



شکل ۱: وی–۱ [۴]

اولین مه پاش حرارتی دستی که براساس موتورهای پالس جت طراحی شد، از اجزایی چون: محفظه احتراق گلابی شگل، رزونیتور یا لوله خروجی تشدیدکننده بلند و یک عدد پمپ دستی (مانند تلمبه دوچرخه) به عنوان یک استارتر تشکیل شده بود (شکل ۲). بد نیست بدانید که در آن زمان رزونیتور آنقدر بلند بود که بعضی از کاربران آفریقایی آنهارا شبیه به یک تفنگ تعبیر می کردند [۹].

آغاز اولین سده ی تولید پالس فوگ در دهه ۵۰ (۱۹۵۲): زمانی که در کشورهای آفریقایی بیماری های واگیر داری چون تب مالاریا شیوع پیدا کرد، مشکلات زیادی گریبان گیر مردم و دولت های آفریقایی شد و باعث شد تا اینگونه از مه پاش های پالس جتی به سرپرستی دکتر استال در سطح گسترده ای تولید شوند. در آن زمان به منظور آنکه در سطح گسترده تری بتوان از این وسایل استفاده نمود انها را بر روی وسایل نقلیه ای چون وانت ها، کامیون ها و در روی تجهیزات نظامی نصب کردند [۱۰].



شکل ۲: از اولین نمونه های مه ساز پالسی حرارتی [۱۰]

اما در آلمان استفاده از مه پاش های پالس جتی در برابر آفت های جنگلی و باغهای میوه، برای اجتناب از خسارت های ناشی از سرمازدگی و ایجاد دیواره ای از مه در حاشیه دریاچه ها و رودخانه ها برای کنترل حشرات، رایج شده بود.

در نهایت اولین سری مه سازهای پالسی حرارتی با نام پالس فاگ حرارتی کی–۱۰[۱۷] با قابلیت هایی چون استارت سریع و مخزن های شیمیایی و سوخت غیر ثابت وارد بازار بین المللی شدند (شکل ۲).

در دهه ۷۰ تقاضا برای پالس فوگ ها زیاد شد و نیاز به یک کارخانه برای

[1]DECO Fog [2]Heave-D [3]Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) [4]BBA [5]TUV [6]WHO [7]Caravodine [8]Marconet [9]Aero Resonator Jet [10]Stovepipe [11]Guther Diedrich [12]Jet Drive [13]Flying Bomb [14]Buzz Bomb [15]Smoke Screen [16]Schmit [17]K-10 Standard PulseFog Thermal

تولید انبوه این گونه مه پاش ها بوجود آمده بود. این وسایل توانسته بودند بیشتر در بازار تجارت جهانی شناخته شده و توسعه پیدا کنند. درگلخانه ها از مه پاش های جدید برای حفاظت گیاهی استفاده شد، اما عملکرد نسبتا پایین مدل های اولیه برای سطوح گسترده مسئله ای بود که منجر به تقاضاها برای مه پاش هایی با قدرت و عملکرد بیشتر شد.

طی سال ۱۹۷۰ در هلند بیماری واگیردار مگس سفید در گلخانه ها شایع شد و روش سنتی اسپری موثر واقع نشد. در همان سال بود که مدل بزرگتر پالس فاگ (کی–۲ با ۵۵ اسب بخار قدرت) تولید شد و خیلی سریع توانست در گلخانه های هلند به عنوان سلاح نهایی برای دفع مگس سفید شناخته شود و در اواخر این دهه فقط ۲۰۰۰ واحد از این مه ساز ها به گلخانه های هلند فروخته شد [۱۱].

پر قدرت ترین مه پاش پالس جت قابل حمل کی–۳، میباشد که ۱۲ کیلوگرم وزن و ۱۰۰ اسب بخار قدرت دارد، ساخته شد و عمدتا برای کنترل آفات در گلخانه ها و گندزدایی اصطبل های حیوانات با محلول فرمالین مورد استفاده قرار گرفت.

مزایای به کار گیری مه پاش های بیو پالس فاگ[1] شامل:

الف) به کارگیری موفق مواد شیمیایی و بیولوژیکی حساس به گرما بدون هیچ هدر رفت ذرات موثر آنها.

ب) مه پاشی به شکل پودری مرطوب بدون مسدود شدن خروجی رزونیتور (بخار آب اثر پاک کنندگی مداومی را در لوله خروجی ایجاد می کند).

ج) جلوگیری از خطرات آتش سوزی در مواقعی که از مایع های مه پاشی با قابلیت احتراق پذیری بالا استفاده می شود. به خاطر آنکه یک افشانه خنک کننده نیز در این گونه موارد استفاده می شود که بسیا تاثیر گذار است.

د) تنظیم اندازه قطرات به میزان مطلوب مورد نظر

در دهه ۸۰ طراحی های جدیدی از مه پاش‌های پالسی در اندازه های مختلف و با دو مخزن کاملا مجزا برای آب و محلول سم مورد نظرتولید شد. از این گونه مه پاش ها در گلخانه ها برای کنترل پیچ خوردگی کلم، در جنگل ها برای کنترل کاترپیلار یا کرم های پروانه در درختان کاج و کنترل برگ زدا ها (در تایلند) و کاترپیلارهای خورنده برگ در مزارع دانه های روغنی (در اندونزی) استفاده های زیادی به عمل آمد.

در این سال ها پیشرفت های مهمی در جهت راحت تر کار کردن موتورهای مه پاش و همچنین ایمنی بیشتر انها حاصل شد. قرار گرفتن دریچه ورودی هوای خنک به موتور و پوشش های خاص و آبندی شده ی قسمت های داغ رزونیتور از جمله طراحی هایی بود که در بهبود کار مه پاشها پالس جت، ایمنی و اثر خنک کنندگی بیشتر بسیار موثر واقع شد.

در این دهه برای اولین بار از پالس فوگ ۱۵۰ اسب بخار در گلخانه های وسیع و در ضد عفونی کردن درخت های کائوچو و همچنین گندزدایی در بعضی از محل های آلوده عمومی استفاده کردند.

در سال ۱۹۸۲ برزیلی ها شرکت هایی برای سرویس دهی پالس فوگ ها تاسیس کردند و مدتی بعد ساخت مجاز آنها را آغاز نمودند. سال ۱۹۸۸ بود که کارخانه پالس فوگ آلمان به کارخانه جدید و مجهزتری انتقال پیدا کرد [۱۱].

در دهه ۹۰، دکتر استال در سال ۱۹۹۴ درگذشت و پسرش ورنر استاهل اداره پالس فاگ را بدست گرفت و در جهت تولید محصولات مختلف با عملکرد و بازدهی بیشتر حرکت کرد (شکل ۳).

در سال ۱۹۹۱ پالس فوگ فرانسوی وارد بازار شد و در هند هم تحت لیسانس این گونه مه پاش ها به تولید رسید [۱۲].

مه پاش های پالس جت توانستند در مدل های مختلف در بازار عرضه شوند. سری جدید مه پاش های الکترونیوماتیکی[2] اخیرا وارد بازار شده اند. از آنها برای اسپری کردن خودکار استفاده می شود. تمامی عملکرد این مه پاشش ها توسط سنسورها و سیستم های رایانه ای کنترل می گردد و قابلیت استفاده وسیعی در فضاهای بسته ای مثل گلخانه ها، انبار های مواد، اصطبل حیوانات و در کارخانجات صنایع غذایی دارند.

از آنجایی که ضد عفونی کردن فضاهای گسترده ی آلوده ای چون پارک ها و جنگل ها کار سخت و طاقت فرسایی است، باعث شد تا با نصب پالس فوگ ها بر روی وسایل نقلیه ای چون وانت ها از آنها در سطح وسیع تری استفاده شود. اما با توجه به شرایط نامناسب هنگام کار و استفاده از مایع های مه پاشی احتراق پذیر در آنها، نیاز به یک قطع کن سریع جریان محلول می باشد.

با مجهز شدن پالس فوگ ها به "قطع کننده اتوماتیک محلول" و با توجه به ایمنی بیشتر کار، سرانجام توانستند در سال ۱۹۹۸ در سازمان بهداشت جهانی تایید و ثبت شوند [۱۳].

در حال حاضر پالس فوگ ها جدا از دو نوع قابل حمل و ثابت به چهار گروه اصلی بر اساس قدرت خروجی تقسیم میشوند:

۱. کی–۱۰ (تا ۲۴ اسب بخار)
۲. کی–۲۲ (تا ۵۰ اسب بخار)
۳. کی–۳۰ (تا ۱۰۰ اسب بخار)
۴. کی–۴ (تا ۱۵۰ اسب بخار)

شکل ۳: مه ساز پالسی حرارتی شرکت پالس فاگ [۱۱]

در آغاز قرن بیستم، سال ۲۰۰۱ نیویورک تحت فشار بعضی حملات تروریستی باکتریایی قرار گرفت و سازمان اِی–اِس–اِف[3] آمریکا تصمیم به استفاده از تجهیزات ویژه ای برای کنترل باکتریایی انتراکس[4] و گندزدایی منطق آلوده گرفت. این وسایل به مواد گندزدایی مخصوصی در مخزن های یکبار مصرف تجهیز شدند که اکنون در انبارهای مخصوصی به صورت طبقه بندی شده ای وجود دارند [۱۳].

[1] PulseFog-Bio [2] Cold PulseFog [3] ASF [4] Antrax

۲ کاربردهای مه پالس

چندین سال است که به کار بردن حجم بسیار کم مواد شیمیایی در سطح وسیع متداول شده است. در این روش، ذرات تزریقی از مایع ها ومواد موثر مختلفی تشکیل شده است.

به کارگیری آب خالص در فرایند مه پاشی بخاری با قطرات بسیار ریز وخیلی سریع اخیرا متداول شده است. ازین رو فرمول های محلول مواد شیمیایی مورد استفاده توسعه پیدا کردند. استفاده از آب به عنوان بخش غالب مایع حمل شونده در حال افزایش است.

این موضوع این الزام را ایجاد کرد تا نسبت های رقیق توصیه شده برای مواد ضد عفونی کننده، تغییر داده شوند. در اکثر موارد این روش را با کاهش دادن آب انجام می دادند، زیرا ماده موثر فراریت خیلی کمی پیدا خواهد کرد. از طرف دیگر برای ایجاد یک تناسب مطلوب بین ماده افزودنی و محلول، شرایط بهتر آن است که طول عمر قطرات تزریقی با به تاخیر انداختن تبخیر آنها، بیشتر شود. یکی از این مواد افزودنی تحت نام تجاری اسپزیال وی–کِی–۲ در پالس فاگ[1] برای گندزدایی ها استفاده می شود.

به طور معمول از آب در حجم زیادی برای مخلوط کردن با یک ماده افزودنی، در پاکسازی یک بنا استفاده می شود.

۱.۲ استفاده از پالس فوگ ها در دامداری ها و سالن های پرورش طیور

سال هاست که پرورش دهندگان دام و طیور به خطرات بیماری دام های در محیط بسته نسبت به زمانی که در فضاهای باز نگه داری می شوند واقف اند. آنها می دانند که میکروارگانیسم های خطرناک، تحت شرایط مختلفی میتوانند تکثیر شوند. اما از وضعیت خطرناک زمانی مطلع می شوند که کار از کار گذشته و دیگر نمی توانند جلوی ضرر و اتلاف سرمایه شان را بگیرند (شکل ۴).

در دامداری ها برداشتن فضولات دام، غذای مانده و بیات، آب لجن، خون و نخاله های دیگر از وسایل میکانیکی، می تواند تکثیر میکرو اورگانیسم ها را کاهش دهد. اما روش هایی چون جاروب کردن، شستن و ... فقط برای کف زمین و سطوح قابل درسترس امکان پذیر است ولی برای پاکسازی و گندزدایی کامل یک ساختمان دامداری یا مرغداری مسلما کافی نخواهد بود. بالای دیوارها، تراس ها و قسمت های بلند غیر قابل دسترس دیگر، در اکثر موارد به طور موثر آلودگی زدایی نمی شوند.

دامداران اغلب به چگونگی گندزدایی و رفع آلودگی از این محل ها واقف نیستند و گمان می کنند که کار زیادی در این رابطه نمی توانند و یا لازم نیست انجام دهند. اما می دانند که هوای آلوده مشکلات زیادی را برای آنها در کنترل دما و به وجود خواهد آورد.

بخارسازهایی چون پالس فوگ طراحی شده اند تا مایع ضد عفونی کننده مورد نظر را به ذرات بسیار ریزی تبدیل میکنند و به طور یکنواختی در فضا پخش میکنند. و می توانند عملیاتی مثل گندزایی و حتی رطوبت سازی را انجام دهند. این ذرات قبل از این که بر روی سطوح بنشینند، مدتی در هوا معلق باقی می مانند، از این رو در این روش اسپری، بیشتر مواد موثر هستند. بطوری که می توانند بر روی سطوح غیر قابل دسترس رسوب کنند. نکته قابل توجه آن سرعت بالا در آن می باشد. در نتیجه زمان و کار کمتری صرف مه پاشی خواهد شد. مه پاش های حرارتی پالس فوگ با نسبت های تزریقی بالا می توانند ابری تا حدود ۲۰ – ۷۰ متر رها سازند [۱۳].

شکل ۴: گندزدایی در دام و طیور توسط مه سازپالسی حرارتی [۱۲]

۲.۲ مه پاش های حرارتی برای ضد عفونی کردن زمین (شعله افکن)

استفاده از یک سر شعله به عنوان یک مجرای انبساط دهنده در لوله رزونیتورمی تواند در ضد عفونی کردن زمین و دیوار به کار برده شود. البته این روش برای دیوارهای بتونی و عاری از مواد قابل اشتعال قابلیت اجرا دارد.

۳.۲ مه پاش های حرارتی برای گندزدایی های افشانه ای

مه پاش های حرارتی (پالس فوگ ها) در فرایند های افشانه ای نیز به کار برده می شوند، بدین معنی که مه یا فراورده بدست آمده با مقدار کمتری از محلول اما با دقت بیشتری مه پاشی می شوند.

مه پاش های حرارتی معمولا قطراتی با اندازه های به طور میانگین ۱۰ μm را تولید می کنند. در نتیجه عملا فراورده ای به ظاهر خشک تولید می کنند. بنابراین یکنواختی کار و اثر گذاری در همه جاها حتی جاهای غیر قابل دسترس، گند زدایی افشانه ای را موثر ساخته است. برای مثال ۱۵ الی ۲۰ لیتر محلول فرمالین ۴۰٪ برای مه پاشی کردن یک فضای ۱۰۰۰ متر مکعبی مورد نیاز است. برد مه پاش می تواند تا ۷۰ متر و بیشتر، بسته به عملکرد مه پاش، برسد که از مزایای چنین روشی بازدهی بالای آنهاست [۱۳].

۳ معرفی اجزا و سیستم های مه ساز پالسی حرارتی ساخته شده

در این تحقیق یک سیستم مه ساز پالسی حرارتی ساخته شده است (شکل ۵): بعد از انجام تست های فراوان توسط آن نتایج و مشخصات دستگاه بصورت زیر بیان میگردد:

- مشخصات فیزیکی و ترمودینامیکی آن عبارتند از:

  ابعاد: ۱۰۶ * ۲۹ * ۳۳ (سانتی‌متر)

  وزن خالی: ۷ (کیلوگرم)

  وزن خالص (با مخازن سوخت و محلول شیمیایی پر): ۱۳/۵

[1] PulseFog VK-2 spezial

(کیلوگرم)

- ظرفیت مخزن محلول شیمیایی: ۵ (لیتر)
- ظرفیت مخزن سوخت: ۲ (لیتر)
- شدت جریان الکتریکی (چهار سلول ۱/۵ ولتی): ۶ (ولت)
- حجم محفظه احتراق: ۳۰۰ (سانتی‌متر مکعب)
- بیشینه قدرت خالص قدرت موتور: ۱۷/۵ (کیلو وات)، ۲۴/۱ اسب بخار
- بیشینه مصرف سوخت: ۱/۹ (لیتر بر ساعت)
- نرخ جریان سوخت در ۰/۸ نازل: ۷/۲ ثانیه
- فشار داخل مخزن شیمیایی: ۰/۲ الی ۰/۳۵ بار[1]
- بیشینه فشار صوتی حین مه پاشی: ۹۸ دسی بل
- دمای عملیاتی اگزوز (با دمای محیط ۲۰ درجه سانتی‌گراد)
- دما در بخش خنک کننده[2]: ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد
- دمای گازهای محترقه در خروجی رزونیتور وقتی موتور در حالت آیدل[3] است: ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد میباشد.

شکل ۵: نمونه ساخته شده مه ساز پالسی حرارتی

با توجه به ساختمان و طرز کار مدل های مختلف پالس فوگ های حرارتی چهار سیستم کلی می توان برای آنها در نظر گرفت و توضیح داد:

۱. سیستم سوخت رسانی و هوادهی
۲. سیستم جرقه زنی
۳. سیستم محلول پاشی
۴. سیستم خنک کننده

که این چهار سیستم در ادامه تشریح و توصیح داده خواهند شد.

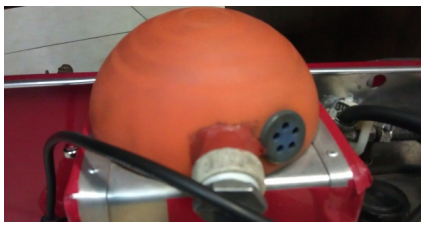
۱.۳ سیستم سوخت رسانی و هوادهی

این سیستم همزمان کار هوارسانی به کاربوراتور و جریان یافتن سوخت (معمولا بنزین) به سمت نازل سوخت می شود. همچنین به پودرشدن سوخت در آن کمک می‌کند (شکل ۶).

جهت تامین هوای اولیه احتراق نیاز است که توسط یک پمپ دستی فشار مورد نیاز بر سوخت داخل مخزن اعمال گردد. این فشار اولیه باعث می گردد سوخت به سوی نازل پاشش سوخت در محفظه احتراق جریان یابد. برای این منظور توسط کف دست فشارهای متعدد اما آرامی به پمپ دستی وارد گرده و تا روشن شدن موتور به این کار ادامه می‌دهیم (شکل ۷).

یک سوپاپ سوخت یک طرفه بین مخزن سوخت و نازل پاشش سوخت قرار داده شده است که ضمن هدایت سوخت به سمت نازل، از بازگشت سوخت به مخزن جلوگیری کرده و تنها یک جریان یک طرفه ایجاد می‌کند (شکل ۸).

شکل ۶: دهانه هوادهی به کاربراتور



شکل ۷: پرایمر دستی

شکل ۸: سوپاپ سوخت یک طرفه

پس از آنکه موتور راه اندازی شد و اولین احتراق در محفظه ایجاد گردید. گازهای محترق شده از نازل خروجی خارج می شوند. با خروج گازهای محترقه یک خله نسبی در انتهای محفظه و داخل کاربراتور تشکیل می شود. خلا ایجاد شده داخل کاربراتور دیافراگم را به عقب کشیده و هوای لازم جهت احتراق بعدی از طریق سوراخ های نازل حلقوی را به داخل کاربراتور مکش می‌کند. (شکل ۹).

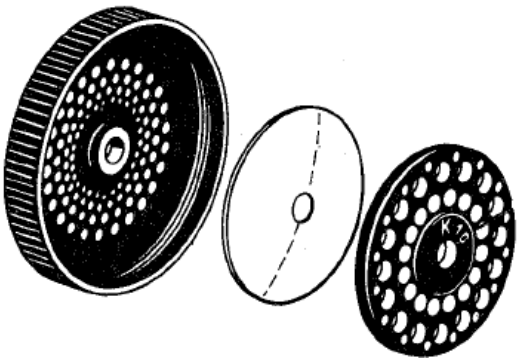
هوای مورد نیاز جهت ایجاد فشار لازم در مخزن سوخت از پمپ دستی به مخزن توسط این مجرا منتقل می‌گردد.

شکل ۹: مجرای هوادهی به مخزن سوخت

[1]bar [2]Cooling Jacket [3]Idle

جهت داشتن یک احتراق مناسب، سوخت مورد نیاز بایستی تا حد مطلوب به ذرات ریز تجزیه و با زاویه مناسب داخل کاربراتور پاشیده شود. این عمل توسط یک نازل پاشش سوخت میسر خواهد شد (شکل ۱۰).

دریچه دیافراگمی در کاربراتور شامل دیافراگم از جنس تفلون به ضخامت ۰/۰۲ میلی‌متر و صفحه محافظ سوراخ‌دار نشان داده شده در شکل ۱۱ است.

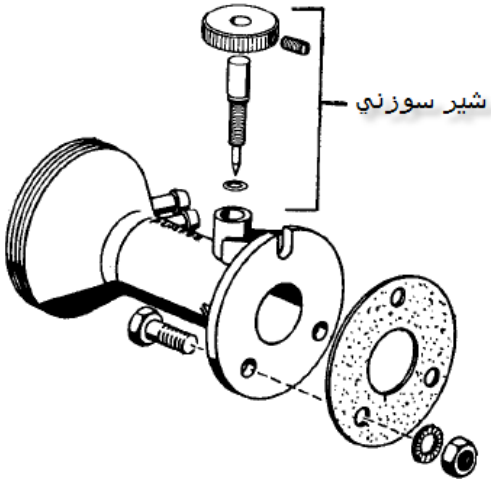


شکل ۱۱: دیافراگم و صفحه محافظ آن [۱۴]

برای اینکه بتوان میزان سوخت مصرفی را تنظیم نمود. یا بتوان مقدار سوخت تزریقی را قطع و یا وصل کرد. یک شیر سوزنی در لوله جریان سوخت داخل کاربراتور قرار داده شده است. توسط این شیر سوزنی بر سر نازل پاشش سوخت می توان بصورت دستی میزان دبی سوخت را کنترل نمود. (شکل ۱۲).

جهت جلوگیری از ورود ذرات آشغال موجود در سوخت به داخل کاربراتور یک صافی مخصوص مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هنگامی که پرایمر را با دست فشار می دهیم مقداری هوا از میان سوپاپ ها به سمت نازل هوای استارت، مجرای هوادهی به مخزن سوخت و نازل حلقوی هوا حول نازل سوخت هدایت می شود. این عمل سه نتیجه را به دنبال خواهد داشت:



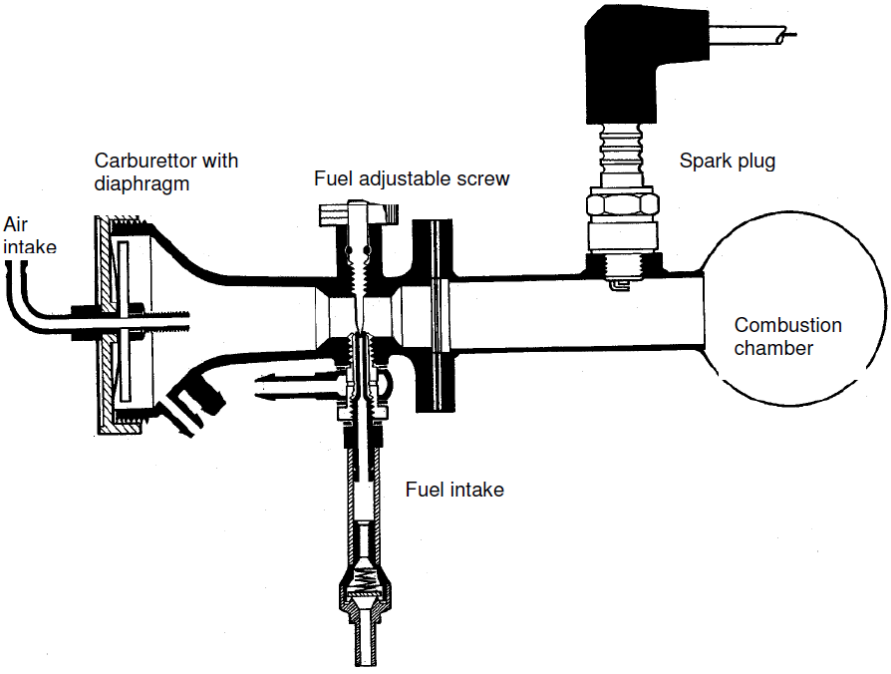
شکل ۱۲: سوزن تنظیم سوخت برروی کاربراتور [۱۴]

الف) باعث می شود تا سوخت در مجرای سوخت رسانی از مخزن به سمت نازل سوخت، از میان شیر یکطرفه، جریان پیدا کند.

ب) هنگامی که تزریق هوا حول نازل سوخت (نازل حلقوی تزریق هوا) همزمان با تزریق سوخت انجام می شود، سوخت به صورت مناسب پودر شده و برای احتراق مهیا می شود.

ج) باعث می شود هوای کافی در مرحله استارتینگ، از طریق نازل تزریق هوا، برای کاربوراتور تامین شود.

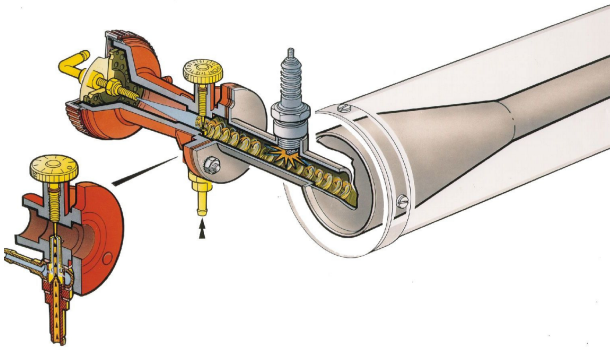
در این سیستم شیرسوزنی تنظیم سوخت در قسمت ونتوری کاربوراتور، کار تنظیم قدرت خروجی موتور، قطع و وصل سوخت رسانی به کاربوراتور وخاموش کردن موتور را نیز بعهده دارد وتنظیم آن درتعداد پالس های ایجاد شده بسیار تاثیر گذار است.



شکل ۱۰: نازل سوخت پاشی [۱۵]

۲.۳ سیستم جرقه زنی و استارت

در موتورهای پالس فوگ از این سیستم فقط در مرحله استارتینگ استفاده می شود و پس از اینکه موتور روشن شد، طی یک سیکل پیوسته همچون سیکل کاری موتورهای پالس جت دیگر به سیستم جرقه نیازی ندارند و هر احتراق به منزله جرقه ای برای احتراق بعدی می باشد.



شکل ۱۳: سیستم جرقه زنی و پاشش سوخت [۱۵]

در هنگام شروع بکار ابتدا پمپ دستی یا پریمر چندین بار فشرده می شود. با فشردن پمپ دستی علاوه بر سوخت رسانی، هوا رسانی برای مرحله استارتینگ نیز انجام میگردد. همزمان با نگه داشتن پریمردر قسمت کفی آن، سوییچ قطع و وصل جریان الکتریکی (باتری ۶ ولت نشان داده شده در شکل ۱۴) عمل می کند و باعث میشود که شمع جرقه بزند. با جرقه زدن شمع سوخت موجود محترق شده و احتراق انجام میگیرد.

۳.۳ سیستم محلول پاشی

به طور کلی این سیستم وظیفه انتقال محلول به سمت نازل مه پاشی را بر عهده دارد و شامل قسمت های اصلی زیر می باشد (شکل ۱۵):

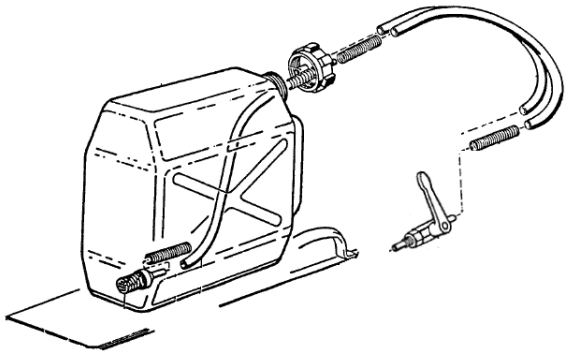
- مجرای هوا دهی به مخزن محلول
- دریچه یکطرفه
- درپوش مخزن محلول شامل دو مجرا (مجرای ورود و مجرای خروج)
- صافی مخزن محلول
- شیر قطع و وصل
- نازل مه پاشی

شکل ۱۴: باطری

در این سیستم مجرای هوادهی به مخزن محلول در روی کاربوراتور در نظر گرفته شده تا از فشار داخل کاربوراتور (حاصل از انبساط احتراق ها) استفاده کرده و باعث جریان یافتن محلول ضد عفونی کننده از مخزن به سمت نازل شود. همچنین در این سیستم بین لوله متصل به کاربوراتور و مجرای ورودی به مخزن محلول یک سوپاپ یکطرفه کار گذاشته می شود که نقش حفظ فشار در مخزن را بر عهده دارد و شیر قطع و وصل محلول مابین لوله متصل به مجرای خروجی مخزن محلول و نازل محلول قرار داده شده است تا کار متوقف کردن فرایند مه پاشی راحت تر و مطمئن تر انجام پذیرد.

برای قطع فرایند مه پاشی بهتر است که ابتدا فشار مخزن محلول آزاد شود و شیر مه پاشی قبل از خاموش کردن موتور بسته شود. در این حالت اگر موتور قبل از بستن شیر خاموش شود محلول مه پاشی با توجه به وجود فشار داخل مخزن محلول، به جریان یافتن خود و تزریق در لوله مه پاشی ادامه خواهد داد و در مواردی باعث آتش سوزی و ایجاد دوده های سیاه در کاربوراتور و محفظه احتراق خواهد شد.

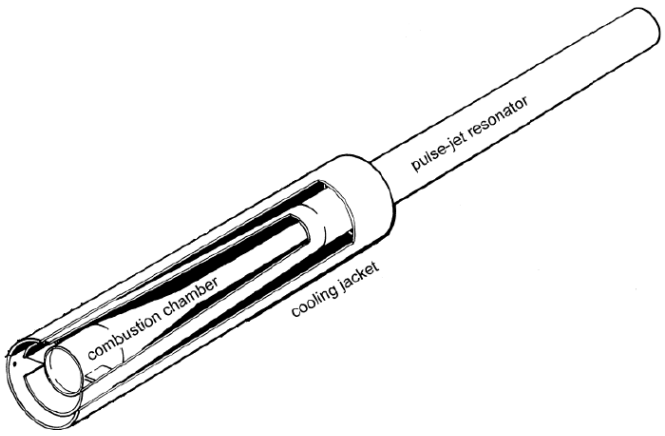
این کار را هواگیری مخزن محلول می گویند و مزیت باقی نماندن محلول در لوله های مه پاشی را به دنبال خواهد داشت.



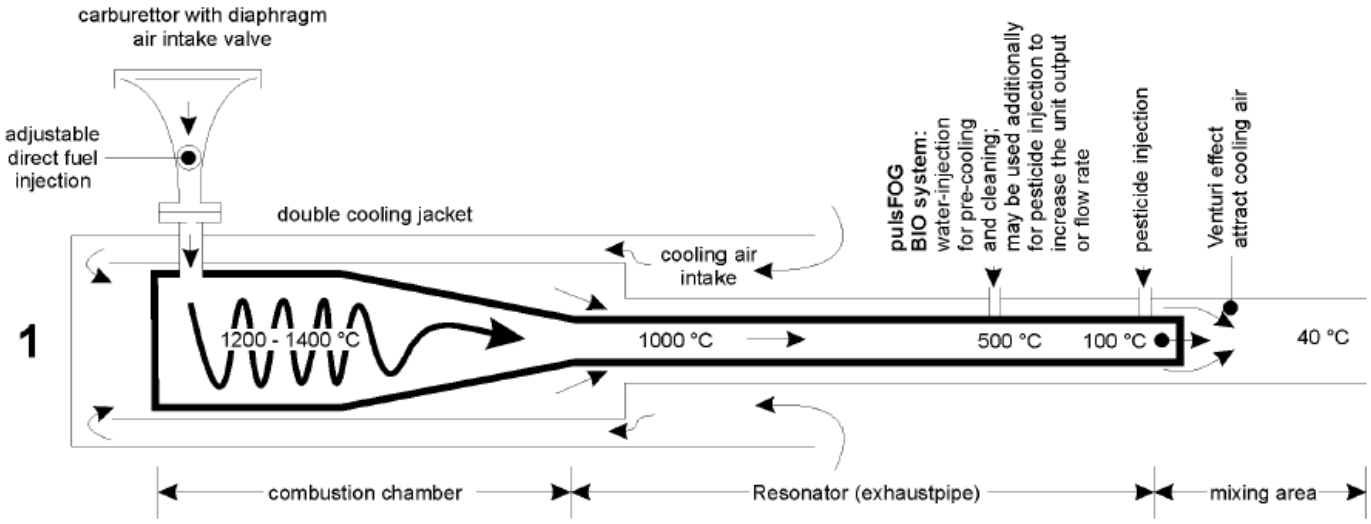
شکل ۱۵: سیستم محلول پاشی [۱۴]

۴.۳ سیستم خنک کننده

این سیستم توسط هوا، کار خنک سازی محفظه احتراق و لوله اگزوز را انجام می دهد و شامل دو پوشش استیل همراه با یک توری محافظ میباشد اشکال ۱۶ و ۱۷ جریانات هوا حول محفظه را نشان می دهد:



شکل ۱۶: سیستم خنک کننده [۱۵]



شکل ۱۷: نحوه خروج گازهای محترقه، خنک کاری و نمایش تغییرات دما داخل لوله [۱۵]

به همراه هر انفجار، علاوه بر فشار حاصل از این انفجارها که به سمت لوله اگزوز حرکت می کند. میزانی از این فشار به صورت دمش به کاربوراتور حرکت می کند و باعث می شود دریچه دیافراگمی را ببندد. همچنین از این میزان دمش یا فشار موجود در کاربوراتور که معمولا بین ۰/۳۵ الی ۰/۲ بار می باشد از طریق مجرایی در حول دریچه دیافراگمی کاربوراتور و از میان یک ولو یکطرفه، وارد مخزن ماده شیمیایی می شود. (شکل ۱۷).

این فشار باعث می شود تا مایع مه پاشی از میان یک شیر قطع و وصل[1] به سمت نازل مه پاشی انتقال پیدا کند.

۴ نتیجه گیری

هدف از این پژوهش انجام شده بررسی دقیق ساختار و اجزاء تشکیل دهنده مه ساز پالسی می باشدکه برای اولین بار در کشور ساخته شده است. از امتیاز این دستگاه نسبت به مشابه خارجی آن قیمت بسیار پایین آن می باشد و تمامی قطعات آن بصورت بومی در داخل کشور تهیه و تولید شده است. از مهمترین کاربردهای آن تولید مه با وسعت زیاد می‌باشد که در صنعت کشاورزی و دام و طیور در بسیاری از کشورهای صنعتی جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. همانطور که اشاره شد مه سازهای پالسی بر اساس قاعده کاری موتورهای پالس جت ساخته شده اند که هیچ قسمت متحرکی ندارند اما به جای دریچه های گلبرگی که در موتورهای پالس جت استفاده می شود، در مه ساز های پالسی ساخته شده از دریچه دیافراگمی برای ورودی هوای کاربراتور استفاده شده‌است.

بهترین عملکرد مه ساز پالسی زمانی است که در این دستگاه کاربراتور بتواند ایجاد مخلوطی با نسبت هوا به سوخت ۱۲ یا ۱۳ ایجاد نماید. نسبت هوابه سوخت با فاکتورهایی همچون پرده دیافراگم درپوش ورودی کاربوراتور، نازل حلقوی هوا (نازل حلقوی حول نازل سوخت قرار دارد که به پودر شدن سوخت تزریقی کمک می کند)، فاصله گپ شمع جرقه و حتی نوع سوخت می تواند تغییر کند و تنظیم شود.

این مه ساز پالسی در شرایط عملکردهای بالا محفظه احتراق (محفظه پالس کننده) ۸۰ – ۱۰۰ پالس (انفجار) در دقیقه را انجام می دهد. رسیدن به شرایط عملکردی بالا وابسته به عواملی چون عملکرد مناسب دریچه دیافراگمی هوا و تنظیم مناسب سوخت ورودی به کاربوراتور است.

برد این مه پاش بیش از ۷۰ متر می باشد، که در نوع خودش بینظیر می باشد. آزمایشات گوناگونی توسط این دستگاه در نقاط مختلف کشور انجام گرفت. از جمله در نواحی مرطوب شمال، گرم و خشک کویر و نواحی سرد سیر کشور تست های زیادی از این دستگاه بعمل آمد که در همه این تست ها نتایج بسیار مطلوب بود. لذا این دستگاه قابلیت استفاده در تمامی نقاط کشور را دارا است.

مراجع

[1] F. Westberg, “Inside the pulsejet engine”, Fredrik Westberg, 25 April 2000

[2] Pulse fog generator; https://patents.google.com/patent/US4343719A/en

[3] Colorants Industry History; www.colorantshistory.org, 2016

[4] Home made puls jet engines; www.Pulse-Jets.com

[۵] حامدی، م. نورالله زاده، ج. موتورهای انفجارضربه ای و بررسی مباحث مهم در طراحی بهینه، مجله علمی ترویجی مهندسی مکانیک انجمن مکانیک ایران، شماره۹۷، سال ۲۳، ۱۳۹۳

[6] P. K. Panicker, “The Development and Testing of Pulsed Detonation Engine Ground Demonstrators”, PhD. Thesis, The University of Texas at Arlington, 2008.

[7] E. Wintenberger, J. E. , “Shepherd. Detonation Waves and Pulse Detonation Engines”, California Inistitute of Technology, Pasadena, CA91125, 2004.

[8] R. Belini, “Ideal Cycle Analysis of a Regenerative Pulse Detonation Engine for Power Production”, PHD Thesis, Texas, 2010.

[1] Cut off valve

[9] C. Kerr, J. Reynolds, “Valveless Pulsejet Engines”, Bachelor of Science Aerospace Engineering, Califonia Polytechnic State University, United State, 2010

[10] R. E. Stevens,D. A. Roundebush, Pulse fog generator; http://www.freepatentsonline.com/4934601.html

[11] D. Stahl, S. Gmbh, Product Catalogue Stationary and Portable/Cold and Thermal Fogging Devices’Germany, 6-SEPT-2012

[12] D. K. Giles, M. Latham, G. Matthews, F. Solanelles, E. Thornhill, “EQUIPMENT FOR VECTOR CONTROL SPECIFICATION GUIDELINES” , Department of Control of Neglected Tropical Diseases WHO Pesticide Evaluation Scheme (WHOPES),World Health Organization 2010

[13] G. Jackson, “Curtis Dyna-Fog Products Professional Vector Control Equipment” Curtis Dyna-Fog a Division of B&G Equipment Company, USA, 2016

[14] W. Manitowoc, “Owners Manual Thermal Fogging Unit”, Dramm Corporation, USA, 2000

[15] D. Stahl, S. Gmbh, “Thermal Fogging Advantages of the Pulse-Jet Technology” Germany, 2011