سیستم سوخت

Fuel sys

مقدمه

سیستم سوخت در هواپیما طوری طراحی شده است که سوخت را در هر شرایط و به میزان کافی در اختیار موتورها قرار می دهد. ایمنی در نگهداری سوخت و ذخیره کردن آن یکی از موارد مهم می باشد که کاملاً به آن توجه شده است. سوختگیری و تخلیه سوخت، خارج کردن فشار بیش از حد در سیستم ارتباط مخزن با اتمسفر و حفاظت سوخت از هر نوع مواد آلاینده مواردی هستند که به آنها اشاره خواهد شد.

سیستم سوخت باید به گونه ای طراحی و ساخته شود که یک جریان سوخت پایدار با فشار مطلوب برای موتور موجود روی همان هواپیما باشد. فشار و مقدار این جریان باید برای موتورهای مربوطه و Auxiliary Powerunit یا (A.P.U) مستقر روی هواپیماهای مسافربری بزرگ در نظر گرفته و در حد کافی باشد.

سیستم سوخت و قطعات و subsystem های مربوطه به صورت مستقل برای هر موتور طراحی شده و به جز در موارد خاص سیستمهای سوخت یک هواپیما ارتباطی با هم ندارند. سیستم سوخت باید به گونه ای طراحی و ساخته شود که برای هواپیماها و مخصوصاً هواپیماهای شکاری که دارای مأموریت های پرواز به پشت، مانور، سرعت مافوق صوت عملیات اکروباتیک می باشند این سیستم کاملاً هدایت سوخت با فشار مناسب را در شرایط مهیا سازد. سیستم سوخت و قطعات مربوطه باید طبق مقررات F.A.R یا Federal Aviation طراحی و ساخته شود و در Simulator های سوخت تحت آزمایش مکرر قرار گرفته باشند.

سیستم های سوخت هر موتور مستقل بوده و در صورت اشکال در یک سیستم سوخت، سیستم های سوخت موتورهای دیگر درگیر این اشکال نخواهند شد.

در بعضی موارد می توان از سیستم های دیگر سوخت به سیستم سوخت معیوب نیز کمک انجام داد.

مخزن های سوخت در بعضی هواپیماها به صورت متعادل بین موتورها تقسیم شده و یا همه ی مخازن به مخزن مادر یا تغذیه وارد شده و از آنجا برای موتورهه تغذیه سوخت انجام می پذیرد.

متعلقات:

Filler Gaps : در پوششهای مخازن طوری ساخته شده اند که احتمال باز شدن و یا نشستی را با ضریب بالا محدود می کنند. کلمه Fuel باید روی در پوشش ها یا کنار آن حک شده باشند. گازهای موجود در داخل مخزن باید به گونه ای زدوده شوند و طوری طراحی شوند که امکان آتش گرفتن و احتراق را به حداقل ممکن برسانند.

Fuel Flow : جریان سوخت از سیستم Gravity Feed باید به گونه ای طراحی شده باشند که حداقل ۱۵۰٪ مقدار سوخت مورد نیاز زمان Take off را تأمین نماید.

پمپ های سوخت برای موتورهای پیستونی باید طوری طراحی و ساخته شده باشند که حداقل ۱۲۵٪ مقدار سوخت مورد نیاز Take off را تأمین نماید که البته این سیستم ها باید قبل از استفاده روی هواپیما مورد آزمایشهای صحیح گوناگون قرار گرفته باشند.

در گروه هواپیماهای خطوط هوایی سیستم سوخت طوری طراحی و ساخته شده اند که حداقل ۱۰۰٪ جریان سوخت مورد نیاز را در هر شرایط پروازی برای موتورها مهیا سازند. اگر یک موتور بیش از یک مخزن تغذیه شودسیستم سوخت پایه باید به گونه ای برنامه ریزی شده باشد که تغییر وضعیت دریافت سوخت از مخزنی به مخزن دیگر بیشتر از ۲۰ثانیه تأخیر نداشته باشد و فشار لازم را در مورد جریان سوخت ۱۰۰٪ تأمین نماید. (در مورد موتورهای پیستونی Reciprocating)

در مورد موتورهای Turbo Engine که بیش از یک مخزن تغذیه می شوند معمولاً علاوه بر داشتن Switching به صورت دستی سیستم سوخت آن مجهز به سیستم Switching اتوماتیک جریان سوخت

از یک مخزن به مخزن دیگر نیز می باشد. به عبارتی سیستم سوخت باید به طور کامل مجهز به این سیستم بوده تا برای خلبان و یا گروه پروازی اخطار در قطع جریان سوخت و نگرانی در مورد مخزن تخلیه شده در اثر مصرف به وجود نیاید.

در بعضی هواپیماها و یا هواپیماهای بزرگ که هر موتور دارای چندین مخزن می باشند انتقال سوخت به طرف موتور یا توسط Transfer Pump صورت می پذیرد که البته باید تمام تمهیدات بکار گرفته شود تا زمان پرواز این انتقال که معمولا همراه فشار نیز می باشد به مخزن مقصد و سایر قطعات آسیبی وارد نیاورد. مخصوصاً هنگام پرشدن کامل مخزن مقصد، مقداری سوخت غیر قابل استفاده در مخازن در نظر گرفته می شود تا خود مخزن و سایر قطعات سیستم سوخت موجود در آن حالت روغن کاری داشته و از فرسودگی در امان باشند. این مقدار سوخت که Unuseble نامیده می شود نباید از مقدار تعیین شده برای مخزن کمتر شود که این خود اولین نشانه های به وجود آمدن اشکال در سیستم و یا تغذیه موتور یا قطعات موجود در مخازن خواهد بود.

در مخازنی که انتقال سوخت از مخزنی به مخزن دیگر به طریقه نیروی جاذبه و یا وزن خود سوخت (grarity Feed) انجام می پذیرد یعنی بدون هیچ وسیله ی انتقال که معمولا توسط یک لوله راه ارتباطی برقرار می گردد غیر ممکن است که جریان سوخت به مقدار کافی و در هر شرایط صورت پذیرد.

- **Hot weather- Performance**

سیستم سوخت می بایست در شرایط آب و هوای گرم که بخار شدن سوخت می شود نیز کارایی لازم را داشته و مجهز به مکانیزمی می باشد که اشکالات موجود در دمای بالا را نیز به خوبی تحت کنترل داشته و آن را برطرف نماید.

مکانیزم سیستم باید طوری طراحی و ساخته شده باشد که جریان سوخت دردمای ۱۱۰°C یا ۴۳۰°C که احتمال بحران در جریان سوخت به وجود اورد را به خوبی جلوگیری نماید. این اشکال را اصطلاحاً Lock-Vapor می نامند و آن وضعیتی است که جریان سوخت را مختل و یا قطع نماید. این اشکال بیشتر در موتورهای پیستونی ممکن است به وجود اید. در اثر دمای زیاد مقداری از سوخت در لوله های جریان سوخت به بخار تبدیل شده در نتیجه تولید حباب در لوله ها می شود این حباب ها می تواند جریان سوخت را با مخاطره مواجه سازد.

مخازن سوخت در هواپیماهای مسافری تحت فشار هوا (Pressurize) قرار می گیرند تا از بخار شدن و تولید حباب جلوگیری شود و هم انتقال سوخت در هر شرایط پروازی به آسانی و بدون اشکال انجام پذیرد. تست کردن این گونه مخازن در حالت برخاستن و نشستن هواپیما و نیز مانورهای مختلف در هواپیماهای شکاری صورت می پذیرد تا اطمینان کامل از نحوه عملکرد سیستم سوخت حاصل شود.

Booster Pump ها که در قسمت تحتانی مخازن مستقر می باشند عامل اصلی و مهم در جلوگیری از اینگونه مشکلات می باشند. مخصوصاً مشکل Vapor Lock در سیستم های سوختی که مجهز به اینگونه پمپ ها می باشند کاملاً برطرف شده است.

- **Requirment**:

سیستم سوخت جهت در اختیار گذاردن اطلاعات لازم به گروه پروازی نیازمند داشتن تعدادی نشان دهنده از قبیل نشان دهنده ظرفیت و مقدار سوخت، نشان دهنده دمای جریان سوخت و غیره می باشد. این نشان دهنده ها باید در جایی قرار بگیرند که کاملا در معرض دید و در دسترس اعضای پروازی و خلبان باشند.

اگر مقدار سوخت غیر قابل استفاده(unusable) از مقدار تعیین شده کمتر شود (یک گالن و در بعضی هواپیماها ۵٪ ظرفیت مخزن) یک نیم دایره یا قوس قرمز رنگ در نشان دهنده مقدار سوخت نمایان خواهد شد که از عدد صفر به طرف پایین امداد خواهد داشت البته هواپیما باید در حالت پرواز Level باشد تا مقدار آن به طور دقیق تر نمایان گردد، نشان دهنده فشار که فشار تولید شده توسط Pump را در لوله ها نشان می دهد کاهش فشار سیستم را نشان داده و آن نمایانگر اشکال در سیستم یا Pump می باشد. مخازنی که به یکدیگر متصل هستند و دارای فضای خالی مشترک هستند باید به گونه ای همگام یا همراه باشند که نیازی به نشان دهنده مقدار سوخت اضافی و یا سیستم Vent جداگانه نباشند. اگر Fuel Flowmeter در سیستم وجود دارد باید مجهز به مکانیزم Bypass باشد تا در صورت اشکال در آن سوخت از کنار گذر به موتور هدایت شود. یک فشارسنج در قسمت پایین Pump در موتورهای پیستونی قرار دارد (بجز پمپ های انژکتوری) تا فشار را نشان دهد. اخطار دهنده و نشان دهنده کاهش فشار باید در معرض دید گروه پروازی باشد تا اتمام سوخت در یک مخزن، کاهش فشار در اثر خراب شدن، Pump ، یخ زدگی در لوله ها و یا وقفه و کند شدن جریان سوخت را به اعضا اطلاع دهد. اخطار دهنده می تواند به صورت چراغ یا بوق شنیداری باشد.

جنس مخازن سوخت معمولا در ۴ گروه قرار می گیرند.

۱-فلزی از جنس آلیاژ آلومینیوم (Aluminum Alloy)

۲- لاستیک مصنوعی مقاوم در برابر واکنش شیمیایی سوخت (Fuel resistant synthetic Rubber)

۳- مواد مرکب (Composite Materials)

۴- Stainless steel

انتخاب جنس و نوع مخزن ها بستگی به نوع هواپیما دارد. ماموریت هواپیما، جثه و وزن هواپیما از جمله فاکتورهاییست که نوع مخازن را تعیین می کند مثلا در هواپیماهای شکاری از مخزن های لاستیکی استفاده می کنند تا در اثر مانورهای مختلف و سرعت زیاد هنگام فرود به علت انعطاف پذیر بودن این نوع مخزن آسیبی به آنها نرسد، در ضمن سبکی این مخازن نیز فاکتور مهمی در انتخاب آنها به شمار می آید.

مخازن و قطعات مربوط به سیستم سوخت باید از موادی انتخاب شوند تا در برابر سوخت واکنش شیمیایی نداشته باشند. آلیاژ آلومینیوم بخاطر سبکی، مقاومت، محکمی و راحتی در شکل پذیری و جوشکاری آسان برای ساخت مخازن سوخت و یا سایر قطعات و لوله ها مورد استفاده قرار می گیرند. اکثر هواپیماهای مدرن امروزی از لاستیک مصنوعی برای ساخت مخازن سوخت استفاده می کنند. این نوع مخازن بسیار سبک بوده و انعطاف پذیر می باشند. دارای مقاومت بسیار خوب هنگام وارد آمدن ضربه و فشار هستند.

مخازن فلزی با یک تحت فشار هوا حدود ۵,۳ psi قرار بگیرند تا از هرگونه نشست یا تغییر شکل اطمینان حاصل شود. در شرایط مختلف پروازی در برابر اثرات ۱۲۵٪ فشار اتمسفر تست شده باشند. علاوه بر اینها مقاومت کافی در برابر تنش ها لرزه ها فشار اینرسی و فشارهای وارده به بدنه و غیره را داشته باشد که البته مواردی است که هنگام پرواز آنها انکار ناپذیر است. تست کلیه موارد به صورت مفصل در قسمت ۲۳ تا ۲۵

آئین نامه (F.A.R) توضیح داده شده است. مخازن سوخت فلزی و لاستیکی مستقر در درون بدنه هواپیما مسافربری و شکاری باید توانایی و مقاومت کافی در برابر ترکیدن و پارگی و فشارهای ناخواسته و نیروی اینرسی در هنگام hard landing و یا Emergency landing را داشته باشند.

نیروهای وارده به طرف پایین ۵,۴ و به طرف بالا ۲ و به طرف جلو ۹ و به اطراف ۵,۱ تعیین شده است و محل قرار گرفتن مخازن باید از نظر ایمنی کاملا پوشش داده شده باشند.

مخازنی که تحت فشار هوا قرار می گیرند باید موارد ایمنی لازم در نظر گرفته شده باشد تا در اثر بالا رفتن فشار و تغییرات فشار داخل و خارج مخازن به آن صدمه وارد نشود. مخزن ها باید مجهز به ظرف جمع آوری رسوبات ته نشین شده و آب موجود در سوخت باشد تا به موقع تخلیه شوند. ظرفیت این ظرف باید حداقل ۰,۱٪ ظرفیت کل مخزن مربوطه باشد که در هواپیماهای مسافربری رعایت میشود و در هواپیماهای دیگر حدود ۰,۲۵٪ تعیین شده است.

معمولاً زمانی که هواپیما روی زمین و ground شده است ظرف ها تخلیه می شوند. نقطه و محل تخلیه رسوبات و آب باید کاملا در دسترس و به راحتی و کامل تخلیه گردند. که البته در هواپیماهای پیشرفته و بزرگ به صورت اتوماتیک و در هواپیماهای دیگر به صورت manually می باشد. هر مخزن باید مجهز به فضای آزاد حدود ۲٪ ظرفیت مخزن باشند تا در اثر گرما و انبساط سوخت و گازهای تولید شده مشکلی به وجود نیاید. در هواپیماهای شکاری این موضوع مورد نیاز نمی باشد زیرا دارای سیستم Vent می باشند. مخازنی که با فشار سوختگیری می شوند دارای قطعه ای می باشند که به محض پر شدن مخزن سوخت را قطع می کند تا از OverFilling جلوگیری شود. دریچه پر کردن مخزن ها باید طوری طراحی شوند و از

ریختن آنها به داخل بال یا بدنه هواپیملا جلوگیری گردد. این نوع Filler را Fuel Tights cupper می گویند و باید لوله تخلیه یا Overbord نیز تعبیه شده باشد.

حداقل مقدار سوخت قابل استفاده در مخازن برای هواپیماهای غیر مسافربری نباید کمتر از ۰/۵ نیم ساعت پروازی با حداکثر قدرت موتورها طراحی شده باشند.

رقم حداقل مقدار سوخت در هواپیماهای مختلف است. مثلاً هواپیماهای دوموتوره سبک حدود ۲۵۰ پوند، هواپیماهای نیمه سنگین حدود ۷۰۰ پوند و در هواپیماهای Large یا سنگین حدود ۲۰۰۰ پوند می باشد. وقتی مقدار سوخت هر هواپیمایی به مقدار حداقل سوخت برسد هشداردهنده ها که شامل چراغ اخطار و صدای بوق می باشند فعال خواهند شد و به خلبان و اعضای گروه پروازی اخطار خواهند داد که تدابیر لازم باید اتخاذ شود.

روی دریچه مخازن باید کلمه Fuel حداقل مقدار سوخت مجاز و ظرفیت مخزن مربوطه باید نوشته شده باشد.

در قسمت دریچه Filling باید محل اتصال سیم گراند طراحی شده باشد تااتصال بین هواپیما و تانکر سوخت میسر گردد.

طراحی مخازن باید طوری باشد که فشار در یک منطقه متمرکز نباشد. لایه نرم و غیر قابل جذب رطوبت و غیره باید بین مخزن و محل جاگذاری آن نصب شود.

مخازن از جنس لاستیک مصنوعی (Synthetic Rubber Bladder) در محل اتصال به لوله های سوخت باید طوری تعیین شوند که مقاومت و تحمل بار روی آنها نباشد. مخازن لاستیک مصنوعی باید فشار

مثبت در قسمت فضای بالای آن vapor Space حاکم باشد تا در حات های بحرانی مثل سرعت کم، شیرجه زدن که در مواقع عادی شاید مواجه آن شود. این فشار مثبت روی سوخت توسط Ramair تأمین می شود و آن توسط VentTube حاصل خواهد شد. لوله های ارتباطی مخازن با اتمسفر را Vent می گویند. معمولاً دهانه ورودی هوا لوله های ارتباطی مخزن و اتمسفر به طرف جریان هوا قرار می گیرد تا فشار هوا در هر شرایط در مخازن حاکم باشد. توسط همین لوله مخازن همیشه تهویه شده تا گازهای حاصله از سوخت تخلیه شوند این امر در جلوگیری از انفجار و آتش سوزی بسیار با اهمیت می باشد. مخازنی که به صورت یک پارچه و عضو بدنه یا بال هواپیما نیز هستند این امر مستثنی نمی باشند. مخازن نباید در کنار موتور و یا در مجاور دیوار دیوار آتش و یا منطقه پر حرارت قرار گیرند. مگر اینکه آزمایشات لازم جهت ایمن بودن منطقه مورد تأیید قرار گرفته باشد در این صورت باید مخزن با دیواره حرارت یا دیواره آتش حدود ۵ اینچ یعنی ۱۲/۷ میلیمتر فاصله داشته باسد. مخازن نباید در قسمتی قرار بگیرند که محل اسکان مسافرین و گروه پروازی است مگر در هواپیماهای یک موتوره که طراحی آن از نظر ایمنی مورد تأیید قرار گرفته است.

در این نوع جاسازی مخازن در هواپیماهای یک موتور ظرفیت مخزن سوخت نباید بیشتر از ۲۵ گالن باشد (یا ۹۵ لیتر) که باید تهویه و خروج بو و گاز حتماً در نظر گرفته شده باشد. کلیه مخازن باید دارای سیستم Vent باشند. برای چند منظور:

۱. خروج هوای داخل مخزن هنگام سوختگیری
۲. ورود هوا به داخل مخزن هنگام مصرف
۳. خروج گازهای حاصله از سوخت به بیرون که جلوگیری می کند از انفجار احتمالی

۴. ارتباط بین فضای داخل با اتمسفر جهت تعادل در تغییرات فشار سیستم Vent باید به گونه ای طراحی و ساخته شود که دهانه ان از مسدود شدن و یخ زدگی در امان باشد و هنگام پرواز به پهلو و یا یا اوج گیری مجهز به Clime Check Value در هواپیماهای شکاری بسیار نقش ارزنده تری دارند زیرا هنگام پرواز به پشت و پرواز به پهلو و مانورهای مختلف و یا اوج گیری مانع خروج سوخت از مخازن می گردد. Screenها یا دیواره های متحرک در قسمت خروجی مخازن نصب می شوند تا از ورود اشیاء خارجی جلوگیری شود. این دیواره متحرک در قسمت ورودی Booster Pumpها نیز نصب می گردد

Type Of Fuel Tank

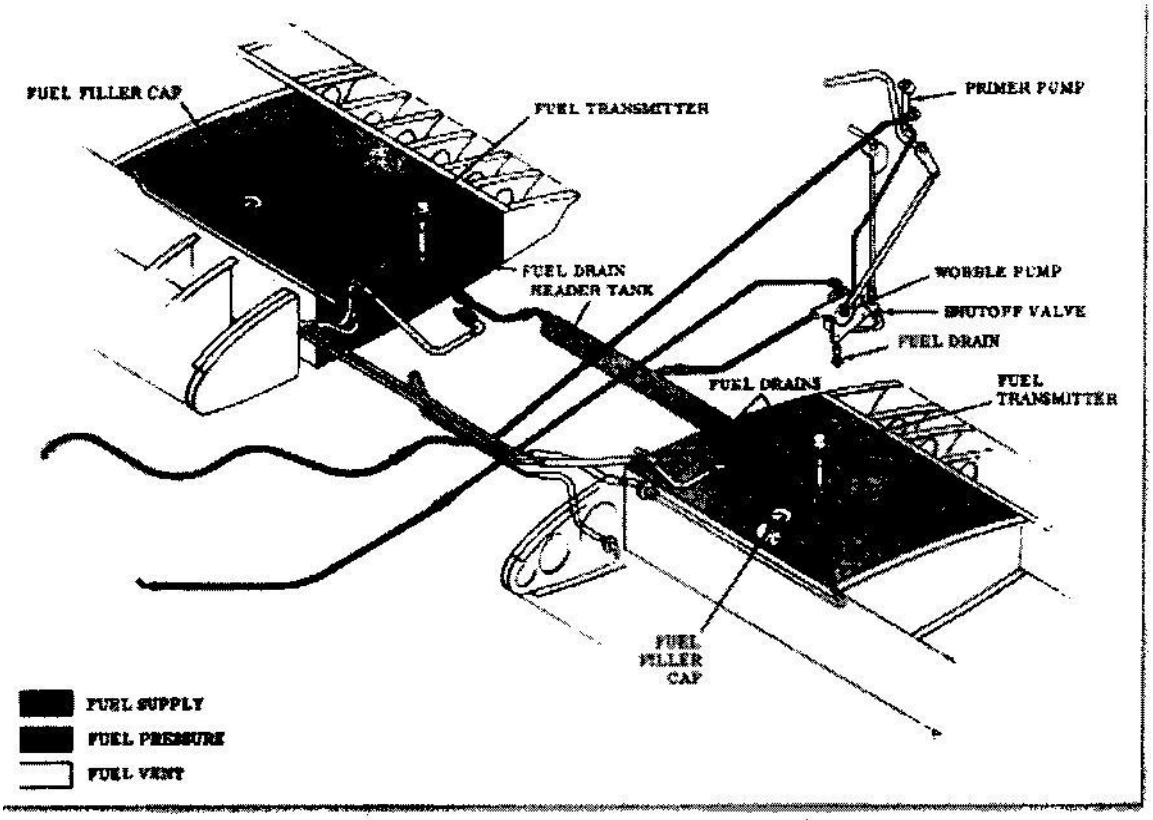
مخازن سوخت از نظر نوع، شکل، اندازه و جنس بنا به کارگیری آنها در هواپیماهای مختلف متفاوت می باشند. استفاده و انتخاب مخزن هنگام طراحی هواپیما که آن هم بستگی به جثه، مأموریت و هدف از ساخت هواپیمای مورد نظر مشخص می شود. مخازن به طور کلی به سه دسته تقسیم می شوند:

۱. مخازن Integral ثابت و یکپارچه عضو جدایی ناپذیر بال یا بدنه
۲. Rigid Removable سخت و انعطاف پذیر، قابل جدا شدن
۳. Bladder Type از جنس لاستیک مصنوعی انعطاف پذیر

۱. Integral Fuel Tanks

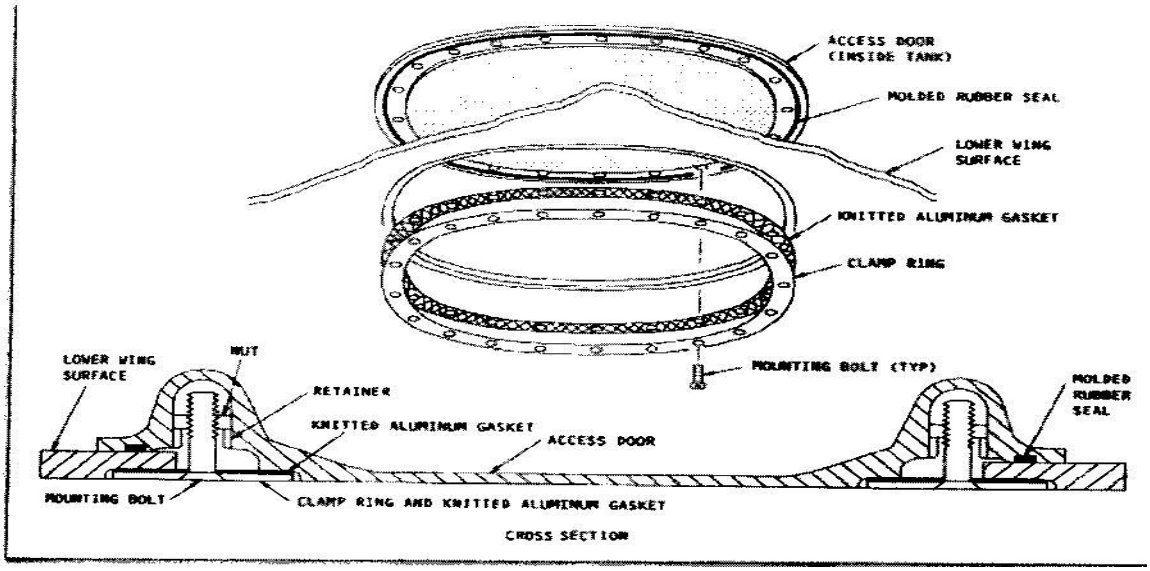
در شکل ۱-۱۵ یک نمونه از این نوع مخزن را مشاهده می کنید که عضو جداناپذیر بدنه هواپیما می باشد. این مخازن ثابت و دائمی معمولاً در ضخامت بالها و یا قسمتی از بدنه طراحی و ساخته می شود گاهاً در ضخامت Stabilizer-Horizontalها نیز ساخته می شود. این مخازن از هواپیما جدا نمی شوند و جزء

بدنه محسوب می



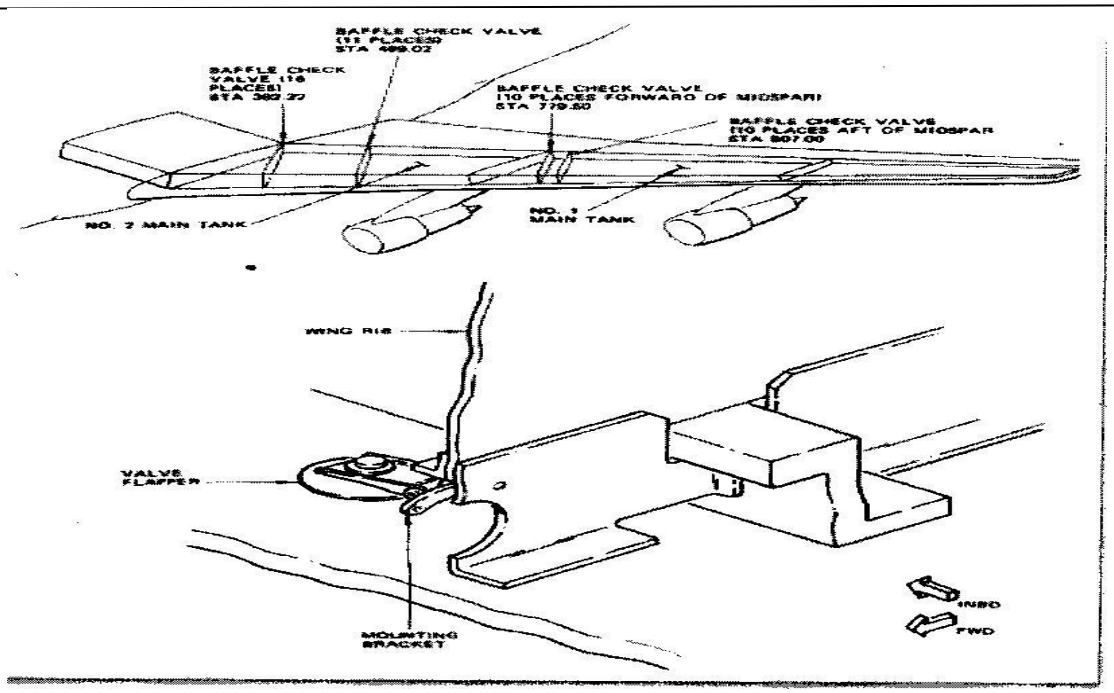
شود.

شکل ۱-۱۵



شکل ۲-۱۵

از همان عضوهای سازنده بالها مثل پوسته بال، تیرک های عمودی و افقی و قطعات سفت کننده استفاده می شود و مخزن شکل می گیرد که البته این مخازن توسط آب بندی و درزگیر کاملاً محصور شده تا ارتباط آن با محفظه های اطراف کاملاً مسدود شود. Sealها از جنس لاستیک مصنوعی بوده و وظیفه آب بندی قسمت های مختلف را بعهده دارند چه مخازنی قالب ریزی شده و چه مخازنی که درون بال برنامه ریزی، طراحی و ساخته می شوند.

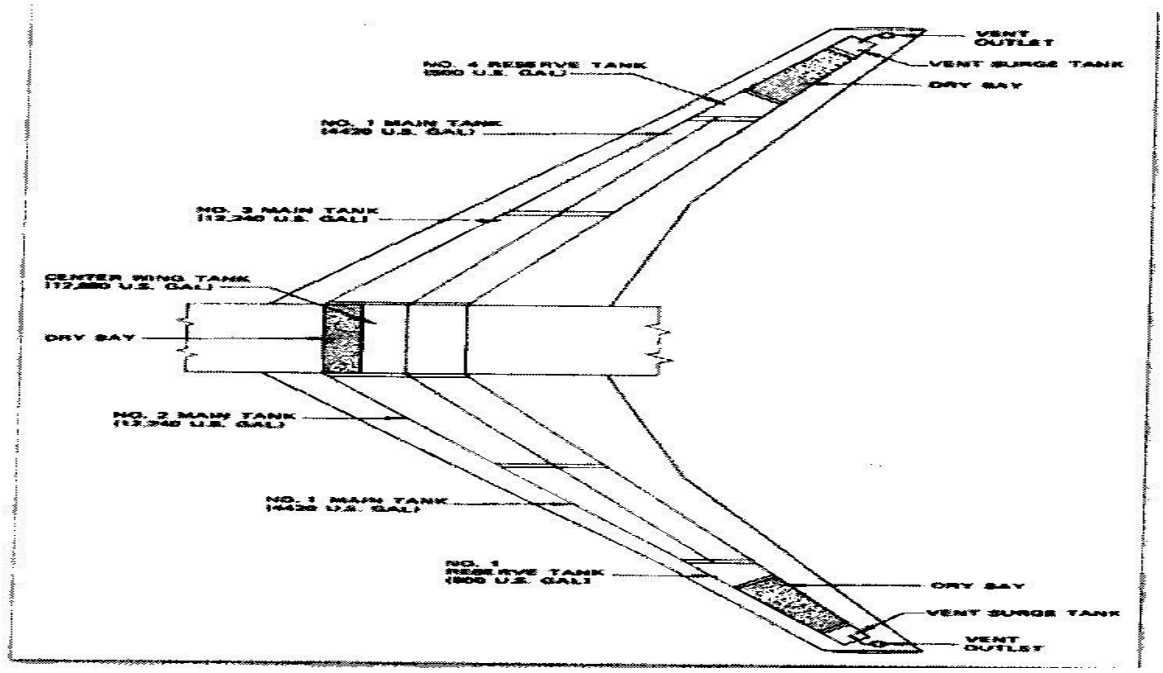


شکل ۳-۱۵

مخازن یکپارچه و ثابت معمولاً از جنس ساختمان بال یا بدنه ساخته می شوند و باید دریچه در لایه روئی آن در نظر گرفته شود تا در صورت نیاز دسترسی به آن جهت بازدید و یا پیاده و سوار کردن به راحتی میسر گردد. این مسئله در شکل ۳-۱۵ نشان داده شده است. اخطار: هنگام پیاده کردن دریچه دسترسی باید مخزن مورد نظر کاملاً تخلیه شده باشد.

Knitted Aluminum Gasket واشر یا درزبند که از الیاف آلومینیومی بافته شده جهت آب بندی و درزگیری دریچه دسترسی بکار می رود و در ضمن جلوگیری می کند از انتقال الکتریسیته ساکن به فلزی طراحی شده اند و یا بدنه،Baffles بافل ها دیواره یا حائل هایی هستند که به اندازه کافی در مخازن فلزی طراحی شده اند تا از تلاطم یا لب زدن سوخت جلوگیری کنند. هنگام حرکت و مانور سوخت با حجم زیاد در

مخازن می تواند تولید موج های زیاد کنند که برای کنترل هواپیما و تعادل آن مخاطره آمیز می باشد لذا با تعبیه این دیواره ها از این عمل جلوگیری کنند. در مخازن لاستیکی (Rubber)که Cell نامیده می شوند معمولاً از Foamیا اسفنج های مخصوصی با قطر تقریبی ۱۰ سانتی متر برای جلوگیری از تلاطم استفاده می شود.



شکل ۴-۱۵

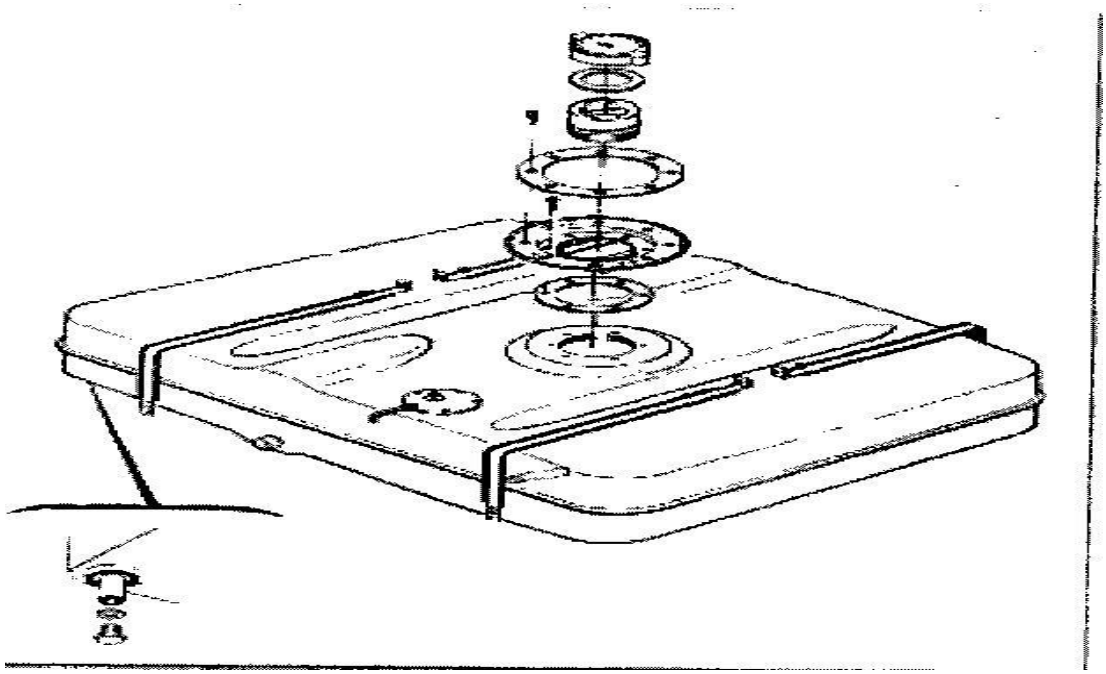
Baffle ها دارای سوراخ های متعددی هستند تا جریان سوخت در محفظ های یک مخزن به راحتی انجام پذیرد. جلوگیری از لمبر زدنم سوخت در مخازن یکی از مهم ترین مسائلی است که به آن اهمیت زیادی داده می شود. زیرا می تواند کنترل هواپیما را با مخاطره روبه رو کند.

Baffle ها ممکن است به صورت Check Value با یکطرفه طراحی شده باشند شکل ۴-۱۵ یا Check Value روی آنها سوار شده باشد این کار جهت جلوگیری از جریان و حرکت سوخت به طرف سریال ها (Wing Tips) می باشد که در اثر تغییر وضعیت پرواز هواپیما به وجود می آید. فرایند این عمل باقی ماندن سوخت در قسمت Booster Pumpها شده و پمپاژ سوخت نیز با مخاطره روبرو نخواهد شد.

وقتی یک مخزن یکپارچه (Integral) در بال طراحی می شود این نوع هواپیما را Wet Wing می نامند. این نوع بالها در اکثر هواپیماهای سبک نمایشی و هواپیماهای Turbo Jet مسافربری مشاهده می شود.

۲. Rigid Removable Tanks مخازن فلزی قابل جدا شدن

این نوع مخازن که عمدتاً از جنس آلومینیوم می باشند که کاملاً کیپ و بدون رخنه بوده و بسیار با دقت جوشکاری می شود و در جای خود که در بال یا بدنه در نظر گرفته شده مستقر می گردند. مخازن Removable در محفظه یا محل استقرار خود توسط لایه نرم پوشش و با تسمه محکم شده اند و توسط دریچه دسترسی مخزن کاملاً پوشیده می شود. البته مخازن و محفظه های آنها از محلهای نزدیک به کابین و کاکپیت به دور باشند. لوله های انتقال سوخت و (Fuel drain) تخلیه سوخت در قسمت تحتانی مخازن، سیستم Vent و همچنین Fuel Filler متعلقاتی هستند که در مخازن در نظر گرفت می شوند. این نوع مخازن در هواپیماهای سبک و کوچک و نیز هواپیماهای دارای موتورهای پیستونی مسافربری کاربرد بیشتری دارند.



شکل ۵-۱۵

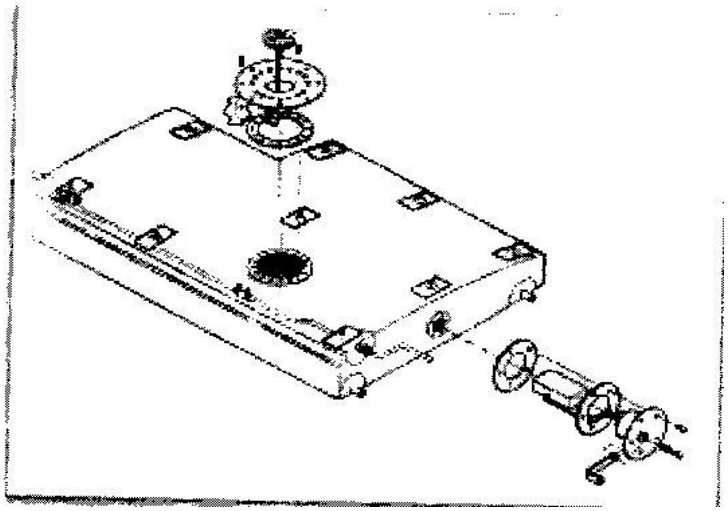
۳. Bladder Type Cells

این نوع مخازن از لاستیک های مصنوعی تقویت شده درست شده اند که در محفظه خود به صورت خاصی جاسازی می شوند این نوع مخازن قدرت و تحمل کافی در حمل سوخت را دارا می باشند که البته دارای مزیت هایی نسبت به مخازن دیگر هستند. سبکی، انعطاف پذیری، هزینه نگهداری کمتر، حمل و نقل و پیاده و سوار کردن راحت از ویژگی های این نوع مخازن می باشند.

به چندین روش در محفظه و محل استقرار خود محکم می شود:

۱. توسط طناب های مخصوص
۲. توسط دگمه شدن
۳. چفت شدن بالکهای آن در محل مورد نظر که بستگی به جثه و نوع هواپیما طراحی می شود.

در هواپیماهای شکاری Cellها معنای بهتری پیدا می کنند اولاً کلیه هواپیماهای شکاری از این نوع مخزن استفاده می کنند بخصوص در بدنه هواپیما این Cellها تقریباً حجم بدنه را اشکال می کنند و به ترتیب با کد مخصوص در کنار هم قرار می گیرند و توسط طناب های مخصوص به طرز خاصی به قلاب های اطراف محفظه Fuel Cell Compartment بسته و محکم می شوند Cellها با کف هواپیما حدود ۴ اینچ فاصله دارند تا در اثر Hard Landing و یا Crash کردن هواپیما دچار ضربه و پارگی نشوند. Cellها در هواپیماهای شکاری از نوع Self Sealing می باشند به زبان عامیانه یعنی خود آببند یعنی هنگام اصابت گلوله محل حادثه پس از از یک وقفه کوتاه مسدود می گردد و از خارج شدن سوخت و آتش سوزی جلوگیری می گردد. در صورتی که در هواپیماهای مسافربری و غیره Cellها از نوع non self sealing بوده و نیازی به این مکانیزم نمی باشد.



Cellها عموماً توسط تارپودی از نخهای نازک نایلونی در ضخامت تقویت شده و در برابر ضربات و تنش های مختلف استقامت خوبی از خود نشان می دهند. در Cellهایی که ارتفاع و حجم نسبتاً زیادی می باشند اسفنج های مخصوصی به قطر تقریبی ۱۰ سانتی متر جاسازی می شوند تا از تلاطم سوخت جلوگیری گردد. این اسفنج ها که ضد آتش می باشند در برابر واکنش شیمیایی سوخت کاملاً مقاوم بوده .و از جنس نوعی پولیستر می باشند که سوخت را در داخل خود ذخیره نمی کنند و مانعی برای به مصرف رسیدن سوخت ایجاد نمی کنند. این اسفنج ها دارای شماره های مخصوص خود هستند که باید در جای خود قرار بگیرند به علت وجود لوله ها و قطعات مختلف در داخل Cellها این اسفنج ها دارای شکل خاص مخصوص خود می باشند در این صورت باید به دستورالعمل جاگذاری آنها توجه گردد. البته مثل خیلی از قطعات هواپیما Time change بوده که پس از یک ساعت مقرر از پیش تعیین شده باید تعویض گردند مثلاً ۱۰۰۰ ساعت کارکرد و یا مدت تعیین شده مثلاً یکسال کار کرد

.

۴. Surge Tanks یا مخازن سر ریز در اثر موج زدن سوخت

این مخازن معمولاً در هواپیماهای مسافربری و یا باربری بزرگ طراحی شده اند و همانند مخازن integral یا یکپارچه با بال یا بدنه هستند. معمولاً خالی هستند و سر ریز مخازن دیگر به این مخازن هدایت می شوند سرریز شدن یا در اثر انبساط سوخت و یا هنگام سوخت گیری (Refueling) به وقوع می پیوندد. این مخازن جزء جدائی ناپذیر سیستم Ventهستند، که در هواپیماهای شکاری در مسیر لوله های Vent یک لوله هدایت شده و توسط یک Drain Value مستقر در قسمت انتهایی این لوله در هر بازدید می توان با فشار دادن دکمه Drain Value آن را تخلیه نمود، و در قسمت نوک بال قرار دارند قطرات حاصل از گازها و نیز سرریز بالها به این مخزن هدایت شده و از قسمت Outletخارج می گردند

۵. External Fuel Tanks مخازن خارجی

External Fuel Tanks یا مخازن خارجی به Tank هائی اطلاق می شود که زیر بالها و بدنه به صورت معلق وصل می شوند. هواپیماهایی از این مخازن استفاده می کنند که مقدار سوخت مخازن داخلی خود کفاف مسیر پیش نهاد شده را نمی دهد. برای اینکه تا هدف مشخصی شده با کمبود سوخت مواجه نشود از این مخازن استفاده می کنند که به راحتی قابل وصل و پیاده شدن می باشند. دوکی شکل بوده تا در برابر الیاف هوا کمترین مقاومت را داشته باشد. بخاطر شکل تخم مرغی آنها اصطلاحاً به Tankهای Oval معروف هستند. به عبارت ساده تر می توان اینگونه تعریف کرد که مخازن خارجی جهت حمل مقداری سوخت اضافی برای طی کردن مسافت طولانی تر بکار گرفته می شوند.

سوخت این مخازن مستقیماً به موتورها هدایت نمی شوند بلکه به مخازن سیستم سوخت داخلی منتقل شده و سپس به مصرف می رسند. انتقال سوخت از مخازن خارجی به مخازن داخلی هواپیما به دو روش صورت می پذیرد اول توسط پمپ که به آنها Transfer Pump می گویند، دوم توسط فشار هوا یعنی Pressurize کردن آنها که معمولاً هوای مورد نیاز از Bleed air کمپروسور موتورها تأمین می گردد. مخازن خارجی حدود ۱۱-۲۲ psi تحت فشار هوا قرار می گیرند و هرگاه خلبان اراده کند می تواند با باز کردن Shut Off Value های هر یک از مخازن خارجی آنها را به مخازن داخلی هدایت کند. البته روش جاری بر این است که به محض Take Off و قرار گرفتن در حالت Level باید سوخت مخازن خارجی را انتقال دهیم و به پایان پرواز اتکا نکنیم زیرا ممکن است در انتقال سوخت اشکال و ابهامی به وجود آید که انجام مأموریت را با مشکل مواجه خواهد کرد. پس همان اوایل دقایق پرواز باید تکلیف آنها مشخص گردد.

داخل این مخازن دارای شبکه های فلزی می باشد تا از تلاطم زدن سوخت جلوگیری شود در این مورد قبلاً بحث شده است، قطعات مختلفی درون این مخازن جاسازی شده اند تا نگهداری و انتقال به گونه ای عملی انجام پذیرد.

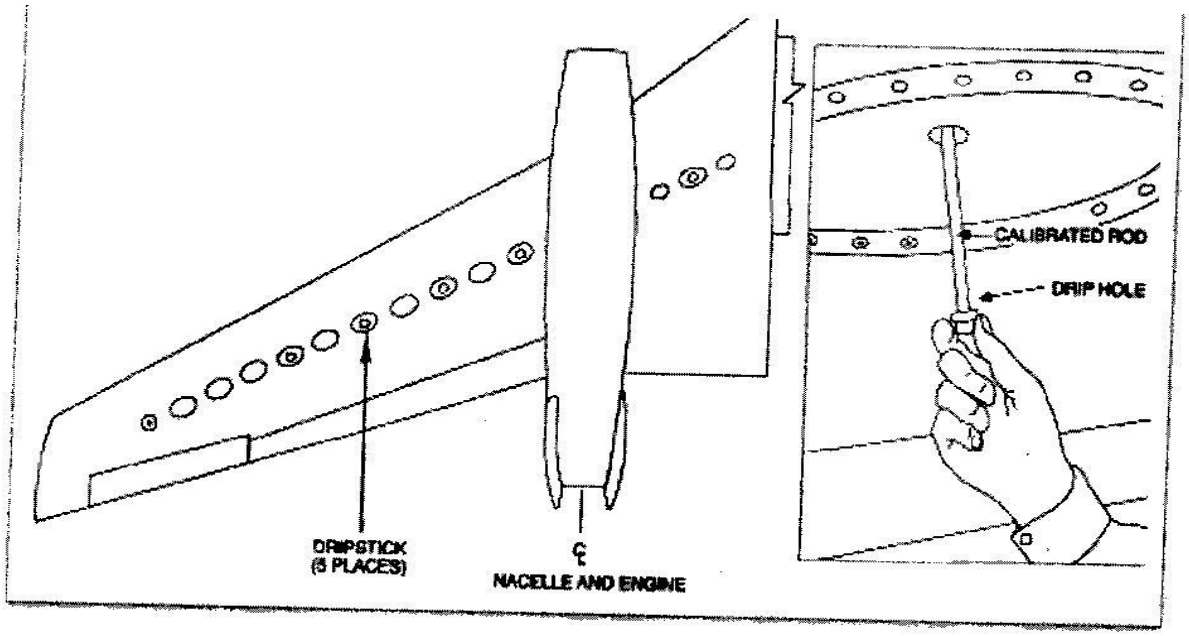
قطعات مختلفی درون این مخازن جاسازی شده اند تا نگهداری و انتقال به گونه ای عملی انجام پذیرد.

قطعات عبارتند از:

۱. Shut off Valveجهت باز یا بسته کردن مسیر سوخت به طرف مخازن داخلی
۲. Pilot Value این قطعه در قسمت فوقانی مخزن مستقر بوده و هنگام سوختگیری سطح سوخت را کنترل می کند و به محض پر شدن مخزن مربوطه جریان سوخت را قطع خواهد کرد.
۳. لوله های مربوط به انتقال سوخت و ورود سوخت هنگام سوختیگری
۴. نشان دهنده شیشه ای روی بدنه که هنگام پر بودن کلمه پر بودن کلمه Full و زمان خالی شدن کلمه Empty روی آن مشاهده می شود.
۵. Transfer Pump که جهت انتقال سوخت بکار گرفته می شود.
۶. Float SW که در قسمت تحتانی مخازن متصل بوده و زمانی که مخزن خالی می شود چراغ خبر در داخل کابین را روشن می کند. این مخازن در هواپیماهای شکاری به علت نوع مأموریت متداول تر می باشد. محل اتصال این مخازن : ۱- نوک بالها که به آنها Tip Thank می گویند. ۲- زیر بالها یا Poly Tank و ۳- زیر بدنه در هواپیماهای مختلف بنا به جثه آنها متفاوت می باشد ولی به طور کلی می توان گفت کوچکترین آنها حدود ۲۵۰ U.S.G یعنی تقریباً ۱۰۰۰ لیتر و بزرگترین آنها

حدود ۱۰۰۰ U.G.S تقریباً ۴۰۰۰ لیتر می باشند. جنس آنها ار آلیاژ آلومینیوم بوده و در برابر فشار هوا بسیار مقاوم می باشند.

یک Value روی بدنه این مخازن در نظر گرفته شده تا اختلاف فشار داخل و خارج مخزن را متعادل سازد البته باز می شود که فشار بیرون از فشار بیرون بیشتر از فشار داخل شود چون در غیر این صورت باعث له یا مچاله شدن مخزن خواهد شد.



شکل ۷-۱۵

Pylon رابطه بین بالها و هر نوع محموله خارجی است. مخازن خارجی توسط Pylonها به زیر بالها و بدنه هواپیما متصل می شوند در بعضی از هواپیماها که موتور هواپیما به زیر بال یا بالای سکان افقی متصل هستند توسط Pylon این اتصال صورت می پذیرد. در هواپیماهای شکاری نیز کلیه مهمات، مخازن خارجی وغیره توسط Pylon یه هواپیما متصل می شوند.

Pylonها تیرک هایی هستند که خود یک مکتنیزم بسیار پیچیده هستند و مجهز به کلیه وسایل و موارد مورد نیاز جهت برطرف کردن نیازهای محموله خارجی هستند، کابل برق، لوله های انتقال سوخت، سیستم انتخاب، فکم های نگهدارنده و مهره های محکم کننده و غیره که در Pylonها طراحی شده اند. خود Pylonها نیز توسط پیچ و مهره های مخصوص به زیر بالها و یا بدنه متصل می شوند و می توان خود آنها را نیز پیاده و سوار نمود. مخازن خارجی را می توان در صورت ضرورت در پرواز هواپیما جدا نمود این نوع مخازن را Jettisonable می گویند که البته دستورالعمل خاص خود را دارد.

- **Fuel Tank Dipstic**

علاوه بر نشاندهنده سوخت که در داخل کابین به صورت دقیق و بدون اشتباه مقدار سوخت را نمایش می دهد، یک میله مدرج نیز در چند نقطه زیر بالها طراحی شده که با بیرون کشیدن این میله می توان مقدار سوخت هر سیستم یا هر مخزن و یا مقدار سوخت کل هواپیما را روی ان مشاهده کرد. (مانند Dipstick روغن اتومبیل)در هواپیماهای کوچک نیازی به این مکانیزم نیست و با باز کردن دریچه هر مخزن می توان مقدار سوخت هر مخزن را مشاهده نمود ولی در هواپیماهای بزرگ این عمل امکان پذیر نبوده و به همین علت Dipstick روی آنها طراحی شده است. شکل ۷-۱۵ این میله ضد الکتریسیته بوده و چک کردن مقدار سوخت روی زمین را میسر می سازد. تشکیل شده از یک میله فایبر گلاس تو خالی که روی آن به واحد هایی مختلفی مدرج شده واحدهایی مثل لیتر، اینچ، گالن، کیلوگرم بدون قفل شدن در جای خود قرار می گیرد و باید به آهستگی آن را بیرون کشید تا نوک آن با سطح سوخت هم تراز شود. سوخت از قسمت نوک انتهایی آن وارد لوله تو خالی شده، مقدار جاری شده مقایسه ای خواهد بود با ظرفیت موجود، که اطلاعات و نحوه خواندن ان توسط یک پلاکارت کنار آن راهنمایی خواهد نمود. جدا شدن این میله مدرج با ریختن یا خالی کردن سوخت آن مخزن همراه نخواهد بود، در

آن محل مخزن مجهز به یک Check Value یا (یکطرفه ثابت) می باشد که از خروج سوخت جلوگیری می کند. البته این میله مدرج همانند نشاندهنده داخل کابین کاملاً دقیق و بدون خطا نیست. هنگام استفاده از آن هواپیما باید در وضعیت تراز و Level باشد.

یادآوری می شود که در هواپیماهای شکاری این مکانیزم وجود ندارد برای اطلاع از مقدار سوخت وقتی هواپیما خاموش و روی زمین است می توان سوئیچ باطری هواپیما را به حالت ON قرار داده و عقربه نشان دهنده فعال خواهد شد و می توان از مقدار دقیق سوخت اطلاع حاصل نمود.

Fuel System Components

سیستم سوخت دارای قطعات مختلفی می باشد که این قطعات بکار گرفته می شوند تا سوخت را از مخازن به موتورها تحت یک فشار و جریان مناسب هدایت کنند. این قطعات در انواع مختلف و در کارخانه های متفاوت طراحی و ساخته می شوند که البته هدف و کارکرد آنها هدف مشترکی را دنبال می کنند مکانسین هواپیمای مورد نظر می بایست در مورد قطعات و سیستم های مختلف آن هواپیما آگاهی کامل و کافی را داشته باشد تا تعمیر و نگهداری به نحو مطلوب و بدون نقص صورت پذیرد.

۱. پمپ سوخت Fuel Pump

وظیفه پمپ ها حرکت و هئایت سوخت از مخازن به موتورها یا از مخزنی به مخزن دیگر و یا برگردان سوخت اضافی از موتورها مخازن می باشد.

قوانین کارکرد پمپ ها در سیستم های مختلف مثل هیدرولیک، سوخت، آب و غیره همسان می باشد ولی در پمپ های سوخت بعلت قابل اشتعال بودن سوخت در ساخت پمپ از مواردی استفاده می شود تا خطر آتش سوزی و یا ایجاد جرقه را از بین ببرد.

پمپ ها براساس هدف و کارکرد آنها به سه دسته طبقه بندی می شوند:

۱. Booster Pump هدایت سوخت از مخازن به موتور

۲. Scavenge Pump ارسال سوخت

۳. Cross Feed Pump

باید دانست که نوع هر پمپی با هدف آن باید سلزگار باشد یعنی در حقیقت برای هدف مشخص پمپ مناسب آن انتخاب شود. در مباحث زیر طبقه بندی پمپ ها را نسبت به رویه کارکرد آنها خواهیم شناخت.

الزامات پمپ ها Fuel Pump Reguirment

در هواپیماهای موتور پیستونی و موتور جت یک پمپ اصلی و یک پمپ اضطراری جهت ارسال سوخت به موتور الزامی می باشد.

ظرفیت پمپ ها باید به گونه ای باشد که بتواند کلیه موتورهای هواپیما را در هر شرایط پروازی تغذیه نماید.

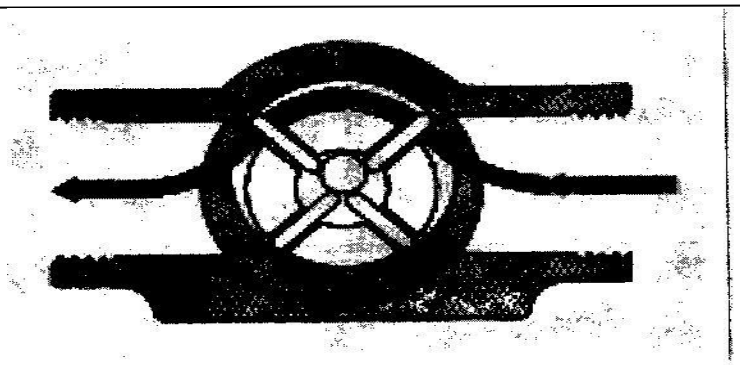
برای هر یک از موتورها حداقل یک عدد پمپ اصلی Main Pumpمورد نیاز می باشد. کلیه هواپیماهای موتور پیستونی به علت نداشتن سیستم Feed Gravity وجود پمپ اصلی الزامی می باشد.

نیروی محرکه با Input هر Main Pump باید کاملاً مستقل بوده و هر Pump نیز مجهز به مکانیزم bypass باشد تا در صورت خراب شدن پمپ از مسیر bypass سوخت به موتور مربوطه تغذیه شود.

Pumpهای اضطراری باید به گونه ای طراحی و در دسترس باشند تا به محض از کار افتادن پمپ اصلی فعال شده و از وقفه در ارسال سوخت جلوگیری کنند. نیروی محرکه برای پمپ های اضطراری نیز باید کاملاًمستقل باشند.

Main Fuel Pump روی موتور سوار بوده و سوخت را بافشار به محفظه احتراق موتور راهنمایی می کند

نیروی محرکه Main Pumpها نیروی دورانی موتورها را با فشار به محفظه احتراق موتور راهنمایی می کند نیروی محرکه Main Pump ها نیروی دورانی موتورها می باشند، نیروی دورانی خود را از نیروی دورانی موتورها دریافت می دارند.



شکل ۸-۱۵

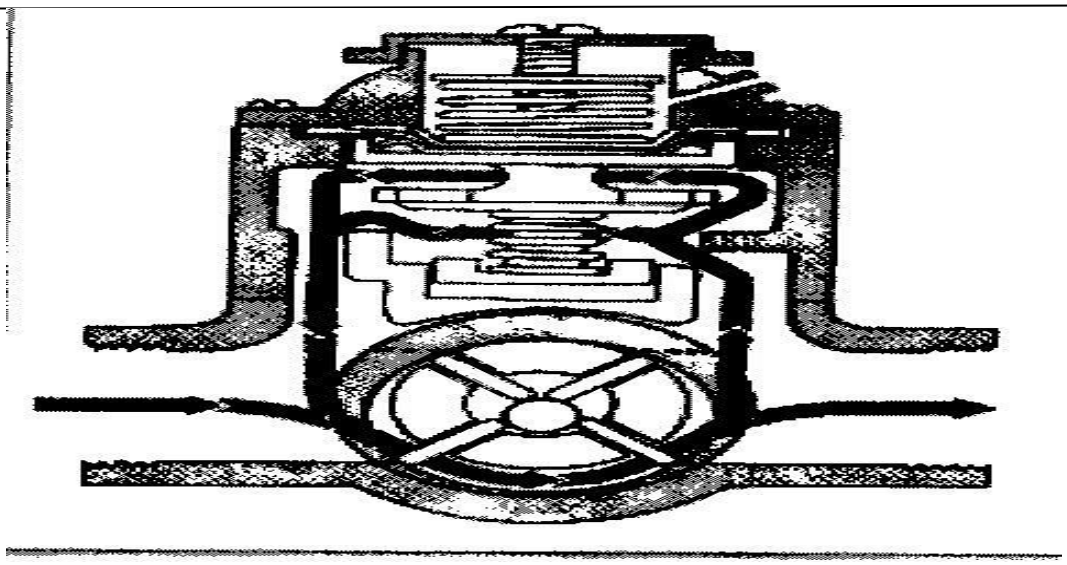
انواع پمپ ها:

Battery Fly Pump= Vane Type Fuel Pump

پمپ پرده ای:

یکی از مناسب ترین پمپ های سوخت محسوب می شود همانند همین نام پمپ در سیستم هیدرولیک نیز بکار گرفته شده است. شکل ۸-۱۵ Rotor پره های متحرک را در خود نگه داشته و توسط یک محور (axis) به صورت مختلف المرکز نسبت به پوسته داخلی در حال گردش می باشد. سوخت وارد قسمت داخلی و توسط پره ها تحت فشار قرار می گیرد و سپس به قسمت خروجی هدایت می گردد. تعداد پره ها در پمپ های مختلف می تواند از ۲ الی ۶ پره متغیر باشد، پره ها توسط pin aligning به (axis) محور متصل است. این نوع پمپ ها انواع گوناگون دارند از قبیل Diaphragm type siphon type و با توجه به طراحی های مختلف Vane Type Pump ها دارای بازدهی و کارکرد مشابه هم هستند.

توضیح اینکه Gravity Feed یعنی حرکت سوخت به طرف موتور توسط نیروی Gravity یا نیروی جاذبه یا واضح تر سوخت بدون روشن بودن پمپ با وزن خود به طرف موتور حرکت می کند. برای این منظور در پمپ ها دریچه ای با همین تام طراحی می شود تا در صورت خراب بودن پمپ سوخت با وزن خود آن دریچه را باز نموده به طرف موتور هدایت می شود که البته ارتفاع کم باشد تا سوخت دارای وزن کافی باشد. اگر مجبور به پرواز در ارتفاع باشیم از روش دیگری بنام Cross feed استفاده نموده موتور مربوطه را تغذیه می کنیم.

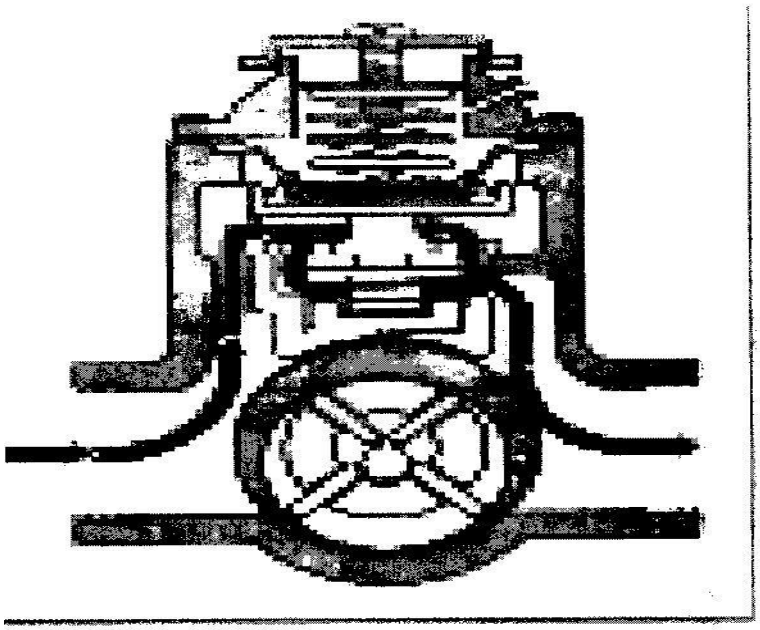


Variable Volume Pump

این پمپ نیز از گروه پمپ های پره ای می باشد و دارای بازدهی از نظر مقدر متغیر و از نظر فشار ثابت یا پایدار می باشد. مقدار سوخت ارسالی بنا به نیاز کاربراتور تنظیم و فرستاده می شود. این نوع پمپ طوری طراحی شده که توانایی و قدرت ارسال سوخت بیش از حد نیاز موتورها را دارا می باشد. همانطور که قبلاً نیز اشاره شده سوخت وارد قسمت داخلی این پمپ شده و توسط پره های (siliding vans)متحرک و غیر متحد المرکز تحت فشار قرار گرفته و به Outlet راهنمایی می گردد. وقتی فشار داخل پمپ بیش از حد از پیش تعیین شده برشد Relief Value به طرف بالا با فشار تغییر مکان داده و فشار اضافی سوخت را به قسمت تداخلی پمپ هدایت خواهد نمود. این Relief Value از نوع spring loaded یعنی تحت فشار فنری می باشد. این value دارای دیافراگمی است که دو کار مهم انجام می دهد.

۱. آماده سازی راه خروجی به اتمسفر یا به Supper Changer جهت تخلیه فشار اضافی و برقراری عملیات متعادل سازی فشار.

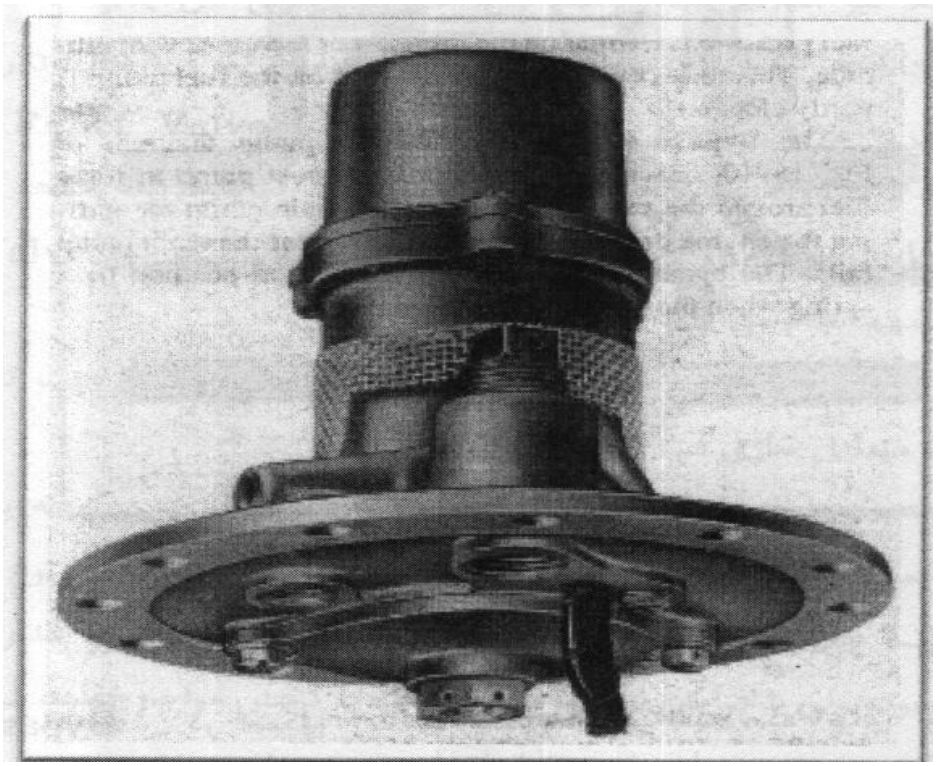
۲. کمک به نگهداری یک Discharge Pressure پایدار بدون توجه به تغییرات فشار در قسمت مکنده پمپ، زمانی که یک Relief Value یا سوپاپ اطمینان از نوع دیافراگمی در پمپ استفاده شده یاشد خلبان ممکن است گله و شکایت داشته باشد از اینکه فشار سوخت روی زمین نرمال و طبیعی بوده ولی با افزایش ارتفاع، فشار سوخت با کاهش مواجه خواهد شد. و این زمانی اتفاق می افتد که مکانیزم خروجی هوا در پمپ تا اندازه ای مسدود شود.



Bypass Value: در شکل ۱۰-۵ نشان داده شده که برای پمپ های تقویتی یا (booster pump) ها فشاری در اطراف پره ها ایجاد می شود تا عاملی جهت استارت زدن پمپ شده و یا در زمان اضطراری پمپ را به کار اندازد. این زمانی است که پمپ اصلی از کار افتاده باشد. Value bypass توسط فشار فنر در حالت بسته نگه داشته یعنی زمانی که پمپ در حال کار کردن می باشد.

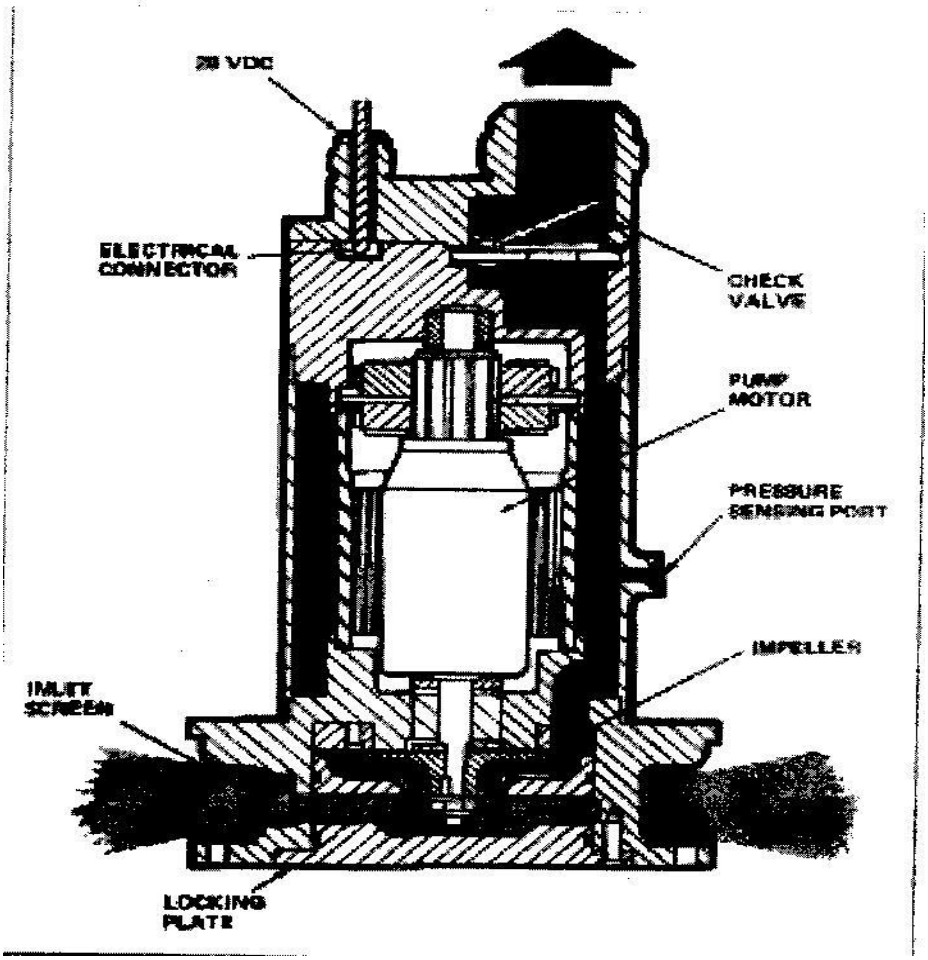
البته یاداوری می شود که نکات ریز و جزئیات را باید به صورت مستقیم مشاهده نموده تا از نحوه کارکرد آنها آگاه شویم سپس ب صورت بحث تئوری ارائه گردد. بازگو کردن و نحوه عملکرد بعضی از سیستم ها تقریباً غیرممکن می باشد. در مباحثی از این قبیل در این کتاب سعی شده به صورت کلی و تقریباً عمیق به مسائل پرداخته شود ولی برای بدست آوردن اطلاعات در حد تعمیر و بازیابی نیاز است. که از نزدیک با کارکرد این قطعات در سیستم ها آشنا شد.

Relief Value: این ولو جهت تخلیه فشار بکار گرفته می شود تا موازنه یا متعادل کردن فشار را برقرار نماید. دارای فنری فشرده می باشد. تغییرات فشار را احساس نموده و عمل موازنه و یا تخلیه فشار اضافی را انجام می دهد.



محفظه ای که دیافراگم را در خود جای داده است توسط لوله سوراخ دار باریک به لوله خروجی هوا (Vent Line) متصل شده است. همزمان با اوج گیری هواپیما و افزایش ارتفاع فشار اتمسفر روی سطح سوخت در مخازن کاهش پیدا خواهد کرد. در نتیجه در قسمت ورودی پمپ با کاهش حجم سوخت مواجه خواهیم شد. برای جبران این کاهش، دیافراگم شیر اطمینان (Relief Value) به بالا متمایل شده و فشار Ram air یا اتمسفر را هدایت می کند. به داخل مخازن سوخت و کمبود فشار اتمسفر را جبران می کند و بعضی دیافراگم ها این هوا را به داخل مخازن کاربراتور هدایت نموده و این مساله باعث افزایش فشار Ram air خواهد شد. برای درک دقیق تر باید با نحوه کارکرد این پمپ از نزدیک با آن روبرو شد.

یک پیچ تنظیم نیز روی Pump قرار داده شده که می توان با پیچاندن آن فشار را در پمپ تنظیم نمود.


28 VDC
ELECTRICAL CONNECTOR
CHECK VALVE
PUMP MOTOR
PRESSURE SENSING PORT
IMPELLER
INLET SCREEN
LOCKING PLATE

شکل ۱۱-۱۵

- **پمپ های سلانتریفیوژی Centrifugal Pump**

عملکرد این نوع پمپ ها به صورت نیروی گریز از مرکز می باشد. هدایت سوخت را از مخزن به موتور و یا از مخزنی به مخزن دیگر را بعهده دارد. این پمپ ها توسط نیروی الکتریکی کار می کنند.شکل ۱۱-۱۵ که می تواند به صورت سرعت ثابت و یا سرعت ثابت و یا سرعت های مختلف قابل تنظیم یا تغییر باشد که توسط نیرو یا محرک گریز از مرکزی سوخت را به قسمت خروجی با فشار هدایت می کند. شکل ۱۰-۱۵ این نوع پمپ طوری طراحی شده اند که گونه ای از آن می تواند در خارج از مخزن قرار گرفته و توسط موتور برقی کار می کنند و گونه ای از آن می تواند در داخل مخزن غوطه ور در قسمت انتهایی با پیچ و مهره محکم شده باشند. گونه غوطه ور را اصطلاحاً Submeged Pump می نامند. این برق توسط generatorها یا مولد برق خود هواپیما تأمین می گردد. مجهز به سیستم gravity Door می باشند تا در صورت خراب شدن پمپ سوخت با وزن خود به طرف موتور هدایت شود که البته در ارتفاعات پایین تر که gravity بر وزن اثر بهتری دارد هدایت مطلوب تر انجام می شود. عموماً هواپیماهای Turbo Jet مسافربری و هواپیماهای بزرگ و شکاری از این نوع پمپ ها استفاده می کنند. این دریچه مکانیزم Bypass را که در پمپ های قبلی وجود داشت را حذف می کند. سوار و پیاده کردن آن راحت و حتی بیرون از مخزن هم می توان آن را بکار انداخته و تست نمود.

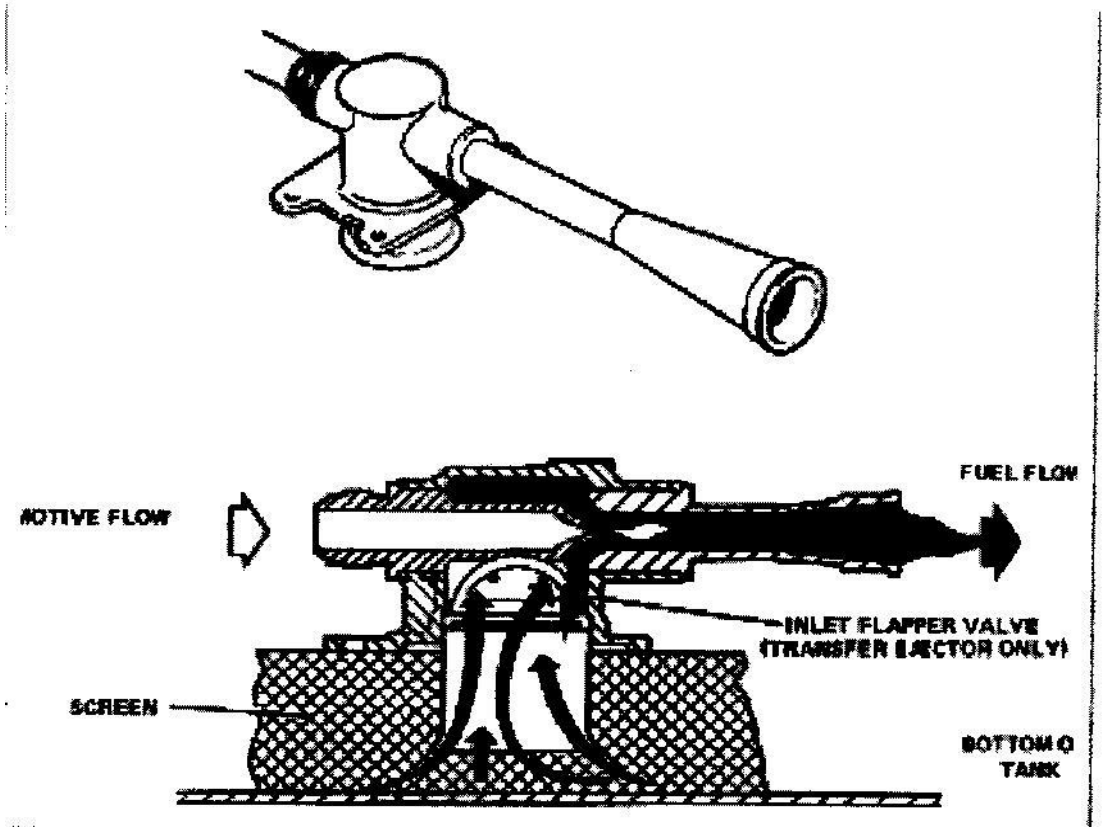
Ejector Pump

این پمپ به علت داشتن خاصیت مکش اولاً مقدار سوخت های پهنان و غیر قابل دسترس را در دسترس قرار داده و به طور کلی سوخت را به طرف پمپ اصلی main Pump موتورها هدایت می مند. این نوع پمپ ها دارای قطعات متحرک یا موتور و غیره نمی باشد و متکی به جریان سوخت برگشتی از Main Fuel Pump می باشند. شکل ۱۳-۱۵ به این نوع پمپ نامهای گوناگون می توان نهاد مثل پمپ کشی، پمپ پرتابی، پمپ خارج کننده یا بیرون کننده.

اساس کار این نوع پمپ طبق قوانین لوله های ونتوری یا برنولی می باشد. سوخت کافی در اختیار قرار می دهد، به نحوی که از حد نیاز موتور بستر می باشد تا موتور در هر شرایطی احساس کمبود سوخت نداشته باشد. سوخت اضافی تر از حد نیاز در حالت برگشت تولید یک جریان مجازی نموده (Motive Flow) و در Ejector Pump تولید یک فشار مکشی می نماید که تقریباً دارای فشار زیادی حدود psi ۳۰ می باشد ولی در حجم کم، وقتیMotive Flow از Ejector Pump گذر نمود وارد لوله ونتوری شده و فشار خود را از دست می دهد. جریان سوخت و حرکت آن در لوله های ونتوری باعث مکش سوخت از مخزن مربوطه شده و به طرف موتور هدایت می شود، با فشاری حدود psi ۳۰ ولی دارای حجم زیادی از سوخت که می تواند کلیه نیاز موتور را از نظر سوخت تأمین نماید. یعنی در حقیقت سوخت جریان رفته به engine driven pump هدایت می شود که در حد نیاز آن می باشد.

اگر در مخزنی از این نوع پمپ استفاده شود (Motive Flow) یک جریان انگیزشی لازم است تا این پمپ وظیفه خود را انجام دهد این جریان انگیزشی با روشن شدن موتور امکان پذیر خواهد شد. برای اینکه موتور را روشن کنیم نیاز به booster pump می باشد اینپمپ سوخت را با فشار مناسب به موتور می رساند و

پس از روشن شدن موتور جریان انگیزشی تولید خواهد شد و Ejector Pump شروع به کار خواهد نمود، در این حالت می توان booster pump را خاموش نمود.

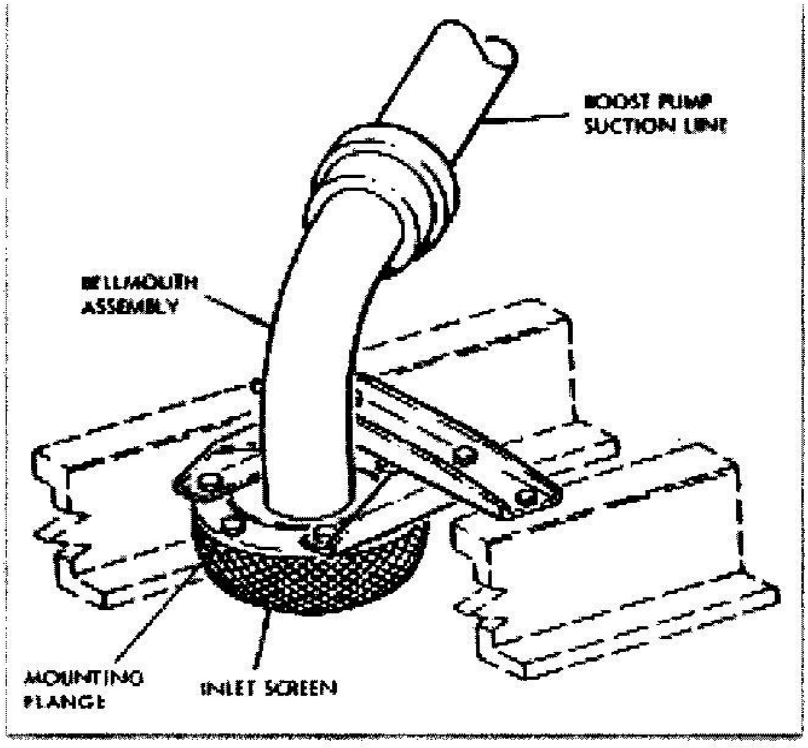


یادآوری می شود در هواپیماهای مدرن امروزی برای هر موتور از booster pump های مختلف در مخازن مختلف استفاده شده و به صورت تمام وقت در حالکار کردن می باشند و سوخت مورد نیاز را به موتورها هدایت می کنند. مثالی برای جریان انگیزشی اگر یک جریان هوا یا سیال دیگری را با شدت به یک جهت رها کنیم در اطراف آن سیال جریان به وجود آمده را جریانم انگیزشی می نامند و یا اگر اتومبیلی با سرعت زیاد حرکت کند در اطراف آن یک حرکت انگیزشی در جهت حرکت اتومبیل است، به وجود خواهد آمد. در

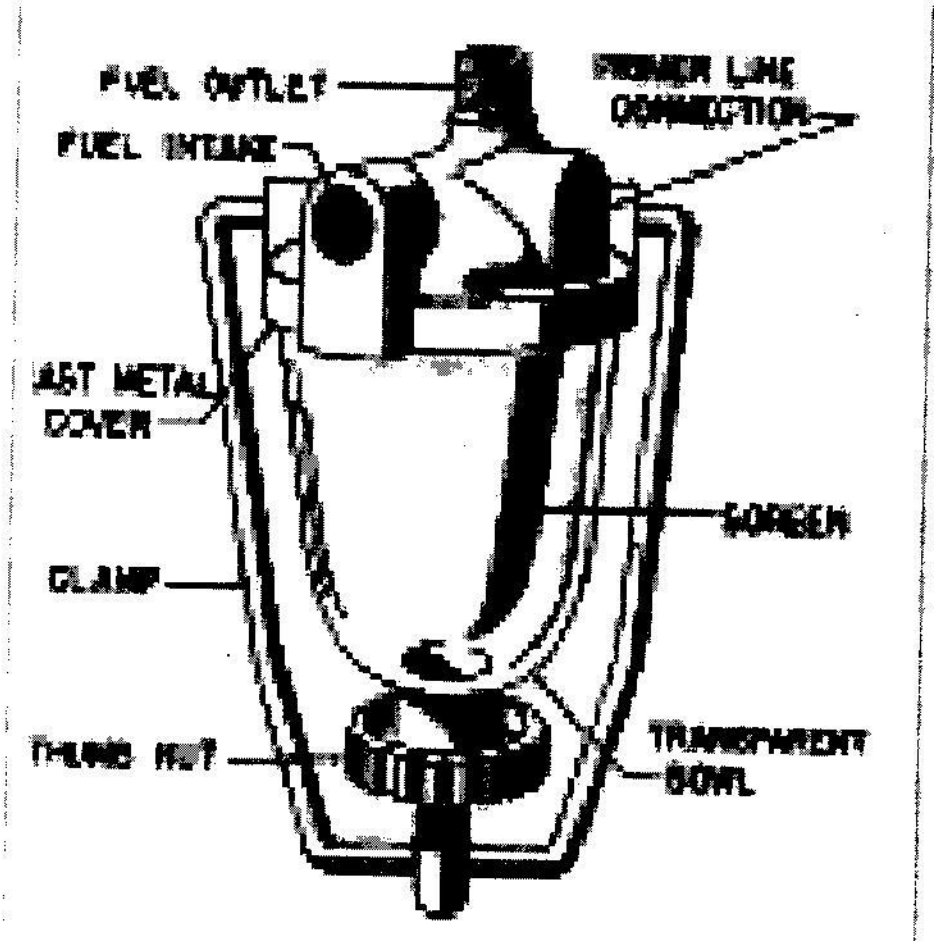
این نوع پمپ که در انتهای مخازن مستقر هستند جریان برگشتی سوخت تولید جریان مکشی در پمپ خواهد شد.

۲- پالاگرها و فیلترها Fuel Strainers and Filters

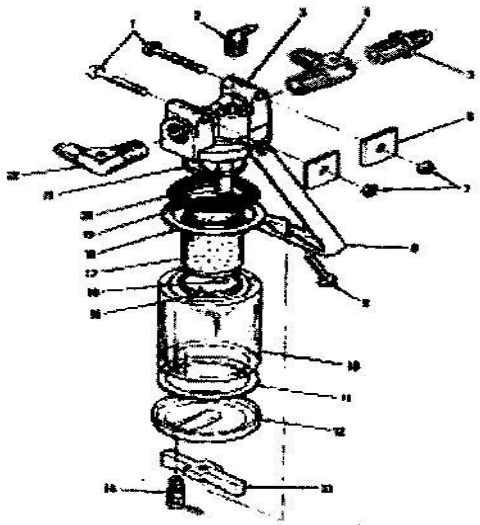
به دلیل امکان وجود آلودگی سوخت توسط چندین نوع مواد خارجی سیستم های سوخت هواپیما نیاز به پالاگرها و فیلترهای مخصوص سوخت دارند. سوخت معمولاً در سه نقطه در یک سیستم سوخت پالایش می شود. اول از طریق پالاگرهای انگشتی در انتهای مخزن دوم از طریق پالایشگر اصلی که معمولاً در پایین ترین نقطه سیستم سوخت قرار گرفته و سوم از طریق پالاگر موجود در کاربراتور نمونه آن در شکل ۱۴-۱۵ نشان داده شده است.



پالاگرها در داخل خود فیلتر یا صافی هایی دارند که یا از نوع کاغذی و قابل تعویض هستند و یا از نوع فازی قابل شستشو بوده و پس از تمیز کردن با مواد مخصوص و خشک کردن با فشار هوا مجدداً قابل استفاده می باشند به محض کثیف شدن فیلتر باید آن را باز نموده و فیلتر را تعویض یا تمیز نمود. معمولاً از زیر هواپیما یک دکمه قرمز رنگ (Red Flag) را می توان مشاهده نمود و با انگشت به داخل هدایت نمی شود مگر آنکه پالاگر باز شده فیلتر تعویض شود آنگاه دگمه در جای خود قرار می گیرد اگر در پرواز این دکمه بیرون جهیده شود در داخل پالاگر مکانیزم Bypass Value وجود دارد که مسیر سوخت به طرف موتور را بدون صاف کردن هدایت می کند و زمانی که هواپیما به زمین نشست فیلتر باید تعویض یا تمیز گردد.

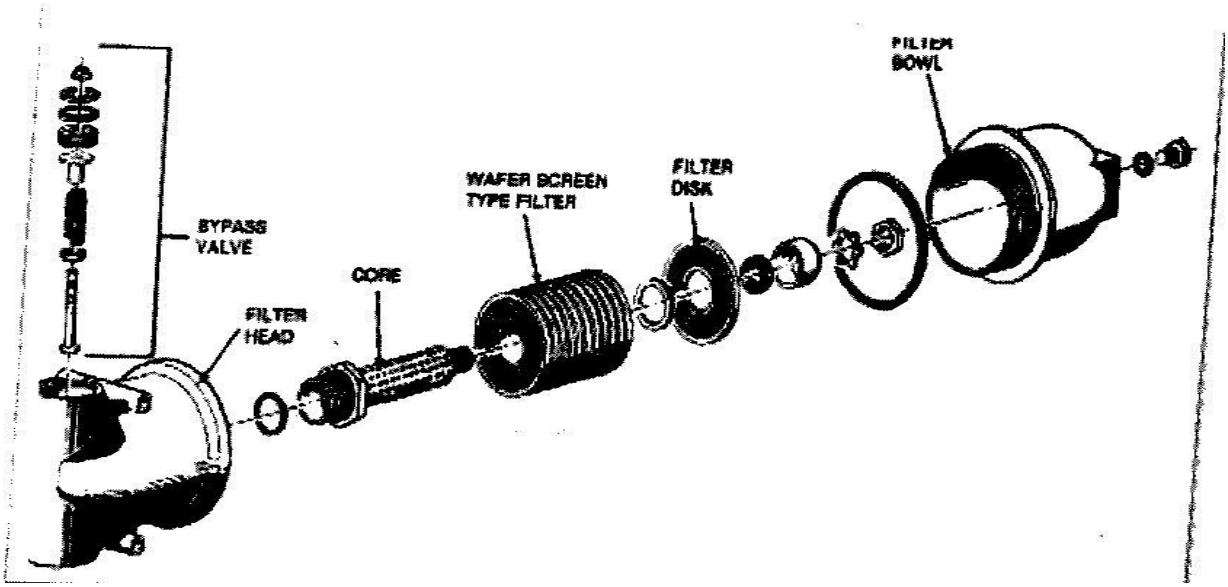


بعضی از پالاگرها دارای ظرف رسوب گیر هستند و باید در پالاگرها جریان سوخت مناسب در حد کافی وجود داشته باشد. آلودگی در جریان سوخت تحت هیچ شرایطی وجود نداشته باشد. در شکل های ۱۴-۱۵ و ۱۵-۱۵ و ۱۶-۱۵ و ۱۷-۱۵ اشکالو مکانیزمهای مختلف strainer را نشان می دهند. Strainerها انواع زیادی دارند که بنا به طراحی سیستم سوخت یک هواپیما برای آن در نظر گرفته می شود. بعضی از strainerها مخصوصاً در هواپیماهای Turbo Jet که یک نشان دهنده در داخل کابین از کثیف شدن فیلتر خبر می دهد، در اثر کثیف شدن فیلتر و تولید فشار بیشتر از حد نرمال باعث فعال شدن این سوئیچ اخطار خواهدذ شد. شکل ۱۸-۱۵ عناصر تشکیل دهنده این نوع پالاگر را نمایش می دهد. د راین شکل همچنین ارتباط الکتریکی Bypass را با سوئیچ اخطار نشان می دهد.



1. Bolt
2. Elbow
3. Body assembly
4. Fitting for left engine installation
5. Fitting for right engine installation
6. Mounting bracket
7. Nut
8. Arm assembly
9. Bolt
10. Glass bowl
11. Lower gasket
12. Cap
13. Stiffener
14. Drain valve
15. Lid assembly
16. Retainer spring
17. Filter
18. Upper gasket
19. Flat screen
20. Standpipe
21. Filter ring
22. Elbow

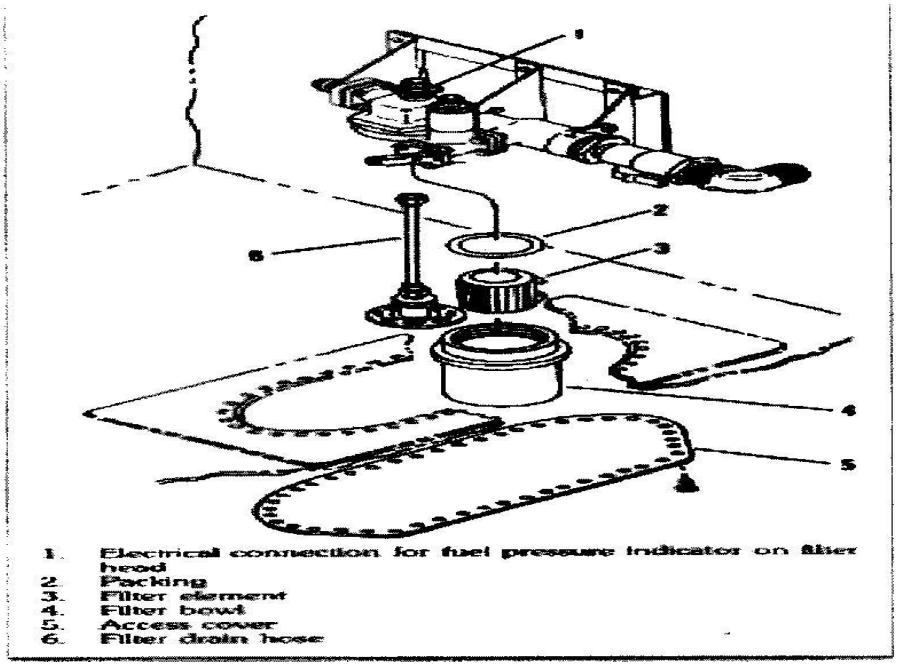
شکل ۱۵-۱۵


FILTER BOWL
WAFER SCREEN TYPE FILTER
FILTER DISK
BYPASS VALVE
CORE
FILTER HEAD

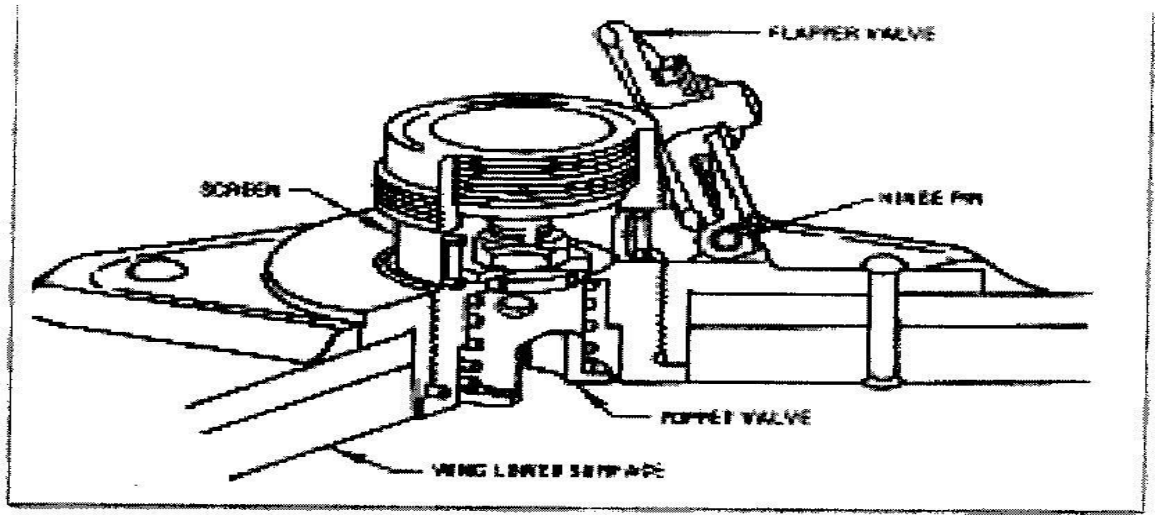
۳. تخلیه Drains

سیستم سوخت باید مجهز به سیستم تخلیه باشد تا بتوان مخازن داخلی را به راحتی روی زمین تخلیه نمود. Strainerها یک محل مناسب برای تخلیه می باشند شکل ۱۶-۱۵، drain value ها کهدر مناطق مناسب و دسترس تعبیه می شوند نیز از محل های مهم تخلیه به شمار می روند، کاسه یا چاهک های آنها برای انباشته شدن رسوبات، قطرات آب که می توان از آن محلها انها را تخلیه نمود.

drain value ها باید دارای مکانیزم قفل و درپوش و غیره باشند که به صورت دستی یا اتوماتیک پس از اتمام کار تخلیه، قفل و محکم شوند تا از ریختن سوخت به بیرون جلوگیری گردد. شکل ۱۹-۱۵ این ولوها معمولاً Spring Loaded می باشند یعنی با فشار دادن دگمه عمل تخلیه صورت می گیرد و به محض رها کردن دگمه با فشار فنر دوباره در جای خود قفل می شود.



یک نمونه (Drain Value) بکار رفته د ریک هواپیمای باربری در شکل ۱۹-۱۵ نشان داده شده است. این شیر تخلیه تشکیل شدهاز یک سوپاپ فنری و یک سوپاپ پولک دار متحرک و یک پنجره توری، این شیر تخلیه Drain Value به صورت Spring Loaded یا فشار فنر همیشه به حالت Close یا بسته قرار دارد. به محض فشار دادن سوپاپ آن به طرف بالا باز شده و می توان عمل تخلیه را انجام داد. سوپاپ پولکی برای این طراحی شده که می توان سوپاپ فنری یعنی متعلقات Drain Value را پیاده کنید (جهت تعمیر و یا تعویض) بدون اینکه ریزش از مخازن صورت پذیرد. از طریق این Drain Value عملیات تخلیه سوخت در صورت نیاز و یا تخلیه رسوبات و آب و مواد مضر دیگر امکان پذیر می باشد.

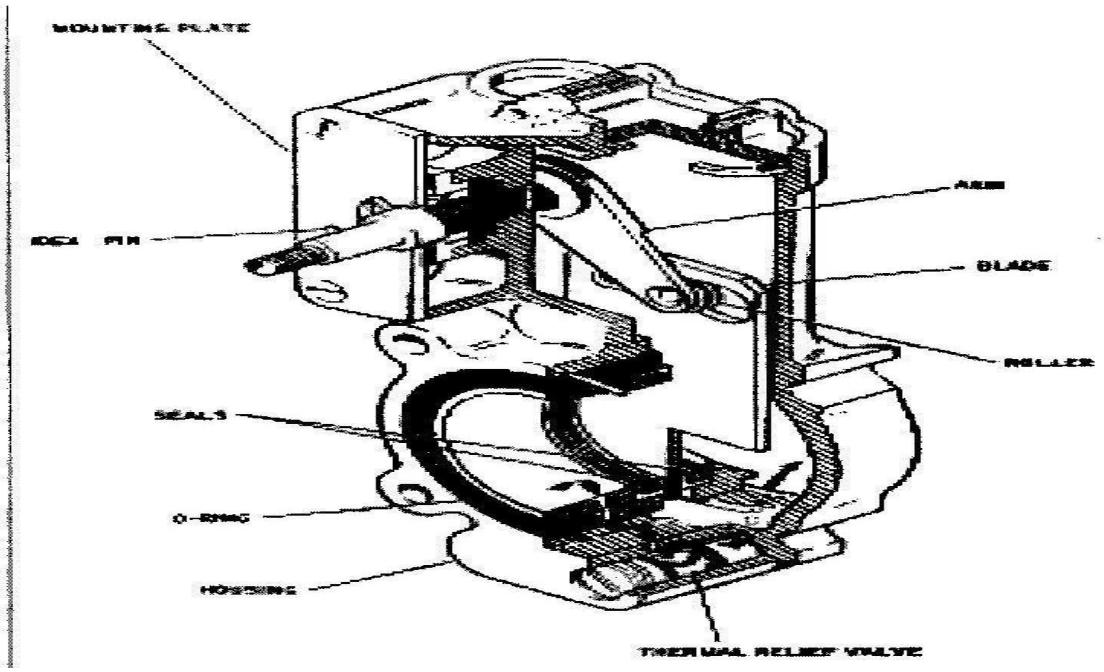


Selector Valves -۴

Selector Valves یا ولو انتخاب کننده وظایف مهمی به شرح زیر را به عهده داشته و کنترل آن باید به نوعی باشد که خلبان و یا اعضای پروازی به صورت سریع بتوانند گزینه دلخواه خود را انتخاب کند.

۱. قطع جریان سوخت به طرف موتور
۲. انتخاب مخزنی که قرار است از آن سوخت برای موتور مصرف شود (در هواپیماهای چند مخزنه)
۳. انتخاب جهت و هدایت سوخت از مخزنی به مخزن دیگر
۴. هدایت و امکان انتخاب جریان سوخت از یک مسیر به چند موتور (در هواپیماهای چندموتوره)

از این نوع ولو یک یا چند مورد در سیستم سوخت بکار رفته که بستگی به پیچیدگی سیستم سوخت هواپیما متفاوت می باشد. ئاکنش این ولو در برابر اتخاب گزینه کاربر باید بسیار سریع انجام پذیرد. در هواپیمائی که دارای مخازن سوخت متعدد می باشند این ولوها در مسیر قرار می گیرند تا با انتخاب یکی از حالت های یاد شده بتوان مطلوب ترین انتخاب را در انتخاب مخزن و جهت جریان سوخت را توسط خلبان و یا گروه پروازی داشته باشیم.


MOUNTING PLATE
ARM
BLADE
ROLLER
SEALS
O-RING
HOUSING

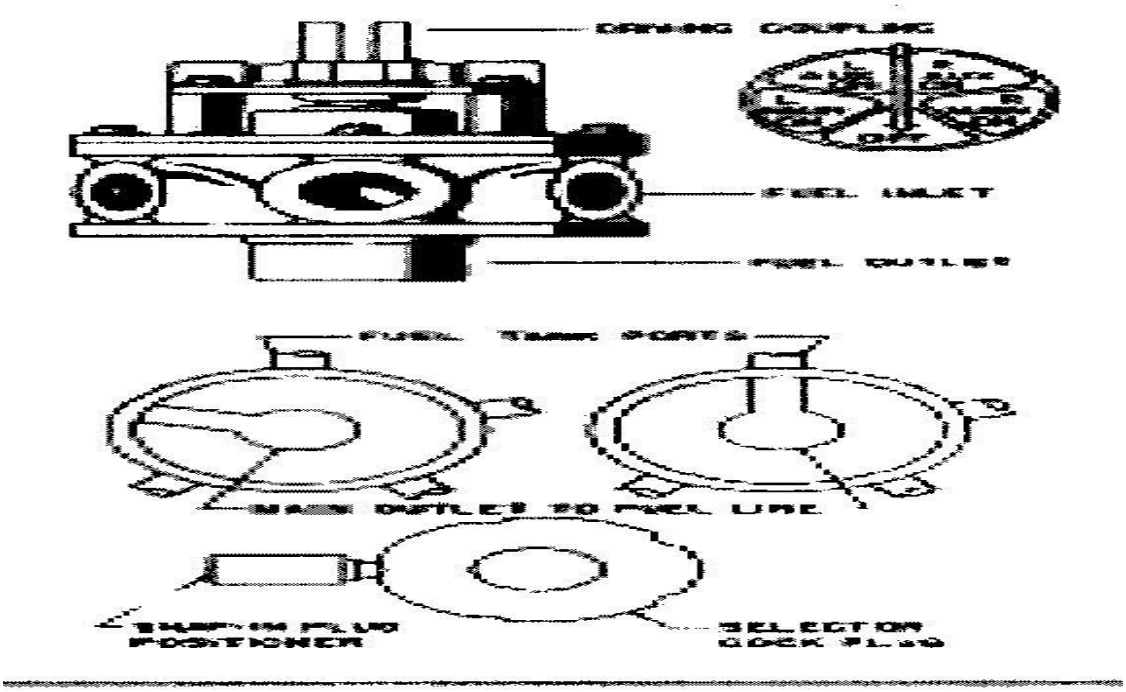
- **Shut off valves**

جهت باز و بسته کردن جریان سوخت بکار می رود. در حقیقت کنترل حرکت و جریان وخت به طرف موتورها را به عهده دارند. این ولوها معمولاً الکتریکی بوده و با برق ۲۸ ولت DC کار می کنند.

با توجه به خاصیت و عملکرد آنها ممکن است درمناطق مختلفی در سیستم سوخت و یا سیستم هایی دیگر مثل هیدرولیک، اکسیژن و غیره کاربرد زیادی دارند. در سیستم سوخت Shut off valves اصلی در مسیر جریان سوخت به موتورها قرار داشته و توسط دسته گازخا (Truttles) کنترل و باز و بسته می شوند. یعنی اگر دسته گاز را در حالت cut off قرار دهیم این ولو بسته و به محض اینکه از حالتcut off خارج کنیم این ولو باز خواهد شد.

حالت cut off خارج کنیم این ولو باز خواهد شد البته برای هر دسته گاز یک Shut off valves وجودد دارد که مسیر جریان سوخت موتور مربوط به خود را کنترل می کند. از انواع مختلف این نوع ولو در جاهای دیگر سیستم سوخت استفاده می شود. در شکل ۲۰-۱۵ نمونه ای از آن را نشان داده است.

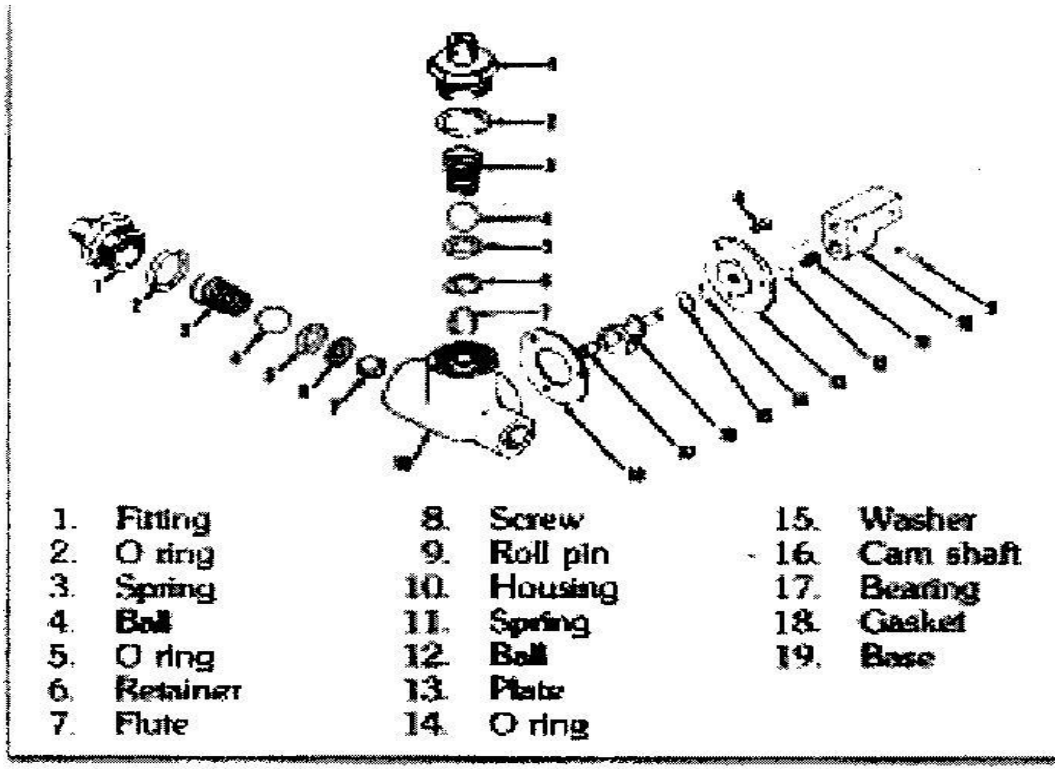
Shut off valves ها در بعضی از هواپیماهای پیشرفته ممکن است به صورت اتوماتیک با سیستم Fire و Overheat در ارتباط باشند تا در صورت وجود آتش سوزی در موتور و یا احساس دمای بیش از حد مجاز به صورت اتوماتیک جریان سوخت موتور مربوطه را قطع خواهد نمود.



شکل ۲۰-۱۵

- **Fuel Heaters**

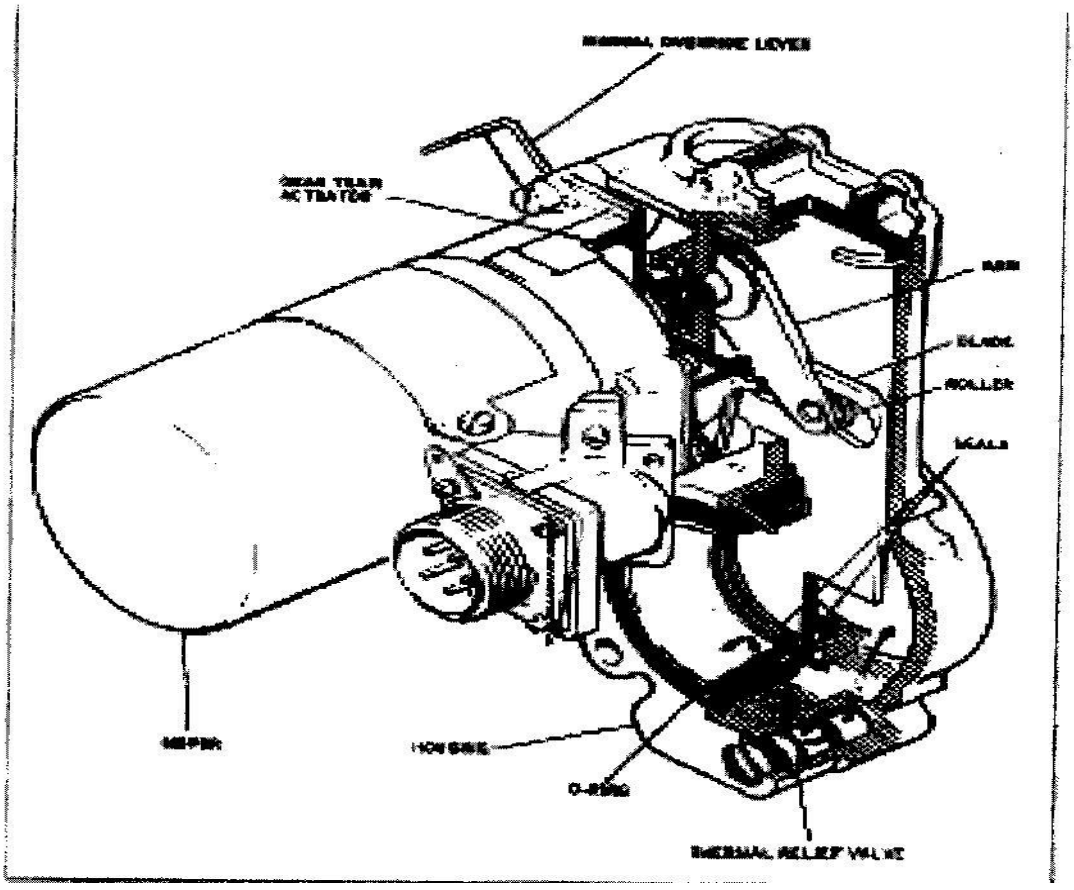
در دماهای بسیار کم احتمال دلرد بخار آب و یا قطرات احتمالی موجود در سوخت یخ زده به صورت کریستال تبدیل شود که هنگام عبور از فیلتر و سایر قطعات ممکن است قطعات یاد شده را دچار اشکال و صدمه کند، فیلتر را دچار گرفتگی کرده و حرکت سوخت با مخاطره روبرو می شود و گاهاً فیلتر را پاره نموده و سوخت بدون فیلتر شدن به موتور هدایت شود.

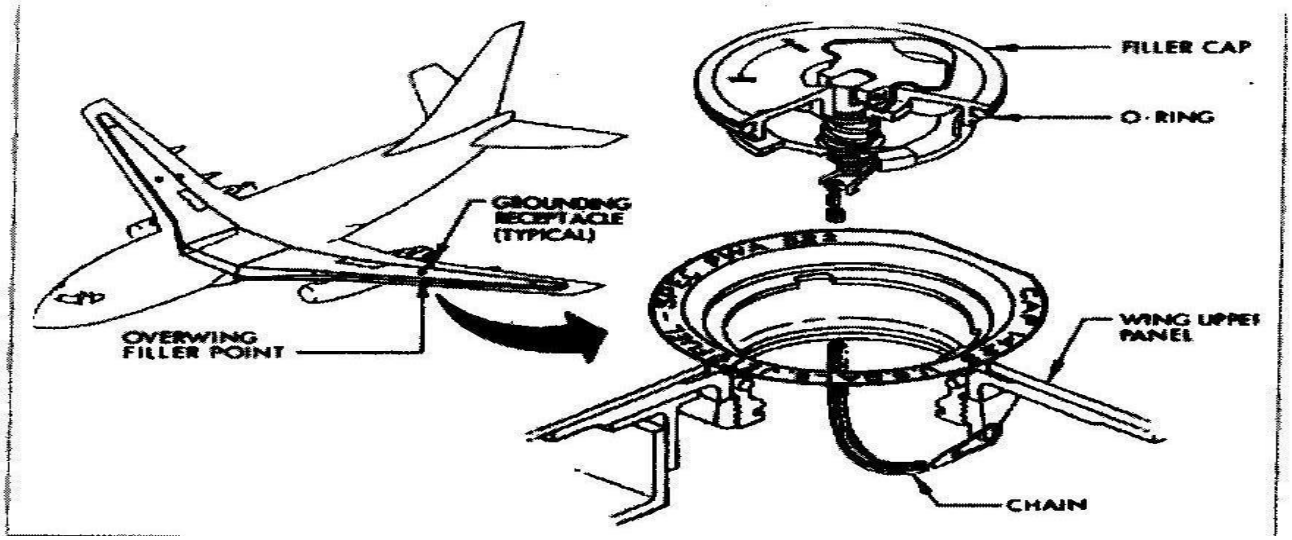


برای جلوگیری از این مشکل لوله های سوخت و یا خود فیلتر را از یک منطقه گرم عبور می دهند تا از یخ زدگی قطرات جلوگیری شود این منطقه گرم می تواند با استفاده از هوای گرم کمپروسورهای موتور هواپیما Bleed Air باشد، این هوای گرم را از یک محفظه که فیلتر و لوله سوخت نیز از آن جا گذاشته عبور

می دهند تا قسمتی از لوله سوخت و فیلتر از گرمای هوای Bleed Air استفاده کنند، در هواپیماهای غیر Turbo Jet که فاقد هوای کمپرسور هستند می توان از روشهای دیگری برای گرم کردن لوله های سوخت استفاده نمود. البته مقدار آب موجود در سوخت هواپیما بسیار ناچیز است.

عناصر دیگری که دارای حرارت بوده و می توان از آنها برای گرم کردن لوله های سوخت استفاده نمود، روغن هیدرولیک در سیستم هیدرولیک، روغن موتور که بسیار گرم است و یا سایر عناصر که بستگی به طراحی سیستم نیز دارد.

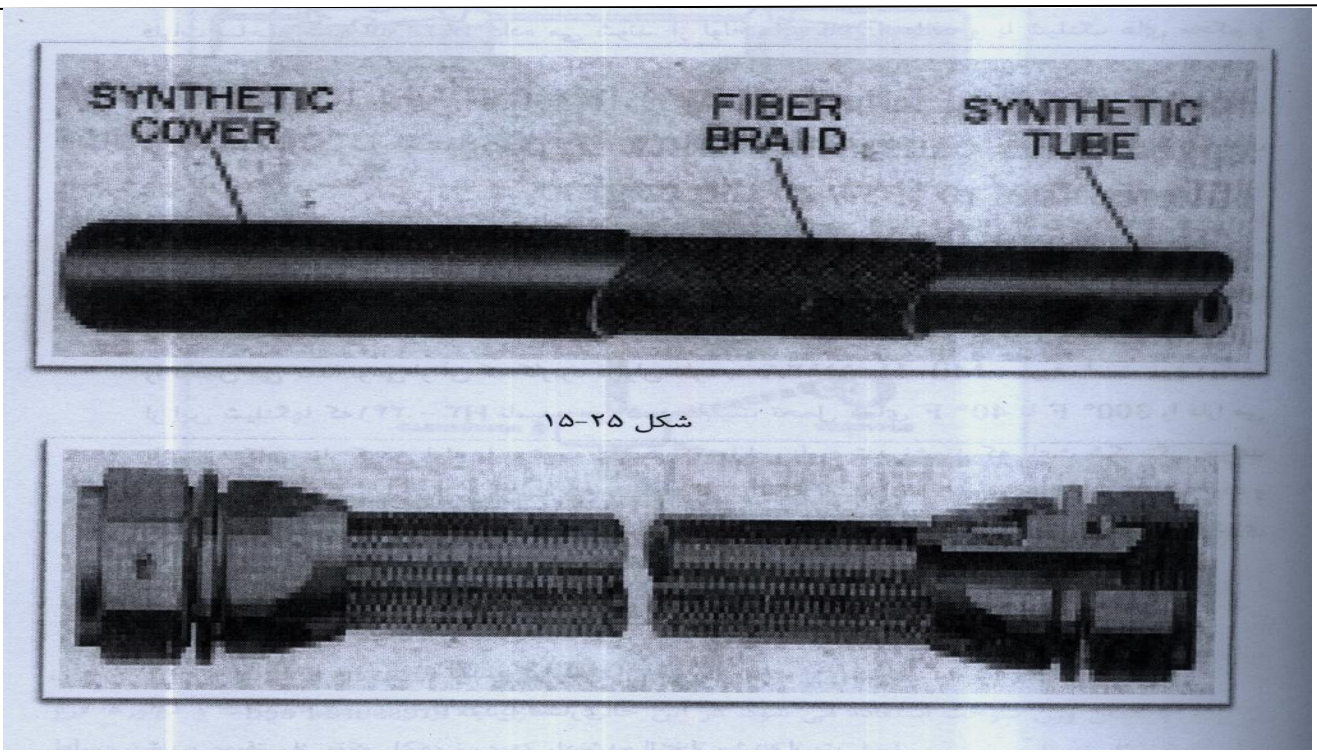



GROUNDING
RECEPTACLE
(TYPICAL)
OVERWING
FILLER POINT
FILLER CAP
O-RING
WING UPPER
PANEL
CHAIN

شکل ۲۴-۱۵

درپوش های مخازن Filler Caps

درپوش مخازن باید به صورت محکم و مطمئن طراحی و ساخته شوند و خاصیت آب بندی کامل را برای مخازن فراهم آورند تا هنگام پرواز و ایجاد لرزشهای مختلف دجار شل شدن نشده و از جای مخصوص خود باز نشود. (شکل ۲۴-۱۵) بعضی از Capها طوری طراحی شده اند که عمل Vent مخازن نیز از طریق آنها می پذیرد. ولی در اکثر هواپیماها برای مخازن سیستم Vent کاملاً مجهز طراحی و ساخته شده. در مخازن کوچک در پوشش ها دارای مجرائی است که عمل Vent را انجام داده و رابطه مخزن با اتمسفر را فراهم می سازد. این Capها در قسمت فوقانی مجهز به اهرمی هستند که در جای خود خوابیده است برای باز کردن درپوش باید این اهرم را از جای خود بلند کرده هستند که در جای خود خوابیده است برای باز کردن درپوش باید این اهرم را از جای خود بلند کرده هستند که در جای خود خوابیده است برای باز کردن درپوش از جای جدا شود. این دریچه دارای زنجیر مخصوصی می باشد که پس از جدا شدن از مخزن ارتباط با مخزن برقرار بوده و گم نشود. پس از انجام کار در مخزن درپوش را در جای خود قرار داده به پایین فشار می دهیم اهرم را ۹۰ درجه به راست گردانده و به پایین فشار داده و با پایین رفتن و خوابیدن آن باعث می شود درپوش هم سطح با بدنه مخزن در جای خود قفل شود.



شکل ۱۵-۲۵

شکل ۱۵-۲۶

- **Fuel Lines and Fittings**

لوله ها و اتصالات سیستم سوخت

در سیستم سوخت هواپیماقطعات توسط لوله هایی که از آلیاژ آلومینیوم، مس و یا سایر فلزات ساخته شده اند ارتباط داده می شوند. از لوله های قابل انعطاف و یا شیلنگ های محکم و فلزات ساخته شده اند ارتباط داده می شوند. نمونه ای از این لوله ها در شکلهای ۲۵-۱۵ و ۲۶-۱۵ نشان داده شده اند. لوله ها و اتصالات دارای انواع گوناگون که در شکل و طرحهای مختلفی سیستم سوخت کاربردهای سازنده عرضه می شود استفاده می گردد. این لوله ها در مناطق مختلف سیستم سوخت کاربردهای مختلفی دارند. مثلاً اگر پمپ سوخت را توسط لوله های انعطاف پذیر یا شیلنکگ های مخصوص (Hose) به موتور وصل کنیم بهتر است زیرا در اثر لرزش پمپ و یا موتور صدای ناهنجار از لوله ها تولید نمی شود و باعث شکستگی لوله ها نمی گردد و یا در منطقه ای که حرارت بیشتری وجود دارد برای عبور سوخت از آن منطقه از لوله های فلزی و ترجیحاً آلیاژ آلومینیوم استفاده می کنیم. شیلنگ ها از لاستیک مصنوعی فشرده شده از آنمنطقه از لوله های فلزی ساخته شده اند که فشار و تنش بسیار بالایی را تحمل می کند. نوعی از آن که کاربرد فراوان دارد به Mill-H- 5593 A معروف است. نوع دیگری از این شیلنگ ها که H^3-241 نامیده می شود قابلیت تحمل دمای $^{\circ}F$ ۴۰ تا $^{\circ}F$ ۳۰۰ را دارا می باشد. هنگام سوار کردن لوله باید توجه داشت که دارای زاویه تند نشوند که باعث شکستگی خواهد شد. شعاع خمیدگی باید کمتر از سه برابر قطر لوله مربوطه باشد. اتصالات باید دقیقاً استاندارد بوده و هم خوانی کامل با لوله و قطعات سوخت داشته باشد تا از کوچکترین نشتی و شل شدگی جلوگیری گردد. در بخش Air Craf Science کاملاً توضیح داده شده است.

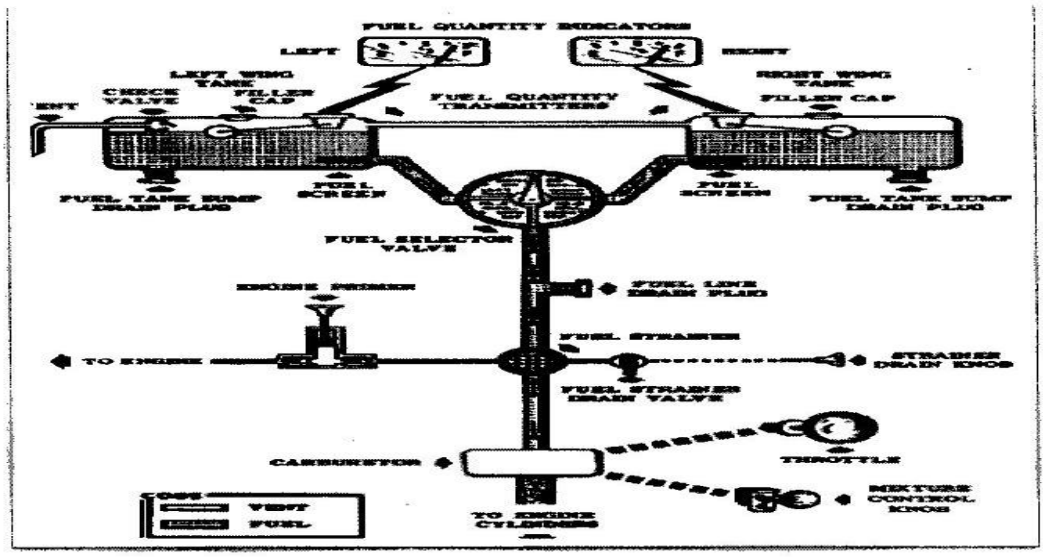
- Type Of Fuel Sys

کلیه سیستم های سوخت در هواپیماهای مختلف به دو دسته طبقه بندی می شوند:

۱. Gravity Feed تغذیه گرانشی

۲. Pressure Feed تغذیه فشاری

در هر هواپیمائی یکی از دو سیستم یاد شده انتخاب شده است.

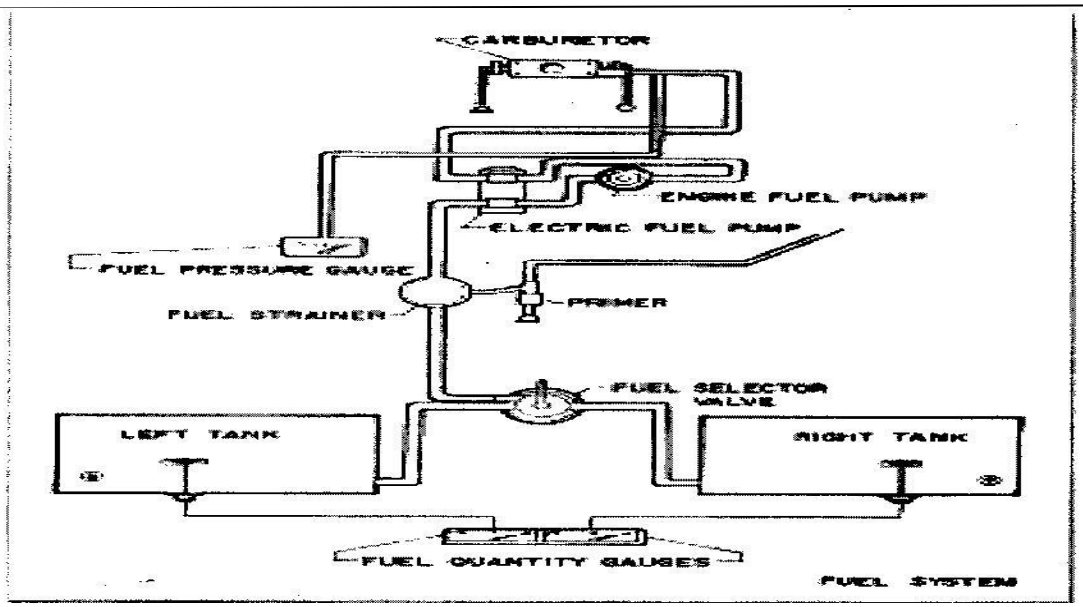


شکل ۲۷-۱۵

۱- Gravity Feed Fuel System

در یک سیستم سوخت گرانشی یا جاذبه ای برای انتقال سوخت از مخازن به موتور از نیروی جاذبه ای یا همان وزن سوخت استفاده می شود. در این حالت مخازن بالاتر از سیستم سوخت و موتورها قرار می گیرند تا سوخت به راحتی به مکانیزم کنترل سوخت که در نزدیکی موتور مستقر می باشد مسلط و حاکم باشد. در حقیقت کف مخازن بالاتر از سیستم سوخت و مکانیزم کنترل قرار داشته باشد.این نوع سیستم در هواپیماهای سبک با سقف پرواز کم بکار می رود معمولاً مخاز در این نوع هواپیماها در بالها طراحی می شوند. (شکل ۲۷-۱۵)

در این نمونه سوخت از مخازن بال به کمک نیروی جاذبه به طرف Selector value مربوط به موتور به راحتی هدایت می شود، سپس وارد کاربراتور شده و عمل مخلوط شدن با هوا انجام پذیرفته و راهیه موتور موتور می گردد. البته این مخازن نیز دارای مکانیزم های Vent یعنی برقراری ارتباط با اتمسفر و همچنین Drainجهت تخلیه و خارج کردن رسوبات و غیره می باشد.


CARBURETOR
ENGINE FUEL PUMP
ELECTRIC FUEL PUMP
FUEL PRESSURE GAUGE
FUEL STRAINER
PRIMER
FUEL SELECTOR VALVE
LEFT TANK
RIGHT TANK
FUEL QUANTITY GAUGES
FUEL SYSTEM

شکل ۲۸-۱۵

۲- Pressure Feed Fuel System

این نوع سیستم سوخت برای هواپیماهایی در نظر گرفته می شود که به دلایل مختلفامکان استفاده از سیستم گرانشی وجود ندارد و یا سیستم گرانشی نمی تواند به صورت کامل و قابل جوابگوی نیازهای سوختی موتور باشد. قرار گرفتن مخازن سوخت در پایین تر از سیستم سوخت و موتور ، دور بودن فاصله مخازن تا موتور پرواز در ارتفاعات بالا که نیروی گرانشی کم می شود. انجام مانورهای مختلف، پرواز به پشت و یا به پهلو شیرجه زدن هواپیما و غیره عواملی هستند که نیروی گرانشی در هدایت سوخت به طرف موتورها ناتوان به نظر می زسد. اکثر هواپیماهای امروزی که قابلیت پرواز در هر ارتفاعی را دارند از سیستم سوخت تحت فشار استفاده می کنند. در شکل ۲۸-۱۵ نمونه ای از این سیستم را نشان داده است. ابتدا سوخت به Selector value می رسد و پس از آن به صافی پس از عملیات فیلترینگ سوخت در اختیار Main Fuel Pump قرار می گیرد و پس از محاسبه فاکتورهای مختلف سوخت را به میزان مناسب جهت احتراق به موتور هدایت می کند. این پمپ همانطور که قبلاً اشاره شده Engine Driven می باشد یعنی در نظر گرفته شده، پمپ الکتریکی حالت اضطرارس را داشته و همین امر باعث شده که مکانیزم Bypass نیاز نباشد.

Electric pump جریان سوخت را در لوله های سیستم به صورت پایدار تحت فشار مناسب در حرکت باقی نگه می دارد و در اختیار Main Fuel Pump قرار می دهد. Main Fuel Pump سوخت را پس از محاسبه فاکتورهای مختلف حالت دسته گاز، ارتفاع، رطوبت هوا، دمای هوا و غیره میزان مناسب سوخت را به موتورها تغذیه می نماید.

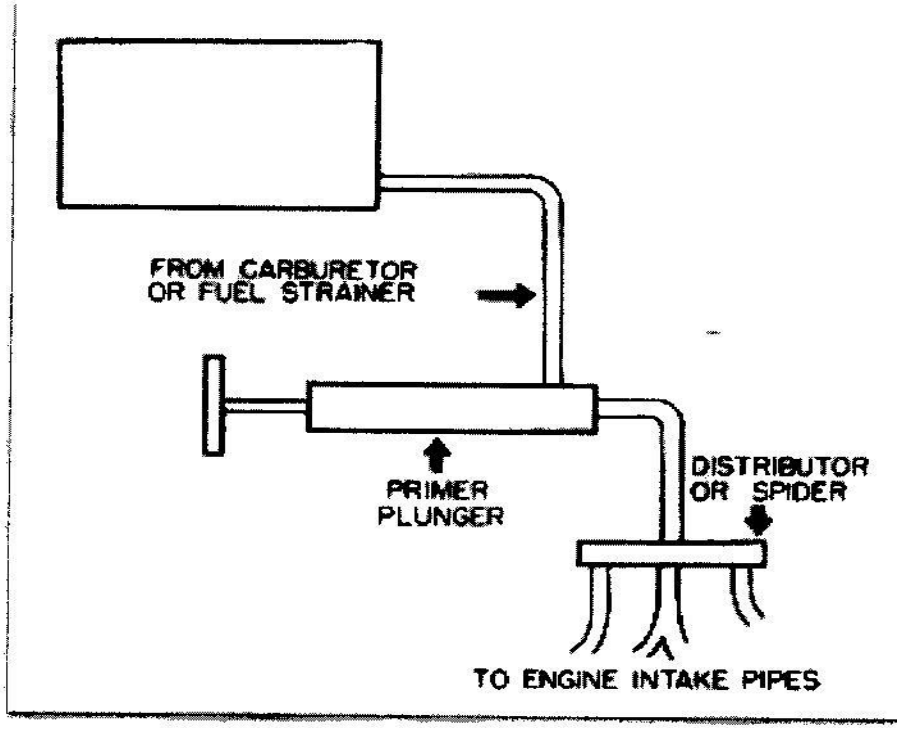
Booster Pump که در مخازن قرار دارند سوخت را به لوله و سیستم سوخت پمپ می کنند این پمپ در بعضی هواپیماها مثل هواپیماهای شکاری و یا هواپیماهای بلند پرواز و یا اکروباتیک همیشه روشن می باشد ولی در بعضی از هواپیماها در مواقع ویژه مثل هنگام بلند شدن یا نشستن و شیرجه و غیره روشن و در بقیه موارد خاموش می شوند هنگام خاموش بودن چون Electric pump تولید جریان پایدار را در لوله های سوخت فراهم نموده از طریق Electric pump ها که در انتهایی ترین نقطه مخازن نصب شده اند تولید فشار مجازی نمود و خاصیت مکش پیدا می کند. لذا این پمپ سوخت را تحت فشار حدود 30 psi به طرف موتورها روان می گرداند. (قبلاً اشاره شده است.)

کلیه هواپیماهای بزرگک و متوسط قدرتمند از سیستم سوخت Pressured Feed استفاده می کنند میزان فشار بین ۲۰ تا ۴۰ psi می باشد.

در سیستم سوخت از نوع Pressured Feed یا تغذیه فشاری فشار در سیستم سوخت توسط Booster Pumpها تولید می شود و در حالت نرمال جریان سوخت با فشار حدود ۳۰psi در لوله های سیستم جاری می باشد ولی باید این احتمال را داد که Booster Pump در قسمت خروجی دریچه ای پولکی طراحی و در نظر گرفته شده است تا سوخت بتواند با وزن خود دریچه پولکی را باز نموده و به طرف موتور هدایت شود. البته این مکانیزم در هواپیمائی مطرح می باشدکه مخازن بالاتر از موتور سیستم قرار داشته باشند. این دریچه بنام Inlet gravity door می باشد و در هواپیماهای شکاری دیده می شود.

در صورت خراب شدن Booster Pump خلبان باید ارتفاع هواپیما را به حداقل ممکن کاهش دهد تا نیروی گرانشی بر سوخت اثر لازم گذاشته تا دارای وزن شود. اگر هواپیما مجبور به پرواز در ارتفاعات بالا باشد روش استفاده از Cross Feed Valve را مدنظر قرار داده که به این مکانیزم نیز اشاره خواهیم نمود.

در هواپیماهای مسافربری چون دارای Ejector Pump می باشند خرابی Booster Pump آنچنان بحران آفرین نخواهد بود.



شکل ۲۹-۱۵

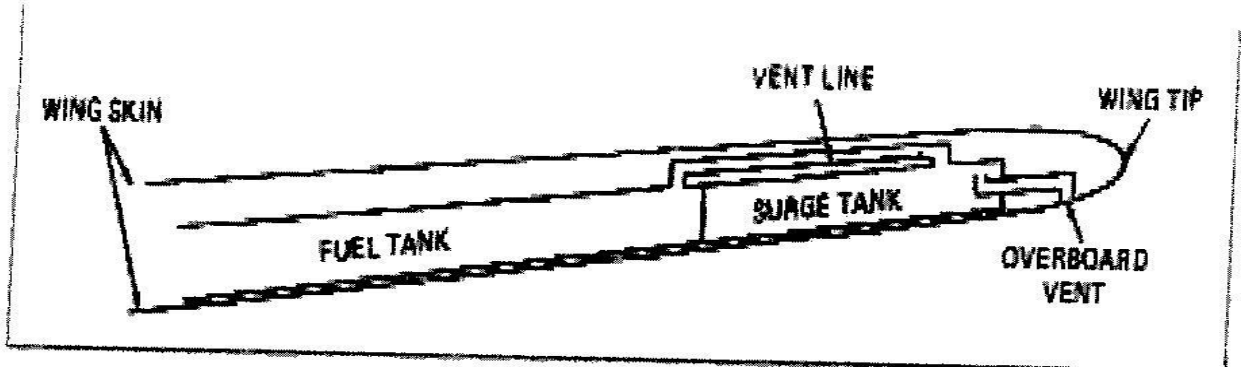
- **چاشنی سازی Fuel Subsystems (Priming)**

سیستم های فرعی سوخت مستقیماً در خود سیستم سوخت و جریان سوخت از مخازن به موتور درگیر نیستند اما برای سهولت و جلوگیری از صدمات، قابلیت هواپیما و حذف شرایط خطرناک موثر می باشند. استفاده از سیستم های فرعی در کلیه هواپیماها مرسوم نمی باشد. مهم ترین سیستم فرعی چاشنی گذاری در کاربراتور هواپیماهای موتور پیستونی می باشد به شکل ۲۹-۱۵ توجه کنید. برخلاف موتور اتومبیل که سوخت بر آنها تزریق نمی شود موتورهای پیستونی هواپیما باید قبل از استارت زدن موتور چاشنی گذاری شوند بدین معنی که کاربراتور را ابتدا آماده سازی کرده و سپس استارت زده می شود، کاربراتور تا زمانی که موتور روشن نشود دارای کارکرد مطلوبی نیست برای این منظور برای کاربراتور مکانیزمی در نظر گرفته شده، که سوخت خام در پخش کننده (Disffuser) کاربراتور تزریق می شود، البته این مکانیزم می تواند سوخت خام را در سیلندرهای موتور نیز تزریق نماید. اصطلاحاً این سیستم فرعی را Priming System می نامند (به معنی سیستم چاشنی سازی) سوخت معمولاً توسط یک لوله باریک از خود کاربراتور دریافت می شود و به تقسیم کننده هدایت می شود با چرخش تقسیم کننده به کلیه سیلندرها سوخت خام تزریق می گردد این عمل استارت زدن را آسان می نماید. تزریق سوخت توسط پمپ یا تلمبه انجام می پذیرد. مشکل در این است که بدنه و خود پمپ یا تلمبه در کابین قرار دارد و باعث ایجاد خطراتی می شود و برای جلوگیری از این مسئله پمپ یا تلمبه ها مجهز به سیستم کنترل از راه دور و به صورت برقی در نزدیک خود موتور تعبیه شده اند و با سوئیچ از داخل کابین قابل کنترل می باشند.

- **Vent system**

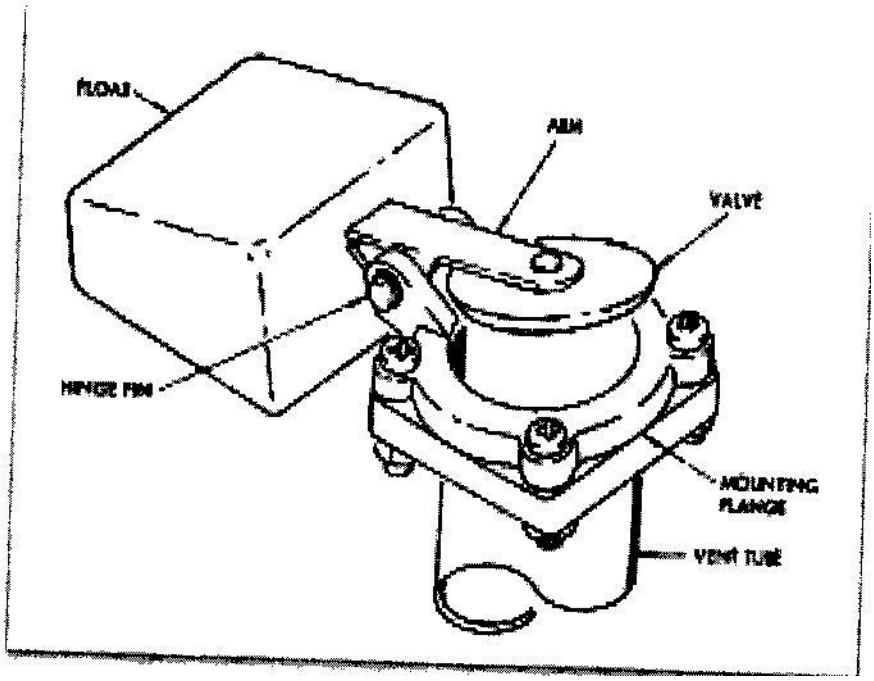
سیستم Vent که برای مخازن در نظر گرفته شده به مکانیزمی اطلاق می شود که ارتباط بین فضای داخلی مخازن را با اتمسفر مهیا می سازد می تواند لوله های آلومینیومی باشد و یا از طریق درپوش مخزن این ارتباط برقرار شود. سیستم Vent در کلیه مخازن وجود دارد. این سیستم برای چهار منظور ساخته روی مخازن نصب می شود.

۱. خروج هوا از داخل مخازن هنگام سوختگیری امریست بسیار طبیعی که هنگام سوختگیری باید هوای درون مخازن تخلیه شوند تا سوخت بتواند به راحتی و آرامی وارد مخزن شود.
۲. ورود هوا به مخازن هنگام مصرف، زمانی که موتور مربوطه روشن می باشد و سوخت از مخازن خارج می شود باید هوا جایگزین شود تا اولاً سوخت اجازه خروج داشته باشد ثانیاً صدمه و له شدگی در مخزن بوجود نیاید.
۳. خروج گازهای متصاعد شده از سوخت که جمع شدن گازها خود خطر بسیار بزرگی محسوب می شود چون زمینه انفجار یا اشتعال کاملاً فراهم می شود.
۴. متعادل ساختن فشار درون و بیرون مخزن در ارتفاعات مختلف که در غیر این صورت باعث در هم پیچیدگی مخزن خواهد شد.



شکل ۳۰-۱۵

فشار بیش از حد داخل مخزن باعث صدمه خوردن خود مخزن می شود و فشار کمتر از اتمسفر درون مخزن باعث صدمه زدن و خوب کار نکردن قطعات و سیستم های درون مخازن خواهد شد. لوله های Vent در هواپیماهای سبک و کوچک بسیار ساده است می تواند از یک لوله کوچک تشکیل شده باشد یا از یک سوراخ روی درپوش در شکل ۲۷-۱۵ نشان داده شده است.



شکل ۳۱-۱۵

در هواپیماهای بزرگ که مخازن در بالها قرار دارند مخازن هر بال توسط لوله های آلومینیومی به یکدیگر و سپس به یک مخزن Surge Tank یعنی مخزن مخصوص سرریز یا Vent Compatment مخزن مخصوص تخلیه و یا Vent نامیده می شود ارتباط کلیه مخازن سوخت سرریزی انجام شود و یا فشار گاز تولید شود، این مخزن (Surge Tank) منتقل شده و سپس با بیرون ارتباط حاصل می شود. این مخزن هنگام سوختگیری هیچ گاه پر نمی شود و به منظوری که اشاره شد ساخته و طراحی شده است. در شکل ۳۰-۱۵ به آن اشاره شده است.

در ابتدای خروجی لوله های Vent از مخازن یک Chech Valve پولکی قرار داد که هنگام پرواز در وضعیت های مختلف مثل پرواز به پهلو، پرواز به پشت، پرواز اوج گیری، پرواز شیرجه و غیره، پولک دهانه را

بسته و مانع خروج سوخت به بیرون می شود. نمونه ای از ولو پولکی را در شکل ۳۱-۱۵ مشاهده می کنید، Float Valve دارای یک غواصک پلاستیکی است که در اثر تغییر وضعیت های یاد شده بالا سوخت این غواصک را حرکت داده درپوش پولکی را به حالت بسته قرار می دهد و سوخت نمی تواند از مخازن یا مخزن خارج شود ولی در حالت پرواز Level یا طراز پولک با وزن خود در پایین قرار گرفته و ارتباط مخزن با اتمسفر برای اهداف یاد شده برقرار می باشد.

در قسمت نوک بال نزدیک مخزن سرریز Surge Tank یک مکانیزم شعله خاموش کن طراحی شده که در شکل ۳۱-۱۵ مشاهده می شود، این شعله خاموش کن دستگاهی است متشکل از یک هسته فولادی ضد زنگ که به عنوان یک سینک گرمائی جهت خنک کردن شعله احتمالی زیر نقطه حساس عمل می کند این دستگاه مانع از ورود شعله خارجی و یا خود مخزن سرریز Surge Tank می شود. البته این مکانیزم در همه هواپیماها وجود ندارد و فقط در هواپیماهای بزرگ مسافربری مشاهده می شود.

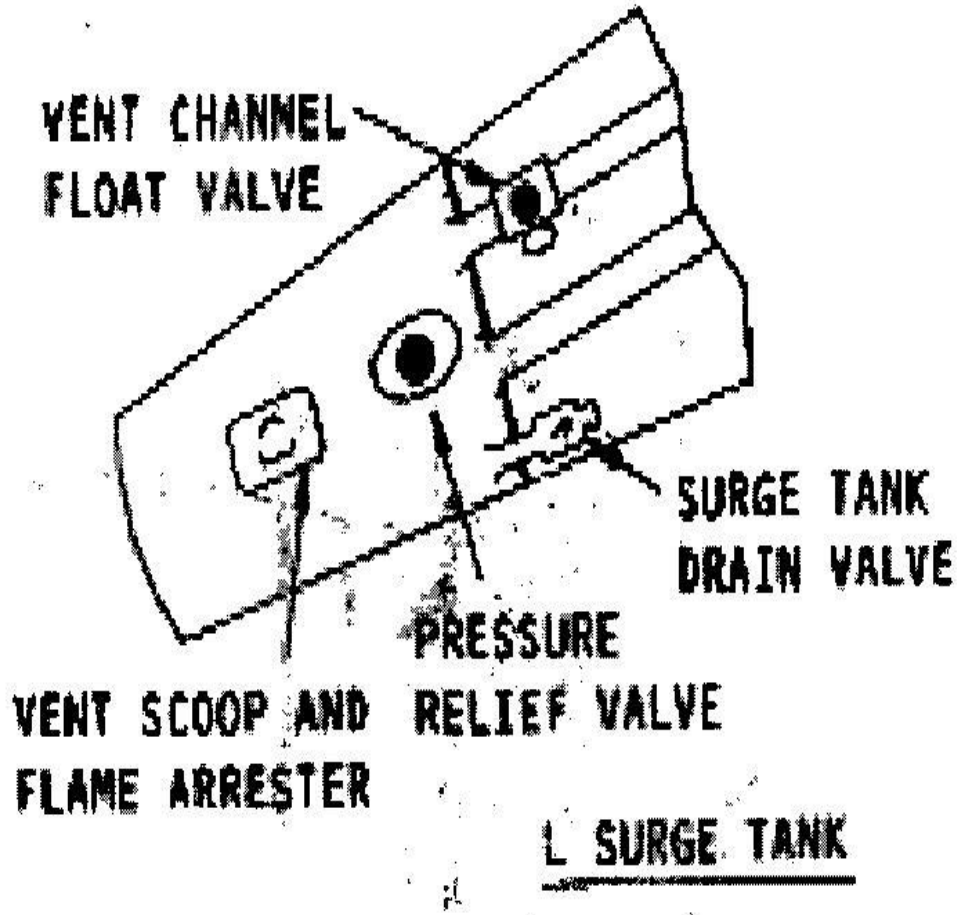
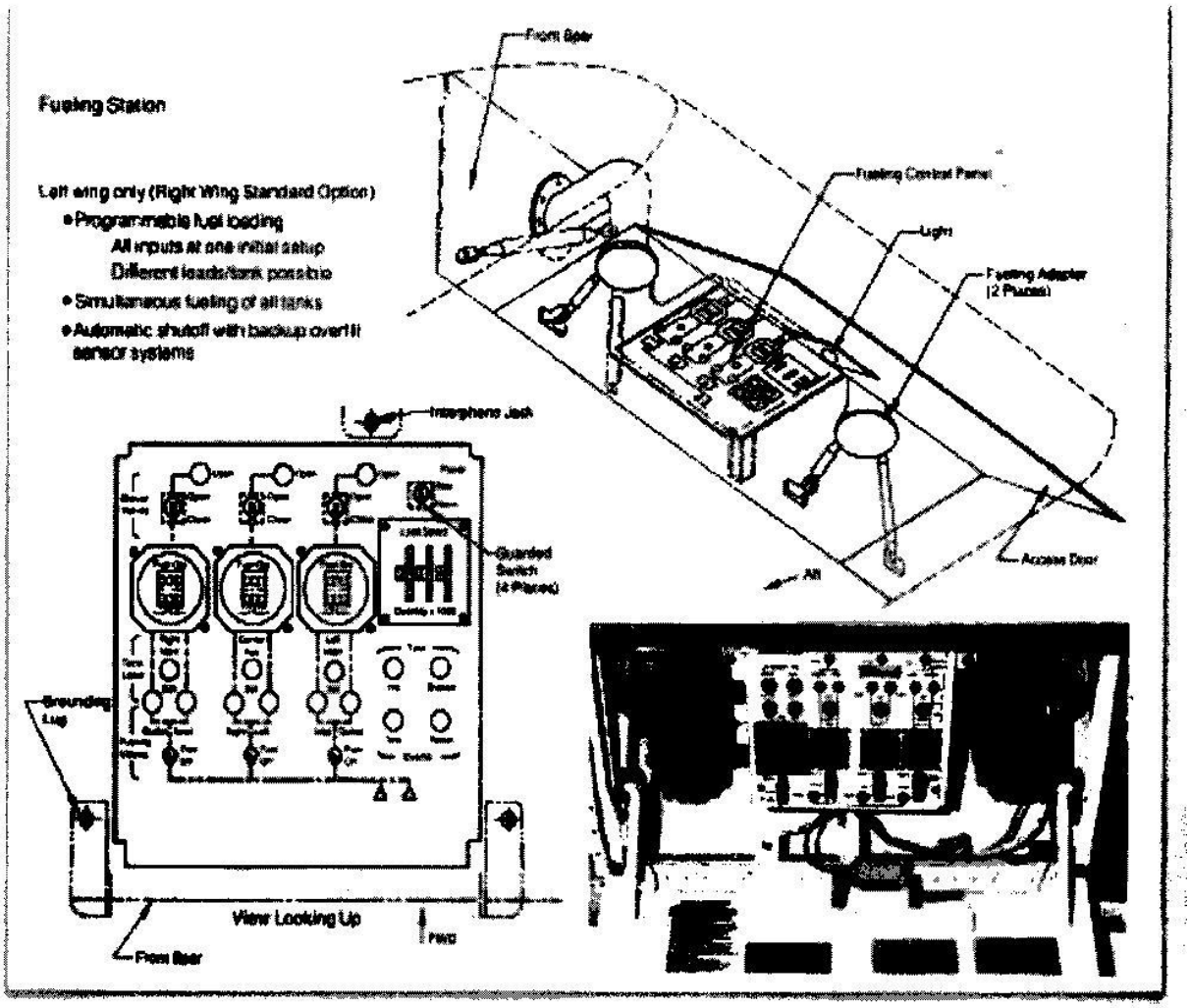


FIGURE 15–32 Vent-system discharge line.
(Boeing Commercial Aircraft Co.)

شکل ۳۱-۱۵


Fueling Station
Left wing only (Right Wing Standard Option)
• Programmable fuel loading
All inputs at one initial setup
Different loads/tank possible
• Simultaneous fueling of all tanks
• Automatic shutoff with backup overfill sensor systems
From Rear
Fueling Control Panel
Light
Fueling Adapter (2 Places)
Access Door
Aft
Interphone Jack
Guarded Switch (4 Places)
Grounding Lug
View Looking Up
Fwd
From Rear

شکل ۳۳-۱۵

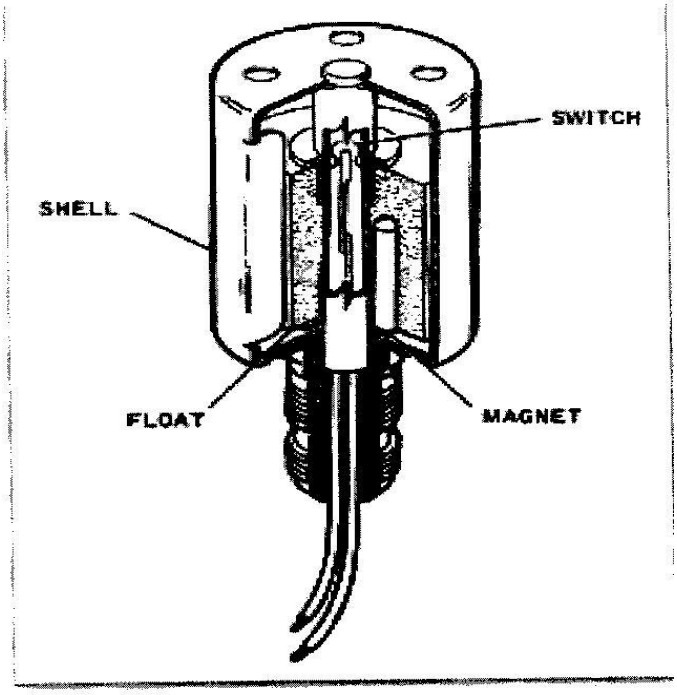
- **سوختگیری Refueling**

Pressure Fueling systems (Single point)

سوختگیری هواپیما روی زمین توسط تانکر سوخت انجام می پذیرد. تانکر سوخت دارای پمپ فشار می باشد که سوخت را تحت فشار به مخازن هواپیما ترزیق می کند تزریق سوخت به هواپیما از یک نقطه صورت می پذیرد که اصطلاحاً به آن Single Point می گویند. در هواپیماهای بزرگ و مدرن و نیز هواپیماهای شکاری با اتصال شیلنگ تانکر سوخت به یک نقطه تعیین شده در هواپیما می توان به کلیه مخازن هواپیما عمل سوخت گیری را انجام داد. البته بعضی از هواپیماها ممکن است دارای دو یا چند نقطه سوختگیری باشند که اساس کار و قطعات همسان می باشند.

Truck یا تانک سوخت توسط پمپ خود سوخت را با فشار مناسب به درون مخازن می فرستد. نقطه سوختگیری در هواپیما می تواند در زیر هواپیما یا اطراف بدنه هواپیما و یا زیر بال قرار گرفته باشد. صفحه کنترل Control panel مانیتوری است که جریان سوخت به مخازن و زمان پر شدن آنها فشار جریان و کلیه اطلاعات مربوط به سوختگیری و یا داخل هواپیما قرار دارد. هواپیماهای شکاری و متوسط و هواپیماهای سبک به این سیستم مجهز نمی باشند. صفحه کنترل این امکان را به مسئول هواپیما می دهد تا ولوهای قطع کننده را کنترل نموده و هر زمان بخواهد و به هر میزان که لازم می داند مخازن را سوختگیری کند و یا جریان سوخت به هر مخزن را تحت کنترل داشته باشد. شکل ۳۳-۱۵ Fueling Control panel را نسان می دهد. در قسمت فوقانی مخازن یک ولو طراحی شدهکه زمانی که مخزن پر می شود این ولو جریان را قطع می کند البته نوعی از این ولو که زمانیFuel Level Control panel نامیده می شود در هواپیماهای بزرگ و قدرتمند توسط صفحه کنترل قابل کنترل بوده و در همان زمان

می توان از سالم بودن آن نیز اطلاع حاصل نمود. این ولو که نام دیگر آن Float Shut off valve می باشد. جریان سوخت را قطع می کند وقتی که مخزن مربوط به خودش پر می شود در شکل ۳۴-۱۵ نمونه ای از آن را مشاهده می کنید. این نوع ولو با برق مار می کند و کاملاً تحت اختیار و کنترل مکانیسمی یا مسئول هواپیماست ولی نوع ساده تر آن که مکانیکی کار می کند د رقسمت فوقانی هر مخزن مستقر است و زمانی که سطح سوخت هنگام سوختگیری به بالاترین نقطه می رسد این ولو در داخل سوخت شناور می شود غواصک ان بالا رفته و سوزن پشت خود را به پائین هدایت می کند و این امر باعث اختلاف فشار داخل آن با فشار ورودی شده و باعث بسته شدن جریان سوخت می شود البته زمانی این عمل رخ می دهد که مخزن مربوطه کاملاً پر شده باشد.



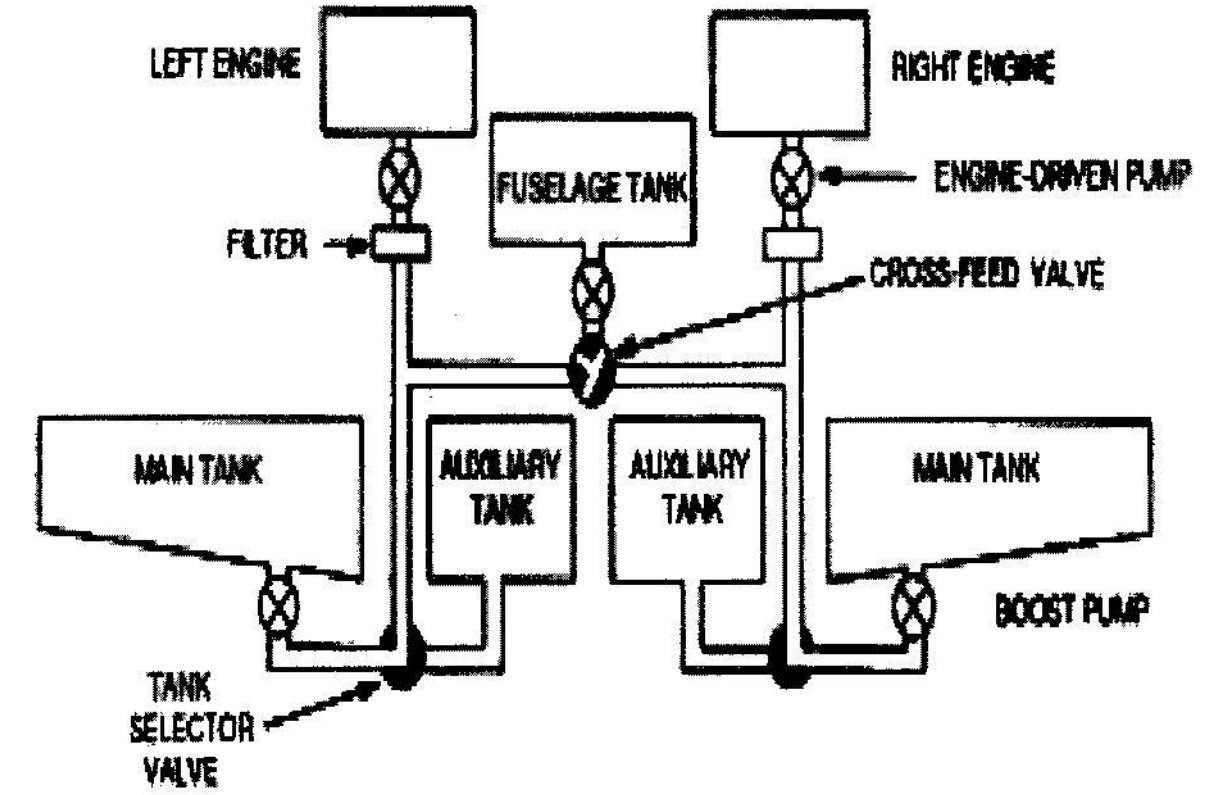
شکل ۳۴-۱۵

البته یادآوری می شود که ساده ترین نوع سوختگیری هم وجود دارد و آن به صورت دستی می باشد زمانی که Truck در دسترس نباشد می توان دریچه کلیه مخازن را باز نموده و به صورت دستی عمل سوختگیری را انجام داد. نوع دیگر سوختگیری، سوختگیری هوائی است که مخصوص هواپیماهای شکاری می باشد در

این روش کلیه مخازن داخلی هواپیما توسط یک لوله مشترک به پشت هواپیما به یک دریچه متصل می شوند دریچه دارای صفحه پوششی می باشد و هنگام سوختگیری هوایی این دریچه پوششی با سوئیچ از داخل کابین توسط خلبان باز می شود. Boom یا شیلنگ یا رابط هواپیمای سوخت رسان رها می شود و توسط نیروی مغناطیسی به دریچه مخازن وصل می شود سرعت هر دو هواپیمای گیرنده سوخت و دهنده سوخت همسان شده و عمل سوخت گیری صورت می پذیرد. شکل ۳۶-۱۵

موارد ایمنی هنگام سوختگیری عبارتند از:

۱. گراند کردن هواپیما به زمین truck به زمین و truck به هواپیما
۲. در دسترس بودن ماشین آتش نشانی یا حداقل ۴ عدد کپسول ۵۰ کیلویی CO_2 چرخ دار
۳. عاری بودن و اطراف هواپیما از هر گونه مواد آلاینده آتش زا
۴. روشن نبودن دیگر، دستگاه الکتریکی و الکترونیکی و رادار و سیگار تا ۵۰ قدمی
۵. حداقل نفرات لازم جهت سوختگیری ۲ نفر
۶. حداکثر فشار سوختگیری ۵۵psi


LEFT ENGINE
RIGHT ENGINE
FUSELAGE TANK
ENGINE-DRIVEN PUMP
FILTER
CROSS-FEED VALVE
MAIN TANK
AUXILIARY TANK
AUXILIARY TANK
MAIN TANK
BOOST PUMP
TANK SELECTOR VALVE

شکل ۳۵-۱۵

- **Fuel Cross Feed System**

سیستم تغذیه از سیستم مقابل

در اکثر هواپیماهای دو یا چند موتوره ساختارهای سیستم سوختی با روش خاصی با هر یک از مخازن ارتباط برقرار می کنند که ممکن است جریان مناسبی را برای هر موتور را ارائه دهند مزیت اصلی این نوع از سیستم ها انعطاف پذیری آنها می باشد. همچنین یک مخزن سوختی ممکن است با آسیب همراه شود بنابراین در این موقعیت سوخت و جریان آن با نقصان روبرو خواهد شد توسط این سیستم یا در حقیقت ولو ارتباط دهند، برای تغذیه از سیستم مقابل ارتباط موتور با دیگر مخازن برقرار و هماهنگ خواهد شد. یک نمونه سیستم تغذیه از مقابل ساده در شکل ۳۵-۱۵ نشان داده شده است. ولو تغذیه از مقابل (Cross Feed valve) در حالت نرمال بسته می باشد و سیستم های سوخت با الگوی عرضه شده از مخازن تعیین شده تغذیه و هماهنگ می باشند این ولو زمانی باز می شود که برای تغذیه یک موتور از مخازن سوخت سیستم مقابل نیاز باشد.

ساده تر می توان اینگونه بیان نمود که Cross Feed valve یا ولو تغذیه از مقابل تنها راه ارتباطی بین سیستم های سوخت موتورها می باشند که فقط در پنج زمان بحرانی آن را خلبان باز می نماید تلا ارتباط برقرار شده و از سیستم مقابل کمک دریافت نمود. نوع این ولو بسیار ساده می باشد و فقط حالت بسته و باز دارد با برق 28V DC کار می کند و از نوع Rotory می باشد سوئیچ کنترل آن در کابین و دارای دو حالت است. حالت بالا Cross و حال پایین Off بطور مثال در یک هواپیمای دو موتوره حالت بحرانی عبارتند از:

۱- One Booster Pump Failuer

در صورت خراب شدن یک Booster Pump جریان سوخت به موتور مربوطه متوقف یا با نقصان روبرو خواهد شد پس Cross Feed valve را باز نموده تا ارتباط برقرار شود و از Booster مقابل برای هر دو موتور تغذیه صورت پذیرد.

۲- One Engine Failuer

در صورت از کار افتادن یک موتور می توان با باز کردن این ولو از سوخت موتور معیوب برای موتور سالم استفاده نمود.

۳- One Booster Pump and One Engine Failure in Opposite

از کار افتادن یک موتور و یک بوستر پمپ مخالف یکدیگر

در این حالت در حقیقت هر دو موتور از مدار خارج شدهاند ولی با باز کردن Cross Feed valve می توان از Booster سالم برای موتور مقابل سالم سوخت رسانی انجام داد و هواپیما را از خزر سقوط نجات داد.

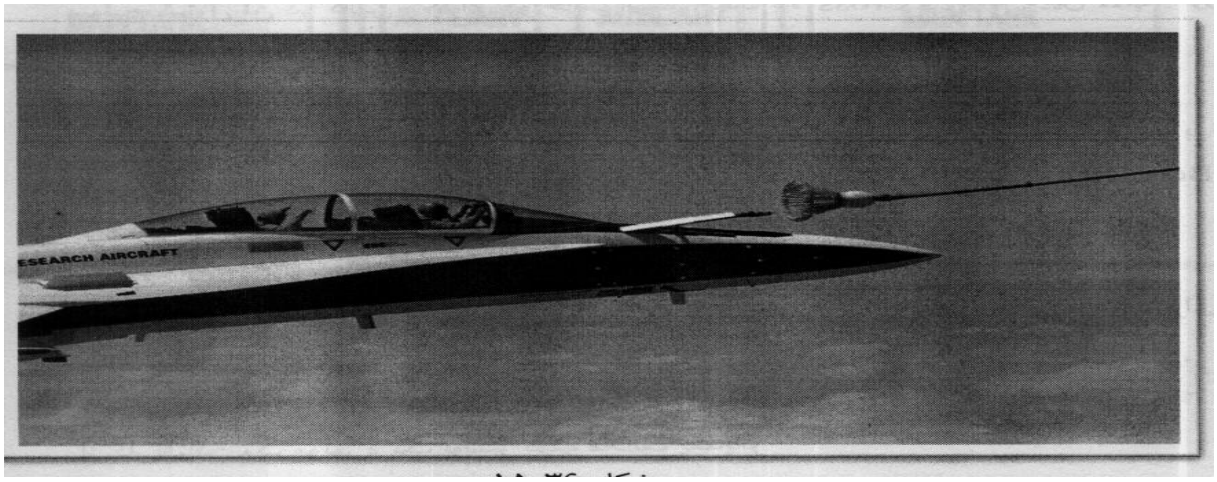
۴. Fuel unbalance:

مقدار سوخت مخازن دو موتوره متعادل نباشند ابتدا Cross Feed را باز نموده و سپسBooster موتوری که سوخت کمتری دارد را خاموش می کنیم یعنی از سیستمی که سوخت بیشتری دارد برای هر دو موتور تقریباً برابر شود سپس عکس ترتیب بالا را انجام می دهیم یعنی ابتدا Booster خاموش شده را

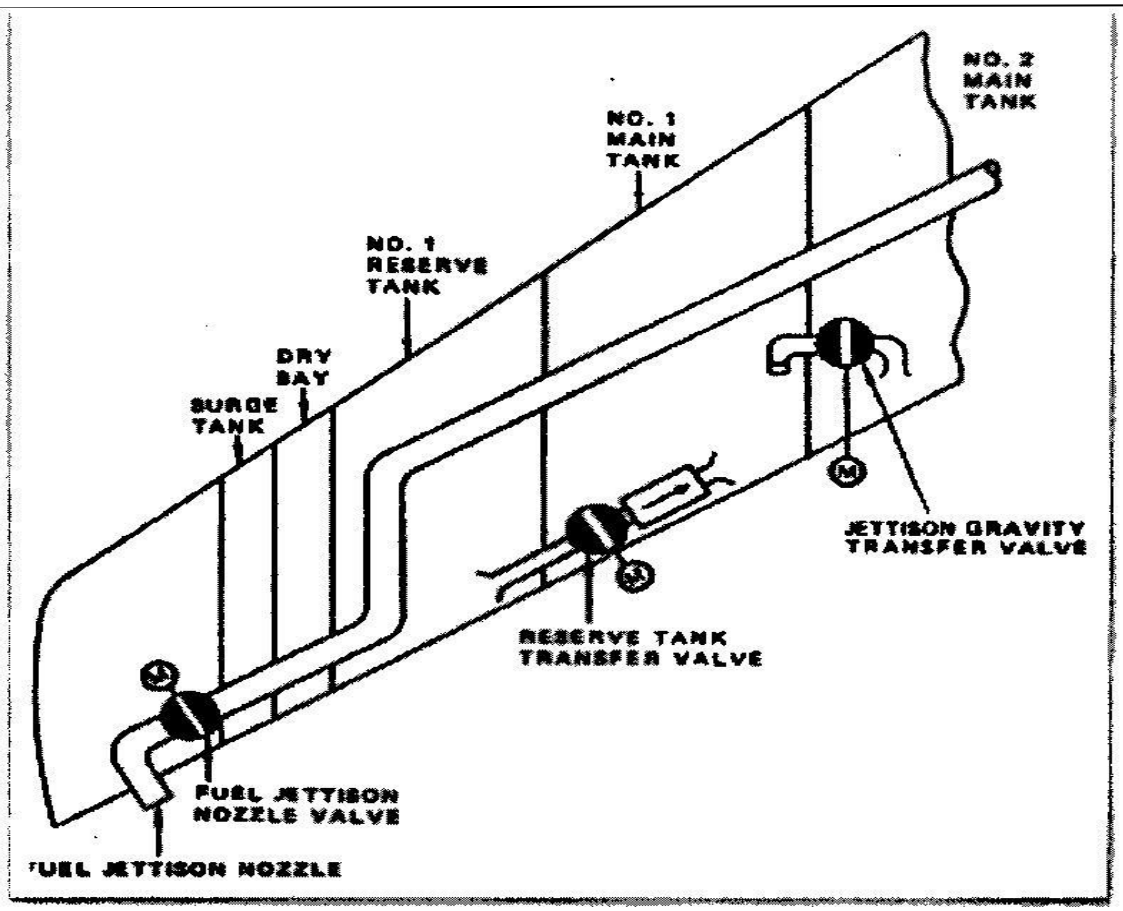
روشن می کنیم و سپس سوئیچCross Feed را به حالت OFF قرار میدهیم . این در هواپیماهایی قابل اجرا می باشد که هر موتور دارای مخزن یا مخازن سوخت کاملاً جداگانه باشند.

۵- One Fuel Tanks Damage

اگر مخزن و یا لوله های سوخت یک موتور دچار مشکل شده و یا صدمه دیده باشد موتور مربوطه با کمبود سوخت همراه خواهد شد لذا می توان Cross Feed valve را باز نموده و از سوخت موتور مقابل تغذیه و عمل سوخت رسانی را انجام داد که البته کارهای مهم دیگری هم باید انجام شود تا نقص به وجود آمده مشکلات عدیده ای به وجود نیاورد.



شکل ۳۶-۱۵


NO. 2
MAIN
TANK
NO. 1
MAIN
TANK
NO. 1
RESERVE
TANK
DRY
BAY
SURGE
TANK
JETTISON GRAVITY
TRANSFER VALVE
RESERVE TANK
TRANSFER VALVE
FUEL JETTISON
NOZZLE VALVE
FUEL JETTISON NOZZLE

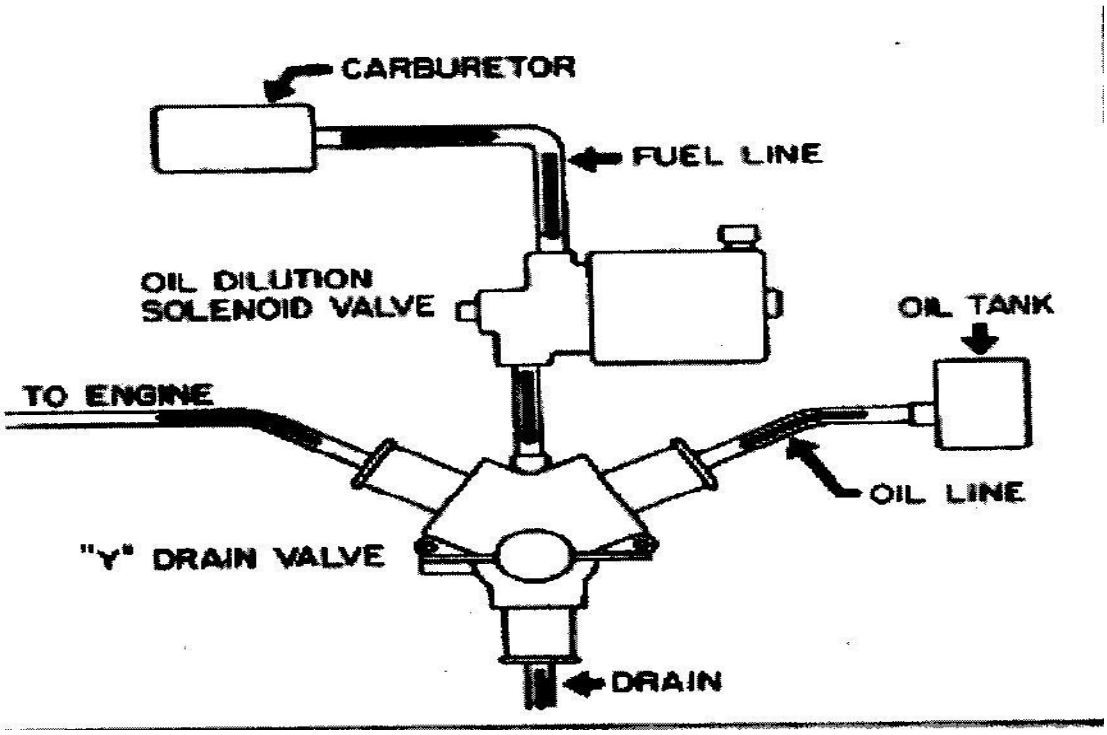
شکل ۳۶-۱۵

سیستم رهاساز سوخت: Fuel Jettision System

رهاسازی سوخت هنگامی انجام می شود که کم کردن وزن هواپیما یک عامل مهم در خارج کردن هواپیما از وضعی بحرانی است. سیستم رهاساز سوخت تشکیل شده از یک سری لوله های مربوطه، ولو و پمپ که سوخت را زمان اضطراری به بیرون رها می کند. مقدار سوخت رها شده می تواند کلیه سوخت هواپیما باشد بجز مقدار سوخت که برای Landing نیاز است. Reserve Quality در هواپیماهای ترابری و مسافربری اگر حداکثر وزن Take off بیشتر از ۱۰۵ درصد وزن ؟ باشد باید عمل رهاسازی سوخت انجام پذیرد تا وزن مطلوب قابل قبول Landing فراهم شود. موارد مشخص باید رهاسازی سوخت هماهنگ شود که وزن مطلوب و قابل قبول Landing فراهم شود. موارد مشخص باید برای رهاسازی سوخت هماهنگ شود که وزن هواپیما را کاهش دهد. میزان میانگین سوخت رها شده باید یک درصد حداکثر وزن Take off در هر دقیقه ای باشد. به استثنای اینکه زمان مورد نیاز برای رهاسازی سوخت نباید کمتر از ۱۰ دقیقه باشد. سیستم رهاسازی سوخت و عملیات آن باید بدون هیچگونه خطرات آتش سوزی انجام گیرد. سوخت نیز باید به گونه ای تخلیه شود که هر یک از بخش های هواپیما از پاشیدگی سوخت در امان باشند و بخارات آن به هیچ عنوان نباید وارد هواپیما شود. در طول عملیات رهاسازی سوخت قابلیت کنترل هواپیما نباید اثرات معکوسی داشته باشد.

با توجه به طراحی هواپیما نیروی اصلی برای رهاسازی سوخت با گرانش اولیه و یا توسط پمپ های گریز از مرکز مستقر در مخازن صورت می پذیرد. اکثر هواپیماها راه خروجی رهسازی سوخت در نوک بالها طراحی شده اند و در بعضی از هواپیماها در زیر بالها امتداد داده شده اند. در شکل ۳۶-۱۵ نشان می دهد که در زمان بحرانی سوخت از مخازن به Main Fold توسط پمپ ها هدایت می شود و امتداد آن تا نوک بالها

می باشد. در هواپیماهایی که مخازن در قسمت بالاتری قرار گرفته اند ممکن است به صورت نیروی گرانشی سوخت رها شود. ولی د راکثر هواپیماها رهاسازی سوخت توسط پمپ های مخصوص انجام می پذیرد. رهاسازی باید همزمان از دو سر بال صورت می پذیرد. در انتهای خروجی لوله ها Jettison Nazzle Value ها قرار دارند که الکتریکی کار می کنند و سوئیچ کنترل آنها نیز د رکابین و توسط خلبان کنترل می شود. پس از باز کردن این ولو سوخت از طریق Jettison Nazzle Value ها به بیرون هدایت می شوند. تمام سوخت را اگر لازم باشد می توان تخلیه و رها نمود بجز مقدار Quantity Reserve که برای Landing رزرو می شود.



شکل ۳۷-۱۵

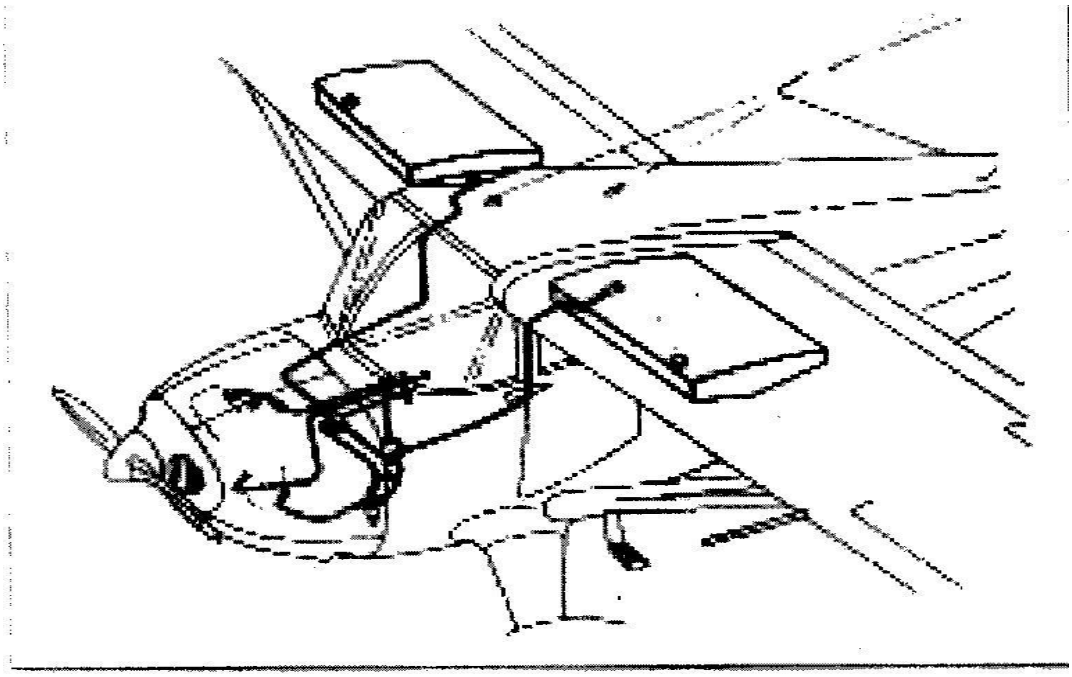
سیستم رقیق کردن روغن Oil-System Dilution

اینواقعیت به خوبی روشن است که روغن در هوای سرد منجمد می گردد (Congeal) برخی از روغن ها در بخش های کاری موتور ممکن است در چرخش های مکرر با مشکل مواجه شوند. بنابراین استارت زدن موتور با دشواری همراه است. یک روش شناخته شده به نام (Oil Dilution) یا رقیق کردن روغن وجود دارد که برای تسهیل در استارت زدن موتور هواپیما زمانی که دمای هوا خیلی پایین است بکار گرفته می شود در شکل ۳۷-۱۵ نمونه ای از Oil Dilution را نشان می دهد. در این روش لوله سوختی که به کاربراتور متصل است از میان یک Solenoid Valve عبور داده می شود و سپس به Drain Valve که به شکل Y می باشد هدایت می گردد، روغن پس از اینکه موتور شروع به کار می کند رقیق تر خواهد شد زیرا موتور هنگام کار کردن گرم خواهد شد. مثلاً در پایان مأموریت پروازی قبل از خاموش کردن موتور.

با شروع کار موتور هواپیما در حالت (idle) سوئیچ Oil Dilution Valve به حالت ON قرار می گیرد و این توسط اپراتور به طور دستی تنظیم می گردد. بعد از رقیق شدن روغن موتور هواپیما بلافاصله خاموش می گردد و Dilution Valve ولو رقیق کاری باز می شود. بنابراین سوخت در روغن باقی می ماند. زمان بعدی که موتور استارت می خورد روغن رقیق شده بطور آزادانه با تمامی سطوح یاطاقان ارتباط برقرار می کند و موتور به آرامی می چرخد.

در شکل ۳۷-۱۵ یک نمونه ساده می باشدکه تنظیمات اصلی را در یک سیستم رقیق سازی روغن نشان می دهد. وقتی که رقیق شدن روغن انجام می گیرد، سوئیچ مربوطه در داخل کابین به حالت OFF و بسته قرار می گیرد.

آنگاه سوپاپ یا Valve از محل خود به وسیله سلونوئید حرکت داده می شود. سپس سوخت از درون Valve جریان پیدا کرده و از قسمت خروجی خارج می گردد و به سیستم ارتباطی روغن هدایت می گردد. گرمای موتور نیز از چند دقیقه کار کردن بالا رفته و باعث تبخیر شدن سوخت می گردد و بنابراین سوخت تبخیر شده از طریق سیستم روغنی دمیده می شود (به داخل کشیده می شود).



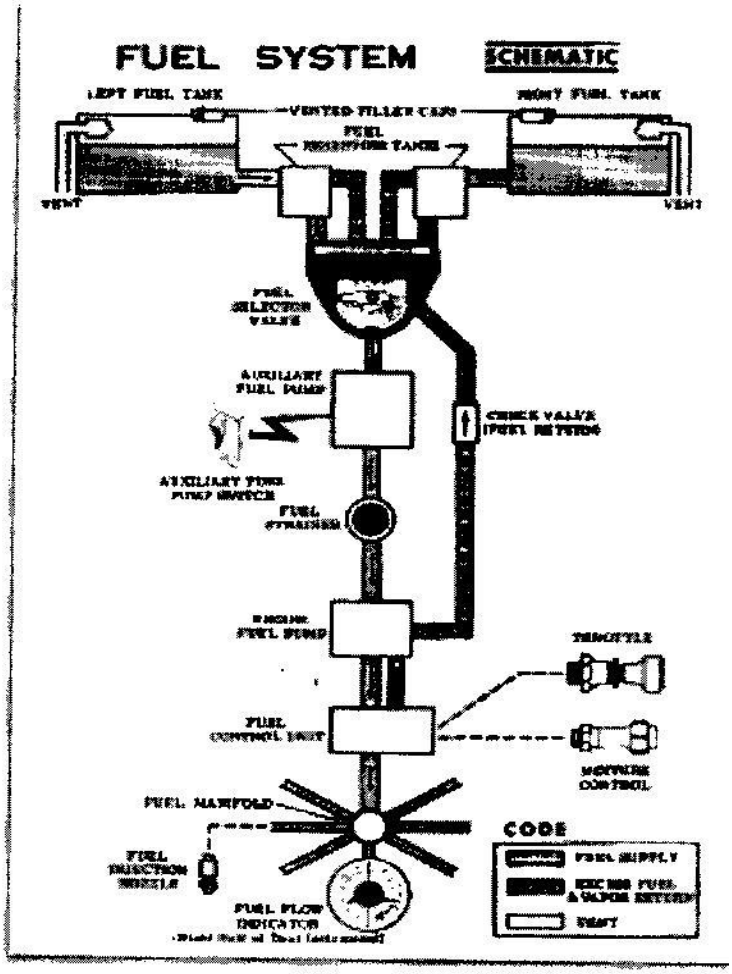
شکل ۳۸-۱۵

Typical Air Craft Fuel Systems

۱- سیستم سوخت از نوع گرانشی در یک هواپیمای سبک (موتور پیستونی)

Light Airplan Gravity- Feed Sys

سیستم سوختی ساده در یک هواپیماهای سبک تک موتوره د رشکل ۳۸-۱۵ نشان داده می شود. مخازن سوختی برای این سیستم در ضخامت بالها با آلیاژهای آلومینیومی جوشکاری و ساخته شده اند مخازن سوختی به طور منظمی با نوارهای فولادی در میان تیرکهای بالها جاسازی شده اند. لایه های نرم پوششی نیز اطراف آنها قرار داده شده تا صدمه ای به آنها وارد نشود. درپوش مخازن در قسمت بالای آن و لوله خروجی سوخت در قمت پایین آن طراحی شده اند. جریان و حرکت سوخت به طرف موتور به صورت گرانشی انجام می پذیرد که ابتدا به Fuel Valve که در قسمت جلوی دیواره آتش مستقر می باشد می رسد و جریان سوخت به گاز کلاتور (Gas Colator) ادامه می یابد، گاز کلاتور به مجموعه پنجره توری و چاهک اطلاق می شود که در حقیقت نوعی فیلتر محسوب می شود سپس سوخت به طرف کاربراتور و پمپ جاشنی ساز می باشد که جهت استارت زدن بکار گرفته می شود. سیستم Primeing با تزریق سوخت به داخل کاربراتور یا سیلندرها موجب راحتی و تسریع در استارت موتور خواهد بود.



شکل ۳۹-۱۵

۲- سیستم سوخت از نوع فشاری در یک هواپیمای سبک (موتور پیستونی)

Light Airplan Pressure- Feed Sys

در شکل ۳۹-۱۵ متتعلقات این سیستم به خوبی نشان داده شده است و تشکیل شده از دو مخزن لاستیکی مقاوم بنام Cell که در ضخامت بالها جاسازی و توسط طنابهای مخصوص محکم شده اند. سیستم Vent این مخازن از طریق سوراخ موجود روی درپوش ها میسر می گردد. البته دارای لوله های Vent جداگانه نیز می باشند.

لوله های فلزی ویژه جریان سوخت از Cell ها شروع شده و به مخازن (Reservior Tanks) وصل می گردند که در قسمت دیواره پهلوئی بدنه هواپیما و پشت دیواره آتش استقرار دارند. سوخت از مخزن رزرو به Selector valve هدایت می گردد. قبلاً اشاره شده Selector valve یک ولو انتخابی چند راهه می باشد که تحت کنترل می باشد. Selector valve دارای چهار راه انتخابی می باشد که عبارتند از Both, left, Right و OFF منظور انتخاب راه از چپ یا راست و یا هر دو مخزن می باشد. این چهار حالت به خلبان اجازه می دهد که یکی از راههای استفاده را انتخب کند. حا ل OFF برای خاموش کردن موتور انتخاب می شود. پس از ولو انتخابی سوخت به طرف یک پمپ سوخت الکتریکی هدایت می شود این پمپ باعث می شود که جریان سوخت تحت فشار قرار گیرد.

این پمپ الکتریکی به عنوان پمپو حمایتی برای پمپ موتور محسوب می شود که در صورت خراب شدن پمپ موتور پمپ الکتریکی به راحتی جوابگوی نیاز سوختی موتور خواهد بود و همچنین برای استارت زدن

هواپیما مورد استفاده قرار می گیرد. این پمپ باعث محدود شدن جریان سوخت هنگام خاموش بودنش نخواهد شد، و همچنین اجازه می دهد که engine Driven pump سوخت را از مخازن مکش کند.

پس از مراحل عبور سوخت که یاد شد سوخت در Strainer فیلتر و صاف شده و پس از گذشتن از لوله های Flexible (یا انعطاف پذیر) به engine Driven pump وارد می شود این پمپ تقویت کننده فشار جریان سوخت می باشد که مورد نیاز واحد کنترل سوخت است (Fuel Control Unit) سوخت مازاد نیاز از طریق یک Chech Value (شیر یک طرفه) به Selector Valve برگشت داده می شود، یادآوری می شود که واحد کنترل سوخت (Fuel Control Unit) توسط دسته گازها (Thrutlles) کنترل می شود. سوخت از واحد کنترل سوخت به موتور تحویل داده می شود و یک انشعاب برای نشاندهنده فشار جریان سوخت که در داخل کابین قرار دارد فرستادهمی شود تا این نشاندهنده فشار جریان سوخت را به خلبان نشان دهد.

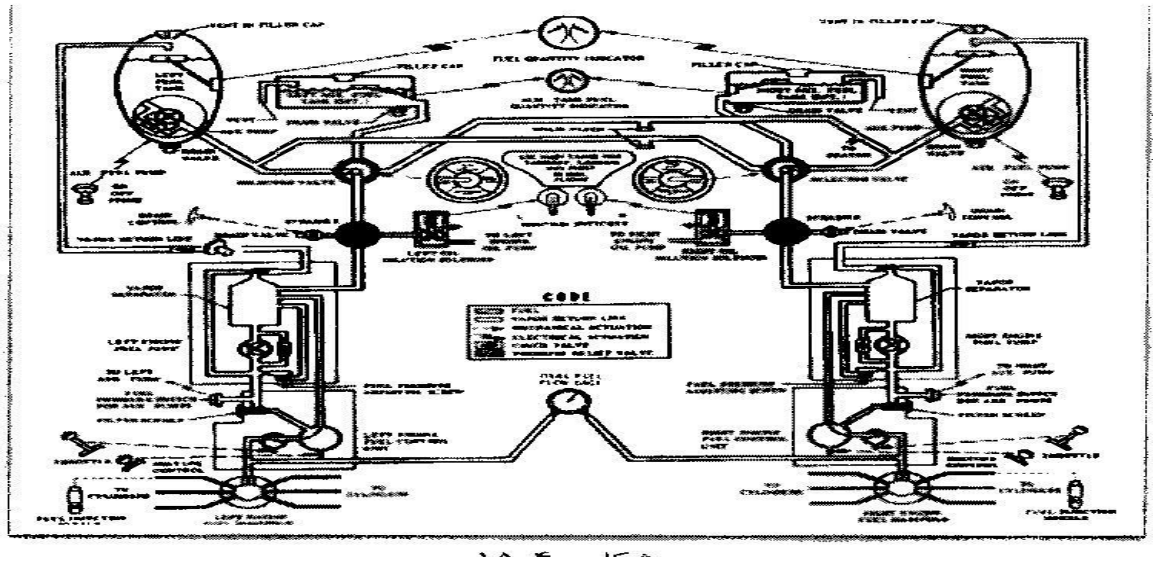
۳- سیستم سوخت یک هواپیمای سبک دو موتوره (موتور پیستونی)

Fuel Sys-For a light Twin AirPlan

در شکل ۴۰-۱۵ شمای سیستم سوخت یک هواپیمای دوموتوره سبک را رسم نموده است. سیستم سوختی نشان داده شده با مدلهای اصلی هواپیمایی که از طریق تزریق مستقیم سوخت به موتورها بهره برداری می کند. Direct injection for thr Eng

مخازن سوخت متشکل از دو مخزن از نوع لاستیکی مقاوم که سوخت مورد نیاز هواپیما را در خود جای می دهد که هر یک از آنها در ضخامت و نوک هر بال طراحی و مستقر شده اند.

ظرفیت هر یک از این مخازن ۵۱ گالن (193/3 Litter) بوده و ۵۰/۵ گالن آن قابل استفاده (usable) می باشد، مخازن در نوک بالها در محفظه مخصوص خود که دارای ساختار آلیاژ آلومینیوم می باشد جاسازی و به صورت مناسب حمایت می شوند. مخازن لاستیکی به راحتی قابل سوار و پیاده شدن هستند در هر یک از مخازن لاستیکی یک Booster Pump قرار داده شده است که فشار برای جریان سوخت فراهم می سازد تا در مواقع استارت و اضطراری و همچنین چاشنی سازی در سیستم سوخت نقش داشته باشد. در زمان اضطراری زمانی است که engine Driven injection Pump از کار افتاده باشد. Booster Pump سوخت به Selector Valve یا ولو انتخاب کننده فرستاده می شود که در بالها مستقر می باشند. سپس سوخت به Strainer و بعد از آن به engine Driven Pump و در نهایت به injection Fuel unit (واحد تزریق) سوخت ارسال می گردد. متعلقات engine Driven injection Pump شامل یک جدا کننده بخار (Vapor separator) و یک تنظیم کننده فشار می باشد.

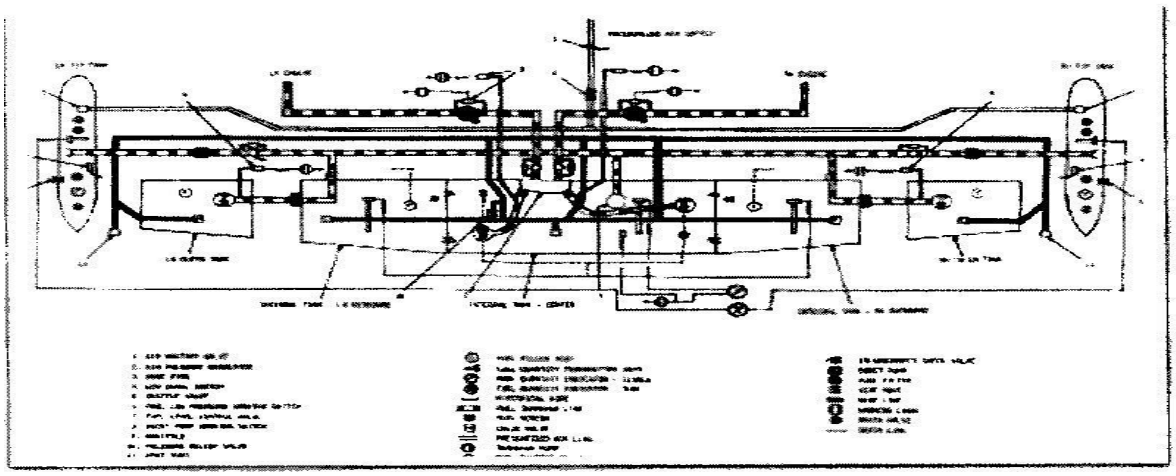


شکل ۴۰-۱۵

یک Line Return-Valve یا لوله بازگشتی بخار بین پمپ تزریقی(Fuel injection Pump)و مخزن سوخت طراحی شده است که از جمع شدن بخار و بند آمدن مسیر (lock Vapor) در پمپ و یا واحد تزریق جلوگیری نماید. این لوله برگشتی بخار همراه خود مقداری سوخت را حمل خواهد نمود که به همراه بخار وارد مخزن سوخت خواهد شد یک شیر یا ولو تخلیه در مخازن نوک بال قرار داده شده، تا امکان تخلیه آب و رسوبات را به راحتی فراهم آورد و در بازدید Pre Flight باید آنها را تخلیه نمود.

متعلقات سیستم سوخت در شکل ۴۰-۱۵ موقعیت های نسبی تمام واحدهای سیستم سوخت را نشان می دهد. واحدهای اندازه گیری مقدار سوخت در هر مخزن قرار داشته و به صورت الکتریکی کمیت سوخت مخزن را به عقربه های نشان دهنده مقدار سوخت می فرستد، این نشاندهنده ها روی پانلهای داخل کابین قرار گرفته اند. لازم به ذکر است کهBooster Pump های مستقر در داخل مخازن به صورت الکتریکی کار کرده و سوئیچ کنترل آنها در داخل کاکپیت قرار دارند، Booster Pumpها دارای دریچه Bypass می باشند و زمانی که در حال کار کردن نیستند از طریق این دریچه ها جریان سوخت آزاد به وجود خواهد آمد، سوپاپ های سلونوئید رقیق کننده روغنی نیز سوخت را از محفظه های سوختی دریافت می کنند، این سوپاپ ها نیز توسط سوئیچ در کاکپیت عملیاتی می شوند.

با توجه به اینکه سیستم برای عملیاتی شدن با واحدهای تزریق سوخت مستقیم طراحی و ارتباط داده شده اند، نشان دهنده ها فشار سوخت بین کنترل های سوخت و چند راهه مرتبط می گردند و شاخص اصلی فشار را بطور واقعی در شیلنگ های تزریقی به وجود می آورند و اندازه گیری دقیقی از قدرت موتور را برای خلبان فراهم می آورند.



شکل ۴۱-۱۵

۴- سیستم سوختی برای یک هواپیمای توربوپراپ در شکل ۴۱-۱۵ نشان داده شده است. Center Tank مخزنی که در وسط قرار گرفته از نوع مخزنهای یکپارچه با بال می باشند (قبلاً اشاره شد) مخازن integral مخازنی هستند که جدا از بال یا بدنه هواپیما نمی باشند. بلکه جزء بلاانقطاع بال می باشند به هر صورت مخزن وسط Centerخود به سه محفظه تقسیم شده است قسمت سمت راست Right Out Board Tank و قسمت سمت چپ را Left Out Board Tank می نامند سوخت موجود در قسمت سمت راست و چپ توسط نیروی گرانشی به قسمت وسط راهنمایی می شوند.

دو عدد مخزندر قسمت های آخر دو بال قرار گرفته اند بنامهای Right Outer و Outer left Tank سوخت موجود در این دو مخزن نیز باید به مخزن اصلی که همان محفظه وسطی Tank center می باشد هدایت شوند. انتقال سوخت از دو مخزن توسط پمپ های از نوع غوطه ور و نیروی گریز از مرکز صورت می پذیرد (submerged centrifugal pump) که در داخل Tank Outer ها مستقر می باشند. Tip Tankها مخازن معلق زیر بالها هستند همانطور که قبلاً اشاره شده جزء (external Tank) ها یا مخازن

خارجی محسوب می شوند مقدار سوخت Tip Tankها نیز توسط فشار هوا (pressurizing) به مخزن اصلی منتقل می شوند. کلیه مخازن خارجی توسط Bleed Air تحت فشار هوا قرار می گیرند تا انتقال آنها به مخازن داخلی اصلی و داخلی به روش pressurizing صورت پذیرد. سیستم Vent کلیه مخازن داخلی توسط لوله های Vent در زیر بالهای هواپیما طراحی شده اند.

دو عدد Booster Pump نیز در داخل مخزن اصلی (مخزن وسطی) بکار گرفته شده، این پمپ ها سوخت را از طریق (mainiFold) یا چندراهه به Shut off Valveهای هر یک از موتورها با فشار ارسال می نمایند، سپس سوخت پس از عبور از فیلتر به Engin Pump و بعد از آن Fuel Control unit یا واحد کنترل سوخت تحویل داده می شود، یادآوری می شود که Engin Pumpرا main Fuel pump نیز می نامندکه توسط موتور به گردش در می آید. در کابین سه عدد نشان دهنده کمیت یا مقدار سوخت وجود دارد یک نشاندهنده مقدار سوخت مخزن اصلی (Center Tank) یک نشان دهنده دو عقربه ای برای دو Tip Tankها (needle- dual دو عقربه ای)و نشان دهنده Fuel Flowیا جریان سوخت برای هر موتور برای هر یک از Tip Tankها نیز مکانیزم vent در نظر گرفته شده که هنگام سوختگیری هوای آن خارج هنگام مصرف یا انتقال سوخت به مخزن داخلی هوا وارد و زمانی که فشار بیرون بیشتر از فشار درون آنها شود، جهت متعادل ساختن فشار بکار می رود.

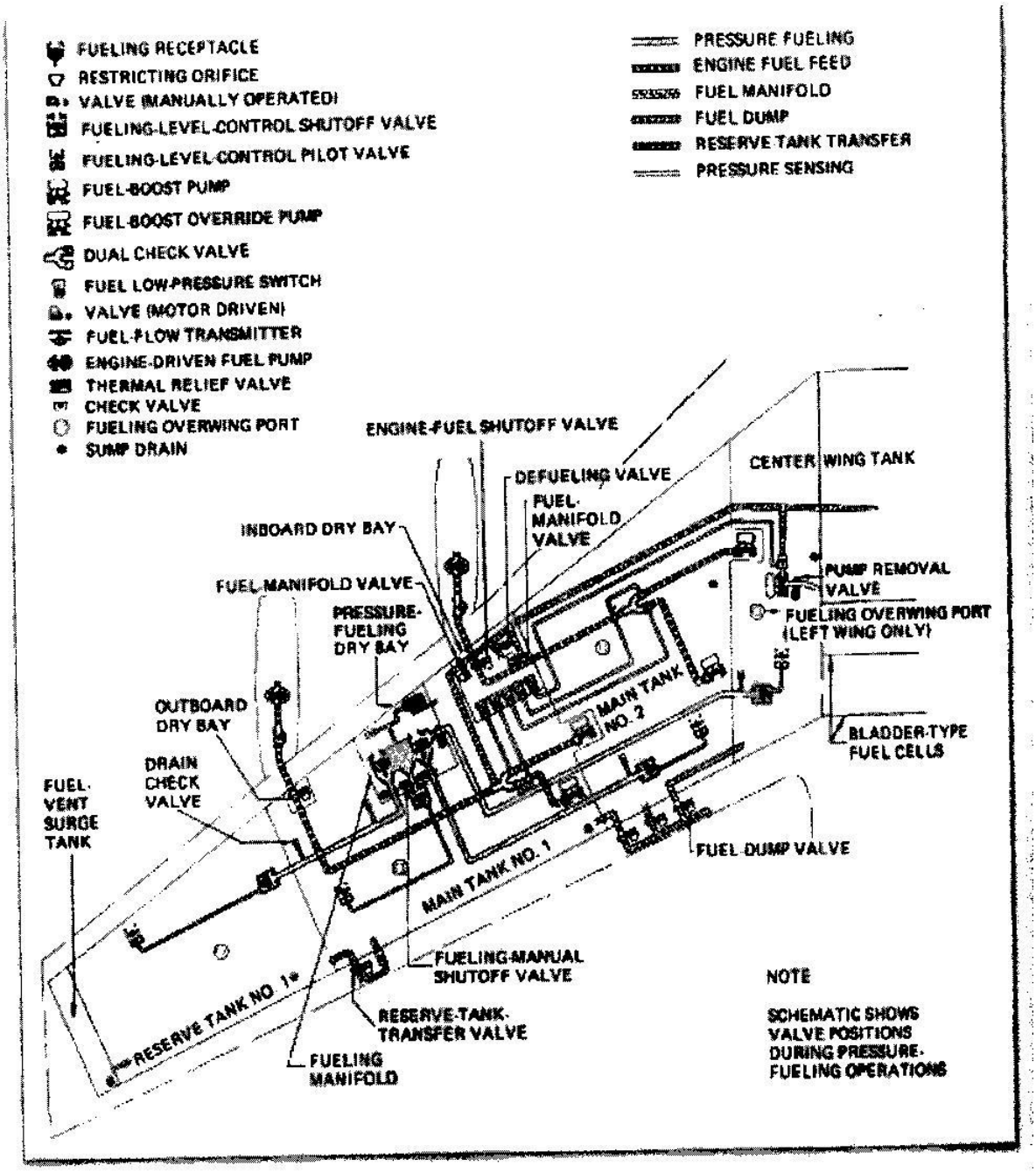
Fuel system for large Turbin AirCraft

سیستم سوخت برای یک هواپیمای بزرگ توربوجت با توجه به گستردگی و پیچیدگی سیستمهای سوخت د رهواپیمای بزرگ امکان وجود یک دستورالعمل استاندارد برای توجیهات جزئیات وجود ندارد.

در توجیهات زیر می توان به صورت کلی پیچیدگی و حجم سیستم را نمایان ساخت. در شکل ۴۲-۱۵ قطعات و متعلقات سیستم سوخت را در یک بال به نمایش گذاشته است البته یادآوری می شود کلیه قطعات و مکانیزم ها در درسهای قبل کاملاً خاطر نشان شده اند. مخازن و مکانیزم ها به صورتی طراحی و ترتیب داده شده اند که در مطلوب ترین صورت سوخت را برای موتورها فراهم می آورند. متعلقات عبارتند از:

۱- Refueling receptacle

جهت سوختگیری به هواپیما روی زمین توسط Truck یا تانکر سوخت که روش سوخت گیری تحت فشار نامیده می شود رابط یا شیلنگ تانکر سوخت دارای Addapter و در قسمت سر آن یک Nozzle قرار دارد، Nozzle به محلی در زیر یا پهلوی هواپیما جهت سوختگیری متصل می شود، این محل را اصطلاحاً Receptacle می نامند. این قطعه دارای دیافراگمی است که هنگام اتصال Nozzle آن را به بالا هدایت کرده مسیر عبور سوخت را باز می کند و محض باز کردن Nozzle دیافراگم به پایین هدایت شده و مسیر Receptacle را مسدود می نماید.


FUELING RECEPTACLE
RESTRICTING ORIFICE
VALVE (MANUALLY OPERATED)
FUELING-LEVEL-CONTROL SHUTOFF VALVE
FUELING-LEVEL-CONTROL PILOT VALVE
FUEL-BOOST PUMP
FUEL-BOOST OVERRIDE PUMP
DUAL CHECK VALVE
FUEL LOW-PRESSURE SWITCH
VALVE (MOTOR DRIVEN)
FUEL-FLOW TRANSMITTER
ENGINE-DRIVEN FUEL PUMP
THERMAL RELIEF VALVE
CHECK VALVE
FUELING OVERWING PORT
SUMP DRAIN
PRESSURE FUELING
ENGINE FUEL FEED
FUEL MANIFOLD
FUEL DUMP
RESERVE TANK TRANSFER
PRESSURE SENSING
ENGINE-FUEL SHUTOFF VALVE
DEFUELING VALVE
CENTER WING TANK
FUEL-MANIFOLD VALVE
INBOARD DRY BAY
FUEL-MANIFOLD VALVE
PUMP REMOVAL VALVE
PRESSURE-FUELING DRY BAY
FUELING OVERWING PORT (LEFT WING ONLY)
OUTBOARD DRY BAY
MAIN TANK NO. 2
BLADDER-TYPE FUEL CELLS
DRAIN CHECK VALVE
FUEL-VENT SURGE TANK
FUEL DUMP VALVE
MAIN TANK NO. 1
FUELING-MANUAL SHUTOFF VALVE
NOTE
SCHEMATIC SHOWS VALVE POSITIONS DURING PRESSURE-FUELING OPERATIONS
RESERVE TANK NO. 1
RESERVE-TANK-TRANSFER VALVE
FUELING MANIFOLD

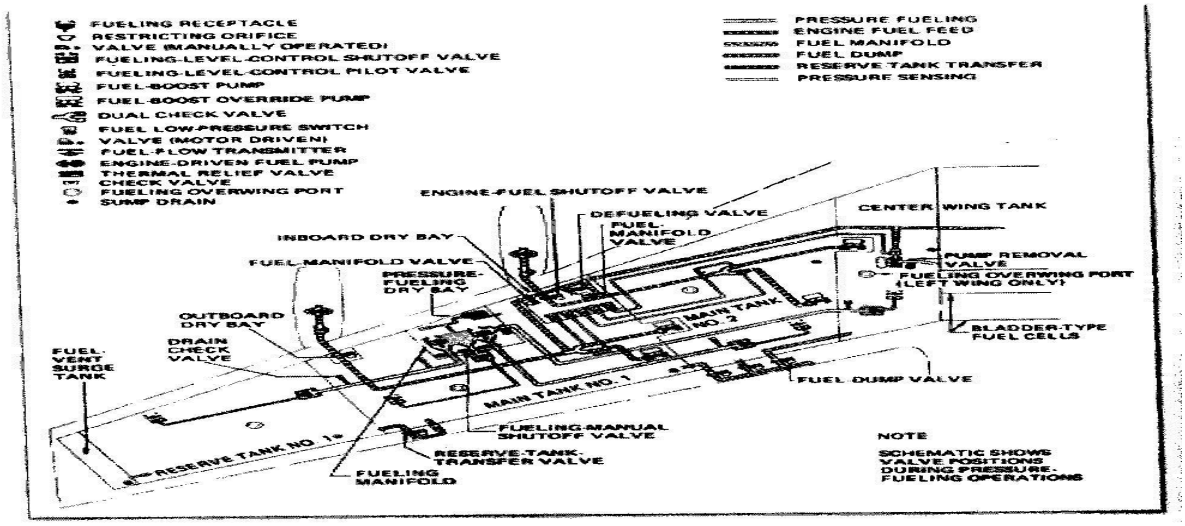
شکا ۴۲-۱۵

۲- Restricting Orifice

این مکانیزم مسیر جریان سوخت هنگام سوختگیری را محدودتر می نماید تا از فشار و هجوم جریان سوخت جلوگیری شود، این امر باعث بالا رفتن ضریب اطمینان از صدمات احتمالی به سیستم و قطعات مربوطه می گردد.

۳- Manually operated shut off valves

این ولوها که در سیستم فشار تزریق سوخت بکار گرفته می شود، جهت حذف فشارهای تامتعادل و جلوگیری از مسدود شدن جریان سوخت طراحی شده اند.



شکل ۴۲-۱۵

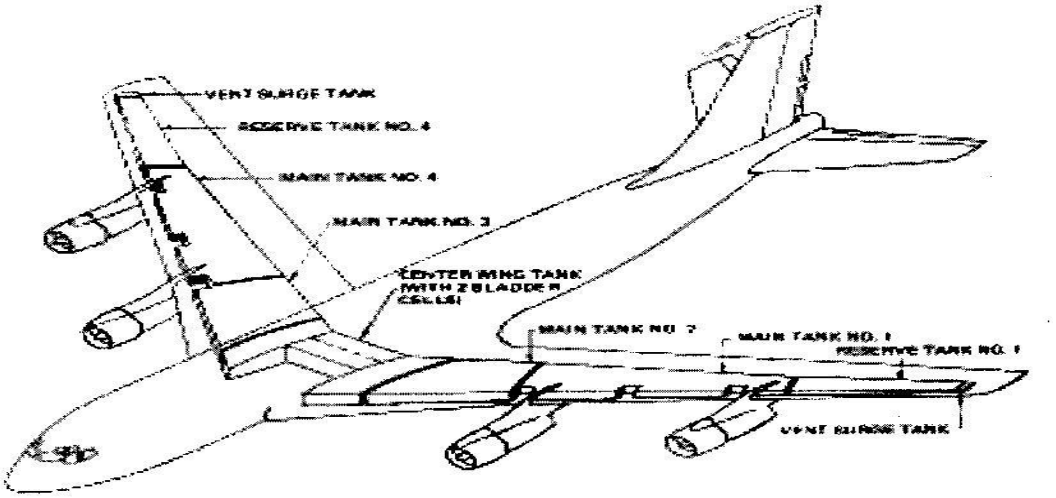
۴- Fuel Level control Valve

در قسمت فوقانی هر مخزن یکFuel Level control Valve قرار گرفته است تا هنگام سوختگیری هر یک از مخازن پر شد، به صورت اتوماتیک جریان سوخت را به آن مخزن را قطع نماید. به عبارت ساده تر این قطعه قطع می کند جریان سوخت را (هنگام سوخت گیری)وقتی هر یک از مخازن پر می شود. شکل ۴۴-

۱۵ نوع ساده این ولو نیازی به نیروی خارجی ندارد و مکانیکی عمل می کند و جریان سوخت را قطع می کند این نوع ولو دارای غواصک پلاستیکی بوده و زمانی که سطح سوخت در مخزن به بالاترین نقطه مجاز می رسد غواصک ها در سوخت شناور شده و با بالا آمدن آن جریان سوخت قطع می گردد و نوع پیچیده تر آن که به صورت الکتریکی کار می کند علاوه بر وظیفه قطع کردن سوخت پس از پر شدن مخزن توسط Control until می توان آن را در هر زمان تحت کنترل داشت.

۵- Motor driven valve

این ولو که به صورت الکتریکی کار می کند یک جریان ملایم و مداوم سوخت را در سیستم سوخت به وجود می آورد.



شکل ۴۳-۱۵

۶- Fuel flow Transmitter

این مکانیزم که توسط برق کار کرده و اتوماتیکی کنترل می شود میزان جریان سوخت به هر موتور را حس نموده و به نشان دهنده با همین نام در کابین ارسال می نماید.

همانطور که در شکل ۴۳-۱۵ مشاهده می شود مخازن سوخت در این نوع هواپیما د رقسمت بالها و وسط بدنه بین بالها مستقر می باشندمخازن اصلی چهار عدد و از نوع یکپارچه می باشند و در قسمت Out Board بالها دو مخزن رزرو طراحی شده است ، وسط بالها نیز (Center Tank) که از نوع مخازن لاستیکی بوده و cell نامیده می شوند و Baffle Plate صفحه های فلزی می باشند که در درون مخازن قرار داشته و از تلاطم موج خوردن سوخت جلوگیری می کنند. موج خوردن سوخت باعث تغییرات وزن در نقاط مختلف خواهد شد و می تواند در کنترل هواپیما اختلال ایجاد نماید، (Rapid Weight Shifting) کلیه مخازن توسط نوارهایی (seal) از جنس نوعی لاستیک آب بندی شده اند.

۷- Fuel Vent System:

این مکانیزم ارتباط بین مخازن را با اتمسفر فراهم می سازد تشکیل شده از لوله های آلومینیومی که از مخازن شروع و در یک محل مناسب از بال یا بدنه هواپیما با هوای بیرون ارتباط پیدا می کند. دارای خصوصیات و قطعات ویژه ای است که در بحث های قبلی به آن اشاره شده است. این ارتباط می تواند در اشکال مختلفی طراحی شود که در هواپیماهای مختلف بستگی به شکل و محل مخازن مختلف است ولی مهم این است که در همه اشکال هدف مشترک می باشد.

۸- Engine Fuel Feed Sys

تشکیل شده از لوله های سوخت، پمپ ها و ولوهای مربوطه که مجموعاً وظیفه تقسیم سوخت به موتورها را به عهده دارند همانگونه که در شکل مشاهده می گردد، چهار مخزن که سوخت را به این مکانیزم هدایت می نمایند. مخازن که به صورت ارتباط داخلی (inter connector) با یکدیگر رابطه داشته و توسط Mainifold یا چند راهه سوخت را به طرف موتورها ارسال می دارند البته مخازن وسط بالها نیز از این امر

پیروی می کنند. مخازن رزرو که در قسمت نوک بالها مستقر می باشند هنگام اضطراری که سوخت به حداقل ممکن می رسد توسط نیروی جاذبه (gravity) به مخازن اصلی منتقل شده و مورد استفاده قرار می گیرند لوله های سوخت که از مخازن اصلی سرچشمه گرفته و تا موتورها ادامه دارند توسط Booster Pump های مستقر در مخازن اصلی تحت فشار سوخت قرار گرفته و هدایت جریان سوخت رابه عهده دارند Booster Pump ها به صورت الکتریکی کار می کنند و سوئیچ کنترل آنها در داخل کابین و تحت کنترل خلبان قرار دارند. البته یادآوری می شود که Center Pump های مخازن اصلی را ساقط نموده (Over ride) و خود وظیفه ارسال سوخت را به عهده می گیرد. به همین علت نام آن را (override. Boost.Fuel.pump) نهاده اند. سوخت را جهت تقسیم به موتورها به انتخاب کننده مسیر (main fold) یا چند راهه ارسال می نماید. کنترل و تعیین جهت سوخت به موتورها توسط Electical motor driven slide valve صورت می پذیرد.

Valvesیا ولوها کلاً به سه گروه تقسیم طبقه بندی می شوند:

۱. Engine Fuel shut off valves جریان سوخت را به موتور قطع می کند.
۲. Fuel manifold valves تقسیم سوخت به موتورها را به عهده دارد.
۳. Fuel tanktransfer valves که کنترل و هدایت سوخت از مخازن رزرو به مخازن اصلی ۱ و ۴ را انجام می دهند.

تمام این ولوها دارای سوئیچ کنترل دستی از داخل کابین می باشند.

۹- Pressure Refueling station

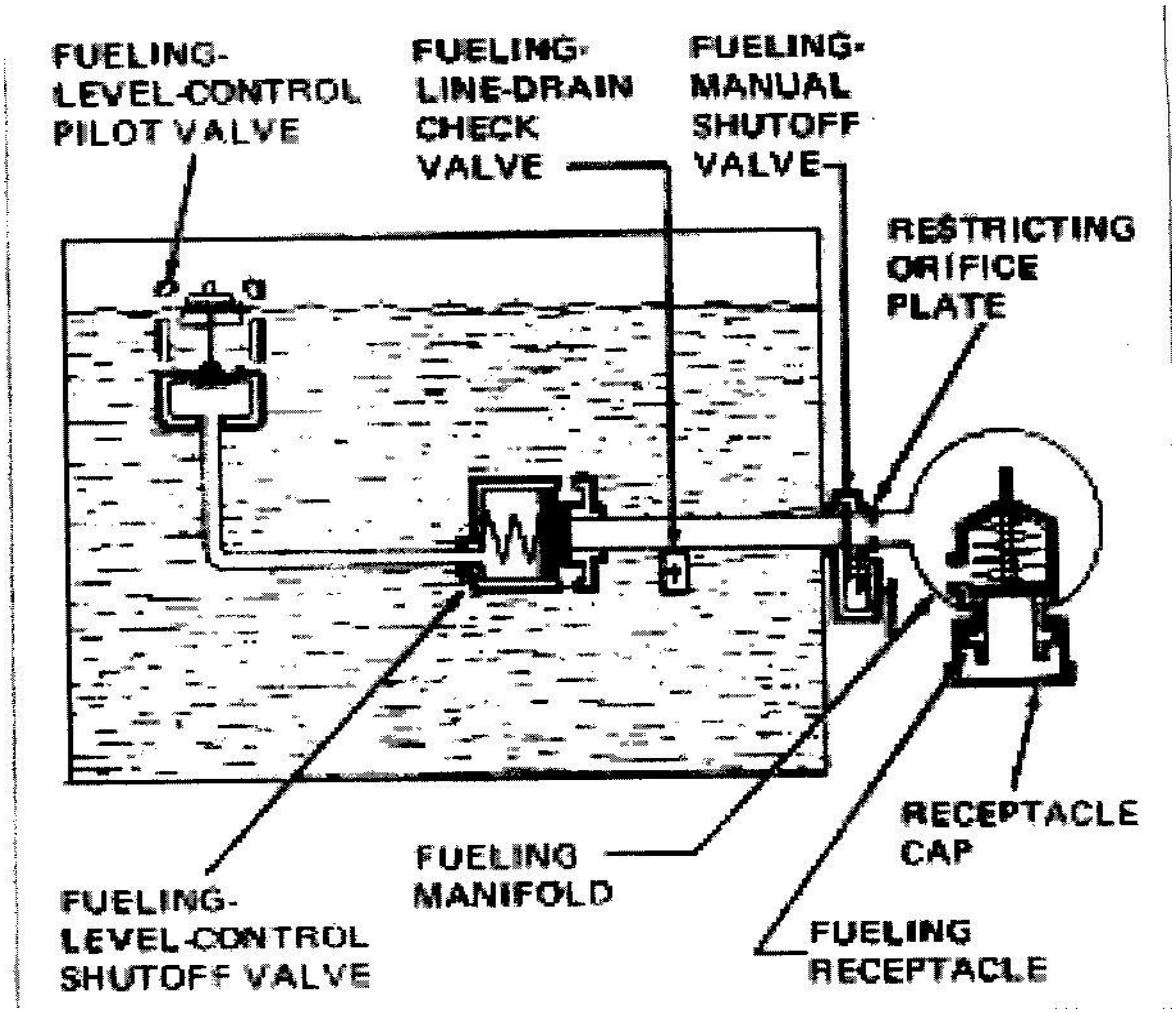
همانطور که قبلاً اشاره شد جهت سرویس کردن سوخت به داخل مخازن نقطه ای در زیر هواپیما یا زیر بالها در نظر گرفته شده که از طریق آن نقطه (single point) می توان به مخازن داخلی سوخت سرویس یا تزریق نمود البته محل این نقطه و آن هم زیر بدنه هواپیما وجود دارد که به کلیه مخازن داخلی و خارجی می توان سوختگیری نمود و یا در هواپیماهای مسافربری دو عدد از این نقاط در زیر بالها قرار دارند که از هر نقطه می توان به مخازن مربوط به همان بال سوختگیری را انجام داد. در این نقاط قطعه ای بنام receptacle وجود دارد که Nozzle مربوط به تانکر سوخت را در خود می پذیرد و آن را در خود قفل می کند تا از بیرون پاشیدن سوخت هنگام سوختگیری جلوگیری نماید. البته قطعات دیگری نیز در این مکانیزم سوختگیری وجود دارد تا تمام مخازن مربوطه با دقت و کاملاً حساب شده و با یک شدت جریان متناسب و صحیح پر شوند.

مخازن رزرو و مخازن وسط بال Center tank نیز به همین روش و از نقطه اطراف خود تزریق و سرویس می شوند.

حداکثر فشار هنگام سوختگیری ۵۰ psi برای این هواپیما در نظر گرفته شده است. یک قطعه بنام Restricting Orifice Plate در نقطه و مکانیزم سوخت گیری وجود دارد که محدود کردن شدت جریان سوختگیری را بعهده دارد که مثلاً محدودیت برای مخازن اصلی۱ و ۴ حدود ۲۳۴ h/gal ۳ گالن در ساعت و مخازن اصلی۳ و ۴ حدو ۲۲۷ h/gal گالن در ساعت برابر ۸۵۹ لیتر در ساعت و مخازن رزرو ۱ و ۴ حدود ۶۵h/gal گالن در ساعت برابر ۲۴۶ لیتر در ساعت و سرانجام مخازن وسط بالها (center

(tank حدود ۲۵۰gal/h گالن در ساعت برابر ۹۴۶ لیتر در ساعت، در هر طرف در نظر گرفته شده است.

البته در بعضی از هواپیماها حداکثر فشار و یا شدت جریان سوختگیری شاید مقداری متفاوت باشد.



۱۰- Fuel level control valve or pilot valve

نام این قطعه به صورت ساده تر Fuel level control valve or pilot valve و در بعضی هواپیماهای سبک Pilot value اطلاق می شود کار این قطعه با مکانیزم قطع کردن جریان سوخت (هنگام

سوختگیری) به مخزن مربوطه زمانی که مخزن مربوزه به خودش پر می شود. این قطعه در قسمت فو قانی هر مخزن مستقر است و هنگام سوختگیری وقتی سطح سوخت در مخزن به حداکثر سطح تعیین شده برسد این قطعه جریان را قطع می کند (شکل ۴۴-۱۵) این قطعه در شکلها ئو اندازه های مختلفی ساخته شده و بکار گرفته می شوند. در هواپیماهای سبک این قطعه کاملاً مکانیکی عمل کرده و ساده می باشد و متعلقات جانبی از قبیل Shut off valve و غیره ندارد هنگام سوختگیری وقتی مخزن مربوطه پر می شود F.L.C.V در سوخت غوطه ور شده و غواصک های پلاستیکی آن به بالا هدایت می شود و این امر باعث پایین رفتن یک اهرم کوچک بنام (neddle) شده و با افزایش فشار داخل V.C.L.F جریان سوخت به صورت اتوماتیک قطع می گردد. ولی در هواپیماهای بزرگتر این قطعه پیچیده تر و دارای Shut off valve جهت قطع کردن جریان سوخت و check valve یکطرف کننده و همچنین Drain valve می باشد.

سیستم کنترل کننده ای به صورت الکتریکی این قطعه را بعهده دارد که سوئیچ آن داخل کابین قرار دارد. این سیستم بنام Fueling Preset Sys بوده و اجازه می دهد مخازن به سطح دلخواه پر شده و جریان را قطع نماید بدون آنکه نیاز به مشاهده پی در پی نشان دهنده های ظرفیت (Quantity indicator) مخازن باشد. این سیستم با چراغ های خبر ارتباط داشته و خبر میزان سوختگیری به هر مخزن و زمان پر شدن آنها را به مسئول سوختگیری می دهد.

(Potentiometer)یا اختلاف سطح سنج: با نشان دهنده مقدار سوخت همزمان فعال بوده و اختلاف سطح سوخت را در مخازن را نشان می دهد.

چراغهای خبر مستقر در ایستگاه سوخت رسانی وسط Preset sys سیگنال دریافت کرده و خبر پر شدن هر مخزن را با روشن شدن خود به مکانیسین اطلاع دهد.

۱۱- Fuel Dump System

سیستم اینرسی ناودانی سوخت تشکیل شده از لوله های مربوطه، ولوها، ناودانی ریزش و مکانیزم بکار

اندازی ناودانی

این سیستم امکان ریختن سوخت به بیرون را در پرواز در صورت نیاز و یا اضطراری فراهم می نماید. هری ک از بالها مجهز به ناودانی ریزش سوخت می باشند که قابل باز شدن یا به نوعی کشوئی می باشند که قبل از ریختن سوخت به بیرون باید ابتدا این ناودانی کاملاً باز شود. سوخت از هر مخزن در سمت بال مربوطه به ناودانی همان طرف طرف هدایت شده این انتقال توسط لوله های ویژه همین کار انجام می پذیرد، مخازن اصلی Main و مخزن وسط center که در بالها مستقر می باشند و همچنین مخازن رزرو که از طریق مخازن اصلی انتقال صورت می پذیرد. زمانی که کلیه ولوهای مربوط به dump باز شدند عمل ریزش سوخت به بیرون اتفاق خواهد افتاد. مقدار ریزش در هواپیماها بستگی به ظرفیت آنها متفاوت است ولی در این نوع هواپیما (767boeing) مازاد بر ۱۰۸۴۸ پاند را می توان به بیرون ریخت. قدرت میانگین فرودگاه و داشتن یک landing مناسب و مطمئن در نظر گرفته شده است، ریختن سوخت به بیرون در چند حالت انجام می پذیرد.

۱. زحمان اضطراری
۲. داشتن افزایش وزن هنگام landing
۳. ایجاد دما یا حرارت بیش از حد در موتورها و موارد بحرانی دیگر به تشخیص خلبان با رعایت استانداردهای موجود.

Fuel Quntity indication system -۱۲

سیستم نشاندهنده های مقدار و ظرفیت سوخت

نشاندهنده ها سیگنال الکتریکی بخصوصی را از قطعات لوله ای شکل بنام prob که در داخلب کلیه مخازن به صورت عمودی جاسازی و مستقر می باشند دریافت می دارند probها لوله هایی به قطر تقریبی ۲/۱inch به صورت دوجداره در داخل مخازن قرار گرفته اند که سوخت بین دوجداره جاری می شود probها چگالی سوخت را می سنجد و توسط یک قطعه الکتریکی بنام compensator که از قسمت فوقانی به آنها متصل شده اند اختلاف چگالی سوخت در خود را تجزیه و تحلیل نموده و در نهایت موازنه ای در خروجی ایجاد نموده و به نشان دهنده ها ارسال می نمایند و سوخت را بر حسب وزن (pound)به کاربرها نشان می دهند.

سیستم Fuel indication system مجهز به Fuel Flow Transmitter می باشد تا با فرستادن سیگنال الکتریکی به Fuel Flow indicators یا نشاندهنده های مقدار سوخت مستقر در کابین این امکان را فراهم می سازد تا خلبان بتواند قدرت موتورها را تعیین نماید و یا زمان باقی مانده تا landing و حتی زمان سوختگیری را کاملاً مشخص و نمایان می سازد.

fuel temperature indicating system -۱۳

بعلت سرمای بیش از حد در سوخت احمال بوجود آمدن یخ زدگی در بعضی از قطعات مربوط به سوخت مخصوصاً فیلترها وجود دارد لذا نسان دهنده دمای جریان سوخت الزامی می باشد همانطور که می دانید هوایماهای با موتور turbie یا توربوجت اساس پرواز بر مبنای ارتفاعات بالای ۳۰۰۰۰ پائی طراحی شده اند

و در ارتفاعات بالا بعلت دمای بسیار پایین هوا سوخت را تا دمای نقطه یخ زدگی کاهش می دهد. اساس کار این کنترل کننده بر مبنای ایجاد حرارت توسط heater در مناطق یاد شده می باشد که سوئیچ کنترل آن نیز در کابین و در دسترس خلبان و یا اعضاء پروازی می باشد.

- Fuel deicing heater زمانی به کار گرفته و روشن می شود که دمای سوخت به حد نقطه یخ زدگی برسد. یادآوری می شود که Filter دارای یک سوئیچ فشار می باشد به محض ایجاد یخ زدگی و یا عوامل دیگر که فشار داخل آن افزایش یابد. بلافاصله چراغ اخطار یخ زدگی را روشن خواهد نمود.

Fuel deicing heaterتشکیل شده از یک والو هوای گرم که از bleed air موتورها دریافت می شود که با بازکرد این ولو هوای گرم به لوله ها و سیستم ها یخ زده هدایت می شود و از یخ زدن مسیر و جریان سوخت جلوگیری می گردد.

Fuel temperature bulb یا قطعه حباب مانند در قسمت خروجی فیلتر قرار گرفته و دمای سوخت خروجی از فیلتر را به اطلاع رسانیده نمایش دهد کلیه مخازن دارای سرپوش می توان به صورت دستی آن را باز نموده و سوختگیری انجام داد این درپوش ها در قسمت فوقانی هر مخزن قرار داشته و در صورت در دسترس نبودن تانکر سوخت از طریق آن به مخازن دسترسی پیدا کرده و عمل سوخت گیری را انجام داد که در شکل ۴۲-۱۵ نشان داده است.

۱۴- Baffleها

صفحات مستطیل شکلی هستند که در مخازن قرارر گرفته اند فقط به یک طرف حرکت دارند یعنی به نوعی یک طرفه یا Check vale محسوب می شوند که اولا اجازه می دهند سوخت به طرف Booster Pump ها متمایل باشند یعنی در پروازهای صاف یا نرمال و در پروازهای مانوری از منحرف شدن سوخت به اطراف و خالی گذاشتن اطراف Booster Pump از سوخت جلوگیری می نماید. از این کار باعث اطمینان کامل در جلوگیری از ایجاد وقفه در ارسال سوخت به موتورها خواهد بود.

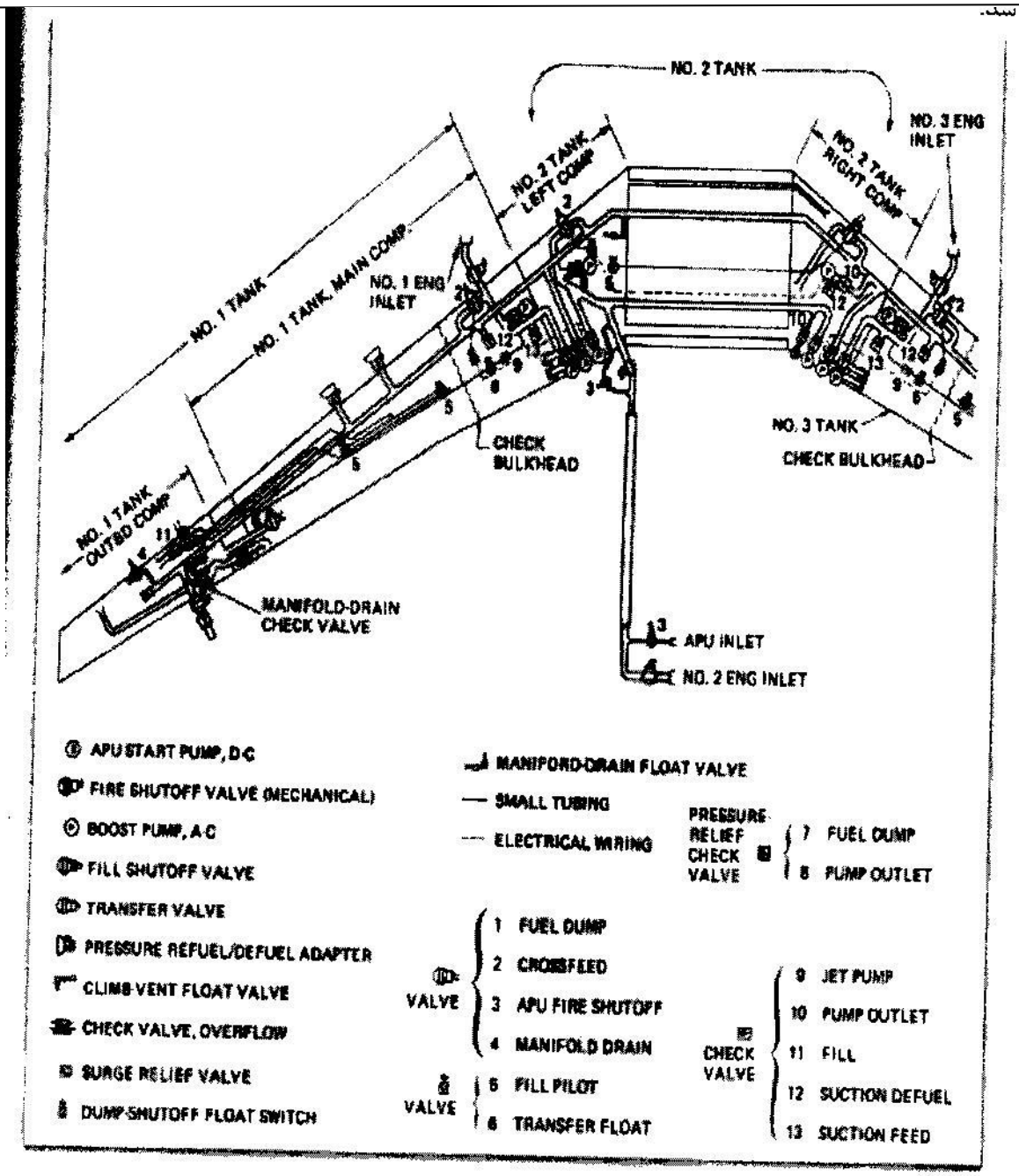
البته در هواپیماهای شکاری که دارای مانورهای شدید و پرواز به پشت می باشند سیستم متفاوت می باشد بدین شکل که خود Booster Pump در مخزن کوچکتری بنام inverted flight compartment قرار گرفته که این مخزن کوچک و بیضی شکل دارای تعدادی یکطرفه های پولکی می باشد. لذا هر چه ارتفاع هواپیما بیشتر باشد مصرف سوخت کمتر بوده و زمان بیشتری می تواند هواپیما به پشت پرواز نماید . مانور پرواز آکروباتیک پرواز به پهلو ۹۰ درجه، شیرجه و یا پرواز به بالا و چرخ زدن از بالا که اصطلاحاً loop نامیده می شود. یعنی به دو سر خروجی Booster pumpها خرطومی قابل انعطاف متصل می کنند و مخصوصاً سطوح کنترل فرامین (flight control)حالت طبیعی نداشته و به پرواز به پشت ادامه دهیم ممکن است خطرات جدی متوجه خلبان و هواپیما شود. خلبان نیز در حالت وارونه دارای گردش خون مناسب نبوده و فشار خون در قسمت سر و گردن افزایش چشم گیر خواهد داشت که در میزان دقت هنگام عکس العمل با مشکل مواجه خواهد بود.

Pressure defuling -۱۵

در مطلب گذشته در مورد سوخت گیری و انواع آن صحبت شد اکنون تخلیه سوخت را مورد بررسی قرار می دهیم.

تخلیه سوخت به چند طریق انجام می گیرد د رهواپیماهای بستگی به جثه و ظرفیت سوخت و نحوه و محل قرارگیری مخازن مقداری متفاوت است. در هواپیماهای کوچک تر در هر مخزن قسمت تحتانی آنم شیرهایی بنام Drain valve تعبیه شده که می توان با باز کردن آنها سوخت را تخلیه نمود. در هواپیما چهار موتور بوئینگ ۷۶۷ که دارای مخازن سوخت در بالها می باشد، مخازن اصلی و مخزن وسط دارای یک ولو مخصوص تخلیه زیر هر بال می باشد. با به کار انداختن booster pump در مسیر حرکت سوخت از طریق این ولوها سوخت مخازن را دریافت و به تانکر سوخت هدایت می کنند که میزان دریافت سوخت حدود ۵۰ گالن در دقیقه می باشد.

نوع دیگری از سیستم سوخت در یک هواپیمای بزرگ که مربوط به هواپیمای DC_10 می باشد شکل ۴۵-۱۵ به تصویر کشیده شده یادآوری می شود کلیه قطعات و مکانیزم هایی که اشاره شد همه هواپیماها وجود ندارد بلکه بستگی به نوع و پیچیدگی هواپیما قطعات کاملتر و پیچیده تری می شوند.


NO. 2 TANK
NO. 3 ENG INLET
NO. 2 TANK LEFT COMP
NO. 2 TANK RIGHT COMP
NO. 1 TANK
NO. 1 TANK, MAIN COMP
NO. 1 ENG INLET
CHECK BULKHEAD
NO. 3 TANK
CHECK BULKHEAD
NO. 1 TANK OUTBD COMP
MANIFOLD-DRAIN CHECK VALVE
APU INLET
NO. 2 ENG INLET
APU START PUMP, D-C
FIRE SHUTOFF VALVE (MECHANICAL)
BOOST PUMP, A-C
FILL SHUTOFF VALVE
TRANSFER VALVE
PRESSURE REFUEL/DEFUEL ADAPTER
CLIMB VENT FLOAT VALVE
CHECK VALVE, OVERFLOW
SURGE RELIEF VALVE
DUMP SHUTOFF FLOAT SWITCH
MANIFORD-DRAIN FLOAT VALVE
SMALL TUBING
ELECTRICAL WIRING
PRESSURE RELIEF CHECK VALVE
7 FUEL DUMP
8 PUMP OUTLET
VALVE
1 FUEL DUMP
2 CROSSFEED
3 APU FIRE SHUTOFF
4 MANIFOLD DRAIN
VALVE
5 FILL PILOT
6 TRANSFER FLOAT
CHECK VALVE
9 JET PUMP
10 PUMP OUTLET
11 FILL
12 SUCTION DEFUEL
13 SUCTION FEED

شکل ۴۵-۱۵

هواپیمای DC-10 که دارای بدنه ای پهن و موتور توربوجت می باشد سیستم سوخت در قسمت سمت چپ بال دقیقاً شبیه سیستم سوخت بال سمت راست می باشد که در شکل مشاهده می شود. در این هواپیما سیستم سوخت از چهار زیر مجموعه تشکیل شئه است. که عبارتند از:

۱. Storage یا ذخیره سوخت
۲. Fuel distribution تقسیم سوخت
۳. Dump دور ریزش سوخت
۴. سیستم نشان دهنده سوخت

۱. سیستم storage متشکل از مخازن (integral tanks) و sump جهت جمع آوری رسوبات و آب و غیره و همچنین سیستم vent که قبلاً به آنها اشاره شده است.
۲. سیستم Fuel distribution تشکیل شده از مخزن و مکانیزم سوختگیری و تخلیه سوخت و موتور و همچنین سیستم تأمین سوخت A.P.U یا (Auxiliary power unit)
۳. سیستم dump جهت دور ریزش سوخت در زمان لازم و ضروری
۴. سیستم نشان دهنده شامل نشان دهنده مقدار سوخت. چراغهای خبر مربوط به میزان سوخت، چراغ کاهش فشار سوخت و نشان دهنده دمای سوخت مخازن

سوخت در سه مخزن از نوع یکپارچه یا یک تکه با بال ذخیره می شود که در بال قرار گرفته اند. مخازن از بال چپ به بال راست شماره گذاری شده اند و مطابق با طراحی موتورها سازگاری دارند. از بال چپ مخزن شماره ۱ و inboard tank مخزن شماره ۲ و در بال راست مخزن شماره ۳، مخزن شماره ۲ از inboard بال چپ تا inboard بال راست ادامه دارد.

چاهک های Sumping که در قسمت تحتانی هر مخزن طراحی شده جهت رسوب زدائی بکار می رود که به صورت دستی می توان با باز کردن ولو مربوطه این عمل را انجام داد.

سیستم vent مخازن همانطور که قبلاً گفته شد لوله های ارتباطی بین مخازن و اتمسفر می باشند که جهت موازنه فشار داخل مخازن و اتمسفر بکار می روند و همچنین خروج گازهای متصاعد شده از سوخت و جایگزینی هوا به داخل مخازن هنگام سوختگیری کاربرد مؤثری دارد. البته ورود هوا به داخل مخازن هنگام مصرف سوخت و یا هنگام Defueling یا تخلیه سوخت از طریق سیستم vent صورت می پذیرد.

سوختگیری (Defueling) و یا تخلیه سوختDefueling از چهار نقطه طراحی شده روی هواپیما صورت می پذیرد.

دو تای آنها قسمت جلوی هر بال یکعدد دو نقطه روی fuel control panel روی بال راست، تخلیه سوخت از طریق این نقاط صورت می پذیرد که یا توسط Booster pump و یا توسط تانکر مکنده انجام می پذیرد.

- Cross Feed sys

Cross Feed sys که روی manifold Refueling قرار دارد این امکان را فراهم می آورد که هر موتور بتواند از هر مخزن تغذیه شود. همانطور که در شکل ۴۵-۱۵ مشاهده می شود سیستم A.P.U از لوله های سوخت موتور شماره ۲ تغذیه می شود یادآوری می شود که لوله سوخت مربوط به A.P.U مجهز به سیستم ضدآتش بوده و به محض ایجاد دمای بیش از حد و آتش علائم هشداردهنده و پیش گیری را به کار خواهد انداخت که در بحثAuxiliary sys مفصل صحبت شده است.

A.P.U دستگاهی است که یا روی زمین بعنوان وسایل زمینی موجود بوده و یا در اندازه کوچکتر روی هواپیما قرار دارد و کار آن تولید برق برای هواپیما و تولید نیروی هوا برای به گردش درآوردن کمپرسور موتورهای هواپیماA.P.U برای هواپیماهای شکاری و یا نیمه سنگین و کوچک به صورت پشتیبانی زمینی که روی زمین مستقر بوده و مورد استفاده قرار می گیرد. A.P.U اگر روی هواپیما مستقر باشد برای کار کردن و روشن کردن آن نیاز به سیستم سوخت می باشد که در این بحث تا اندازه ای به آن اشاره شد. کلیه وسایل زرد مه با نام علمی E.G.A (Aerospace ground equipment) مطرح می باشند .

Jettisoning fuel و یا dumping fuel دور ریزش سوخت در هواپیما DC-10 تشکیل شده از دو ناودانی که در کنار Aileron قرار گرفته Booster pump ها در داخل مخازن سوخت را از طریق cross feed mani fold به قسمت خروجی ناودانی هدایت می نماید. یک shut off valve به صورت اتوماتیک کار می کند و مقدار حداقل تعیین شده سوخت را در نظر گرفته و به محض رسیدن به این مقدار اتوماتیک دور ریزش سوخت را متوقف می کند. سیستم نشان دهتنده مقدار سوخت در این هواپیما از نوع Capacitor type بوده و مقدار سوخت را بر حسب وزن نمایش می دهد نه بر حسب حجم.

چراغ های ویژه وضعیت مخازن ۱و ۳ را از جهت مقدار سوخت در حالت خوب و مناسب و یا مقدار در حالت نامناسب را به اطلاع خلبان و اعضاء پروازی می رساند.

همانگونه که گفته شد فشار در سیستم سوخت کاهش خواهد یافت قطعه ای در مسیر لوله ها قرار دارد بنام Pressure switch که کاهش به یک حد معینی برسد در صفحه چراغهای اخطار چراغ مخصوص pump- pressure low Boost روشن خواهد شد. صفحه چراغهای اخطار با اسامی مختلفی مطرح است که به سه نوع آن اشاره می شود.

۱. Tele Light panel

۲. Word caution light

۳. Warning light panel

سیستم fuel temperature indicating دارای یک حس کننده در قسمت خروجی مخزن شماره ۳ می باشد. اطلاعات در مورد دمای سوخت خلبان یا اعضاء را قادر می سازد که غلظت و چسبندگی را تعیین نموده و از به وجود آمدن یخ زدگی در سیستم جریان سوخت جلوگیری نمایید.