

## RESEARCHES AND COMPARISON OF TENSIONS IN EVOLVENT AND SINUSOIDAL GEARS

© Gaizka Olazar, 2012

**Наведено результати досліджень евольвентних і синусоїдальних зубчастих коліс. Доведено переваги синусоїдального зачеплення, яке характеризується значно меншими напруженнями згину внаслідок плавної перехідної поверхні в основі зубців і кращими умовами контакту в зачепленні, що дає змогу зменшити рівень шуму і підвищити довговічність синусоїдальних передач.**

**Researches with different types of gears, shows that with the use of the Sinusoidal profile are achieved smaller stresses in the back and front part of the cog, so with this profile the transmission is smoother, achieving a considerable reduction of noise, a more accurate gearing and a higher resistance to failures with a longer working life.**

In the Department of mechanical engineering and transport of the Polytechnic University of Lviv has been researched a new kind of gear wheel, one with a different profile, the Sinusoidal profile. We have designed this profile and analyzed the strength and the stress concentration during their gearing using the required Software. The research shows the differences between evolvent and sinusoidal gears with different number of teeth, different module etc.

The Sinusoidal gears are defined by these formulas that depends on the module ( $m$ ), the number of teeth ( $Z$ ) and the width ( $b$ ):

$$\begin{cases} x_2 = \left( \frac{m \cdot Z}{2} + \chi_1 + e \cdot \cos(Z\varphi) \right) \cdot \cos \varphi - b \cdot \sin \varphi; \\ y_2 = - \left( \frac{m \cdot Z}{2} + \chi_1 + e \cdot \cos(Z\varphi) \right) \cdot \sin \varphi - b \cdot \cos \varphi; \\ z_2 = e \cdot \sin(Z\varphi) + \psi, \end{cases}$$

Using these formulas, are obtained the necessary points to create the Sinusoidal cog and with the use of simetries is created the gear wheel that is going to be compared with the involute one. The evolvent gear is created with the traditional profile and then, his transmission is compared to the sinusoidal using SolidWorks.

The research about the transmission with the same torque in different kind of wheels, indicates that using a gear with more teeth, decreases the maximum strength in the cog. So, as it was expected, with more teeth, you use a bigger gear wheel and with this one, you achieves a smaller pressure at the back and front part of the cog. Another obvious conclusion we got is that using a gear with a bigger module, means to decrease the maximum strength. This is because, when you use a bigger module, you are using a bigger gear wheel, the tooth is suffering less force and even if the wheel has the same number of cogs, the surface is bigger and the obtained strength results smaller.

With this analysis, we conclude that with a gear wheel with more module and more teeth, we achieve less strength in the cog of the gear wheel. That, finally means that we get a more accurate machinery, that emits less noise and could endure a longer life.

However, there are occasions that the module and the number of teeth are predetermined, and for these cases we could opt for another alternative, use the sinusoidal profile for the gear wheels, with this profile we could achieve a significant reduction of tensions in the surface of the cog. For example, in the

next figure are compared the two gears (Evolver and Sinusoidal) with the same module and number of teeth, both suffering a torque.

The Fig1. shows the differences between a evolvent and a sinusoidal cog that are suffering the same torque of 5 N\*m. The evolvent one, reaches a stress of 4 326 970.5 N/m<sup>2</sup> while for the Sinusoidal is only 3 326 293 N/m<sup>2</sup>. The results indicate a reduction of 30% of the maximum strength in the surface of the cog using the Sinusoidal type in addition to a global decrease of the stresses all over the cog. The critical point of the cog is the back and front part of it, this curvature area is where are reached the maximum stresses, so this surface needs a particular research with a smaller mesh.

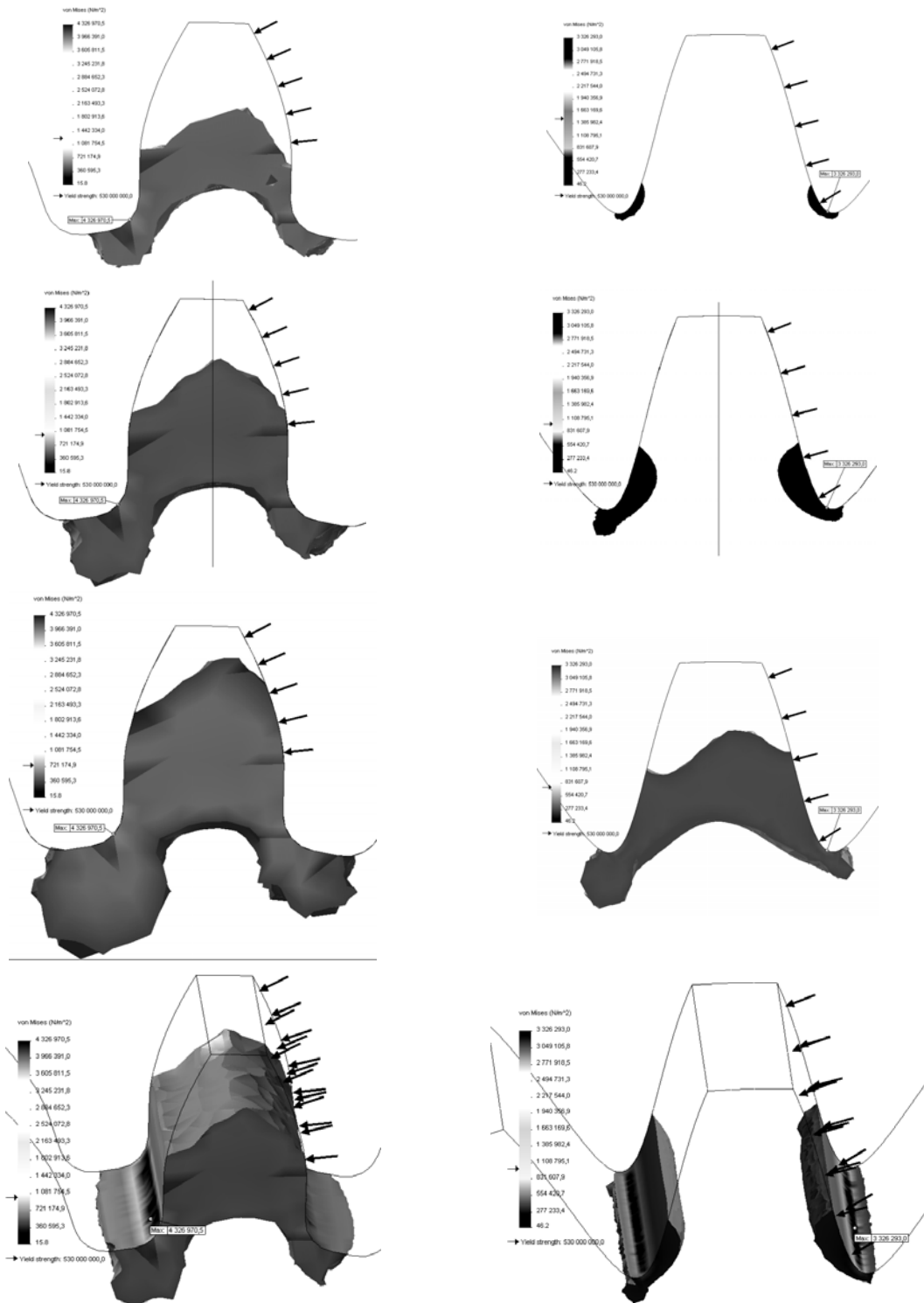


Fig1. Differences between Evolver (a) and Sinusoidal gears (b)  $m=5, Z=18$

As a result of the analysis of other involute and sinusoidal gear wheels with different number of teeth and module, has been obtained a table that shows the reduction of strength in sinusoidal profile wheels for three different modules and three different Z.

Therefore, with these results we conclude that the use of the sinusoidal profile achieve a reduction of the maximum strength and the stress concentration. In case the profiles are gearing with the same torque, the Sinusoidal will have a better performance, with more accuracy, less noise and finally a longer working life.

However, one of the main advantages is that, with the same module, the same number of teeth and without increasing the size of the gear wheel, it is possible the use of this sinusoidal profile to transmit even a 30-40% bigger torque without increasing the stress concentration in the cog. So, instead of increasing the module or the number of teeth, it could be an interesting alternative to try this new profile.

In summary, the sinusoidal profile allows an improved transmission between two gear wheels with some technical advantages:

- Smaller blow speed in the restriction, and as a result, 10-15% lower noise level.
- Smaller pressure on the surfaces of contact cogs;
- Zero sliding coefficient on the pole and on the extreme points of active profile, that increases wear proof of the cogs
- The basis of the Sinusoidal type cog is formed by the lower halves of the Sine, that are the radial cavity, the concentration of stress in the tooth basis as a result considerably diminishes. The thickness of this type cogs is droningly increased to the diameter of the cavity, what provides their higher durability. The Sinusoidal type transmission could at once pass on 1,5-2,0 times more loading and circulating moments.

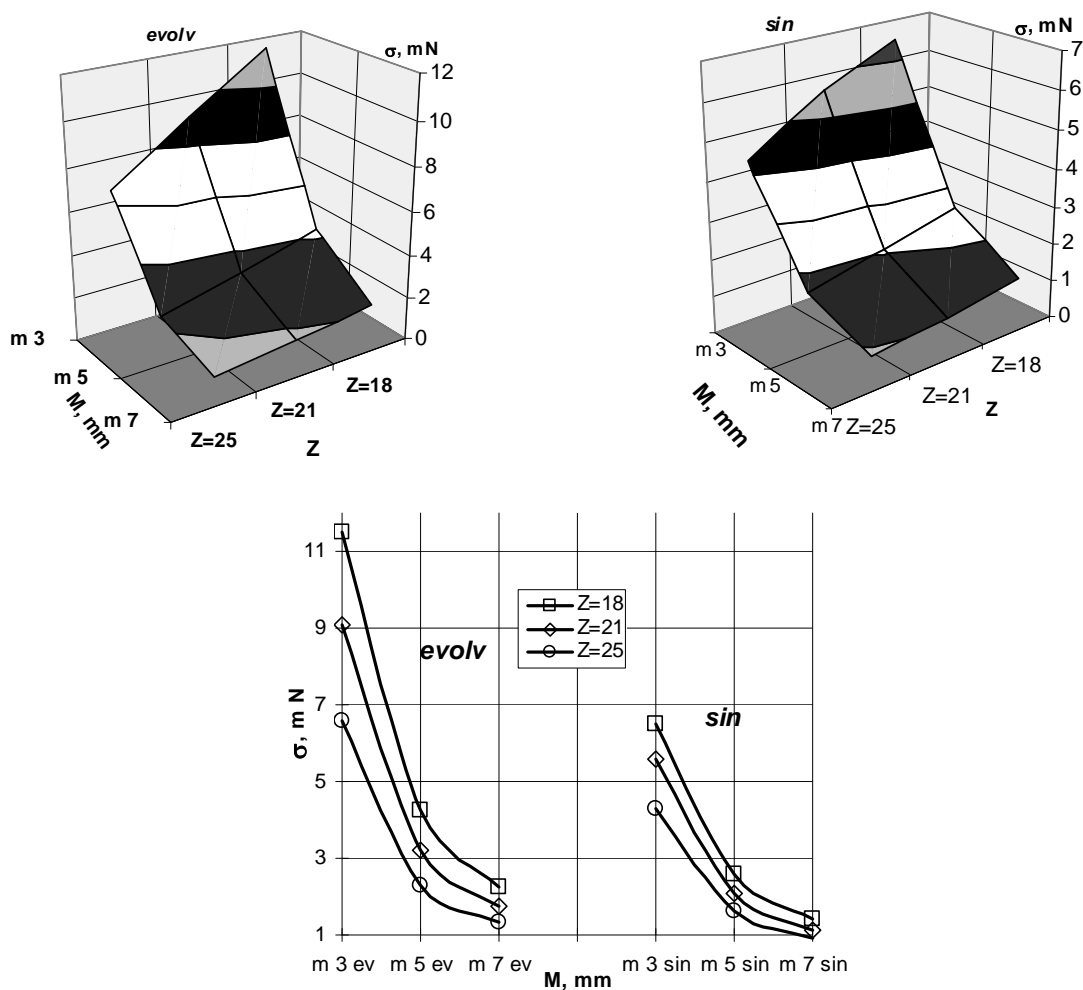


Fig2. Graphics with the maximum strength for evolvent and sinusoidal profiles

- In the Sinusoidal type transmission on all the length of the contact line, the surface of one tooth continuously cooperates with the surface of conjugated type. The contact of the working surfaces not on the line, but on the surface considerably diminishes sliding, decreases the losses of power as a result of friction, and additionally diminishes the contact tensions. The Sinusoidal type transmission at once has higher resistance to failures, wears out less and has greater resources.

As a result of indicated features, in case of transmission of identical power the Sinusoidal type wheels could have about 1,5 times smaller module, than involutes gears. Consequently, machineries, reductive gears and the gearboxes with Sinusoidal profile transmissions could be 20-30% smaller, have smaller mass and smaller production expenditures.

As summary, researches of those different kinds of gears, shows that with the Sinusoidal profile during the gearing the cog suffer a smaller stress in the back and front part of it, so the transmission is smoother, achieving a considerable reduction of noise, a more accurate gearing with a higher resistance to failures and a longer working life.

1. Грицай І.Є., Литвиняк Я.М. Синусоїдальні зубчасті передачі як альтернатива традиційним передачам та новий метод їх виготовлення / Мат-лы Междунар. научн.-техн. конф. ЗП-2009 “Проблеми качества и долговечности зубчатых передач, редукторов их деталей и узлов”. – 28 августа – 3 сентября 2009 г. г. Севастополь. 2. Литвиняк Я.М., Грицай І.Є. Інструментальне забезпечення отримання евольвентного профілю зубців циліндричних коліс способом радіально-колового формоутворення // Вісник Нац. ун-ту “Львів. політехніка” “Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні”. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львів. політехніка”. – 2010. – № 679. – С. 14–22. 3. Грицай І.Є., Литвиняк Я.М. Підвищення техніко-економічної ефективності процесів виробництва зубчастих коліс поєднанням традиційних та нових способів формоутворення // Вісник Нац. ун-ту “Харківський політехнічний інститут”.

УДК 621.874

В.М. Гелетій, Я.М. Новіцький, В.В. Федик  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра деталей машин

## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО ПРИСТРОЮ АВТОКРАНІВ

© Гелетій В.М., Новіцький Я.М., Федик В.В., 2012

**Проаналізовано контактну взаємодію елементів опорно-поворотного пристрою автокранів. Проведені дослідження дають необхідну інформацію для адекватного кінцево-елементного моделювання контактної взаємодії елементів опорно-поворотних пристроїв автокранів і дослідження впливу деяких геометричних параметрів на їхню несучу здатність.**

**The analysis of contact of elements of turning support of truck cranes is conducted. The conducted researches give necessary information for the adequate finite-elements design of contact of elements of turning support of truck cranes. Influence of geometrical parameters is investigated on their bearing strength.**

**Постанова проблеми** У вантажопідіймальних машинах загального і спеціального призначення, зокрема автомобільних кранах застосовуються опорно-поворотні пристрої (опори поворотні ОП) різноманітних конструктивних виконань. Опорно-поворотні пристрої належать до найбільш навантажених і відповідальних частин підйально-транспортних засобів і часто визначають термін функціонування всієї машини. Основна їх функція полягає у рухомому з'єднанні