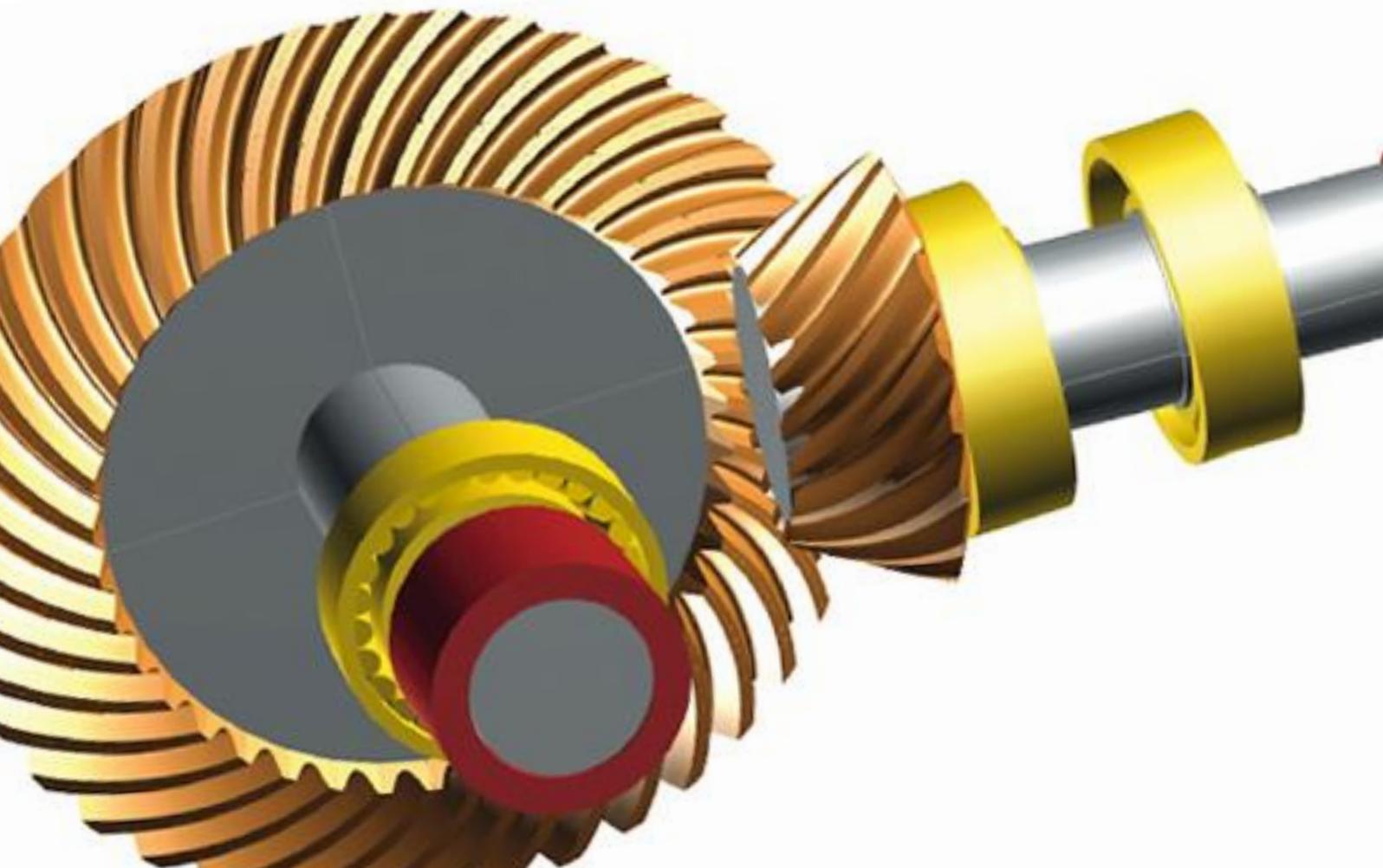


Especificações KISSsoft

Engrenagens



Índice

1	Engrenagem cilíndrica	4
1.1	Cálculo da geometria	4
1.2	Cálculo da resistência	4
1.3	Dimensionamento	4
1.4	Análise de contato	4
1.5	Planetas	5
1.6	Exportação 2D/3D	5
2	Engrenagem padrão	5
3	Bombas de engrenagens	5
4	Engrenagem cônica	6
4.1	Cálculo da geometria	6
4.2	Cálculo da resistência	6
4.3	Dimensionamento	7
4.4	Análise de contato	7
4.5	Diferenciais	7
4.6	Interface para o software do fabricante GEMS®	7
4.7	Exportação 3D	7
5	Parafusos sem-fim com coroas globoides	7
5.1	Cálculo da geometria	8
5.2	Cálculo da resistência	8
5.3	Dimensionamento	8
5.4	Exportação 2D/3D	8
6	Engrenagens helicoidais concorrentes, parafusos sem-fim, coroas cilíndricas de sem-fim	9
6.1	Cálculo da geometria	9
6.2	Cálculo da resistência	9
6.2.1	ISO 6336/Niemann	9
6.2.2	VDI 2736	9
6.2.3	Höchst	10
6.2.4	VDI 2545	10
6.2.5	Estático	10
6.2.6	Pech	10
6.3	Dimensionamento	10
6.4	Exportação 2D/3D	10
7	Engrenagens de face	11
7.1	Cálculo da geometria	11
7.2	Cálculo da resistência	11
7.3	Dimensionamento	11
7.4	Exportação 2D/3D	11
8	Engrenagens não circulares	11
9	Engrenagens beveloides	12

9.1	Cálculo da geometria	12
9.2	Cálculo da resistência	12
9.3	Exportação 2D/3D	12
10	Cálculo do perfil do dente	12
11	Outros cálculos específicos do dentado	13

1 Engrenagem cilíndrica

Para o cálculo de engrenagens cilíndricas, estão disponíveis as configurações de roda dentada única, par de rodas dentadas cilíndricas, conjuntos de engrenagens planetárias, pinhão/cremalheira, trem de 3 engrenagens e trem de 4 engrenagens. Cinemática como planetário duplo pode ser considerada dentro do trem de quatro engrenagens. Todos os módulos de cálculo da geometria fornecem um cálculo da geometria bem abrangente, considerando todas as tolerâncias relevantes. A folga é calculada para as rodas fabricadas, em estado de montagem e em operação. Para o controle de qualidade, estão disponíveis as medidas das esferas, dos rolos e entre dentes. Para as qualidades selecionadas, as tolerâncias de fabricação estão reunidas em um relatório, em conformidade com diferentes normas.

Correções usuais de perfil e de linha de flanco podem ser definidas. Elas são consideradas no cálculo da forma do perfil do dente e na análise de contato.

1.1 Cálculo da geometria

A geometria das engrenagens cilíndricas é calculada como dentado evolvente com base na geração do perfil de referência com a roda dentada. Alternativamente ao perfil de referência, podem ser predefinidas geometrias de da ferramenta (pinhão cortador, fresa) com protuberância e flambagem na raiz. Um passo de desbaste pode ser predefinido diretamente, outros passos de fabricação são possíveis em "Forma do perfil do dente". A geometria é calculada para três casos: dentado sem folga, desvio superior e desvio inferior. Para o deslocamento do perfil, existe uma função de dimensionamento segundo diferentes critérios (deslizamento equilibrado, limite de pico e de recorte, segurança máx. do pé ou dos flancos, etc.), igualmente para a distância entre eixos.

1.2 Cálculo da resistência

O cálculo da resistência de engrenagens cilíndricas é feito em conformidade com as normas ISO, DIN, AGMA, VDI, GOST, BV-RINA, DNVGL e muitas mais. Os tipos de danos abrangem ruptura do pé do dente, pequeno número de pites, desgaste, gripagem (scuffing) e micropitting. São calculados coeficientes de segurança, vida útil, torques transmissíveis e as confiabilidades. Para a distribuição longitudinal de carga está disponível o método em conformidade com a ISO 6336, Anexo E. Para os cálculos de plástico estão disponíveis várias diretrizes VDI, bem como o cálculo estático. Por meio de espectros de cargas, é possível predefinir os esforços detalhadamente e determinar os danos. No caso de entalhes de retificação e formas de pé especiais, pode ser determinada a tensão no pé do dente por FE.

1.3 Dimensionamento

KISSsoft fornece inúmeros apoios para o dimensionamento de dentados. Para o novo dimensionamento das engrenagens cilíndricas, o dimensionamento inicial fornece propostas com base na carga da relação de transmissão nominal. Um dimensionamento fino varia sistematicamente os parâmetros de dentado, filtra as variantes e disponibiliza para seleção as soluções resultantes para o engenheiro em forma de lista ou vista geral gráfica. Para a microgeometria, uma função de dimensionamento realiza a variação de correções e fornece os resultados decisivos para a otimização de carga e ruído do dentado, com base na análise de contato. Além disso, estão disponíveis outros auxiliares de dimensionamento para deslocamento do perfil, distância entre eixos, dentado alto e muitos mais.

1.4 Análise de contato

A análise de contato sob pressão é utilizada para otimizações de ruído e resistência. Com base no cálculo da rigidez de dente segundo Weber/Banaschek, é calculado o contato local considerando a flexão do dente. Incluem-se também as flexões dos eixos, os arqueamentos dos mancais e as modificações dos flancos, com o que se torna possível uma análise realista do engrenamento.

Como resultados, têm-se, além da curva de tensão e do erro de transmissão, também a curva de rigidez, a fenda de lubrificação local, o desgaste local e muitos outros critérios para a avaliação da eficiência, do ruído e da vida útil.

1.5 Planetas

O cálculo de um trem de engrenagens planetárias inclui a cinemática convencional com sol, planeta e engrenagem interna. Os torques e velocidades podem opcionalmente ser atribuídos a cada roda dentada. Para a avaliação da engrenagem interna está também disponível a VDI 2737. Também são realizados cálculos específicos como a possibilidade de montagem dos planetas em um passo regular e muitos mais. A análise de contato permite uma avaliação detalhada das inclinações dos componentes individuais, bem como uma estimativa da deformação do suporte planetário por FE.

1.6 Exportação 2D/3D

KISSsoft disponibiliza inúmeras interfaces para todos os programas CAD usuais. Por um lado, os dentados podem ser exibidos como gráfico 2D. Além disso, está disponível uma edição 3D STEP que inclui todas as modificações dos flancos. Com a edição da malha de medição pode ser realizada uma medição topológica. Para além do modelo de roda dentada 3D são também introduzidos os dados de fabricação em seu desenho de fabricação. Dessa forma, se dispensa a construção dispendiosa ou a transmissão manual dos parâmetros.

2 Engrenagem padrão

No KISSsoft, este módulo de cálculo possibilita o dimensionamento e o controle de engrenagens padrão. Para o salto de engrenamento sobre dois flancos, é necessária uma engrenagem padrão, que é laminada com a roda dentada a ser verificada em um aparelho de teste. No processo de verificação, a roda de teste e a engrenagem padrão são pressionadas de leve axialmente, assim elas são geradas sem folga. A variação da distância entre eixos é medida com exatidão, o valor máximo determinado dessa forma é o erro de rolamento de dois flancos. Para obter uma declaração vinculativa sobre o comportamento de funcionamento da roda de teste após a instalação na transmissão, no processo de verificação o evolvente ativo da roda de teste deve ser transferido da forma mais completa possível. Em contrapartida, é obrigatório evitar que a engrenagem padrão se encaixe muito profundamente na área do pé: Se o círculo de forma do pé da roda de teste ficar abaixo do limite, origina-se uma interferência de engrenamento, que distorce bastante o resultado de medição.

O dimensionamento da engrenagem padrão pode ser selecionado para cada roda dentada de um cálculo de engrenagem cilíndrica. Ao abrir o dimensionamento, é sugerida a engrenagem padrão adequada à norma DIN 3970. Com a seleção Inspeccionar o círculo de cabeça da engrenagem padrão, é possível verificar se uma engrenagem padrão já existente pode ser utilizada. O cálculo inspeciona a espessura do dente da roda de teste na zona de tolerância máxima e mínima e em qual área o evolvente será laminado. Com a seleção Dimensionar o círculo de cabeça da engrenagem padrão, determina-se uma engrenagem padrão que é adequada para a verificação da roda de teste.

3 Bombas de engrenagens

O KISSsoft oferece uma opção abrangente para o cálculo das propriedades básicas das bombas de engrenagens (bombas de engrenagens externa e interna).

A alteração dos parâmetros mais importantes de uma bomba durante o engrenamento é calculada e exibida.

Fazem parte os parâmetros geométricos, como o volume apertado (entre dois pares de dentes no engrenamento, o volume de realimentação), o volume com superfície crítica de afluxo (a vazão de óleo deve ser

contínua na medida do possível), o ponto mais estreito (menor distância entre o primeiro par de dentes sem contato), a velocidade de afluxo, a vazão de óleo na entrada (com análise de Fourier para avaliação da formação de ruído), o volume sob a pressão de entrada. Outras versões importantes são o decurso do torque nas duas engrenagens, o decurso da pressão hertziana, a velocidade de deslizamento e o parâmetro de desgaste. No cálculo das forças, o achatamento hertziano no contato dos dentes também pode ser considerado, pois este efeito tem uma influência substancial. O volume apertado depende da construção da bomba sob pressão de entrada ou de saída, o que é determinado por meio de um registro correspondente e tem uma influência significativa na curva de torque.

O cálculo possibilita a análise de quaisquer engrenagens cilíndricas de dentes retos com formas de perfil do dente evolventes e não evolventes.

4 Engrenagem cônica

No KISSsoft, pode ser feito o cálculo de geometria, resistência e tolerâncias para engrenagens cônicas com dentado reto, inclinado e espiral e para os tipos de fabricação "Face Hobbing" e "Face Milling". A geometria e a medida de controle são calculadas em conformidade com a ISO 23509 ou outras normas. A verificação de resistência é possível em conformidade com as normas usuais, como a ISO 10300 ou outras. Está disponível uma verificação estática para as engrenagens cônicas diferenciais.

Para o dimensionamento, estão disponíveis funcionalidades, como o dimensionamento inicial ou o dimensionamento fino. Para as engrenagens cônicas diferenciais, também são exibidos parâmetros específicos. Os conjuntos de dados existentes podem ser facilmente convertidos por meio da "janela de conversão". A análise de contato calcula a posição da marca de contato, considerando convexidades, correções de ângulo ou também correções topológicas. Além disso, consideram-se também os desvios de posição VHJ de pinhão e engrenagem.

Os dentados podem ser exibidos como modelos 3D, inclusive para as correções da linha de flanco no CAD e engrenagens cônicas com dentado reto no formato STEP com pontos de malha de medição. Os modelos 3D são calculados com base na ISO 23509 e a forma do perfil do dente é derivada da engrenagem cilíndrica equivalente.

4.1 Cálculo da geometria

O cálculo da geometria e das forças do engrenamento é realizado de acordo com a norma ISO 23509. Esta é a norma válida e reconhecida mundialmente para engrenagens hipoides e cônicas e igualmente válida para os processos de engrenamento Face Hobbing e Face Milling. Para o cálculo da geometria de engrenagens hipoides, a norma contém três etapas de cálculo diferentes. Elas resultam de métodos de cálculo historicamente diferentes dos fabricantes de máquinas Gleason, Klingelnberg e Oerlikon.

4.2 Cálculo da resistência

Para a resistência, estão disponíveis diversas normas para diferentes tipos de danos. Para os tipos de danos ruptura do pé do dente e pitting, a ISO 10300 representa a norma mais atual. Em geral, ela contém como primeira norma um cálculo contínuo para as engrenagens hipoides e cônicas para os dois processos de engrenamento Face Hobbing e Face Milling. Outros tipos de danos, como a gripagem (scuffing) – importante para engrenagens hipoides – e também a ruptura do flanco, podem ser calculados de acordo com normas ou seções da literatura reconhecidas e documentadas. Estão disponíveis inclusive as normas específicas de utilização, como a DNV 42.1, ou para cálculos de plástico, a VDI 2545 e muitas outras.

4.3 Dimensionamento

Para o novo dimensionamento das engrenagens cônicas, o dimensionamento inicial fornece uma proposta com base na carga da relação de transmissão nominal. Um dimensionamento fino varia sistematicamente os parâmetros de dentado, como ângulo espiral, deslocamento do eixo, e outros, filtra as variantes e disponibiliza para seleção as soluções resultantes para o engenheiro em forma de lista ou vista geral gráfica. Para a microgeometria, uma função de dimensionamento realiza a variação de modificações dos flancos e fornece os resultados decisivos para a otimização de carga e ruído do dentado, com base na análise de contato.

4.4 Análise de contato

A análise de contato para as engrenagens cônicas baseia-se na abordagem em conformidade com Weber/Banaschek e possibilita uma simulação de deslizamento com carga variável de funcionamento. Na análise de contato, também entram as correções de dentado, como convexidades, correções de ângulo e também correções topológicas. A geometria da engrenagem cônica está disponível para os processos Face Hobbing e Face Milling; a forma do perfil do dente é derivada da engrenagem cilíndrica equivalente. Além disso, na análise de contato podem ser predefinidos os valores de deslocamento VHJS ou EPGs, ou por uma entrada própria ou com base nos eixos ou no design da engrenagem.

4.5 Diferenciais

O KISSsoft possibilita o cálculo e o dimensionamento de engrenagens cônicas diferenciais, em conformidade com características específicas de engrenagens cônicas forjadas. Além disso, faz parte do dimensionamento o cálculo de variação, por exemplo, para o ângulo cônico do pé e da cabeça e para as alturas de dentes. A verificação de parâmetros geométricos, como relação de condução e raio de arredondamento do pé o maior possível, ocorre em vários locais da largura de dente e, com isso, possibilita uma avaliação abrangente do conjunto da engrenagem. No KISSsoft, também pode ser ilustrada a característica típica de limitação "palmada" de pé e cabeça para os diferenciais. A avaliação para o flanco total claramente reduzido e para a consequente compressão de flancos ampliada pode ser realizada precisamente com a análise de contato no KISSsoft.

4.6 Interface para o software do fabricante GEMS®

Para engrenagens cônicas com fabricação convencional, está disponível uma interface para o GEMS®, que possibilita uma análise direta da engrenagem cônica com os ajustes reais da máquina em conexão com o software de dimensionamento.

4.7 Exportação 3D

Para a edição de modelos 3D de engrenagem cônica está disponível uma edição 3D STEP. São suportados os tipos de construção com altura do dente cônica, altura do dente constante, bem como dentado reto, inclinado e espiral; a forma do perfil do dente é derivada da engrenagem cilíndrica equivalente. Os modelos podem incluir modificações dos flancos como convexidades e modificações de ângulo, bem como modificações topológicas. Com a edição da malha de medição pode ser realizada uma medição topológica.

5 Parafusos sem-fim com coroas globoides

O cálculo de parafusos sem-fim combinados com rodas globoides pode ocorrer com este módulo. Com isso, é possível projetar a geometria, a eficiência, a segurança de temperatura, a segurança de concavidade, a segurança contra desgaste, a segurança contra ruptura do dente e a segurança contra flexão das combinações de cilindro e coroa de sem-fim. Também é possível o cálculo do comportamento de inicialização. Diversos

materiais da coroa de sem-fim são fornecidos como arquivo de dados adicional. Os perfis do flanco ZA, ZN, ZI (ZE), ZK, ZH (ZC) podem influenciar o cálculo. O processo de cálculo segue a DIN 3996 ou a ISO/TR 14521. Para o cálculo da geometria do parafuso sem-fim, em conformidade com a DIN 3975 ou a ISO/TR 14521, são possíveis as medidas de controle (medidas de rolos e esferas do parafuso sem-fim para o perfil do flanco ZA, ZN, ZI, ZK). A consideração das tolerâncias de fabricação ocorre em conformidade com a DIN 3974-1 e a DIN 3974-2 (1995).

Estão disponíveis as funções de dimensionamento para a largura de dente, a distância entre eixos e o ângulo de inclinação.

5.1 Cálculo da geometria

O cálculo da geometria é realizado em conformidade com as normas ISO/TR 14521 e DIN 3996. Os perfis do flanco ZA, ZN, ZI (ZE), ZK, ZH (ZC) são suportados. Para o cálculo da geometria do parafuso sem-fim, em conformidade com a DIN 3975 ou a ISO/TR 14521, são possíveis as medidas de controle (medidas de rolos e esferas do parafuso sem-fim para o perfil do flanco ZA, ZN, ZI, ZK). A consideração das tolerâncias de fabricação ocorre em conformidade com a DIN 3974-1 e a DIN 3974-2 (1995).

5.2 Cálculo da resistência

Os cálculos da resistência em conformidade com a DIN 3996 e a ISO/TR 14521 para os parafusos sem-fim cilíndricos com roda globoide contêm: Eficiência, segurança de temperatura, segurança de concavidade, segurança contra desgaste, segurança contra ruptura do dente e contra flexão. Os dados para diversos materiais de coroa de sem-fim são fornecidos. Calcula-se também o torque de inicialização sob carga, o que pode ser muito importante no dimensionamento das entradas.

No KISSsoft, também está disponível um cálculo da resistência fácil em conformidade com AGMA 6034 para os parafusos sem-fim cilíndricos com roda globoide, ou em conformidade com AGMA 6125 para parafusos sem-fim globoides com roda globoide.

5.3 Dimensionamento

É feito um fácil dimensionamento de pares de coroas em conformidade com os seguintes procedimentos: Após a entrada da relação de transmissão e do número de dentes, calcula-se uma proposta para o módulo, o círculo de referência do parafuso sem-fim, o círculo de referência e a largura de dente da engrenagem.

Devido à variação de diversos parâmetros, podem ser geradas variantes geométricas do KISSsoft. É possível calcular a resistência e exibir a representação em forma de lista para todas as variantes propostas. Uma representação gráfica, em que o conteúdo representado pode variar, é de grande utilidade para encontrar o escopo de soluções ideal. Podem ser aplicadas variantes individuais para a pesquisa detalhada no cálculo principal.

5.4 Exportação 2D/3D

A forma do perfil do dente correta do parafuso sem-fim cilíndrico é representada na geometria 2D. A forma do perfil do dente da coroa globoide é representada na geometria 3D em função do perfil do parafuso sem-fim selecionado. Por meio das interfaces CAD, é possível exibir os parafusos sem-fim cilíndricos como arquivo bidimensional DKX ou IGES. O parafuso sem-fim cilíndrico e a coroa globoide podem ser exibidos como modelo tridimensional no formato STEP. Uma análise de contato gráfica é possível com o modelo de parede fina na geometria 3D.

Para os CADs usuais da construção de máquinas também são oferecidas integrações, que constroem um modelo 3D do parafuso sem-fim cilíndrico diretamente no CAD. Aqui, não é possível uma exportação da roda globoide. Com a variante 3D de modelo de parede fina, pode ser feita uma análise gráfica da marca de contato. Além disso, com o respectivo botão de função, girar uma engrenagem contra a outra, até que surja a marca de

contato – por fim, as duas engrenagens devem ser geradas. Para não girar demais as engrenagens uma contra a outra, recomenda-se definir a quantidade de passos de rotação (nas propriedades) em 30 ou mais.

6 Engrenagens helicoidais concorrentes, parafusos sem-fim, coroas cilíndricas de sem-fim

O cálculo de engrenagens cilíndricas entre eixos concorrentes (engrenagens cilíndricas com eixos cruzados) ocorre em conformidade com G. Niemann, Elemento de máquina II, 1985. Esta versão contém o cálculo e o controle da geometria de engrenagens cilíndricas para o ângulo de eixo desejado. Aqui, estão disponíveis diversos métodos para a verificação de resistência.

Devido a uma adaptação da ISO para contato por ponto, o KISSsoft o oferece um cálculo continuamente padronizado para materiais metálicos. Além disso, também estão integrados os cálculos da resistência para a combinação metal/plástico e plástico/plástico.

A geometria e as medidas de controle ou de fabricação são determinadas em conformidade com as normas usuais para engrenagens cilíndricas com dentes evolventes.

Também existe um cálculo de eficiência, para isso, deve-se predefinir o coeficiente de atrito no dente de forma adequada.

6.1 Cálculo da geometria

A verificação de colisão no gráfico 2D (engrenamento) só pode ser utilizada com limitação para as engrenagens cilíndricas entre eixos concorrentes, pois ela funciona apenas para o ângulo de eixo de 90° e representa somente a geração da projeção no corte central (parafuso sem-fim da seção do eixo/engrenagem da seção transversal). Com ângulo de eixo $\Sigma \neq 90^\circ$, a forma do dente pode ser mostrada no gráfico de engrenamento em várias seções paralelas no sentido axial do parafuso sem-fim.

6.2 Cálculo da resistência

6.2.1 ISO 6336/Niemann

O cálculo em conformidade com a ISO 6336/Niemann ocorre para materiais metálicos.

Como o tipo de contato é diferente do que existe com as engrenagens cilíndricas (contato por ponto em vez de linha), não é possível trabalhar diretamente com as normas para as engrenagens cilíndricas. No entanto, devido a uma adaptação da ISO para contato por ponto, o KISSsoft o oferece um cálculo continuamente padronizado. O método de G. Niemann (Elemento de máquina, volume III) combinado com o método da ISO 6336 possibilita um cálculo da resistência moderno e abrangente das engrenagens cilíndricas entre eixos concorrentes (resistência de pé/flanco, resistência a desgaste e segurança contra arranhaduras). O cálculo da elipse de pressão, em conformidade com Niemann, considera a geometria especial das engrenagens cilíndricas entre eixos concorrentes. Com isso, determina-se a largura de dente efetivamente existente. O cálculo do pé do dente ocorre de forma análoga à ISO 6336, a resistência do flanco em conformidade com Niemann, incluindo os fatores de vida útil em conformidade com a ISO 6336, a segurança contra arranhaduras por meio do processo de temperatura integral também em conformidade com Niemann (segundo a DIN3990).

6.2.2 VDI 2736

O cálculo em conformidade com VDI 2736 é aplicado para parear um parafuso sem-fim de metal com uma roda de plástico. Este é um padrão novamente desenvolvido para a engrenagem cilíndrica entre eixos concorrentes, para o cálculo da vida útil e a resistência estática. É válido apenas para a combinação de material metal/plástico com um ângulo de deslocamento do eixo de 90° . A engrenagem 1 (parafuso sem-fim de metal) deve ter um

número de dentes de < 6 e a engrenagem 2 (engrenagens helicoidais concorrentes) é formada por um termoplástico semicristalino.

6.2.3 Höchst

Com o método de cálculo "Parafuso sem-fim segundo Höchst", realiza-se também o cálculo da resistência para a combinação de um parafuso sem-fim de metal com uma roda de plástico após um processo mais antigo. Isto vale apenas para coroas da Hostaform® (POM), combinadas com um parafuso sem-fim de aço. A característica de carga c admissível é uma massa para a carga térmica. Além disso, são verificadas a compressão de flancos admissível e a resistência de bloqueio da coroa. Para a resistência de bloqueio, não é o esforço de limite de fadiga que é determinante, mas sim o esforço máximo.

6.2.4 VDI 2545

O cálculo em conformidade com a VDI 2545 é visto em uma aplicação de combinação pura de plástico. Neste caso, trata-se de um ajuste da VDI 2545 – que é utilizada para engrenagens cilíndricas – nas engrenagens cilíndricas entre eixos concorrentes. Com isso, também é possível um cálculo da resistência para o ângulo de deslocamento do eixo diferente de 90° e para uma combinação plástico/plástico.

6.2.5 Estático

O cálculo estático realiza uma avaliação estática em relação ao limite de elasticidade e de ruptura. O cálculo de engrenagens cilíndricas entre eixos concorrentes combinadas com um parafuso sem-fim tende a resultar em seguranças profundas. Além disso, é possível o cálculo de verificação das coroas quanto a cisalhamento.

6.2.6 Pech

Neste processo, calculam-se a deformação plástica, o grau de desgaste e o desgaste total (na seção normal do diâmetro primitivo de funcionamento) da coroa de plástico.

6.3 Dimensionamento

É feito um fácil dimensionamento de pares de engrenagens cilíndricas entre eixos concorrentes em conformidade com os seguintes procedimentos: Após a entrada da relação de transmissão e do número de dentes da engrenagem 1 (parafuso sem-fim), calcula-se uma proposta para o módulo, a distância entre eixos, o círculo de referência das engrenagens 1 e 2 e a largura de dente da engrenagem.

Devido à variação de diversos parâmetros, podem ser geradas variantes geométricas do KISSsoft. É possível calcular a resistência e exibir a representação em forma de lista para todas as variantes propostas. Uma representação gráfica, em que o conteúdo representado pode variar, é de grande utilidade para encontrar o escopo de soluções ideal. Podem ser aplicadas variantes individuais para a pesquisa detalhada no cálculo principal.

6.4 Exportação 2D/3D

KISSsoft disponibiliza inúmeras interfaces para todos os programas CAD usuais. Por um lado, os dentados podem ser exibidos como gráfico 2D. Além disso, está disponível uma edição 3D STEP que inclui todas as modificações dos flancos. Com a edição da malha de medição pode ser realizada uma medição topológica.

7 Engrenagens de face

O cálculo das engrenagens de face no KISSsoft abrange a geometria da engrenagem de face e do pinhão, bem como o cálculo da resistência baseado em diferentes normas. São suportados também tipos de construção com ângulo de eixo diferente de 90°, bem como com ou sem deslocamento do eixo do pinhão.

7.1 Cálculo da geometria

O cálculo da forma do perfil do dente ocorre pela simulação da fabricação com um pinhão cortador. A visualização ocorre em uma representação 2D das partes interna, central e externa. Principalmente o recorte no dente e o dente pontiagudo podem ser controlados na representação 2D, em que pode ser predefinida uma alteração da altura da cabeça para evitar o dente pontiagudo.

7.2 Cálculo da resistência

O cálculo da resistência baseia-se em um cálculo análogo da engrenagem cilíndrica em conformidade com a ISO 6336 ou DIN 3990, seguindo o método CrownGear, ou em um cálculo análogo da engrenagem cônica, seguindo o método da ISO 10300. Pelo cálculo das linhas de contato e das derivadas, o ângulo de hélice hipotético pode ser determinado na engrenagem cilíndrica equivalente. Inclusive a velocidade de deslizamento e a segurança contra arranhadura ao longo da largura de dente podem ser determinadas dessa forma.

7.3 Dimensionamento

KISSsoft disponibiliza vários auxiliares de dimensionamento. O desvio do eixo pode ser dimensionado de forma a que o ângulo de pressão predefinido interno e externo possa ser atingido. Na engrenagem de face podem ser dimensionadas as alterações da altura da cabeça devido à espessura do dente mínima na cabeça.

7.4 Exportação 2D/3D

O pinhão e a engrenagem de face podem ser exibidos no formato de modelo 3D STEP. Para o pinhão podem ser definidas várias modificações dos flancos. A análise de contato gráfica permite a verificação do contato dos dentes por meio das linhas de contato com o modelo de parede fina. Dessa forma, pode ser otimizada a marca de contato. Em seguida, os modelos podem ser exportados para uma análise FE ou fresagem de 5 eixos. Com a edição da malha de medição pode ser realizada uma medição topológica.

8 Engrenagens não circulares

As engrenagens não circulares são utilizadas para realizar relações de transmissão que se alteram durante um ciclo de movimento. As aplicações típicas são em engrenagens de precisão com exigências variáveis de velocidade e torque.

O KISSsoft calcula a forma do perfil do dente das engrenagens não circulares com base em uma simulação de fabricação com um pinhão cortador. Engrenamento, recorte no dente e dente pontiagudo podem ser verificados visualmente nos gráficos 2D de engrenamento.

As condições podem ser de três tipos diferentes:

- a) Distância entre eixos e decurso da relação de transmissão
- b) Curva engrenagem nas duas engrenagens não circulares
- c) Curva engrenagem de uma engrenagem e da distância entre eixos

Para engrenagens não circulares, não existe nenhum cálculo da resistência. No entanto, a resistência pode ser avaliada pelo cálculo de engrenagens cilíndricas redondas equivalentes no cálculo de par de engrenagens.

9 Engrenagens beveloides

Engrenagens beveloides são engrenagens cônicas e são criadas por geração com uma ferramenta tipo cremalheira inclinada em um ângulo predefinido. As engrenagens beveloides têm sobretudo duas aplicações: Por um lado, pode ser gerado um ângulo de eixo entre duas engrenagens interligadas, por outro lado podem ser utilizadas duas engrenagens beveloides com ângulos do cone opostos, para gerar um dentado sem folga. As engrenagens beveloides com um ângulo de eixo podem ser utilizadas para atingir um design compacto de uma engrenagem.

9.1 Cálculo da geometria

O cálculo base da geometria e a forma do perfil do dente de uma engrenagem beveloide se refere a K. Roth, bem como a normas relevantes para engrenagens (p. ex. DIN 3960, DIN 867 etc.). Assim, a engrenagem beveloide é gerada pelo mesmo processo que uma engrenagem cilíndrica, exceto o deslocamento do perfil que se altera na largura de dente. Dessa forma, se alteram também todos os parâmetros que dependem do deslocamento do perfil. Com dentados helicoidais, a ferramenta é adicionalmente inclinada para o ângulo de hélice para além do ângulo do cone. Dessa forma, é gerado um perfil de referência trapezoidal na seção transversal com diferentes ângulos de pressão nos lados esquerdo e direito. Com isso, origina-se também uma forte alteração da forma do perfil do dente, pois p. ex. os círculos de base se alteram.

Graças à alteração do deslocamento do perfil na largura de dente, corre-se mais frequentemente o risco de obter um recorte no pé ou um dente afiado nas engrenagem beveloides.

9.2 Cálculo da resistência

Uma vez que não existe uma norma própria para o cálculo da resistência de engrenagens beveloides, é utilizada uma engrenagem cilíndrica de substituição no corte médio para o cálculo. Dessa forma, o KISSsoft permite uma avaliação da resistência de acordo com várias normas de resistência usuais para engrenagens cilíndricas, como ISO, DIN, AGMA e muitas mais. A especificação de espectros de cargas permite uma especificação detalhada dos esforços e a determinação dos danos.

9.3 Exportação 2D/3D

As engrenagens beveloides podem ser exibidas no formato de modelo 3D STEP. Para as duas engrenagens podem ser definidas várias modificações dos flancos. A análise de contato gráfica permite a verificação do contato dos dentes por meio das linhas de contato com o modelo de parede fina. Dessa forma pode ser otimizada a marca de contato com correções como concavidades e correções de ângulo de hélice. Em seguida, os modelos podem ser exportados para uma análise FE ou fresagem de 5 eixos. Com a edição da malha de medição pode ser realizada uma medição topológica.

10 Cálculo do perfil do dente

Como cálculo especial podem ser predefinidos muitos passos de fabricação desejados para engrenagens cilíndricas com formas de fresa ou formas do perfil do dente próprias. Caso desejado, é calculada dessa forma a geometria da engrenagem conjugada. Todos os passos de fabricação resultantes podem ser analisados na análise de contato sob carga e exibidos no modelo 3D. Para dentados evolventes pode ser realizada uma

otimização do pé do dente por meio de um arredondamento elíptico de pé. Como dentados não-evolventes podem ser definidos diretamente dentados cicloides e do arco circular.

11 Outros cálculos específicos do dentado

KISSsoft permite um cálculo detalhado da folga entre dentes, incluindo posições de montagem e faixas de temperatura de funcionamento. Para dentados de plástico, pode ser considerada a dilatação. Além disso, pode ser calculada e exibida a profundidade da camada endurecida de acordo com diferentes referências bibliográficas. Juntamente com a fabricação são efetuados diferentes cálculos. Por um lado, é calculada a interligação de fabricação gerada em dentados helicoidais. Além disso, na seleção dos dressadores de rebolo existentes, verifica-se que recuos da cabeça resultantes são criados.