

## **Балтийский государственный технический университет, конференция по зубчатым передачам.**

**А.С. Яковлев, к.т.н.  
директор и научный руководитель  
редукторной фирмы ООО «СПИН» (г. Орел)**

### **Уважаемые господа, члены Оргкомитета!**

Прошло пятьдесят шесть лет опубликования М.Л. Новиковым теории нового точечного зацепления названного в дальнейшем его именем.

Идеи Новикова нашли самую широкую поддержку в научных кругах и промышленности. Поддержали идею и включились в исследование и внедрение в промышленность новых передач ведущие ученые: доктора наук А.И. Петрусевич, Н.И. Колчин, В.Н. Кудрявцев, Ф.Л. Литвин и многие другие, а также многочисленные исследовательские организации и заводы.

При этом самую активную роль играл Ленинградский механический институт во главе с заведующим кафедрой «Детали машин» доктором технических наук, профессором В.Н. Кудрявцевым.

Лабораторными и промышленными испытаниями было установлено, что зубчатые передачи с новым зацеплением при низкой и средней твердости зубчатых колес по контактной прочности прочнее эвольвентных в 1,7-2,5 раза, а так как при такой твердости прочность ограничивается именно контактной, то это увеличение считалось общим.

Осложнения начались при повышении твердости зубчатых колес до 50-60 HRC<sub>3</sub>. В этом случае были получены противоречивые результаты – 0,7-1,3.

В начальный период (1954, 1955г.) автор был начинающим аспирантом, и исследование новых передач избрал полем своей научной деятельности. По нашим теоретическим и экспериментальным исследованиям к началу шестидесятых годов было установлено, что изломная прочность цилиндрических передач с зацеплением Новикова с исходным контуром по ГОСТ 15023-76 (и близким к нему «УРАЛ-2Н») и эвольвентных близки при равных модулях и угле наклона зубьев  $\beta=20^\circ$ : при меньших углах прочнее эвольвентные, при больших – Новикова.

Несмотря на успехи нового зацепления в области передач HRC<sub>3</sub> < 350, и осознания, что будущее любых передач связано с HRC<sub>3</sub> > 350, начались испытания передач Новикова высокой твердости и создание методики их расчета, завершившееся выпуском МР 221-86<sup>1</sup>.

Параллельно с разработкой МР велись и исследования (теоретические и экспериментальные) по созданию исходного контура для передач Новикова высокой твердости, закончившееся созданием исходного контура ГОСТ 30224-96. Испытание в ЛМИ на передачах с исходным контуром УРАЛ-2Н – дали неудовлетворительный результат – 0,7-0,9, что объясняется во многом (по нашему мнению) непригодностью контура УРАЛ-2Н для передач высокой твердости с  $\beta < 20^\circ$ .

Однако, наряду с этим, другими исследователями были получены положительные результаты – 1,17-1,4 при применении исходных контуров РГУ-5, ГОСТ 30224-96, Дон-3/1/.

Таким образом, по мнению автора, теоретически контактно-изломная равнопрочность новых передач вполне достижима повышением изломной прочности за счет увеличения в 1,2-1,3 раза модуля, применения лучшего исходного контура (например, ГОСТ 30224-96) с увеличенной толщиной ножки и увеличенным до 30-35° углом давления. Последнее имеет для зацепления Новикова специфическое значение: радиальная составляющая усилия в зацеплении снижает напряжение на растянутой стороне зуба значительно сильнее, чем это происходит в эвольвентном зацеплении. Реализация перечисленных возможностей на практике затруднена низкой технологией зубообработки (с чем согласен доктор технических наук С.П. Родзевич (США)).

Ошибки контура червячных фрез вызывают неравномерность распределения нагрузки по зонам на головке и ножке вплоть до полного устранения в начальный период работы одной из этих зон. Автору неизвестны испытания передач с зацеплением Новикова с зубошлифовкой, при которой правка шлифовального камня осуществлялась бы алмазом достаточно часто и обеспечивала бы точность профиля и отсутствие прижогов.

Трудоемкая и поэтому редкая правка роликом - шарошкой дает низкую точность профиля и неизбежные прижоги, резко снижающие изломную прочность. Автор утверждает это не понаслышке, а на основании личного опыта: весной 1961 года он шлифовал подобным способом зубья партии цементированных зубчатых колес с зацеплением Новикова на Калужском турбинном заводе - получил массовые прижоги и соответствующий эффект при испытаниях.

«СПИН» (г. Орел), которая начиная с 1992г. поставила на ведущие металлургические заводы России более 500 штук редукторов массой (в основном) 0,5-2,5 т. (4 штуки - массой 6,5 т. и один - 17,5 т.).

В большинстве наших редукторов мирно уживаются зубчатые передачи с эвольвентным и зацеплением Новикова.

Первая ступень, как правило, эвольвентная 58...63 HRC<sub>3</sub> со шлифованными или притертыми зубьями, вторая и третья - как правило - с зацеплением Новикова без финишной обработки: шестерня - 58...63 HRC<sub>3</sub>, колесо - 45...50 HRC<sub>3</sub>, передаточное число - число целое, что обеспечивает хорошую приработку.

Некоторое оживление промышленности в последние годы вновь пробудило интерес к решению проблем зубчатых передач.

И поэтому всеми специалистами с интересом и одобрением была встречена организация главным редактором журнала «Редукторы и Приводы» и директором НТЦ «Редуктор» В.И. Парубцем дискуссии о путях развития редукторостроения России, открытой его статьей «Редукторные мифы и реальность» (журнал «Редукторы и Приводы» № 2,3 2005г.), в которой, в частности, подвергалась сомнению целесообразность дальнейшего применения и исследования зубчатых передач Новикова. Затем в журнале «Редукторы и Приводы» №1 за 2006 год появилась статья Г.А. Журавлева «Ошибочность физических основ зацепления Новикова ...», который, основываясь на известных и до конца нерешенных проблемах зацепления Новикова, утверждал о его бесперспективности и блестящих перспективах предложенного им гибрида включающего элементы, как зацепления Новикова, так и эвольвентного (некий аналог смешанного зацепления В.Г. Тетеретченко 1958г.).

Началась дискуссия и тут-то выяснился истинный смысл ее организатора В.И. - дискредитация любыми способами зубчатых передач Новикова. Как опытный «стратег» В.И. Парубец разделил всех специалистов на два враждебных лагеря, записав в свой всех кто не является сторонником нового зацепления (хотя бы и потому, что просто не занимался им).

Назовем лишь троих: доктор технических наук Ф.Л. Литвин (почему-то Парубец В.И. посчитал его противником зацепления Новикова), академик (!) Академии судостроения Украины доктор технических наук А.П. Попов и В.Г. Гиммельман.

Представителей противоположного лагеря докторов технических наук В.И. Гольдфарба, А.А. Силича, В.Н. Сызранцева и С.Л. Голофаства окрестил «свадебными генералами», а М.Л. Новикова, доктора технических наук А.Ф. Кириченко и многочисленную армию кандидатов технических наук и инженеров - обвинил во лжи, коростолобии и других грехах. Продолжать дискуссию стало невозможно.

Стало ясно, что единственной целью В.И. Парубца является дискредитация зубчатых передач Новикова и торможение их внедрения в промышленность.

С Ф.Л. Литвиным - мнимом противнике зацепления Новикова - у Парубца вышел полный конфуз - после того как первый поместил М.Л. Новикова (Теория и практика зубчатых передач и редукторостроения. Сборник докладов научно-технической конференции с международным участием. Ижевск 2008г.) в галерее выдающихся деятелей теории зубчатых зацеплений непосредственно за Х.И. Гохманом, Х.Ф. Кетовым и Н.И. Колчиным.

Истинным же «свадебным генералом» армии В.И. стал академик (!) А.П. Попов, который «подправил» Герца, отказавшись от функций эллиптических интегралов  $n_a$ ,  $n_b$ ,  $n_p$  и др., обозвав их «какими-то экспериментальными коэффициентами» и положив, априори, форму площадки эллиптического контакта подобной функции равного зазора (что равносильно допущению о неискривлении плоских сечений перпендикулярных контактной нормали - аналога гипотезы Бернулли для изгибаемых балок) и «получил» решение в замкнутом виде. Согласно с этим решением переход от линейного контакта зубьев в прямозубой эвольвентной передаче к бочкообразному контактная прочность повышается до 2,5 раз!<sup>2</sup>

Рекомендации, основанные на таких «достижениях», тем более исходящие от академика могут соблазнить некоторых работников промышленности таким простым

достижением невиданного успеха и принести вред. Вот за какую науку ратует В.И. И, наконец, В.Г. Гиммельмана Парубец включил «для кучи». Свою компетентность В.Г. Гиммельман сам откровенно излагает в статье [www.reduktor-news.ru/arc/otziv/1/2/2.htm](http://www.reduktor-news.ru/arc/otziv/1/2/2.htm) ...я не вхожу в тот узкий круг специалистов, которые могли бы развивать тему теоретически» и далее «Я закончил кафедру «Детали машин» ВОЕНМЕХа, где зацепление Новикова нам преподавал В.Н. Кудрявцев, который ранее сам был учеником (!) М.Л. Новикова...

На основании изложенного прошу конференцию обсудить затронутую в этом обращении тему и высказать свое мнение по вопросам:

1. Значение в мировой науке трудов М.Л. Новикова и необходимые условия его более широкого внедрения, в том числе, для передач высокой твердости.
2. Осудить как неприемлемы методы, применяемые В.И. Парубцем в его статьях в его журнале «Редукторы и Приводы», огульного оскорбления всех специалистов зубчатых передач, считающих, что зацепление Новикова далеко не исчерпало себя и имеет хорошие шансы в будущем.
3. Осудить, как наносящие ущерб строгому научному подходу, выводы и рекомендации А.П. Попова по фантастическому повышению контактной прочности зубчатых передач, например введением для прямозубых передач простой бочкообразности.

Данное обращение размещается на сайте [www.spingear.ru](http://www.spingear.ru) и автор просит всех заинтересованных лиц направить свои мнения по затронутым вопросам в Оргкомитет конференции Балтийского государственного технического университета [www.voenmeh.ru](http://www.voenmeh.ru)

<sup>1</sup> При разработке МР при определении напряжений изгиба автором методом численной теории упругости были определены коэффициенты формы зуба  $Y_{ve}$  и влияние на  $\sigma$  продольной протяженности контакта  $Y_{\alpha}$ , что вселяет некоторый оптимизм в части повышения изломной прочности новых передач.

<sup>2</sup> «Сто» лет известно, что бочкообразность несколько снижает номинальную прочность, но это есть плата за предотвращение еще большей потери прочности при кромочном контакте, вызванным перекосом осей и другими ошибками передачи.

### Список литературы

1. Короткин В.И. О сопоставлении зубчатых передач Новикова и эвольвентных. Теория и практика зубчатых передач и редукторов. Сборник докладов научно-технической конференции с международными участниками. Ижевск 2008г.

Ветеран исследований и внедрения в промышленность (1955-2010г.) зубчатых передач с зацеплением Новикова, к.т.н А.С. Яковлев