

## РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА РИП ПРЕДОСТАВИЛА ВОЗМОЖНОСТЬ СВОБОДНО ИЗЛАГАТЬ СВОЮ ПОЗИЦИЮ ВСЕМ УЧАСТНИКАМ ДИСКУССИИ ПО ЗАЦЕПЛЕНИЮ НОВИКОВА

Г.А. Журавлев, к.т.н.

Уважаемые коллеги!

В Сообщении (Дискуссионный клуб журнала Редукторы и Приводы <http://www.reduktor-news.ru/>) главный редактор журнала РИП Валерий Иванович Парубец обратился ко мне с несколькими вопросами, ответы на которые я предлагаю Вашему вниманию.

Основной смысл статьи [1] заключается в достижении следующих целей:

- Показать (на примере зацепления Новикова) противоречивость и ограниченность традиционных представлений о методах контактных расчетов и путях развития зубчатых передач: «История создания, развития и промышленной реализации зацепления Новикова наиболее ярко иллюстрирует уровень несовершенства традиционных подходов к контактным и гидродинамическим расчетам зубчатых передач» [1].
- Продемонстрировать эффекты кривизны контакта (эффекты большего, относительно традиционную представлений и классического решения плоской контактной задачи Герца, влияния кривизн тел, моделируемых упругими роликами с пересекающимися под малым углом осями, на несущую способность их контакта) как фундаментальные эффекты снижения контактных напряжений, обусловленные не выбором определенной кинематики зацепления, а присущие любым упругим телам с близким к начально-линейному касанием и поэтому открывающие новые и весьма многообразные пути совершенствования зубчатых передач с линейчатым контактом зубьев.
- Содействовать прогрессивному развитию зацепления Новикова (в том числе – на базе сверхаддитивного пространственного смешанного зацепления IP типа IP-Baf [7] с участками зацепления Новикова) и эвольвентного зацепления (в том числе – на базе плоского и пространственного вариантов сверхаддитивного смешанного зацепления IP).
- Дать толчок инновационному прорыву в области теории и практики зубчатых зацеплений.

Выполнив анализ противоречий в теории и практике контактных расчетов зубчатых передач и дав результаты этого анализа в статье [1], я рассчитывал на плодотворную научную дискуссию.

В этом плане трудно переоценить роль Валерия Ивановича Парубца и коллектива редакции журнала РИП в целом, которые первыми, насколько мне известно, предоставили возможность свободного изложения мнений в обсуждении острой научной проблемы в области зубчатых зацеплений и делали многое для поддержания нормального уровня протекания дискуссии.

Поверьте, у меня есть с чем сравнивать... Например, имеется опыт «дискуссионного клуба» под названием «Координационный Совет по внедрению зацепления Новикова при Минстанкопроме СССР», кулуарно сохранившем зацепление Новикова на уровне передач ДЛЗ и фактически ставшим тормозом его развития. Но, чтобы мое мнение не показалось кому-то предвзятым, отмечу, что появление статьи [1] не случайность... На самом деле объективные условия для обсуждения проблем оценки путей развития зубчатых зацеплений давно созрели. И, к счастью для истинных сторонников зацепления Новикова и сторонников эвольвентного зацепления, так считают многие. Случайным оказалось другое – именно в этот период журнал РИП показал тенденцию к организации свободной дискуссии. Я даже не был знаком (и до сих пор не знаком очно) с Валерием Ивановичем, а

появление статьи [1] связано с предложением редакции РИП, полученном мною от Светланы Константиновны Федоровой.

Для примера приведу мнение сторонников (в хорошем смысле этого слова) зацепления Новикова [4]: «Положительным является также то, что дискуссия, организованная редакцией, привлекла внимание ученых к производственным проблемам, которые сегодня актуальны при проектировании зубчатых передач и технологии их изготовления. В ходе дискуссии описан как позитивный опыт, так и трудности при решении указанных задач. Отдельные же резкие суждения (в ряде случаев без приведения достаточной аргументации) можно объяснить повышенной эмоциональностью их авторов.»

Вот эти повышенная эмоциональность и отсутствие «достаточной аргументации» заменили оппонентам научные доводы в дискуссии.

К сожалению, оппонентами не дано ни одного доказательства «незыблемости» физических основ зацепления Новикова, ни одного объяснения накопившимся противоречиям в теории и практике контактных расчетов упругих тел с близким к начально-линейному касанием, ни одного научного довода по оценке приведенных автором анализа и объяснений этих противоречий. Мы показываем это в тезисах [9], публикация которых продолжается.

Вместо своего участия в дискуссии оппоненты создали для читателя лишь его иллюзию. Казалось бы, использование зацепления Новикова в пространственном варианте передач IP должно стать отправной точкой соприкосновения всех коллег, которые называют себя сторонниками зацепления Новикова. В действительности зацепление IP стало объектом особо изощренной лжи оппонентов.

Оппоненты усиленно представляют (в том числе и в статье [2]) смешанное зацепление как «виртуальное смешанное зацепление, которое никто в глаза не видел».

**На самом деле** все совсем наоборот – виртуальным является не смешанное зацепление IP, а лишь его такое представление оппонентами. Развитие смешанного зацепления IP шло на глазах специалистов: патенты, статьи, доклады на конференциях, успешные сравнительные испытания с передачами ДЛЗ в ЛМИ, во ВНИИРедукторе. И чтобы подтвердить все это достаточно использовать противоречивые доводы самих же оппонентов.

Например, оппоненты делают яркие (даже обескураживающие) заявления, поставив вопрос [2] «Почему на каком-то этапе своей работы Г.А. Журавлев резко отвернулся от зацепления Новикова, научные ли причины тому виной?», и ответив на него: «Потерпев неудачу со своим исходным контуром РГУ-1, Г.А.Журавлев в одночасье изменил положительное отношение к передачам Новикова на резко отрицательное». Но как же тогда понимать решение КС с информацией об испытаниях передачи РГУ-1 и даже четко названной как передача смешанного зацепления? В Протоколе КС (от 6-7.02.1986), утвержденном начальником Управления по координации Минстанкопрома СССР Б.В. Титовым, записано Решение (п. 4.) **«Одобрить и продолжить работу НИИРедуктора и РГУ по исследованию смешанного зацепления».**

**На самом деле** не было ни неудачи в Координационном Совете, ни изменения позиции относительно зацепления Новикова. Изначально я пришел в Координационный Совет (КС) с идеологией смешанного зацепления и она сохраняется до сих пор. В частности, контур IP31-33 был выполнен в металле (фрезы, опытные колеса и т.д.) и испытан еще в разгар работы Координационного Совета по зацеплению Новикова.

Он, в частности, упомянут (как уже испытанный) в Протоколе КС (от 11-12.12.1984 г., утвержденном начальником Управления по координации Минстанкопрома СССР Б.В. Титовым): «ВНИИРедуктору и Ижевскому заводу провести контрольные испытания передач с контурами РГУ-1, РГУ-5, ДЛЗ-07-0,15». РГУ-1 и есть ЭТ31-33 или IP31-33В, представленный, в частности, в статье [7].

Коллеги, которые несколько лет боролись в КС против смешанного зацепления, представленного там передачей смешанного зацепления IP с исходным контуром «РГУ-1» (IP 31-33В), сейчас [2] виртуозно представляют дело так, будто бы автор пришел к смешанному зацеплению после какой-то неудачи с другим контуром (как будто это был контур ДЛЗ) в КС и только после этого: «Он стал пропагандировать некий вариант так называемого смешанного зацепления (по его терминологии IP-зацепления), профиль зуба которого состоит из нескольких участков.»

Тем не менее, один из участников дискуссии невольно признает использование и испытание смешанного зацепления уже в конце 70-х годов и то, что исходный контур был испытан: «В материалах дискуссии Г.А.Журавлевым неоднократно упоминался результат стендовых испытаний высокотвердой (цементованной) передачи с исходным контуром РГУ-1 **в Военно-механическом институте (1975г.). Результат, действительно, был положительный (по сравнению с ранее испытывавшимися передачами с исходными контурами ГОСТ 15023, «Дон» и др.),** к сожалению – единичный: по ряду причин испытания продолжены не были.» (Сообщение # 193 на форуме журнала Редукторы и Приводы <http://www.reduktor-news.ru/forum/>) Но тут же он обвиняет Г.А. Журавлева в том, что в испытаниях в ЛМИ «**отнести указанные передачи к IP (в каком бы то ни было варианте) оснований нет. Это были типичные передачи ДЛЗ с хорошо приработанными новиковскими участками.** Г.А.Журавлеву хорошо известно, что околополюсный эвольвентный участок, работа которого предусмотрена самой идеей смешанного зацепления, в контакт не вступал, да и не мог вступить по определению, вследствие специально увеличенного на стадии проектирования исходного контура бокового зазора. Контур с зазором в околополюсной зоне, соизмеримым с номинальными зазорами в теоретических точках контакта дуговых участков профиля (типа ЭТ 31-33) начали разрабатываться позже – в конце 70-х годов.»

**На самом деле** не только мне (но и оппонентам) известно, что в ЛМИ были испытаны передачи сверхаддитивного смешанного зацепления IP, хотя такой термин тогда и не фигурировал в документах. Боковой зазор по эвольвентным участкам зубьев был равным их боковому зазору по участкам зацепления Новикова [5]. Эвольвентные участки зубьев участвовали в работе передачи «по определению» и фактически. Это позже (для учета различия деформативности и приработочного изнашивания зубьев IP по разным участкам) мы стали выполнять пространственные варианты смешанного зацепления IP с увеличенным по эвольвентным участкам боковым зазором [6].

И, наконец, как же тогда трактовать фразу В.И. Смирнова [3] «**Теперь о смешанном зацеплении.** Насколько я знаю, идея продвигается Г.А. Журавлевым уже не один десяток лет. В 70-х годах ростовский ученый приезжал в Военмех для испытаний своего зацепления. Нам удалось сделать пробу одной пары – это, конечно, испытаниями в полном смысле назвать нельзя. И нельзя было сделать никаких заключений. (Те, кто проводит эксперименты, знает, что нужно поломать грузовик колес для научно-объективных выводов)».

**Для уточнения отметим, что испытано в ЛМИ было три пары IP. Имеется протокол испытаний от 22.10.1075 г., подписанный Владимиром Николаевичем Кудрявцевым.**

И вот что еще важно – реакция оппонентов на ошибочность физических основ зацепления Новикова. Напомним четыре положения физических основ зацепления Новикова [1]:

- о независимости контактной прочности зубьев в полюсе зацепления от формы профилей зубьев и от системы зацепления;
- об отсутствии возможностей заметного снижения контактных напряжений в передачах с начально-линейным касанием зубьев;
- об особо благоприятной (с десятикратным ростом толщины масляного слоя) гидродинамике смазки контакта зубьев зацепления Новикова;
- о возможности значительного снижения контактных напряжений, исключительно, в

точечном внеполюсном зацеплении Новикова.

Ошибочности первых двух положений нами дано полное теоретическое и экспериментальное доказательство.

Третье положение противоречит известным фактам повышенной прирабатываемости зубьев и отсутствия безизносного режима работы передач Новикова типа ДЛЗ [8], но ошибочность этого положения не ухудшает, а, наоборот, повышает конкурентоспособность зацепления Новикова: «И это хорошо, что противоречит, иначе показатели «твердых» передач были бы значительно хуже» [1].

Ошибочность четвертого положения признана (но в странной форме – в виде упрека в адрес автора [1]) и оппонентами [2].

Кстати, ошибочность любого (из трех – № 1, № 2 или № 4) положения физических основ означает низкую конкурентоспособность зацепления Новикова, особенно – передач ДЛЗ. Вот почему **вопрос дискуссии об ошибочности физических основ и о низкой конкурентоспособности традиционных передач зацепления Новикова типа ДЛЗ фактически решен полностью.**

До выявления нами эффектов кривизны контакта резервы снижения контактных напряжений в полюсе эвольвентной передачи не были обнаружены. В лучшем случае речь шла о влиянии гидродинамического эффекта на уровень допускаемых контактных напряжений. Но, как было показано нами [1, 7], влияние гидродинамического эффекта мало и не определяет рост несущей способности эвольвентной передачи.

Как отреагировали оппоненты на статью [1]? Они представили свой анализ, опровергающий материалы [1]? Нет такого анализа. Более того, нет и ни одного доказательства справедливости физических основ зацепления Новикова.

По их мнению «они незыблемы», а эффекты кривизны контакта и резервы снижения контактных напряжений вызывают только громкое удивление «Да откуда же им взяться?» [2]. И, конечно, конструктивная гибкость зацепления Новикова, согласно мнению оппонентов, выше, чем у эвольвентного зацепления.

Этих коллег не устраивают новые взгляды на теорию и практику контактных расчетов тел с близким к начально-линейному касанием, на вывод об ограничении сферы рационального использования решения плоской контактной задачи Герца в расчетной практике, на развитие зацепления Новикова и на физические основы развития зубчатых передач.

Им ближе устаревшие взгляды на эти проблемы – именно эти взгляды были до сих пор основой поддержания «на плаву» традиционных передач Новикова типа ДЛЗ, ставших тормозом на пути развития зацепления Новикова и зубчатых передач в целом.

Но почитайте статью [2] и Вы увидите, что единственным аргументом этого торможения являются софизмы.

Такая реакция оппонентов на статью [1] может означать не только отсутствие у них научных доводов, но и неспособность оппонентов признать научную истину в условиях предрешенности исхода дискуссии.

«Благодаря» усилиям оппонентов дискуссия по статье [1] оказалась насквозь пронизанной скандально-лживыми доводами и дефицитом творческого отношения к зацеплению Новикова, к проблемам зубчатых передач в целом.

Эта дискуссия явила собой как раз тот случай, когда честное выражение своей научной позиции организаторами и участниками дискуссии требовало еще и незаурядной смелости... Несомненно, такие качества и высокая нравственность характерны для позиций многих участников дискуссии, с удовольствием напомним имена некоторых из них – Сергей Леонидович Иванов, Алексей Павлович Попов, Марк Яковлевич Иткис, Ирина Михайловна Шандыбина, Михаил Маркович Матлин, Борис Павлович Тимофеев, Александр Леонидович Филиппенков, Владислав Леонидович Дорофеев, Сергей Абрамович Лагутин и другие коллеги. И дело совсем не в том, каких позиций все они

придерживались в процессе дискуссии. Главное, что они честно (без софизмов и надуманности) и корректно излагали свои взгляды. И за это большое спасибо!

Большое спасибо Валерию Ивановичу Парубцу и всей Редакции журнала РиП за грамотную организацию начала дискуссии, которая позволила высказывать любые мнения. Даже те мнения, которые уводили от сути дискуссии. Я не вижу никакой вины организаторов дискуссии в том, что оппоненты так и не доказали справедливость физических основ зацепления Новикова. Вместо доказательств дискуссионный процесс был превращен несколькими оппонентами из научного диспута в уличную перебранку. Беда Валерия Ивановича (да и автора дискуссионной статьи [1]) заключается в том, что мы были вынуждены, стараниями нескольких недобросовестных оппонентов, отстаивать не только свою научную позицию, но и отвечать на чудовищные (не имеющие ничего общего с действительностью) обвинения.

Еще раз хочется сказать Валерию Ивановичу Парубцу и всей Редакции журнала РиП огромное спасибо за предоставленную возможность свободно излагать свою научную (или даже околонуучную) позицию всем участникам дискуссии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлев Г.А. Ошибочность физических основ зацепления Новикова как причина ограниченности его применения// Редукторы и приводы. Санкт-Петербург. – 2006. – №1. – С. 38-45.
2. Беляев В.А, Веретенников В.Я. и др. Совершенствование зубчатых передач Новикова остается одним из важнейших направлений развития редукторостроения// Вестник машиностроения – 2007. – № 5. – С. 28-35.
3. Смирнов В.И. Смешанное зацепление - утопия Журавлева// Дискуссионный клуб журнала Редукторы и Приводы <http://www.reduktor-news.ru/forum/>
4. Матлин М. М., Иткис М. Я., Шандыбина И. М. Зацепление Новикова: реальные возможности// Редукторы и приводы. Санкт-Петербург. – 2007. – №4, 5 (10). – С. 69-70.
5. Журавлев Г.А. Зубчатая передача// А.с. СССР по заявке № 2135589/ 25-28, F16 Н 1/08, 1975 г.
6. Журавлев Г.А. Зубчатая передача// А.с. СССР № 929917, F16 Н 1/02, 22.06.1977г. Б.И. №19, 23.05.1982 г.
7. Журавлев Г.А. К обсуждению физических основ совершенствования зубчатых передач// Редукторы и приводы. С.-Петербург. – 2007. – № 1, 2 (08). – С. 74-85. (полный текст – сайт <http://www.reduktorntc.ru>)
8. Гришко В.А. Повышение износостойкости зубчатых передач. М. – 1977. – 232 С.
9. Журавлев Г.А. Тезисы № 1...4 (О создании иллюзии участия в дискуссии, О резервах прочности и конструктивной гибкости зацеплений, К методам формирования оценки мнения научной общественности, Как искажаются оценки мнения научной общественности)// Дискуссионный клуб журнала Редукторы и Приводы <http://www.reduktor-news.ru/forum/>)

Г.А. Журавлев, к.т.н., зав. отделом конструктивной прочности  
НИИ Механики и Прикладной Математики им. Вороновича И.И.,  
Южный Федеральный Университет