Vinç Dişli Kutusu'nun Kisssoft Ve Kisssys Kullanarak Tasarlanması Ve Doğrulanması

SEW-Çin ve KISSsoft AG, büyük bir vinç dişli kutusu geliştirmek için KISSsoft ve KISSsys yazılımlarını kullanmışlardır. Bu süreçte İsviçre ve Çin arasında veri transferleri, bütün bir dişli kutusunun tüm ayrıntılarını içeren tek bir KISSsys dosyası ile kolaylıkla gerçekleşmiştir. Tasarımdaki her değişiklik hızlıca uygulanıp, karşı tarafa gönderilip kolayca tekrar-analiz edilebilmiştir. Sayfalarca proje ve projeye ait hesaplama raporları göndermek yerine, dayanım, ömür gibi verilerin hepsini bir arada içeren tek bir hesaplama dosyası bu iletişimi kolaylaştırmıştır.

İmalatta mevcut araçların yetersizliğinden dolayı tasarımda gerekli görülen değişikler KISSsys dosyasında uygulanıp İsviçre'ye aktarılmış ve hızlı bir biçimde bu değişiklilerin analizi gerçekleştirilip tasarım değişikliklerinin uygunluğu konusunda bilgi kısa süre içerisinde tekrar Çin'e ulaştırılmıştır.

1. Hesaplama Modeli

1.1. SEW nasıl yararlandı;

1- İki grubun bir arada eşzamanlı çalışması ile geliştirme süreci daha kısa sürdü. Bu, paylaşımlı bir yazılım kullanımı ve bütün ilgili verilerin tek bir dosya içerisinde saklandığı ve kolayca e-posta yoluyla paylaşılabilir bir dosya aracılığıyla gerçekleştirildi.

2- Veri yönetimi, saklama ve değişiklikler basitleştirildi. Kısıtlı süreçte çoklu komponentlerle, farklı yük durumlarıyla yapılması gereken hesaplamalar, analizler tek dosya üzerinden gerçekleştirilerek mühendisler üzerindeki iş yükünü azaltmıştır. Bir bağlantıdan bir bağlantıya veri aktarımı değişikliklerle birlikte otomatik olarak anında aktarıldığından bu aşamada gerçekleşebilecek hatalarında önüne geçilmiştir.

3- Rapor ve CAD verileri gibi dokümantasyon işlemleri otomatik olarak gerçekleşir. Can sıkıcı raporlama işlemleri hızlı ve tüm dişli kutusunu içerir biçimde kolayca gerçekleştirilir.

4- Dişli kutusu boyutlandırması sırasında imalat açısından da değerlendirme gerçekleşir. KISSsoft'a entegre geometri hesaplama fonksiyonu sürekli olarak dişli boyutunun veya oranların verilen takım ile işlenebilirliğini, dişli çiftinin birbirine uyumunu kontrol eder.

Sol Resim : Bitimi yaklaşmış diferansiyel dişli kutusu. Sağ Resim : Diferansiyel dişli kutusunun kullanıldığı vinç.

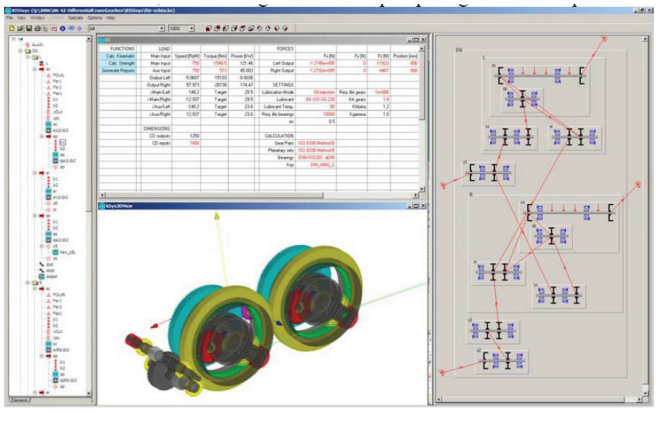
Büyük vinçlerde ilerleme ve kaldırma işleminin eş zamanlı olarak yapılması için tek dişli kutusu kullanılır. Bağımsız iki farklı hız girişi ile dişli kutusundaki iki çıkış ayrı ayrı kontrol edilebilir ve diferansiyel planet düzenlemeleri gerçekleştirilir. Temel olarak bir giriş şaftı iki güneş dişliye tahrik verirken, diğer bir giriş halka dişlileri sürer. Bu iki hızın birleşimi ile planet dişliler (çıkışlar) üzerine farklı iki hız iletilir.

Burada kullanılacak bu dişli kutusunda gerçekleşecek herhangi bir sorun, yükleme boşaltma gibi işlemlerde oluşacak herhangi bir gecikme büyük maliyetlere sebep olabilir. Bu dişli

kutuları her gün sabahtan akşama kadar yüksek yüklerde, ileri-geri farklı yönlerde çalışır. Böyle bir durum için minimum sıklıkta bakım gerektiren yüksek güvenlikli bir tasarım birinci hedeftir.
Endüstriyel dişli kutuları gibi dişli motorlarda da dünya lideri bir tedarikçi olan SEW Çin, bu tip sipariş işlerde zaman kısıtlamasından dolayı bazı durumlarda KISSsoft AG'ye model oluşturma işlemleri için başvurmaktadır.
SEW Çin ve KISSsoft AG işbirliği ile son aşamada dişli özelliklerinin belirlenmesi, rulman seçimleri son şaft ölçüleri ve dayanım kontrolleri yapılır. Tasarım, müşteri tarafından verilen giriş ve çıkış şaftları arasındaki mesafeler gözetilerek gerçekleştirilmiştir.

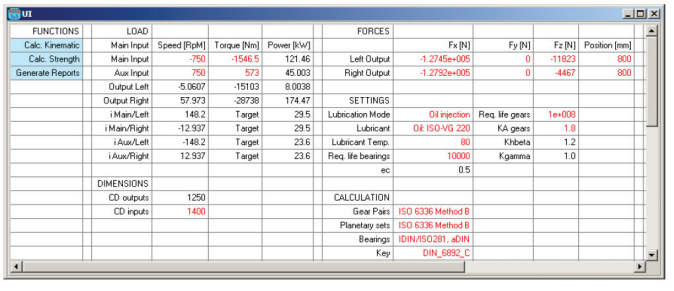
1.3. KISSsys modeli

KISSsys ile dişli kutusu modeli üzerinde güç akışı ve sistem elemanları (şaftlar, rulmanlar, dişliler) üzerindeki yükler hesaplanır, tek eleman üzerindeki yük verilerinin analizi ise KISSsoft tarafından otomatik olarak yapılır. Bu fonksiyon ile dişlilerin, şaftların ve diğer makine elemanlarının boyutlandırması KISSsoft üzerinden gerçekleştirilir. Herhangi bir eleman üzerindeki bir veri değişikliği sonrası güç akışının yeniden hesaplanması sonucu bütün elemanlar üzerinde etki eden değişiklik anında görülebilir. Küresel düzeyde, birçok varyasyonda bir dişli kutusunun Yük Spektrumu aynı model üzerinde belirlenebilir, diferansiyel dişlileri ve çoklu vites kutuları mümkündür.



Dişli kutusu KISSsys modeli. Model ağaç yapısı solda, kullanıcı arayüzü ve 3D model ortada, güç akışı şematik görünümü sağda.

Farklı elemanlar için tekrar tekrar hesap yapmada harcanan zaman otomatik hesaplama yöntemleri ile azaltılmış, oluşabilecek hatalar elenmiştir. Dişli kutusunun ömür, ses ve maliyet gibi paramatrelere göre optimizasyonu için mühendise daha fazla zaman kazandırılmıştır. KISSsys kullanılarak analitik ve geometrik boyutlandırma eş zamanlı olarak gerçekleştirilebilir. Aynı kullanıcı arayüzünde bir taraftan dayanım hesabı yapılırken diğer taraftan bir 3D dişli kutusu modeli mümkündür. Dizayn ve optimizasyonun her adımında geometrik kısıtlamalar kontrol edilebilir. Kübikler veya silindirler gibi basit katı modeller kullanılarak dişli kutularının gövdeleri modellenebilir. 3D görüntülemede, dişli kutularının gövdeleri, şaft ve dişliler arasında muhtemel çarpışmalar kontrol edilebilir. Şüphe duyulması durumunda çarpışmaların kontrolü için dişli ve dişli kutularının gövdelerinin detayları kullanılarak (boyut ve pozisyon) program yazılabilir. Bu işlemler için KISSsys, bir programlama dili ve excel benzeri bir kullanıcı arayüzü ile donatılmıştır. Standartlaştırılmış KISSsoft arayüzü ile KISSsys'ten CAD ortamına data transferi (dxf, step ve iges... gibi) sağlanabilir. Çizimler kolayca elde edilir ve imalatçıya yönelik üretim parametreleri resim üzerine tablo olarak eklenebilir, çıktı alınabilir.



FUNCTIONS	LOAD				FORCES				
Calc. Kinematic	Main Input	Speed [RpM]	Torque [Nm]	Power [kW]		Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Position [mm]
Calc. Strength	Main Input	-750	-1546.5	121.46	Left Output	-1.2745e+005	0	-11823	800
Generate Reports	Aux Input	750	573	45.003	Right Output	-1.2792e+005	0	-4467	800
	Output Left	-5.0607	-15103	8.0038					
	Output Right	57.973	-28738	174.47	SETTINGS				
	i Main/Left	148.2	Target	29.5	Lubrication Mode	Oil injection	Req. life gears	1e+008	
	i Main/Right	-12.937	Target	29.5	Lubricant	Oil: ISO-VG 220	KA gears	1.8	
	i Aux/Left	-148.2	Target	23.6	Lubricant Temp.	80	Khbeta	1.2	
	i Aux/Right	12.937	Target	23.6	Req. life bearings	10000	Kgamma	1.0	
					ec	0.5			
	DIMENSIONS								
	CD outputs	1250			CALCULATION				
	CD inputs	1400			Gear Pairs	ISO 6336 Method B			
					Planetary sets	ISO 6336 Method B			
					Bearings	IDIN/ISO281, aDIN			
					Key	DIN_6892_C			

Tüm dişli kutusu için bilgi giriş tablosu

Hesaplamalar

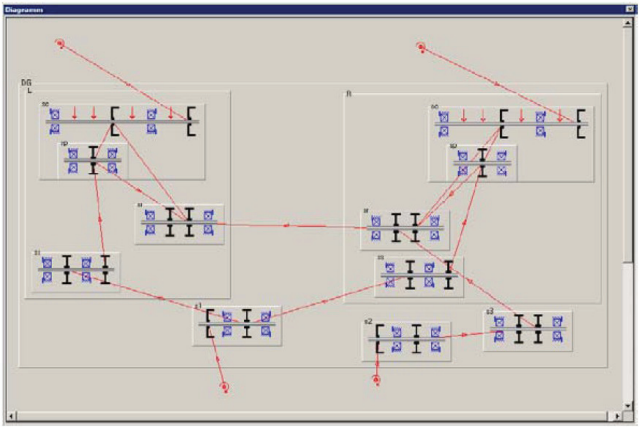
2.1. Kinematik

Bu dişli kutusunda temel prensip iç dişlinin ve güneş dişlinin hızlarının kontrolüdür. Bu durum standart olarak sıfır hızlı iç dişlinin olduğu planet dişli redüktörlerin karşıtı bir durumdur. Planet dişli grubu oranlaması için diğer bir zorluk, birbirine geçen dişlilerdeki mukavemetin dikkate alınması gerekliliğidir.

Tasarım sırasında kinematik şartlar sürekli olarak kontrol edilmeliydi ve dilenen toplam orana yaklaşım düşük toleranslı bir aralıkta tutulmalıydı. Bundan dolayı herhangi bir oran değişikliğinde her seferinde tüm dişli sistemi tekrar analiz edilip doğrulandı. KISSsoft'ta 'Fine Sizing' fonksiyonu ile hedef oranlar belli sınırlar dahilinde belirlenebildi ve sonuç olarak tüm dişli kutusu için %0,1'den daha düşük bir sapma ile dilenen oran yakalanabildi.

KISSsys'teki kinematik tanımlama ile (aşağıdaki resim) bütün güçler, torklar ve hızlar hesaplanır. Buradaki kinmatik koşullar,

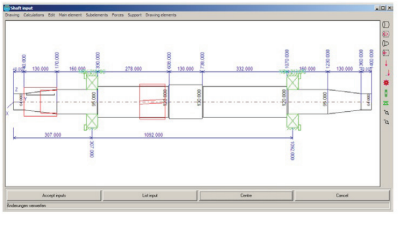
dayanım hesaplamaları için eşzamanlı olarak kullanılabilir durumdadır. İki adet tork ve hız girişine ek olarak kuvvetlerde düşünülen dişli kutusu çıkışına etki eder.



Dişli kutusu kinematiğinin sunumu. Güç akışı kırmızı çizgi ile gösterilmektedir. İki gezegen ünite birbirinin aynısıdır.

2.2. Şaftlar ve rulmanlar

Taşıma uygulamalarında şaftlar konusunda özenli davranmak gerekmektedir. Meydana gelebilecek herhangi bir sorun taşıma esnasında bir yükü düşürmeye sebep olabilir. Şaft dayanımı en kötü varsayımlara göre yorulma ve statik dayanım açısından değerlendirilir. Değerlendirme, bölgesel yükün ve gerilimin tanımlanan yük ile gerilme yığılmasının olduğu en

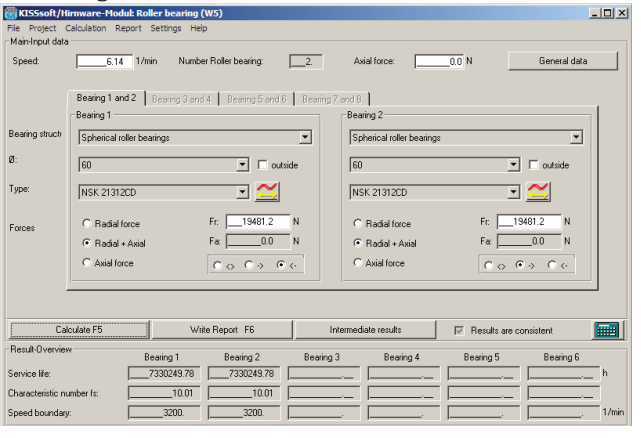


KISSsoft'ta modellenmiş tahrik şaftı modeli ve KISSsys ile integrasyonu

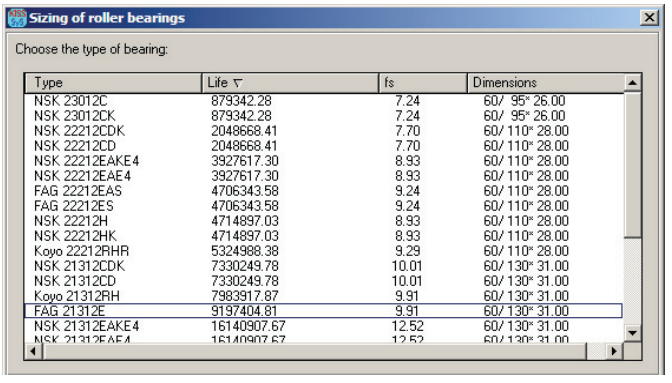
2. Şaftlar ve rulmanlar

Taşıma uygulamalarında şaftlar konusunda özenli davranmak gerekmektedir. Meydana gelebilecek herhangi bir sorun taşıma esnasında bir yükü düşürmeye sebep olabilir. Şaft dayanımı en kötü varsayımlara göre yorulma ve statik dayanım açısından değerlendirilir. Değerlendirme, bölgesel yükün ve gerilimin tanımlanan yük ile gerilme yığılmasının olduğu en kritik kesit üzerinde DIN 743 standardı uyarınca yapıldı.

Rulman hesaplamaları statik ve dinamik yük kapasiteleri gözetilerek ISO 281 standardı uyarınca yapıldı. Rulman üzerindeki eksenel ve çevresel yükler ve dönüş hızı, şaft hesabında otomatik olarak hesaplandı ve rulman ömrü hesabına doğrudan aktarıldı. Gerekli rulman ömrü ve dayanımı bu analizler sonucu sağlandı.



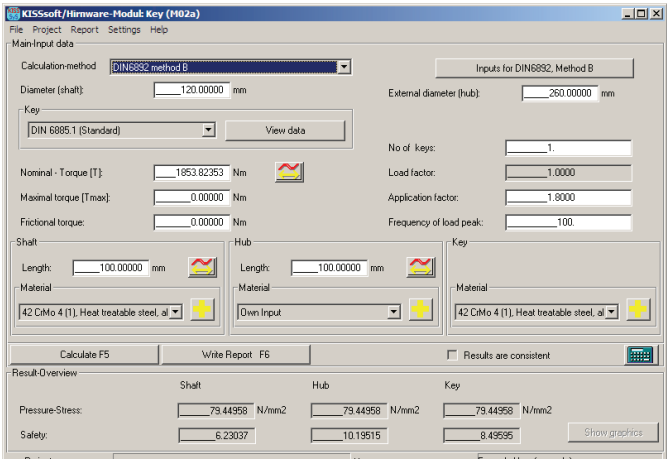
Rulman üzerine gelen yükler, şaft üzerine dişlilerden gelen yüklerin hesaplanmasıyla elde edilir. Otomatik olarak hesaplanır.



Rulman seçiminde minimum boyut ve uzun ömür gözetildi.

2.3. Kamalar

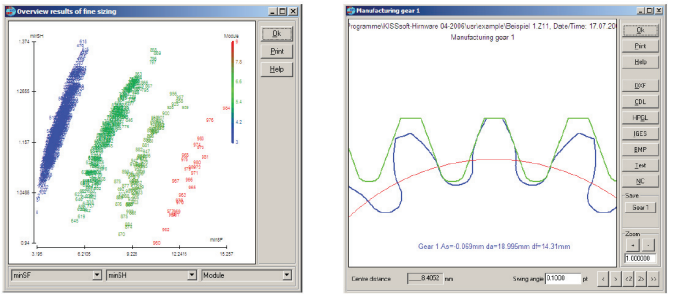
4 kamanın analizi de eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Kama hesaplamalarında, kama, şaft ve kama kanalı arasındaki yüzey basıncı hesaba alınır. Bu, efektif temas yüzeyi, tork ve şaft çapının bir fonksiyonudur. İzin verilen yüzey basıncı farklı yükleme koşullarındaki malzeme dayanımına göre belirlenmiştir.



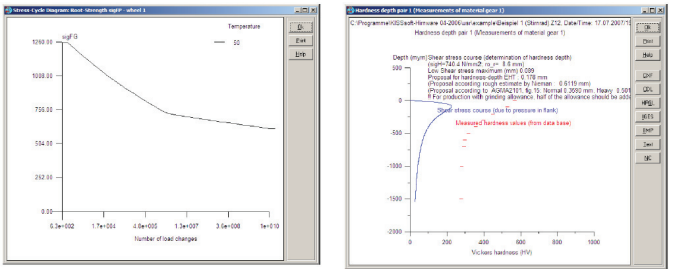
DIN 6892 standardı ile kama değerlendirmesi

2.4. Dişliler

Dişli boyutlandırması, verilen hedef oran, aktarılan güç ve alan kısıtı gözetilerek tapıldı. Dişli kalitesi ve malzeme seçimi SEW tarafından yapıldı. KISSsoft Dişli boyutlandırma fonksiyonu ile mevcut takım ile mukavemet değerlerini sağlayabilen en uygun ağırlıkta dişli çiftleri tasarlandı. Dişli değerlendirmeleri DIN 3990, ISO 6336 veya AGMA 2001 standartlarıyla yapılabilir.



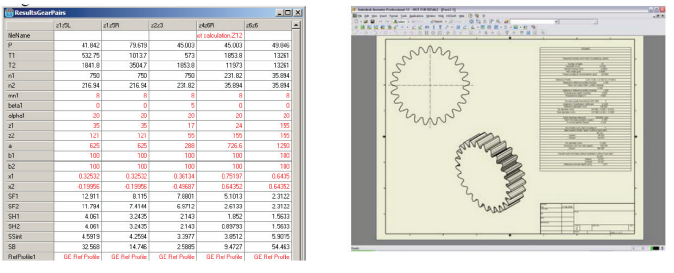
Solda: Uygulanabilecek dişli çifti seçenekleri (belirlenen sınırlar dahilinde) Sağda: Dişli geometrisi ve azdırma çakısı geometrisi simülasyonu.



Solda: S-N eğrisinin ISO 6336 ile değerlendirilmesi Sağda: Gerekli sertleştirme kalınlığı tespiti için Diş üzerindeki kesme gerilmesi.

2.5. Raporlar

Kapsamlı bir dayanım hesabı raporu her yük için 151 sayfa olarak elde edildi. Bunun haricinde en kritik sonuçlar özet olarak aşağıdaki gibi bir tabloda bir arada görüntülendi. Dişli imalat bilgileri gerektiği biçimde tablo olarak imalat resmi üzerine eklenebilir.



KISSsoft ve KISSsys'ten farklı formatlarda raporlar almak mümkündür.