

А.В. УСТИНЕНКО, к.т.н., доц., с.н.с. каф. ТММ и САПР НТУ "ХПИ", г. Харьков
И.С. ПОЛИЩУЧЕНКО, к.т.н., доц., г. Харьков

**К 125-ЛЕТИЮ НТУ "ХПИ".
 ОЧЕРКИ ОБ ИСТОРИИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ
 ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ В УНИВЕРСИТЕТЕ**

У статті описано історію та досягнення школи дослідників зубчастих передач в Національному Технічному університеті "Харківський політехнічний інститут". Розказано про найбільш видатних учених, що працювали в ХПІ у цьому напрямку. Показані шляхи його подальшого розвитку.

In the article history and achievements of gearings researcher's school in the National Technical university "Kharkov polytechnic institute" is described. It is told about the most outstanding scientists, workings in KHPI in this direction. The ways of its further development are displayed.

В преддверии годовщины создания нашего университета хочется вспомнить о научном направлении, создавшем в прошлом веке громкую славу Харьковскому политеху в научной и промышленной среде Советского Союза, но в наше время, к большому сожалению, несколько подзабытому. Речь идет о научной школе в области исследования зубчатых передач и редукторов.

Ее развитие неразрывно связано с историей таких гигантов машиностроения, как завод им. Малышева, Харьковский тракторный и многих других. Именно потребности промышленности в создании и внедрении новых энергонасыщенных трансмиссий и редукторов послужили толчком, который привел к тому всплеску научной активности в среде харьковских специалистов по зубчатым передачам (привыкших называть себя просто "зубчатниками"), который мы наблюдали в 50-х–80-х годах прошлого столетия.

Начало создания школы политеховцев-"зубчатников" произошло, по видимому, в конце 20-х годов на кафедре Деталей машин. В 1929 году там была создана лаборатория по испытанию авиационных редукторов, которой руководил профессор *Борис Петрович Дашкевич*. Из защищенных в предвоенные годы кандидатских диссертаций отметим работу *Георгия Владимировича Карпенко*. Она была посвящена исследованию червячных передач и защищена в 1940 году. Позже он стал известнейшим ученым в области физико-химической механики материалов, академиком АН УССР, директором Львовского Физико-механического института, который в настоящее время носит его имя.

В послевоенный период на кафедре Деталей машин была организована массовая подготовка аспирантов по нескольким направлениям, ключевыми из которых были исследования передач зацеплением и подшипников скольжения. Аспирантами руководил Б.П. Дашкевич, а после его смерти – доцент *Степан Кузьмич Дьяченко*.



1947 год. Аспирант В.Л. Устиненко делает доклад на кафедре Деталей машин



1955 год. Заседание кафедры Деталей машин

Среди защищенных в первой половине 50-х годов кандидатских диссертаций выделим работы *Виталия Лукича Устиненко* (посвящена динамическим нагрузкам в зацеплении цилиндрических колес, защищена в 1952 году) и *Виктора Ивановича Рудницкого* (исследовалось влияние на усталостную прочность зубьев кривизны выкружки и положения точки приложения нагрузки, защищена в 1955 году). К концу 50-х годов была заложена основа докторской диссертации В.Л. Устиненко, посвященной исследованию изгиб-



Профессор В.Л. Устиненко

ной прочности прямых зубьев цилиндрических колес методом конформного отображения. Эта работа была эпохальной и впоследствии стала основой первого в СССР стандарта по расчетам зубчатых передач на прочность в части расчета изгибных напряжений. К сожалению, в 1958 году он был вынужден перейти на работу в Харьковское Высшее военное командное училище им. Н.И. Крылова, где и защитил в 1963 году докторскую диссертацию. Работая там, он вел обширную научно-исследовательскую деятельность, подготовил множество аспирантов. Один из них, *Олег Ибрагимович Абляскин*, в настоящее время работает в нашем университете доцентом кафедры Автомобиле- и тракторостроения. Однако Виталий Лукич

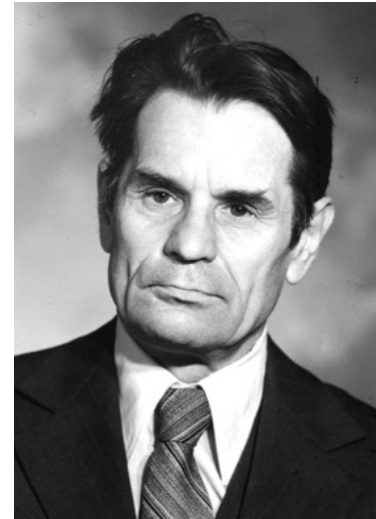
не прерывал тесного научного сотрудничества с политехом, а с 1976 году до своей безвременной кончины в 1980 году снова работал в ХПИ профессором кафедры Деталей машин. В этот период на кафедре под его руководством выполнялись хозяйственные работы с Харьковским тракторным заводом, посвященные совершенствованию трансмиссий тракторов Т-150 и Т-150К. Работы велись в тесном, даже можно сказать дружественном сотрудничестве с ныне здравствующим *Ильей Семеновичем Чернявским*, выпускником ХПИ по специальности "Динамика и прочность машин", в те годы начальником бюро расчетов и исследований ХТЗ.

После защиты В.И. Рудницким кандидатской диссертации под его руководством успешно развивались два научных направления:

- разработка и исследование совершенно нового на то время типа зубчатых передач – волновых;
- исследование геометрии, формообразования и контактной прочности конических передач с криволинейными зубьями.

Виктор Иванович руководил невероятным числом аспирантов, большинство из которых успешно защитили кандидатские диссертации и стали известными учеными. К сожалению, ограниченный объем статьи не дает возможности рассказать обо всех, упомянем лишь нескольких:

- *Валентин Николаевич Загребельный*, его первый защитившийся аспирант, речь о котором пойдет ниже;
- *Виталий Николаевич Ткаченко*, который занимался исследованием планетарных передач;
- *Николай Владимирович Белоусов*, решивший в своей диссертационной работе вопросы расчетов геометрии и контактной прочности конических ко-



Доцент В.И. Рудницкий

этих строк такую фразу: "Научным руководителем должен быть доктор наук или Рудницкий".

К сожалению, Виктор Иванович так и не написал докторскую диссертацию. Наверное, этому помешала его большая увлеченность аспирантами и хозяйственными работами. Но, несмотря на кандидатскую ученую степень, он пользовался непререкаемым авторитетом в научной и промышленной среде всего СССР.

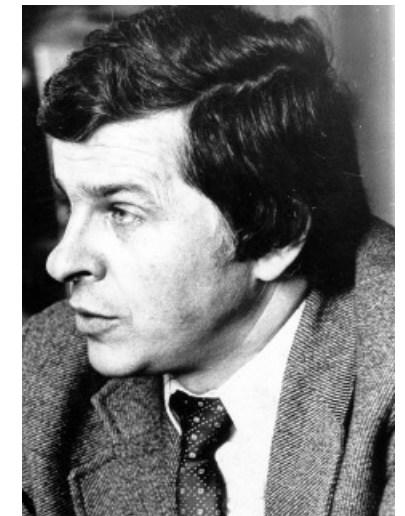
Теперь пришло время рассказать о В.Н. Загребельном. На многие годы он стал одним из лидеров кафедры Деталей машин. Его научные интересы лежали в области исследования геометрии и прочности конических зубчатых передач. Он был руководителем и ответственным исполнителем госбюджетных и хозяйственных работ, активно сотрудничал с ХТЗ, заводами им. Малышева и "Свет шахтера". Руководил аспирантами и соискателями, большинство из которых успешно защитили диссертации. Среди них был и один из авторов этих строк.

В 1993 году Валентин Николаевич был назначен деканом Машиностроительного факультета, однако это не помешало его научной деятельности. Он заведовал кафедрой Теории механизмов, машин и

лес с циклоидальной продольной линией зубьев (так называемые колеса по системе "Эрликон"). Эта работа, защищенная в 1987 году, была особенно актуальна для харьковской промышленности, так как в это период на заводе им. Малышева был внедрен комплекс зуборезных станков фирмы "Эрликон", и эти колеса пошли в серийное производство;

– *Александр Григорьевич Приймаков* исследовал напряженно-деформированное состояние (НДС) волновых зубчатых передач.

Стать аспирантом В.И. Рудницкого была мечта многих выпускников политеха. В конце 80-х годов незабвенный доцент ХАДИ *Юрий Николаевич Бунаков*, сам известный специалист в области зубчатых передач, сказал одному из авторов



Профессор В.Н. Загребельный

роботов, начал работать над докторской диссертацией, посвященной экспертной оценке работоспособности конических зубчатых передач.

К сожалению, он не успел ее защитить, но в 2001 году им была написана и издана книга "Конструирование, расчет геометрии и технология производства зубчатых конических колес центральных передач тракторов", в основу которой легли все положения будущей докторской. За ее написание и обширную научную и учебно-методическую деятельность он был удостоен ученого звания профессора университета.

В конце 50-х годов на кафедре проводились исследования червячных передач. Упомянем диссертацию *Игоря Семеновича Полищученко*, в которой была сделана попытка определения оптимальных параметров червячных передач при помощи ЭВМ. Правда, она была защищена позже, когда ее автор уже работал в Украинском заочном политехническом институте (УЗПИ, ныне УИПА), но основная часть работы была им выполнена за годы аспирантуры на кафедре Деталей машин.

Также на кафедре выполнялся цикл исследований зубчатых колес из пластмасс. По этой теме несколько аспирантов защитили кандидатские диссертации, из которых выделим *Виталия Николаевича Севрюка*, защитившегося в 1960 году. В дальнейшем он работал в Луганском машиностроительном институте (ныне – Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля), где стал одним из ведущих специалистов СССР в области исследования передач с зацеплением М.Л. Новикова, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой.

Работы по передачам М.Л. Новикова велись и в ХПИ. Их исследованиями занимался доцент кафедры Деталей машин *Рафаэль Ашотович Баласанян*. Позже он получил широкую известность и был удостоен ученого звания профессора за участие совместно с В.Л. Устиненко в создании учебного пособия по курсовому проектированию деталей машин и за самостоятельно разработанный им атлас деталей машин. Также в 1969 году защитил кандидатскую диссертацию, посвященную динамике передач Новикова, *Анатолий Федорович Кириченко*.

Личность А.Ф. Кириченко известна всем специалистам по зубчатым передачам в нашей стране. Он выпускник ХПИ по специальности "Локомотивостроение", в 60-е годы работал в Базовой лаборатории зубчатых передач М.Л. Новикова при Харьковском Совнархозе. Позже перешел в ХПИ на кафедру Начертательной геометрии и графики (НГГ), где и проработал до своей смерти в 2007 году. Все эти годы он занимался хозяйственными научно-исследовательскими работами, руководил аспирантами и докторантами. В настоящее время работают доцентами кафедры НГГ и занимаются исследованием зубчатых передач *Анна Валерьевна Федченко* и *Николай Васильевич Матюшенко*, защитившиеся под его руководством. Последний, а также один из авторов этих строк закончили при его консультировании докторантуру. На базе проведенных исследований Анатолий Федорович опубликовал более 300 научных работ. В 70-х годах он занялся исследованием напряженно-



Профессор А.Ф. Кириченко

деформированного состояния зубьев на основе R -функций и в 1991 году защитил докторскую диссертацию.

Но в первую очередь "зубчатники" вспоминают Анатолия Федоровича как неутомимого организатора международных научно-технических конференций, большинство из которых проходило (и проходят) в Севастополе. В 1961 году он стал заместителем председателя секции зубчатых передач и редукторостроения НТО Машиностроителей Украины, а с 1992 года – председателем секции и оргкомитета конференции "Проблемы качества и долговечности зубчатых передач, редукторов, их деталей и узлов". Благодаря его усилиям с 2004 года в рамках Вестника НТУ "ХПИ" начал выходить тематический выпуск "Проблемы механического привода", в котором публикуются теоретические и практические результаты научных исследований и разработок в области зубчатых передач и редукторостроения.

На посту председателя секции зубчатых передач и оргкомитета конференции он сменил *Александр Васильевну Павленко*. Ее помнят как авторитетного специалиста в области исследования передач М.Л. Новикова, а также как бесшестенного председателя оргкомитета Севастопольской конференции и семинара по зубчатым передачам, регулярно проходившего в 70-х–80-х годах в Харьковском доме науки и техники. Она была выпускницей аспирантуры ХПИ и успешно защитила кандидатскую диссертацию по подшипникам скольжения. Позже руководила Базовой лабораторией зубчатых передач М.Л. Новикова, а с 70-х годов работала в УЗПИ. Но она никогда не теряла связи с Политехом и вела активное сотрудничество с кафедрой Деталей машин.

В ХПИ исследованием зубчатых передач и приводов занимались на многих кафедрах. Так, на кафедре Теории механизмов и машин *Александр Александрович Хлус* работал над кандидатской диссертацией, посвященной геометрии зубчатых колес, нарезанных долбяком. Тему продолжил его аспирант *Николай Эммануилович Тернюк*, позже ставший доктором технических наук, профессором, директором Института машин и систем НАН Украины (ИМиС). Долгое время он по совместительству преподавал на кафедрах Теории механизмов, машин и роботов и Колесных и гусеничных машин (КГМ).

В 90-е годы на кафедре Резания материалов проводил исследования геометрии и формообразования двухпараметрических зубчатых колес профессор *Борис Алексеевич Перепелица*. На кафедре Теоретической механики многие годы проработал *Анатолий Иванович Павлов*, защитивший кандидатскую диссертацию по методам синтеза высоконагруженных передач с выпукло-

вогнутым контактом рабочих поверхностей зубьев. Далее он успешно развивал эту тематику и в 2009 году защитил докторскую диссертацию. К этому моменту он перешел работать в Харьковский Национальный автомобильно-дорожный университет ХАДИ, но основные теоретические положения его диссертации были разработаны в НТУ "ХПИ" при научной консультации проф. А.Ф. Кириченко.

Разработкой и исследованием геометрии и контактной прочности двухпараметрических зубчатых передач на кафедре КГМ занимались *Николай Анатольевич Ткачук* и *Александр Витальевич Устиненко*. Последний под руководством проф. Н.Э. Тернюка и проф. В.Н. Загребельного защитил в 2000 году кандидатскую диссертацию по этой тематике. Также на кафедре КГМ выполнялись работы по созданию зубчатых вариаторов скорости на основе идей *Вадима Романовича Ковалюха*. Этой тематикой занимались *Роман Вадимович Ковалюх* и *Дмитрий Олегович Волонцевич*, защитивший в 1995 году кандидатскую диссертацию, посвященную синтезу вариатора скорости на основе составных зубчатых колес.

В настоящее время "центр тяжести" исследований в области зубчатых передач сместился на кафедру Теории и систем автоматизированного проектирования механизмов и машин (ТММ и САПР). Здесь ведутся работы по нескольким направлениям:

- исследования новых видов зацеплений: эволютного и двухпараметрического;
- совершенствование теоретических основ оценки усталостной изгибной прочности цилиндрических зубчатых передач;
- оптимизация зубчатых приводов по массогабаритным характеристикам.

Следует также отметить, что кафедра ТММ и САПР стала с 2008 года базовой по организации проведения международной научно-технической конференции "Проблемы качества и долговечности зубчатых передач, редукторов, их деталей и узлов" в Севастополе. Кафедра является ответственной за издание Вестника НТУ "ХПИ", тематический выпуск "Проблемы механического привода". Начата работа по открытию в НТУ "ХПИ" межотраслевой проблемной лаборатории "Разработка и исследования прогрессивных видов зубчатого зацепления и механического привода".

В перспективе планируется развивать направления компьютерного моделирования НДС новых видов зубчатых зацеплений и расчетно-экспериментального исследования их геометрии и прочности. Также планируется оснащение современным лабораторным оборудованием для экспериментальных исследований. Ведется работа по написанию монографий и учебников, посвященных зубчатым передачам.

Таким образом, исследования зубчатых передач, имеющие в нашем университете богатую историю, получают второе дыхание и выходят на качественно новый уровень, не уступающий мировым достижениям.

Поступила в редколлегию 14.06.10

УДК 621. 833

P. TÖKÖLY, Ing., PhD., Institute of Transport Technology and Engineering Design, Faculty of Mechanical Engineering, Slovak University of Technology, Bratislava, SR

M. BOŠANSKÝ, Assoc. Prof., PhD., Institute of Transport Technology and Engineering Design

A. VANYA, Ing., PhD. student, Institute of Transport Technology and Engineering Design

THE EFFECT OF GEAR GEOMETRY ON THE THICKNESS OF TOOTH FACE HARDENED LAYER

В статье описывается влияние геометрических параметров стандартных эвольвентных и нестандартных выпукло-вогнутых (С-С) зубчатых передач до толщины упрочненного слоя. Толщина упрочненного слоя имеет важное значение для износа зуба. В случае с эвольвентной передачей толщина слоя определяется более авторами, и также использованием стандарта STN 01 4686-5. В случае нестандартных выпукло-вогнутых (С-С) зубчатых передач нет стандартов, поэтому можно определить толщину закаленного слоя только с использованием современных методов моделирования.

This article describes the effect of the geometrical parameters of the standard involute and non-standard convex-concave (C-C) gearing on the thickness of the hardened layer. The thickness of hardened layer is important from the aspect of wear on gearing. In case of involute gearing is the thickness of the hardened layer defined by various authors, what is on the other hand determined also by the standard STN 01 4686-5. In case of C-C gearing there are not available any standards, and therefore it is possible to determine the thickness of the hardened layer only by the means of modern simulation methods.

Introduction. The simplest gearing is created with one pair of meshing gears, where the tooth faces are creating a kinematics couple. This kinematics couple serves to the transition of rotational movement and mechanical energy. The basic criterion of a gearing is to acquire a continual tooth mesh what is defined in the fundamental law of gearing Fig.1: the continual mesh of two profiles occurs, when the mutual normal line in the point of contact proceeds through the pole of relative motion C in every moment [1]. Point C then divides the axis spacing in ratio, which equals to the gear ratio [2]:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{r_{w2}}{r_{w1}} = \frac{O_2C}{O_1C} = const. \quad (1)$$

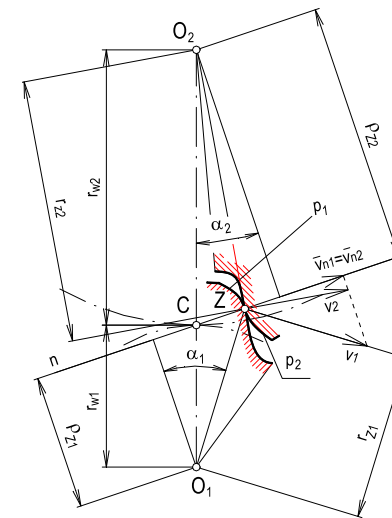


Fig.1 – Criterion of gear mesh