

НАУЧНАЯ ПОЗИЦИЯ Г. А. ЖУРАВЛЕВА ТРЕБУЕТ ОПРОВЕРЖЕНИЯ

А.Ф. Кириченко, д.т.н., проф.



Анатолий Федорович Кириченко – известный украинский ученый в области исследования, расчета и проектирования зубчатых передач, редукторов, приводов и их узлов, доктор технических наук, профессор. На базе проведенных исследований им опубликовано более 300 научных работ. С 1961 по 1992 г. он являлся заместителем председателя секции зубчатых передач и редукторостроения НТО Машиностроителей Украины, с 1992 года – ее председатель.

А.Ф. Кириченко является членом редакционного совета института, в 2002 г. создал фундаментальный учебник «Теоретичні основи інженерної графіки».

В настоящее время А.Ф. Кириченко – профессор кафедры начертательной геометрии и графики Харьковского национального технического университета «ХПИ», по совместительству – заведующий кафедрой инженерной и компьютерной графики Харьковского Национального автомобильного университета.

Внимательно прочитал статью Г.А. Журавлева «Ошибочность физических основ зацепления Новикова как причина ограниченности его применения», опубликованную в РИП № 1, 2006, с. 38–45. Глубоко задумался. Перечитал еще раз уже с пометками на полях, и почему-то в голову пришли слова известной песни «...Красный барабанщик, красный барабанщик крепко спал, вдруг проснулся, перевернулся, всех фашистов разогнал...» Примерно так случилось с уважаемым Германом Александровичем Журавлевым, который практически всю свою творческую жизнь посвятил исследованиям в области передач Новикова, опубликовал большое количество статей, выступал с докладами на научно-технических конференциях, получил далеко не одно авторское свидетельство, являлся долгое время членом координационного совета по передачам Новикова при ВНИИРедукторе (в Киеве), но вот в течение последних примерно 20–25 лет не появлялся на творческой арене. Я, как председатель секции зубчатых передач и редукторостроения Украины, а также как председатель оргкомитета традиционных международных научно-технических конференций «Проблемы качества и долговечности зубчатых передач, редукторов, их деталей и узлов» ежегодно направлял Герману Александровичу приглашения с предложением принять участие в этих конференциях. В них участвовали крупные ученые из различных стран, со многими из которых Г.А. Журавлев был хорошо знаком и мог бы с успехом обсудить свои новые воззрения. Но Герман Александрович на мои приглашения не откликнулся, перестал писать письма, поздравления с праздниками (что у нас раньше имело место), – короче, он исчез. И вот, через многие годы, вдруг, одним из первых помещает в новом журнале «Редукторы и приводы» свою статью, в

которой среди зубчатых передач зацеплению Новикова не оставляет места. Произошел взрыв. Непонятно, что это такое: новая позиция (вдруг!), заблуждения автора статьи или высказанная вслух обида за то, что в свое время коллеги-зубчатники не приняли его «бесценное» строенное зацепление – комбинацию дозаполняющего зацепления Новикова и эвольвентного.

Хотелось бы напомнить всем зубчатникам и особенно Герману Александровичу о том, что, наряду с изобретением колеса, крупной вехой в истории человечества явилось изобретение зубчатой передачи, что в значительной мере определило все дальнейшее развитие техники. Известно также, что на протяжении более чем двух тысячелетий, начиная со времен Аристотеля, человечество упорно ищет все более совершенные системы зацепления, ищет их и теперь. За долгий период своего существования зубчатые передачи обрели существенное развитие, накопили колоссальный опыт эксплуатации. Наряду с цилиндрическими передачами появились конические, винтовые, волновые, червячные, циклоидальные, эвольвентные, Пиготта, Норейко, Леонардо да Винчи, Вильдгабера, со смешанным зацеплением и другие. При этом ни у кого не возникло мысли о том, что, например, червячные передачи, поскольку они не могут быть использованы в турбинных агрегатах, необходимо подвергнуть ревизии по признаку невнедряемости. Но «крупный» ученый вдруг «проснулся» и перечеркнул всю историю существования зацепления Новикова, потому что его не внедрили в танковой, автомобильной, железнодорожной, судовой и других видах промышленности, а внедрили только в редукторах общего назначения. Здесь Г.А. Журавлев не прав. Чтобы не занимать много места на перечисление объектов, где внедрены пере-



дачи Новикова, отошлем читателя к работам [1–4], где указано, как минимум, двадцать крупных предприятий и показан эффект от их внедрения. Отдельной строчкой считаю необходимым отметить то, что автор настоящей рецензии занимался успешным внедрением передач Новикова примерно с 1963 по 1985 год на Балаковском машиностроительном заводе, на Кременчугском Дормаше, на газоперекачивающей станции города Валуйки Белгородской области, на НПО имени Фрунзе города Сумы, на заводе имени Малышева и, особенно, на Черноморском судостроительном заводе, где на быстроходных тяжело нагруженных передачах турбинного типа окружная скорость достигала 80 м/с, а шумовые характеристики были ниже эвольвентных на 6–8 дБ. Можно назвать и ряд других государств, где успешно работали над зацеплением Новикова и внедряли его в промышленность, например, Англию, Францию, Японию, Китай и другие. Господин Журавлев и его сторонники, правда, могут мне возразить – дескать, это было тогда, а что сейчас? На этот вопрос ответ короткий и простой: с наступлением перестройки и развалом Советского Союза практически вся машиностроительная промышленность издает последние свои вздохи, а с ней – и зацепление Новикова. Но не надо думать, что все кончено. Нет, не кончено – еще есть такие энтузиасты, особенно в науке, которые не дадут погибнуть зацеплению Новикова.

Однако вернемся к главному вопросу редакции журнала, которая предлагает открыть дискуссию по вопросу значимости зацепления Новикова. Лично я считаю, что статья Г.А. Журавлева не содержит материалы, которые могли бы составить предмет дискуссии.

В статье отсутствует какая-либо доказательная база, идет простое обливание грязью того, за что М.Л. Новиков получил всеобщее признание и Ленинскую премию, но на этом заканчивать начатый разговор преждевременно. Его необходимо продолжить до логического завершения. Поэтому, прежде всего, обратимся к названию статьи, где речь идет об ошибочности физических основ зацепления Новикова. Вот и следовало бы Г.А. Журавлеву начать статью с формулировки понятия физического контакта (другое тут предусмотреть трудно). Напомним, условие, при выполнении которого тела K_1 и K_2 , ограниченные поверхностями F_1 и F_2 соответственно, не внедряются друг в друга в окрестности точки M , являющейся регулярной для обеих поверхностей, называется правильным физическим контактом. Рассмотрим, выполняется ли это условие в зацеплении Новикова или нет. Для этого обратимся к теоретическим аспектам геометрической теории точечного зацепления [1, 5]. Идея улучшения контактной прочности зубцов за счет контактирования выпуклой поверхности с вогнутой появилась уже в начале прошлого столетия. Однако попытки осуществления такого зацепления, опираясь на метод Оливье, каждый раз показывали несостоятельность подхода. Действительно, одним инструментом нарезать выпуклые зубья шестерни и вогнутые колеса при взаимном огибании невозможно. Поэтому М.Л. Новиков отказался от классической теории Оливье-Гохмана и предложил строить

сопряженные поверхности зубьев на базе контактных линий, которые всеми своими точками должны укладываться на соответствующие рабочие поверхности зубьев. А так как эти поверхности не должны быть обязательно огибаемые, то есть должны подчиняться методу Оливье, то они как раз могут быть выпукло-вогнутые. Главное тут состоит в том, чтобы они подчинялись основной теории зацепления: линия зацепления не проходила бы через полюс, радиусы кривизны обеспечивали бы постоянность передаточного отношения, и в пределах рабочих участков отсутствовала бы интерференция. Таким образом, его метод исходит из готовой, заданной формы профилей и поверхностей зубьев, обеспечивающих, в первую очередь, необходимые прочностные характеристики. Увеличение несущей способности новых передач явилось результатом нахождения таких сопряженных поверхностей, величина приведенных радиусов кривизны которых может быть получена практически как угодно большой при неизменных и ограниченных размерах диаметров начальных окружностей колес, что возможно только при точечном зацеплении. Вот и развеяны тезисы Г.А. Журавлева об ошибочности физических основ зацепления Новикова, его конструктивной «гибкости» и объемах внедрения. Вообще, здесь следовало бы сделать еще одно замечание: контактная прочность зацепления Новикова обеспечена самой системой. Поэтому уделять ей так много внимания нерационально, а вот что касается информации об изгибной прочности, ответ можно получить в [6]. При грамотном подборе исходного контура эта проблема также разрешима, но при чем здесь тогда физический контакт?

По поводу гидродинамики контакта можно сказать следующее: практически никто этой проблемой всерьез не занимался. Те предварительные сведения, которыми мы располагаем, идут в пользу зацепления Новикова.

Вопрос об ошибочности зацепления поставлен некорректно. Еще многое следует добавить исходя из дальнейших исследований и опыта эксплуатации. Конкретные рекомендации можно давать при наличии конкретных вопросов, тоже и об оценке различных систем зацеплений.

Что же касается приоритетов, то я бы отметил главное на сегодняшний день – это технология и контроль. Пора всерьез подумать о станочном парке и об инструменте.

Глубоко ошибочным считаю путь по увеличению числа точек контакта на одной паре зубьев.

Серьезным недостатком зацепления Новикова является его косоугольность. Но это неотъемлемый фактор. Надо учиться с ним бороться. В качестве альтернативы можно рекомендовать шевронные передачи и передачи с арочной формой зуба. Исследования показали, что чем больше угол наклона линии зуба в зацеплении Новикова, тем лучшие показатели оно имеет, но для корпуса редуктора и для подшипников – это бич.

Наиболее целесообразными областями применения зубчатых передач Новикова, на мой взгляд, являются тяжело нагруженные средние корсетные и быстроходные передачи.



По поводу расчетов на прочность следует сказать следующее: единственно, где сейчас еще ведутся серьезные исследования, так это в вопросах прочностных расчетов. С развитием математических методов и вычислительной техники расчетные модели все более совершенствуются. Осуществлен отход от плоской задачи. Решения строятся в объемной постановке, ведутся серьезные исследования динамики передач Новикова. Это позволяет на стадии проектирования синтезировать наиболее рациональные параметры зацепления. До 1964 года зацепление Новикова испытывало гонения со стороны, в основном, работников ЦНИНТМАШ. В 1964 году в Одессе состоялась всесоюзная научно-техническая конференция по проблемам зацепления Новикова, где идеи точечного зацепления победили окончательно и бесповоротно.

БИБЛИОГРАФИЯ

- Новиков М.Л. Зубчатые передачи с новым зацеплением. М.: Изд-во ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1958. 186 с.
- Павленко А.В., Федякин Р.В., Чесноков В.А. Опыт промышленного применения и серийного производства зубчатых передач Новикова. Киев: Знание, 1982. 20 с.
- Попов В.Я., Соломин Л.Н. Сравнительная оценка виброактивности цилиндрических зубчатых передач с эвольвентным зацеплением и зацеплением Новикова // ЦИНТИАМ. 1964. Вып. № 1. С. 152–166.
- Шварц А.И. Работа зубчатых передач Новикова на высоких окружных скоростях // Надежность и качество зубчатых передач. М.: НИИИНФОРМТЯЖМАШ, 1967. № 8–6151. Вып. 167. С. 1–8.
- Краснощеков Н.Н., Федякин Р.В., Чесноков В.А. Теория зацепления Новикова. М.: Наука, 1976. 174 с.
- Кириченко А.Ф. Теория, расчет и анализ объемного напряженно-деформированного состояния зубьев цилиндрических колес при изгибе. // Дис. ... д-ра техн. наук. Харьков, 1991. 498 с.
- Вербицкий Л.Л. О кривизне сопряженных поверхностей в зацеплении Новикова // М.: Изд-во ВВИА им. Н.Е. Жуковского. 1964. Вып. 3. С. 36–62.
- Гришель И.Н. Влияние отклонений межцентрового расстояния на нагрузочную способность зубчатых передач с зацеплением Новикова // Вестник машиностроения. 1959. № 5. С. 16–19.
- Кудрявцев В.Н. Расчет и проектирование зацепления Новикова. Л.: Машиностроение, 1967. 113 с.
- ГОСТ 21354-87. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность. М.: Изд-во стандартов, 1993. 132 с.
- Погорелов А.В. Дифференциальная геометрия. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1969. 176 с.
- Рвачев В.Д., Проценко В.С. Контактные задачи теории упругости для неклассических областей. Киев: Наукова думка, 1977. 235 с.
- Рвачев В.Л. Теория К-функций и некоторые ее приложения. Киев: Наукова думка, 1982. 551 с.
- Сервюк В.Н. Теория круговинтовых поверхностей в проектировании передач Новикова. Харьков: Изд-во Харьковского университета, 1972. 167 с.
- Тимошенко С.П. Курс теории упругости. Киев: Наукова думка, 1972. 501 с.
- Устиненко В.Л. Напряженное состояние зубьев цилиндрических прямозубых колес. М.: Машиностроение, 1972. 91 с.
- Яковлев А.С. Определение напряжения изгиба в зубьях цилиндрических передач Новикова // Вестник машиностроения. 1984. № 6. С. 18–20.

Начиная с 1959 года и по сегодняшний день я являюсь участником, а в ряде случаев руководителем научно-технических конференций по зубчатым передачам различного ранга. Но такого отношения к зацеплению Новикова, как в статье Г.А. Журавлева, не помню. Велись различные споры, дискуссии, но в конструктивном русле.

Теоретическая и практическая ценность передач Новикова неоспорима. Они получили всеобщее признание.

Статья Г.А. Журавлева пользы не принесла никакой, а вред от нее огромный. Считаю, что статьи подобного типа необходимо предварительно отправлять на серьезное рецензирование, а затем принимать к публикации. Еще лучше такие проблемы обсуждать на научно-технических конференциях. «Крупный» ученый не имеет права на ошибочность информации.

