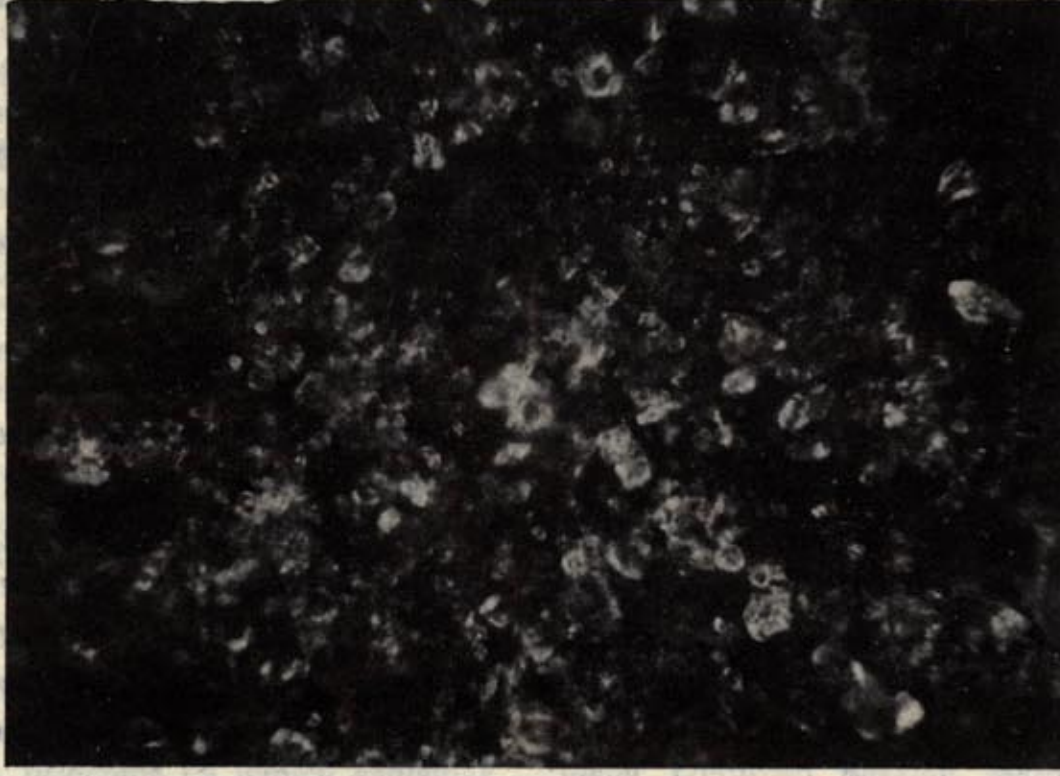


ROKET YAKITLARI

Kimya Y. Müh. Ayhan GERÇEKER
TBTAK - GATÖM



Bir katı yakıtın mikro - fotoğrafı.

Enerji dönüştürme aygıtlarının ilke olarak en basiti roket sistemleridir. Bu sistemler kimyasal maddelerin enerji elde etmek amacı ile reaksiyona sokulması ve ortaya çıkan gazların bir lüleden, hızlandırılarak dışarı atılması ilkesine dayanırlar. Roket sistemlerinin en kolay sınıflandırılması, kullanılan yakıtın fiziksel haline göre yapılabilir.

Buna göre roketleri ikiye ayırabiliriz :

- Katı yakıtlı roketler
- Sıvı yakıtlı roketler.

Gazlar saklanmaları büyük kaplar gerektirdiğinden pek kullanılmamaktadır. Sıvı yakıtların önemli avantajları itmenin gerek nicelik, gerek yön olarak kontrol edilebilmesi ve daha yüksek enerjili karışımlar kullanılabilmesidir. Buna karşılık katı yakıtların daha güvenilir olmak, saklamadaki kolaylık ve kullanım için hemen hazır olmak gibi avantajları vardır.

Yakıtların değerlendirilmesinde aşağıdaki noktalar göz önünde tutulur :

- Yapımındaki kolaylık,
- Meydana gelen özgül darbe,
- Mekanik özellikler,

- Egzos gazının özellikleri,
- Alev sıcaklığı,
- Yanma hızı,
- Yoğunluk,
- Erozyon,
- Isı geçirgenliği,
- Saklanabilirlik,
- Güvenilebilirlik,
- Maliyet.

Yakıt değerlendirme parametrelerinin en önemlisi olan Özgül Darbe (I_{sp}), bir saniyede yanan yakıtın meydana getirdiği itmedir. Özgül darbe yakıt kompozisyonuna ve roket içi basıncın egzos basıncına oranına bağlıdır. Yanma hızı ise, yakıtın yüzeyine dik olarak saniyede kaç santim yandıdır. Yakıt kompozisyonuna, basınca, sıcaklığa ve tane büyüklüğüne bağlıdır.

KATI YAKITLAR

Tarihte katı yakıtlar ilk defa II. yüzyılda Çinliler tarafından kullanılmıştır. O günden yakın zamana kadar katı yakıtların kompozis-

yonu genellikle değişmemiş; kükürt, nitrat tuzları ve karbondan meydana gelen bir toz karışımı olarak kalmıştır. Bu tür bir karışım güvenilir balistik özellikler sağlamadığı ve büyük çaplı motorlarda kullanılmadığı için yakıt gelişimini kısıtlamaktaydı. İkinci Dünya Savaşı ile birlikte dumansız yakıt kullanımı ve toz karışımları homojen biçimlere ya da çekirdeklere dönüştürme teknolojisi gelişmeye başlamıştır.

Çift Esaslı Yakıtlar : Toz karışımlardan sonra kullanılan ilk gerçek katı yakıtlar çift esaslı yakıtlardır. Bunlar nitrogliserinin nitrosellüloz ile absorbe edilmesi ile meydana gelir ve her iki madde de hem yanıcı, hem yakıcı özellik gösterir. Nitrosellüloz, konsantre nitrik asit-sülfürik asit karışımı ile selülözün esterifikasyonu yoluyla hazırlanan bir polimerdir. Kendi başına yanıcı bir maddedir. Fakat fiziksel durumu (pamuğa benzer) ve yanma için gerekli oksijenin içinde yeterli miktarda bulunmaması nedeniyle tek başına yakıt olarak kullanılamaz. Bu nedenle yanıcı bir plastifiyanla (genellikle nitrogliserin) birleştirilir. Nitrogliserinden başka plastifiyanlar da kullanmak mümkündür : Di etilen glikol dintrat, trimetilol etan trinitrat, pentaeritriol trinitrat gibi. Ayrıca stabilizatör olarak konulan difenilamin ve etil sentralit ayrışma hızını yavaşlatır. Yanma sonucu meydana gelen ısının alta doğru yayılıp yüzey-altı ateşlemelere yol açmaması için karbon siyahı eklenir. Potasyum sülfat gibi maddeler de yanma özelliklerini geliştirmek için kullanılır.

Çift esaslı yakıtlar değişik yöntemlerle yapılabilir. Nitrosellüloz, nitrogliserin ve diğer maddeler uçucu bir solvent ile (aseton, etil alkol, etil eter gibi) karıştırılıp yumuşak bir hamur haline getirilir ve bu hamura ekstrüzyon ile istenen şekil verilir. Daha sonra solvent uçurulur. Ekstrüzyon solventsiz de yapılabilir. Maddeler 46° - 55°C arasında ısıtılıp istenen şekle sokulur. Solvent kullanılan yöntemin patlama tehlikesini azaltma avantajı vardır, fakat buna karşılık solventin uçurulması sırasında çatlama meydana gelmesi en önemli sakıncasıdır.

Çift-esaslı yakıtların yapımında kullanılan diğer bir yöntem dökümdür. Granül halindeki nitrosellüloz ve diğer katı maddeler roket motoruna konular, sıvı haldeki plastifiyan (nitrogliserin) üzerlerine dökülür. 49° - 60°C'da bir kaç gün bekletilerek istenen yakıt elde edilir.

Çift-esaslı yakıtların yapımlarının tehlikeli olması, düşük özgül darbe vermeleri, ısı ve darbeye karşı çok hassas olmaları ve saklanma sırasında plastifiyanın ayrılabilmesi gibi dezavantajları vardır.

Karma Yakıtlar : Çift-esaslı yakıtlara göre daha yüksek enerjili ve daha az hassas yakıtlara duyulan gereksinme karma yakıtların gelişmesine yol açmıştır. İlk gelişme, kauçunun bir yanıcı madde ile karışabileceği, ısı ve basınç altında kuvvetli, katı bir çekirdek oluşturabileceğinin bulunması ile olmuştur. Daha sonra polisülfid, poliüretan, polivinilklorür ve poliester gibi polimerlerin kullanılması ve metalik yanıcıların polimer-yakıcı karışımına eklenebileceğinden ve bunun hem daha yüksek yoğunluk verebileceğinin bulunması roket yakıtları alanında önemli bir gelişim olmuştur.

Karma yakıtlar genellikle anorganik bir yakıcının ve metalik bir yanıcının organik bir yanıcı -bağlayıcı ile karıştırılması ve katı bir çekirdek meydana getirilmesi ilkesine dayanır.

Yakıcılar, metal yanıcıyı ve bağlayıcıyı yakarak ısı meydana gelmesine yol açan maddelerdir. Bir yanıcı maddede arzu edilen özellikler, yanıcı ile reaksiyonunun mümkün olduğu kadar ekzotermik olması, yakıcının oluşma ısısının yüksek olması, egzoz ürünlerinin çok ayrışmaması ve yüksek yoğunlukta olmasıdır. Karma yakıtlarda kullanılan yakıcılar genellikle nitratlar ve perkloratlardır. Amonyum nitrat, potasyum nitrat, lityum nitrat gibi nitratlar, amonyum perklorat, sodyum perklorat, nitronium perklorat gibi perkloratlar en çok kullanılan yakıcılarıdır. Bunların arasında en avantajlı ve en çok kullanılanı amonyum perklorattır.

Yanıcı olarak, okside olduğu zaman yüksek enerji ve düşük molekül ağırlığında gaz ürünler ortaya çıkaran maddeler kullanılır. Bunlar metaller ve metal nitritler, metal hidratlar gibi metal bileşikleridir. Bunlar yakıtın özgül darbesini ve yoğunluğunu artırırlar. En çok kullanılan yanıcılar alüminyum, magnezyum, lityum, berilyum ve boron gibi metallerdir.

Bağlayıcıların bir kaç işlevi vardır. Bağlayıcı, karma yakıtta kullanılan kristal maddeleri taşır ve yakıtın saklanma ya da yanma sırasında mekanik kırılmaya maruz kalmaması için yeterli gücü verir. Aynı zamanda yakıtın reaktivitesini belirler ve yakıtta yanıcı olarak değer katar. Bir bağlayıcıda şu özellikler aranır :

— Karıştırma sıcaklıklarında işlenebilir bir akışkanlığa sahip bir sıvı olmalı ve çok miktarda katı maddeyi içine kabul etmelidir.

— Belli bir işlem ile, yüksek gerilme ve sıkışma direncine sahip, elastik bir madde haline gelebilmelidir.

— Kimyasal yapısı yüksek oluşma ısısına sahip olmalı ve yanma sonucu düşük molekül ağırlığında ürünler çıkarmalıdır.

— Sıcaklık değişimi ile fazla etkilenmemelidir.

— Yüksek enerjili, reaktif maddelerle birlikte olabilmeli, saklanması kolay ve uzun ömürlü olmalıdır.

Bağlayıcı olarak polivinil klorür ve polivinil asetat gibi termoplastik polimerler ile polisüfit, poliüretan ve vinil-rezin gibi termosetling polimerler kullanılır. Karma yakıtların yapımı çeşitli yöntemlerle olabilir. Genel olarak ince toz halindeki yanıcı ve yakıcı bağlayıcı ile karıştırılmakta, sıvı halindeki bu karışım homojen ve havasız duruma getirildikten sonra ekstrüzyon ya da döküm yolu ile ve belirli bir sıcaklığa getirilerek istenilen şekle sokulmaktadır. Termoplastik yakıtlarda sertleşme, rezini plastifiyan içinde çözerek gerçekleşmekte, termosetling yakıtlarda ise karışım elde edildikten sonra polimerizasyon tamamlanarak sertleşme yapılmaktadır.

Bağlayıcı - yanıcı - yakıcı oranlarının değişmesi yakıtın mekanik ve balistik özelliklerini değiştirmektedir. Bağlayıcı miktarı genellikle yüzde 10-25 arasında değişir. Bağlayıcının artması işlenebilirliği ve mekanik özelliği arttırmakta, buna karşılık balistik özellikleri düşürmektedir. Yakıcı miktarı yüzde 50-80 arasındadır.

Yakıcı yüzdesinin artması gerek özgül darbeyi gerekse yanma hızını arttırmakta fakat işlenebilirlik ve mekanik özelliği düşürmektedir. Yanıcı miktarı yüzde 0-25 arasında değişir. Bu miktarın artması özgül darbeyi arttırmaktadır.

Ayrıca karma yakıtlarda tane büyüklüğü ve bakır kromit, silika, demir oksit gibi katalizörlerle, metal tellerle balistik özellikler kontrol etmek mümkündür.

SIVI YAKITLAR

Sıvı yakıtın tanımı, yanma hücrelerine sıvı halde gelen yakıtlar olarak yapılabilir. Özellikle uzay çalışmalarında çok önemli yeri olan bu tip roketlerde, ayrı tanklarda bulunan yanıcı ve yakıcı sıvılar, basınç altında yanma hücrelerine gelirler ve burda reaksiyona girip sıcak egzoz gazlarını oluştururlar.

Sıvı yakıtlar çiftli ve tekli sistem olarak ikiye ayrılırlar. Tekli sistemler, enerji vermeleri için yakıcı gerektirmeyen, normal şartlar altında yanmayan, ateşlenince bütünüyle yanan yakıtlardır. Bu şartları bir arada bulunduran maddelerin azlığı tekli sistemleri kısıtlamaktadır. Bunların en fazla kullanılanları hidrojen peroksit ve etilen oksittir.

Bugün kullanılan sıvı yakıtların büyük bir çoğunluğunu meydana getiren çiftli sistemlerde, bir yanıcı sıvı ve bir yakıcı sıvı vardır. Bu sistem de ikiye ayrılır : kendiliğinden ateşle-

nenler ve ateşleme gerektirenlerdir. Kullanılmakta olan sıvı yakıtlarda yanıcı olarak kerosen ya da RP - 1 gibi hidrokarbonlar, alkol ve amonyak kullanılmaktadır. Hidrazin ve türevleri, metal hidratlar ve sıvı hidrojen gibi yeni geliştirilen yanıcılar sıvı yakıt performansının artmasına yol açmıştır. Yakıcı olarak, sıvı oksijen, nitrik asit, hidrojen peroksit, azot oksitleri kullanılmaktadır.

Sıvı yakıtlar buldukları tanklardan yanma hücrelerine ya basınçlı gazlar yoluyla ya da pompalar ile iletilirler. Bu pompalar genellikle bir gaz jeneratöründe oluşturulan gazlarla işleyen türbinlerle çalışırlar. Yakıtların akışını kontrol için vanalar kullanılır.

SONUÇ

Yukarda sözü edilen yakıt sistemleri dışında, araştırılmakta ve geliştirilmekte olan yeni sistemler de vardır. Nükleer enerjiden, iyonlardan, elektromagnetikten, fotonlardan yararlanılarak roket yapma çalışmaları sürdürmektedir. Ayrıca katı ve sıvı yakıtları birlikte kullanan roket sistemleri de vardır. Fakat bugün teknolojisi gelişmiş, güvenilebilir hale gelmiş roket sistemleri yukarda kısaca anlattığımız katı ve sıvı yakıtları kullanan roketlerdir. Bu yakıtların genel ve kısa bir kıyaslaması bize şunları gösterir :

Sıvı yakıtlar daha yüksek performans gösterirler, daha yüksek itme verirler. Katı yakıtların kontrolü olanaksızdır, oysa sıvı yakıtların gerek itme gerekse yön olarak kontrolü mümkündür. Katı yakıtların performansı sıcaklıkla değişebilir, oysa sıvı yakıtlar geniş bir aralıkta sıcaklık değişiminden etkilenmez. Yakıt yapımı açısından katı yakıtların yapımı sıvı yakıtlara göre daha zordur.

Bunlara karşılık katı yakıtların da avantajları vardır. Katı yakıtlı sistemler basittir, tanklar, vanalar gerektirmezler. Saklanmaları, bakımları kolaydır, her an ateşlenmeye hazırdırlar. Güvenilebilirlikleri çok yüksektir. Daha ucuzdurlar. Katı yakıtların kendi içinde yapılacak bir kıyaslamada, karma yakıtların gerek balistik özellikler açısından çift-esaslı yakıtlara göre daha geniş bir aralığı kapsadığı, daha kolay kontrol edilebilir olduğu görülür. Ayrıca karma yakıtlar yapımlarındaki tehlikenin daha az olması, saklanma ve kullanılmaları sırasında sıcaklığa ve darbeye duyarlıklarının daha az olması gibi üstünlükler gösterirler. Bütün bunların dışında, yakıt seçiminde ekonomik faktör ve hammaddelerin kolay bulunabilirliği gibi önemli hususlar da göz önünde tutulur. En belirleyici faktör ise, yapılacak roketlerin hangi amaçlar ve hangi şartlar altında kullanılacağıdır.