ÖZET

EVOLVENT PROFİL YAPISINDA YÜKSEK ÇEVRİM ORANI SAĞLAYAN RİJİT HARMONİK DİŞLİ MEKANİZMASI

Dişli çarkların verimli bir şekilde birbirine uyum sağlamasını ve güç iletimi sırasında düşük seviyede titreşim ve gürültü oluşturmasını sağlayan evolvent profilin, harmonik hareketi yapabilecek şekilde profil modifikasyonu ile seri üretiminin sağlanması ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Buluş konusu, redüktör üretiminde tüm metal malzemeler ve kompozit malzemeler dahil rijit tüm malzemelerin kullanımına hem de mevcut teknikteki esnek malzemelerin kullanımına uyum sağlayan harmonik dişli mekanizması **olup, karakterize edici özelliği;**

- profil yapısının evolvent şekilde ve harmonik harekete uygun profili modifiye edilen evolvent profilli rijit pinyon dişli(2),
- boyca uzatılması ve bahsedilen evolvent profilli rijit pinyon dişlilerin(2) birden fazla yan yana konumlandırılması suretiyle genişliği belirlenen evolvent profilli halka dişli(9),
- bahsedilen redüktörde yer alarak bahsedilen redüktöre motordan gelen torku aktararak eksantrik yapısı sayesinde harmonik harekete katkı sağlayan giriş mili(13) ve
- harmonik hareketi sağlayan pimlere(10) irtibatlanmış bir şaft olan ve bahsedilen pimler(10) vasıtasıyla torku arttırıp hızını düşürerek bahsedilen redüktörden çıkışı yapılmasını sağlayan redüktör çıkış mili(16) içermesidir.

2. İstem – 1’ e uygun harmonik dişli mekanizması **olup, karakterize edici özelliği;** evolvent profilli rijit pinyon dişlinin(2) diş sayıları oranında hem torku arttırarak hem de devri düşürerek aktaran pim(10) içermesidir.

TARİFNAME

EVOLVENT PROFİL YAPISINDA YÜKSEK ÇEVRİM ORANI SAĞLAYAN RİJİT HARMONİK DİŞLİ MEKANİZMASI

Teknik Alan

Dişli çarkların verimli bir şekilde birbirine uyum sağlamasını ve güç iletimi sırasında düşük seviyede titreşim ve gürültü oluşturmasını sağlayan evolvent profilin, harmonik hareketi yapabilecek şekilde profil modifikasyonu ile seri üretiminin sağlanması ile ilgilidir.

Önceki Teknik

Günümüzde dişli çark mekanizmaları, endüstriyel uygulamaların vazgeçilmez bir parçası olup bu mekanizmaların tasarımı, yüksek verimlilik, minimum kayıp ve optimum çevrim oranı gereksinimlerini karşılayacak şekilde yapılmaktadır. Diş yapılarının tasarımında, seri imalat koşulları ve kullanılan üretim tezgahlarına uygunluk esas alınmaktadır. Bu kapsamda, evolvent diş profilinin tercih edilmesinin temel nedeni, bu profilin bir daire üzerinde bir doğrunun yuvarlanması esasına dayanması ve buna bağlı olarak dişli çarkların birbiri ile etkileşiminde sağladığı avantajlardır. Evolvent profil, minimum kayma, maksimum verim ve tam çevrim oranı iletimi sağlamaktadır. Bu sayede evolvent profiller adi ve planet dişli mekanizmalarında ideal bir seçim haline gelmektedir.

Tekniğin bilinen uygulamalarında harmonik hareket gerektiren özel uygulamalarda sikloid profil kullanımı da ön plana çıkmaktadır. Sikloid profil, mekanizmanın doğası gereği hem kendi ekseni etrafında hem de başka bir diş etrafında dönme esnasında kilitlenmeyi önlemek için ideal bir yapı oluşturmaktadır. Ancak sikloid dişlilerin üretimi, karmaşık bir tasarım ve yüksek hassasiyet gerektiren bir süreçtir. Sikloid dişli türü, azdırma, form frezeleme gibi geleneksel üretim yöntemleriyle değil, dört eksenli CNC frezeler gibi özel üretim tezgahlarında üretimi mümkündür. Bu sebeple sikloid dişlinin üretim süreci uzun ve karmaşık hale gelmektedir.

Tekniğin bilinen durumundaki dişli mekanizmaları, özellikle yüksek çevrim oranları gerektiren durumlarda sınırlamalara sahiptir. Bir kademede maksimum 8 çevrim oranı elde edilebilirken, daha yüksek oranlar, mekanizmanın boyutunu, maliyetini

ve karmaşıklığını artırmaktadır. Teknikte bilinen bu sorunu aşmak için CW Musser tarafından 1959 yılında tasarlanan harmonik sürücü mekanizması gibi yenilikçi çözümler geliştirilmiştir. Harmonik sürücü, esnek bir dıştan dişli ve bir dalga jeneratörü kullanarak yüksek çevrim oranları sağlamakta olup kompakt bir yapı sunmaktadır. Buna karşın esnek dişlinin düşük dayanımlı ve kısa ömürlü olması gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Mevcut teknikteki sorunlara çözüm olarak sikloid formda rijid dişlinin kullanıldığı sikloid redüktörler (Cyclo Drive) geliştirilmiştir. Bu sistemler, tek kademeyle yüksek çevrim oranı ve güç aktarımı sağlama avantajlarına sahiptir. Ancak sikloid redüktörlerin üretimi, standart dışı dişli formlarına sahip olması ve karmaşık üretim süreçleri nedeniyle yaygınlaşamamaktadır. Buna ek olarak dişli sistemlerinin bakım ve onarım süreçleri de mevcuttaki diğer dişli üretimlerine kıyasla daha karmaşıktır.

Yine mevcut teknikteki, harmonik redüktörlerde evolvent profil yapısındaki dişli, diş kavraşmalarını önlemek için esnek yapılmaktadır. Esnek dişli, üzerine gelen diş kuvveti vasıtasıyla sehime (şekil değişikliğine) uğramakta ve ezilerek diş kavraşmalarının önüne geçmektedir.

Tekniğin bilinen durumundaki dişli çark mekanizmalarının tasarımı ve üretimi, yüksek verimlilik ve optimum çevrim oranı gereksinimlerini karşılamak üzere sürekli olarak gelişmektedir. Evolvent ve sikloid diş profilleri, bu ihtiyaçları karşılamada önemli roller oynamakta, her birinin kendine özgü avantajları ve uygulama alanları bulunmaktadır. Bu teknolojik ilerlemeler, mekanik sistemlerin daha verimli, kompakt ve maliyet etkin hale gelmesi için Ar-Ge çalışmalarının önemini vurgulamaktadır.

Buluşun Amacı

Bu buluş, geleneksel evolvent dişli yapısını, harmonik harekete uyum sağlayacak şekilde yeniden tasarlanarak mevcut sistemlerden ayrılmaktadır. Buluşun temel amacı, evolvent profilin geleneksel üretim yöntemleriyle uyumlu olacak şekilde, iç ve dış dişlileri içeren rijit bir dişli mekanizması oluşturmak ve bu mekanizmayı harmonik hareketle uyumlu hale getirmektir.

Dişli mekanizmasını harmonik harekete uyumlu hale sağlamak için üç ana modifikasyon yöntemi olan;

- diş profilinin baş kısmında yapılan değişiklikler,
- dişliye uygulanan basınç açısını 0-45° arasında değiştirilmesi ve
- profil kaydırma yöntemi ile harmonik hareketin kavraşma olmadan sağlayabilmesi, eksenler arası mesafenin değiştirmesi, kavrama oranının ve diş yük taşıma kapasitesinin artırılması kullanılmıştır.

Profil kaydırma, harmonik hareketi sağlamada en etkili yöntem olarak bulunmuş olup mevcutta kullanılan tezgahlarda takımların modifikasyonuna gerek kalmadan uygulanabilmektedir.

Buluş konusu, farklı modül değerleri ve diş sayısı çiftleri kullanılarak harmonik hareket sağlayan eksantriklik değerinin değişebileceğini, buna ek farklı diş oranlarıyla elde edilen eksantriklik mesafeleri ve çevrim oranlarının da değişebileceğini göstermektedir. İçteki dişli olarak adlandırılan pinyon, teorik olarak 360° halka dişli açısı boyunca sonsuz sayıda yan yana kullanılarak güç ve torkun artırılmasını sağlamaktadır.

Buluş konusu özetle, harmonik harekete uygun modifikasyonlarla geliştirilen, esnek olmayan, iç ve dış dişlilerden oluşan elovent bir dişli mekanizmasıdır. Bu sistem, mevcut üretim altyapısıyla uyumlu olarak yüksek çevrim oranlarını ve çok yüksek moment ile güç iletimini tek kademede sağlayabilmekte olup kompakt ve yerden tasarruf sağlayan bir yapı sunmaktadır.

Buluşun Detaylı Anlatımı

Buluş konusunun amaçlarına uygun harmonik dişli mekanizmasına ait şekiller aşağıdaki gibidir;

Şekil 1 – Buluş konusu harmonik dişli mekanizmasının önden görünümü

Şekil 2 – Buluş konusu harmonik dişli mekanizmasının kesit görünümü

Şekil 3 – Buluş konusu harmonik dişli mekanizmasının izometrik görünümü

Yukarıdaki şekillerde yer alan unsurlar aşağıdaki gibi numaralandırılmış olup tarifnamenin geri kalanında bu numaralandırmalar kullanılacaktır:

1. Yağ Tapası
2. Evolvent Profilli Rijit Pinyon Dişli
3. Gövde Contası

4. Yağ Keçe Kapağı
5. Rulman
6. Sızdırmazlık Keçesi
7. Redüktör Kapağı
8. Cıvata
9. Evolvent Profilli Halka Dişli
10. Pim
11. Yağ Tahliye Tapası
12. Sızdırmazlık Keçesi
13. Giriş Mili
14. Yağ Keçe Kapağı
15. Rulman
16. Redüktör çıkış mili
17. Cıvata
18. Redüktör Kapağı
19. Cıvata

Buluş konusu tek kademede, bir evolvent profilli halka dişli(9) ve bir evolvent profili rijit pinyon dişliden(2) oluşan, redüktör üretiminde sıkılıkla kullanılan hem çelik gibi rijit tüm malzemelerin kullanımına hem de mevcut teknikteki esnek malzemelerin kullanımına uygundur. Şekil – 2' de görüldüğü üzere bir adet evolvent profilli halka dişli, en az bir adet evolvent profili rijit pinyon dişli(2), en az 4 adet rulman(5), en az bir adet giriş mili(13), en az bir adet redüktör çıkış mili(16), iki adet redüktör kapağı(7), en az 4 adet cıvata(8), en az 4 adet pim(10), en az 1 adet yağ tapası(1), en az 1 adet yağ tahliye tapası(11), en az 2 adet rulman sızdırmazlık keçesi (6) içermektedir.

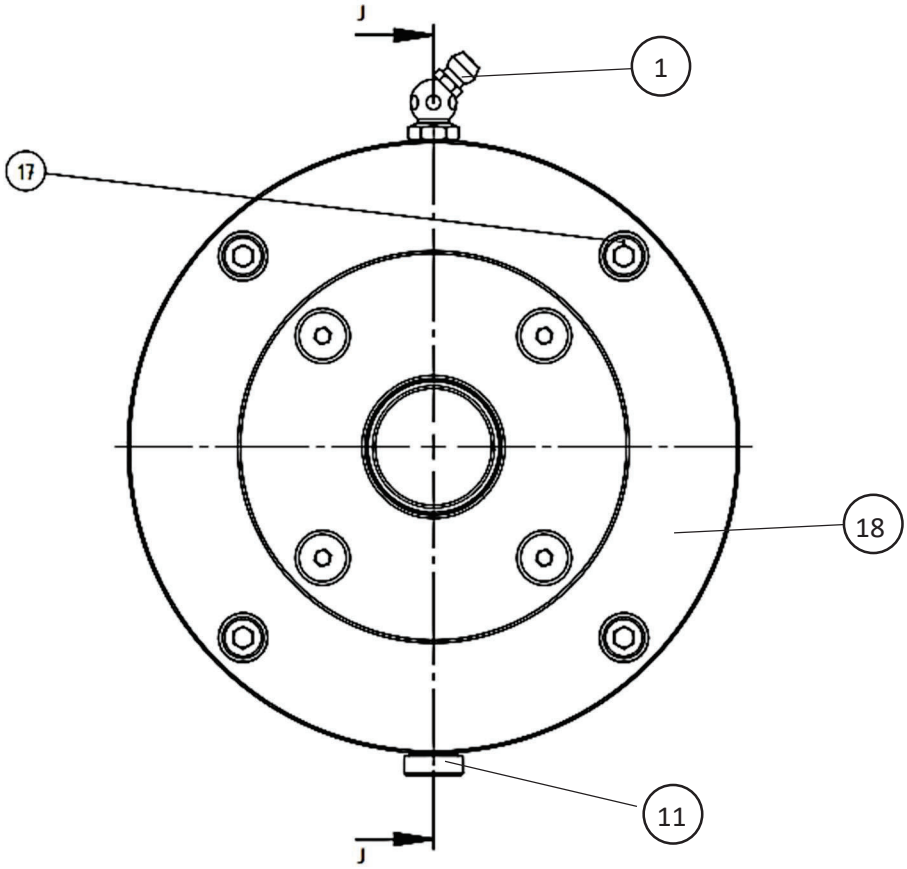
Buluşta evolvent profilli rijit pinyon dişlinin(2) profil yapısının evolvent şekilde ve harmonik harekete uygun şekilde profilinin modifiye edilmektedir. Evolvent profilin yukarıda anlatılan modifikasyonu sonucunda belirlenen eksantriklik buluşun tasarım unsuru olup her bir modül ve diş yapısında yeniden şekillenmektedir. Evolvent profilli rijit pinyon dişlinin(2) esnek dişliye nazaran yüksek güç iletim kapasitesi, rijit sikloid dişliye nazaran hesap ve üretim kolaylığı sunmaktadır. Buluş konusunda üç adet profil modifikasyonu bulunmaktadır. Profil modifikasyonlarından ilki, diş profilinde taksimat dairesinin üzerinde kalan, maksimum 1 modül kadar kısımdan kesme uygulanmaktadır. Diş başı kesitinde

radüs değerlerinin modifikasyonu ve diş başında boşluk değerinin modifikasyonu gerçekleştirilmektedir. Bahsedilen birinci profil modifikasyonu mevcut teknikte yer alan tezgâh yapılarında kullanılan takımları modifiye ederek uygulanmaktadır. İkinci profil modifikasyonunda, standartta 20° olarak uygulanan kavrama veya basınç açısı olarak adlandırılan, esasen evolvent profili oluşturan takımın bileme açısı olan açının değerini değiştirilmekte olup 0 - 45° açı değeri aralığından yeni bir açı değeri belirlenerek harmonik hareketi uygulayabilecek şekle getirilmektedir. Üçüncü profil modifikasyonunda, hemen tüm dişli mekanizmalarında eksenler arası mesafeyi tutturmak, kavrama oranını artırmak veya diş yük taşıma kapasitesini artırmak için uygulanan profil kaydırma uygulamasının minimum -1 ve maksimum +1 modül olacak şekilde harmonik hareketi sağlamak üzere kullanılmaktadır.

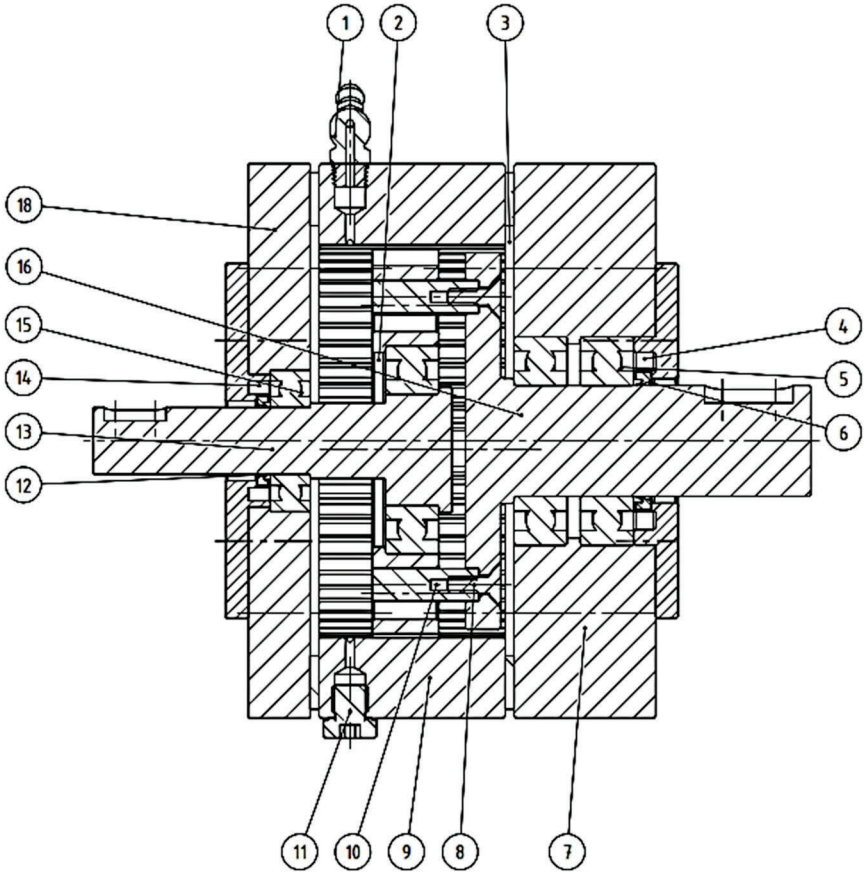
Şekil – 3 ’de gösterilmekte olan redüktöre motordan gelen tork, giriş mili(13) vasıtasıyla yapılmaktadır. Giriş mili(13) eksantrik rulmana nazaran üretim ve bakım kolaylığı, dalga jeneratörüne nazaran rijit sistemde de kullanılabilme kolaylığı sağlamaktadır. Redüktörde yer alan giriş mili(13) eksantrik olması nedeniyle üzerinde bulunan torku evolvent profilli halka dişlinin(9) sabit tutulması vasıtasıyla evolvent profilli rijit pinyon dişli(2) üzerinden, hem evolvent profilli halka dişlinin(9) hem de evolvent profilli rijit pinyon dişlinin(2) diş sayıları tarafından belirlenen oranda düşürerek pimlere(10) aktarmaktadır. Evolvent profilli halka dişlinin(9) sikloid dişliye nazaran hesap ve üretim kolaylığı sunmaktadır. Redüktör çıkış mili(16) harmonik hareketi sağlayan pimlerin(10) bağlı olduğu şafttır. Redüktör çıkış miline(16) pimler(10) vasıtasıyla gelen tork da hızı düşürülmüş bir şekilde redüktör çıkış mili(16) vasıtasıyla redüktörden çıkışı yapılmaktadır. Eksantrik yapıdaki giriş mili(13) harmonik redüktörün en kritik parçasından birisidir. Giriş milinin(13) eksantrik yapısı sayesinde harmonik hareketi elde edilmektedir. Buluşun bir başka yapılanmasında da pimler(10) kısmı sabit tutularak giriş evolvent profilli halka dişliden(9) verilip, redüktör çıkış mili(16) vasıtasıyla redüktörden çıkış yapılabilmektedir.

Şekil – 3’ de görülmekte olan yağ tapasından(1) sisteme yağ takviyesi yapılmaktadır. Yağ tahliye tapası(11) vasıtasıyla da sistemdeki yağ istenildiği takdirde tahliye edilmektedir. Evolvent profilli rijit pinyon dişli(2) ile rulman(5) ve redüktör giriş mili(13) irtibatlanmaktadır. Redüktörün giriş tarafında bulunan redüktör kapağı(18) rulman(15) ve rulman sızdırmazlık keçesi(12) cıvatalar(8) yardımıyla montajlanması sağlanmaktadır. Evolvent profilli halka dişlisi(9) ile

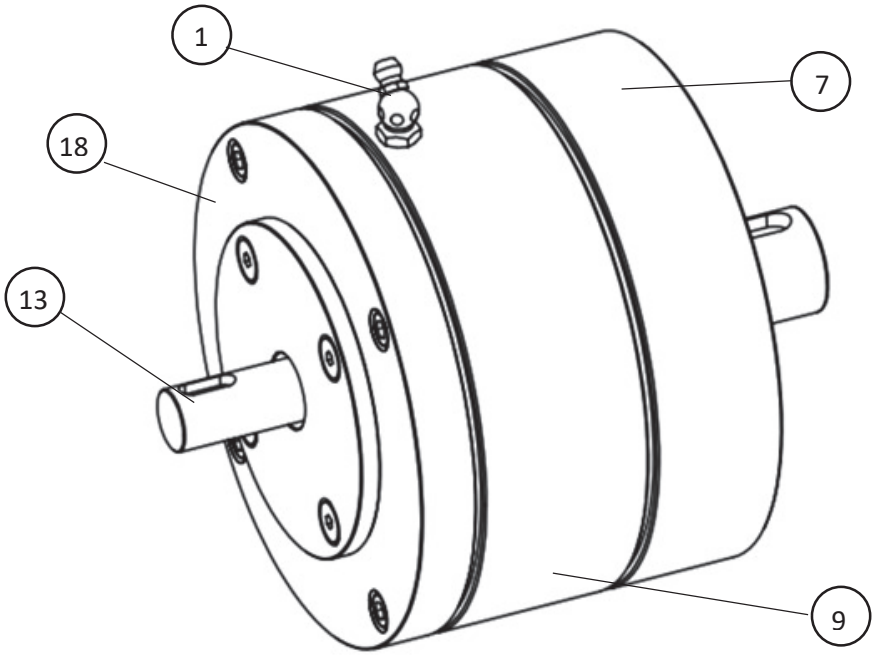
redüktör kapağı(18) ve gövde contası(3) ile cıvatalar(19) vasıtası ile irtibatlanmaktadır. Redüktör çıkış mili(16) ile pimler(10) irtibatlanmasında cıvatalar(8) kullanılmaktadır. Redüktörün çıkış tarafında bulunan yağ keçe kapağı(4) ile rulmanların(5) irtibatlanmasında ve Ø25 mm çapındaki rulman sızdırmazlık keçesi(6) ile bahsedilen yağ keçe kapağının(4) irtibatlanmasında da cıvatalar(8) kullanılmaktadır. Redüktör çıkış mili(16) grubu ile redüktör kapak(7) grubu kendi içinde montajlanmakta olup gövde contası(3) ile evolvent profilli halka dişlisine(9) Şekil – 1' de gösterildiği gibi cıvatalar(17) ile montajlanmaktadır. Evolvent profilli rijit pinyon dişli(2), elovent profilli halka dişlinin (9) içerisine yerleştirilmektedir. Evolvent profilli halka dişlinin(9) boyca uzatılması ve evolvent profilli rijit pinyon dişlilerin(2) birden fazla yan yana konumlandırılması suretiyle birden fazla (teoride sonsuz sayıda) belirlenebilmektedir. Böylece her bir dişli teması ile yük bölünüp iletilen tork dolayısıyla da güç artmaktadır.



Şekil – 1



Şekil – 2



Şekil – 3