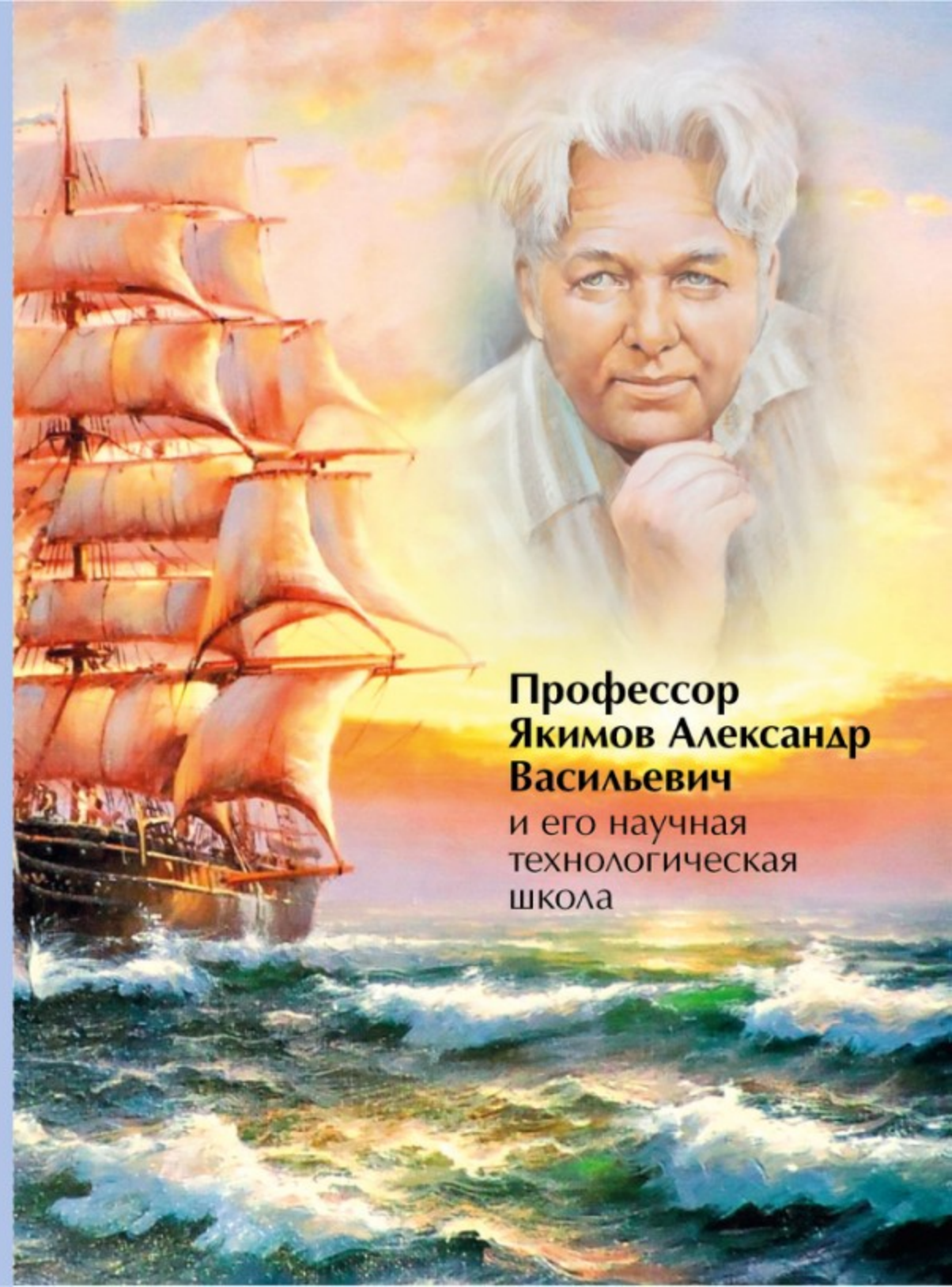




**Профессор  
Якимов Александр  
Васильевич**  
и его научная  
технологическая  
школа

ISBN 978-966-981-108-0



9 789669 811080



**АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ ЯКИМОВ**

**ПРОФЕССОР  
ЯКИМОВ АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ  
И ЕГО НАУЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ  
ШКОЛА**

**Научно-информационное издание**

**Под общей редакцией проф. Ф. В. Новикова**

Рецензенты:

докт. техн. наук, профессор кафедры инженерная электрофизика Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» *Петков А. А.*,  
канд. техн. наук, доцент кафедры «Природоохранных технологий, экологии и безопасности жизнедеятельности» Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця *Крюк А. Г.*

**ЯКИМОВ АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ –  
УЧЕНЫЙ, ПЕДАГОГ, УЧИТЕЛЬ!**



Н 78      **Профессор Якимов Александр Васильевич и его научная технологическая школа : научно-информационное издание** / Под общей редакцией проф. Ф. В. Новикова. – Днепр : ЛИРА, 2019. – 296 с. ISBN 978-966-981-205-6

Представлены материалы о жизненном пути, научной, педагогической и общественной деятельности Якимова Александра Васильевича – выдающегося ученого-технолога, теплофизика, механика и материаловеда, Заслуженного деятеля науки Украины, Лауреата Государственной премии Украины, академика Инженерной Академии Наук Украины, почетного профессора НТУУ «Киевский политехнический институт», доктора технических наук, профессора Одесского национального политехнического университета, основателя всемирно известной научной технологической школы.

УДК 621.01(02.064)

© Новиков Ф. В., 2019

© ЛИРА, 2019

ISBN 978-966-981-205-6

История развития технологии машино- и самолетостроения неразрывно связана с именем выдающегося ученого-технолога, теплофизика, механика и материаловеда, Заслуженного деятеля науки Украины, Лауреата Государственной премии Украины, академика Инженерной Академии Наук Украины, почетного профессора НТУУ "Киевский политехнический институт", доктора технических наук, профессора Одесского национального политехнического университета, основателя всемирно известной научной технологической школы **ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА**. Благодаря его научно-практическим разработкам родились новые технологические процессы изготовления машин и систем, покорившие производство высочайшим уровнем качества, точности и производительности, а его решения по теплофизике и механике абразивной и алмазно-абразивной обработке признаны классическими, расширили наши представления об общей теории теплопроводности твердых тел и механике деформируемых систем. Александр Васильевич своими теоретическими и практическими работами внес огромный вклад в создание новых эффективных технологий машиностроения, широко используемых в производстве.



Александр Васильевич удачно сочетал в себе качества ученого-технолога теоретика и практика. Высокий уровень математической подготовки, фундаментальные знания по теплофизике, механике, материаловедению и другим естественным наукам позволили ему получить принципиально новые теоретические решения по тепловым и механическим процессам при обработке и сформулировать новые научные концепции развития технологии машиностроения, как самостоятельной прикладной науки.

Созданное им новое научное направление, основанное на управлении нестационарными термодинамическими процессами, протекающими в зоне контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом, открыло новые возможности интенсификации производства, обеспечения высококачественной обработки ответственных изделий авиационной и ракетно-космической техники. Под его руководством успешно решен ряд принципиально важных для отечественного машиностроения проблем по повышению качества обработки ответственных деталей машин за счет исключения прижогов, микротрещин и других температурных дефектов на обрабатываемых поверхностях. Им впервые в мировой практике создан чрезвычайно эффективный метод прерывистого шлифования, который кардинальным образом решает проблему снижения температуры в зоне резания и улучшения качества поверхностного слоя обрабатываемого материала, повышает надежность и долговечность работы деталей машин. Метод прерывистого шлифования стал образцом решения задач металлообработки благодаря возможности существенного снижения силы и температуры резания и обеспечения высококачественной бездефектной обработки деталей машин без уменьшения производительности обработки.

Предложенная Александром Васильевичем идея о пульсирующем нагревании обрабатываемой детали с микроскопическими интервалами охлаждения за счет периодического прерывания контакта режущего инструмента с деталью с целью исключения теплового насыщения поверхностных слоев обрабатываемого материала и снижения температуры резания получила широкое практическое воплощение в прогрессивных конструкциях абразивных и алмазно-абразивных инструментов с прерывистой рабочей поверхностью, используемых в различных отраслях промышленности. В настоящее время трудно представить обработку высокопрочных сталей и сплавов, твердых пород камня и других труднообрабатываемых металлических и неметаллических материалов без применения кругов (в том числе отрезных) и шлифовальных лент с прерывистой рабочей поверхностью, а также методов нанесения

"масляных карманов" на трущиеся поверхности и т.д., разработанных профессором Якимовым А. В. Так, благодаря применению прерывистого шлифования успешно решены проблемы обработки сложно-фасонных высокоточных деталей современных реактивных и турбовинтовых авиационных двигателей, например, зубчатых колес, работающих с окружными скоростями 80 ... 100 м/с и передающих нагрузки порядка 8000 ... 10000 Н/см, газотурбинных и компрессорных лопаток из жаропрочных и титановых сплавов и т.д.

Периодическое прерывание процесса шлифования кругом с прерывистой рабочей поверхностью снижает температуру в зоне резания и возбуждает высокочастотные колебания в упругой системе, уменьшая тем самым энергоемкость процесса и обеспечивая непрерывную правку круга. При прерывистом шлифовании уменьшение температуры происходит по двум каналам: за счет прерывания процесса резания до того момента, пока температура не достигла квазистационарного состояния, и за счет создания острого режущего рельефа круга. Ни один из известных в мире методов шлифования не обладает таким двойным физическим эффектом обработки. По данному направлению под научным руководством Александра Васильевича выполнено и защищено более 50-ти диссертационных работ, а сам Александр Васильевич в 1986 году удостоен высокого звания Лауреата Государственной премии Украины.

Александр Васильевич начал свою научную деятельность в Пермском политехническом институте после окончания Московского авиационного института, занимаясь проблемами разработки и изготовления авиационных двигателей на Пермском моторостроительном заводе. Здесь родились его первые идеи о методах управления процессом шлифования и создания прерывистого шлифования, которые, по истине, стали переломным моментом не только в жизни Александра Васильевича, но и всей технологической науки. На смену устаревшим знаниям пришли новые технологические знания, объединившие в себе фундаментальные законы механики, теплофизики, материаловедения, химии, математики и других наук, которыми в совершенстве владел Александр Васильевич. Несомненно, лишь благодаря этим знаниям и его могучему таланту могли родиться новые технологические решения, которые кардинально изменили наши представления о технологических возможностях обработки деталей машин. Подтверждением тому стала защищенная им в 1970 году докторская диссертация на тему: "Технологические основы процесса шлифования кругами с прерывистой рабочей поверхностью". Официальными оппонентами докторской диссертации были выдающиеся ученые-

технологии мирового уровня: академик П. И. Ящерицин, профессор А. А. Маталин и профессор В. С. Корсаков, что свидетельствует о признании важности и актуальности предложенного А. В. Якимовым научного направления в современной технологии машиностроения и полученных теоретических и практических результатов. В докторской диссертации отражены проблемы и перспективы технологической науки на многие годы. Она написана ярким лаконичным, красочным научно-техническим языком, а монографии и учебные пособия, написанные в развитие докторской диссертации, стали настольными книгами для многих специалистов и ученых.

Профессор Якимов А. В. считал, что будущий специалист должен хорошо владеть математическим аппаратом, понимать физику технологических процессов, знать подходы к математическому моделированию, оптимизации и проектированию, уметь рассчитать оптимальные параметры проектируемых технологических систем и т.д.

Благодаря научным разработкам Александра Васильевича, руководимая им кафедра технологии машиностроения Пермского политехнического института, стала одним из Центров технологической науки, а Александр Васильевич получил всеобщее признание и занял достойное место в ряду ведущих ученых-технологов. Его разработки широко внедрялись на различных предприятиях, где остро стояли проблемы качества и производительности обработки. На многих инструментальных заводах было организовано изготовление абразивных инструментов с прерывистыми поверхностями, что свидетельствовало о весомости и масштабности его научных исследований. Все это стало итогом большой и скрупулёзной работы и учебы Александра Васильевича – талантливого аспиранта Московского авиационного института.

Своими знаниями и большим опытом Александр Васильевич щедро делился с творческой молодежью. Еще до защиты своей докторской диссертации, он подготовил плеяду кандидатов технических наук, которая после защиты значительно расширилась и стала основой созданной им научной технологической школы. Многие из них стали профессорами и докторами технических наук, руководителями предприятий, которые и в настоящее время продолжают развивать его научные идеи и доводить их до практического применения в производстве, вносят большой вклад в развитие промышленности и являются достойными учениками своего Учителя.

Простота и скромность, внимательность, чувство юмора и огромный запас знаний Александра Васильевича постоянно притягивали к нему людей. Он с необыкновенной легкостью разбирался в самых сложных технологи-

ческих вопросах и подсказывал, какое правильное решение необходимо принять в каждом конкретном случае: то ли при разработке нового заводского технологического процесса, то ли при подготовке кандидатской или докторской диссертации. За это его очень любили и уважали все, кто с ним сталкивался.

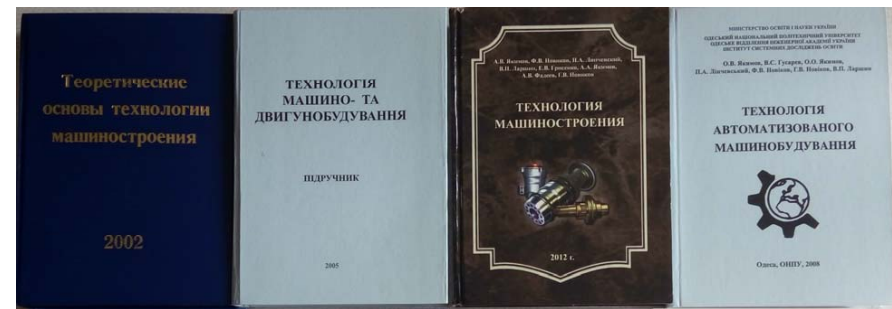
В 1974 году Александра Васильевича по рекомендации выдающегося ученого-технолога профессора Маталина А. А. пригласили возглавить кафедру технологии машиностроения Одесского политехнического института, которая являлась одним из технологических Центров страны. Александр Васильевич с интересом принял это приглашение, прошел конкурс и до последних дней своей жизни работал на этой кафедре. Ему очень нравилась прекрасная солнечная Одесса, творческий коллектив знаменитой кафедры технологии машиностроения. Здесь по-настоящему раскрылся его талант исследователя-ученого, и он сумел завершить теоретическое обобщение своих научных результатов, выйти на качественно новый уровень понимания физической сущности механической обработки и технологии машиностроения в целом, разработать важные рекомендации по развитию технологии машиностроения.



Участники научно-технической конференции, проведенной в Одессе под руководством А. В. Якимова (1980 г.)



Монографии, учебники и учебные пособия профессора Якимова А. В.



В Одессе им написано много монографий, учебников, учебных пособий, статей, получено до 100 авторских свидетельств на изобретения. Благодаря настойчивости и целеустремленности Якимов А. В. смог заинтересовать и объединить вокруг себя большой коллектив научных сотрудников, нацелив их на решение единой комплексной проблемы – увеличение долговечности машин технологическими методами.

В Одесском политехническом институте его детище – прерывистое шлифование – получило "новое дыхание": оно было признано основным научным направлением деятельности кафедры. По этой тематике выполнялись бюджетные и хоздоговорные работы, аспирантами и соискателями усиленными темпами велась подготовка диссертационных работ. Многие его ученики защитили кандидатские диссертации в специализированном совете Одесского политехнического института. Руководимая им кафедра тесно сотрудничала с различными предприятиями и организациями, занималась разработкой прогрессивных технологических процессов, оборудования и инструментов. Александр Васильевич внес значительный вклад в создание в Одесском политехническом институте ведущего в стране научного Центра по проблемам разработки новых зубчатых передач – конструкций зубчатых колес и редукторов, что позволило объединить этапы их проектирования и изготовления в единое целое благодаря тесному сотрудничеству кафедр "Детали машин", "Технология машиностроения" и других, а также благодаря разработкам Александра Васильевича в области зубошлифования.

Длительное время профессор Якимов А. В. был председателем методической комиссии Министерства образования и науки Украины и к нему с большим удовольствием приезжали на совещания заведующие кафедрами технологии машиностроения и преподаватели, делились опытом и всегда уезжали с новыми знаниями и идеями, которые так нужны творческой интеллигенции.



Следует отметить, что Александра Васильевича постоянно буквально "атаковала" армия производителей с просьбой как можно быстрее разработать практические рекомендации по внедрению прерывистого шлифования и других технологических разработок в производство. Не менее многочисленной была армия аспирантов, докторантов и соискателей, которые приезжали в Одессу к профессору Якимову А. В. со всех уголков страны для получения консультаций по диссертационным работам. И он всегда для всех находил время, из всего многообразия идей, которые привозили аспиранты, мог найти "изюминку" и подсказать, как можно выстроить работу, а главное – как завершить ее и сделать привлекательной и полезной обществу. Его авторитет был безупречен. Без участия профессора Якимова А. В. в стране фактически не проходила ни одна защита докторской диссертации по тематике шлифования и абразивной обработке. Он считал, что прежде чем выходить на защиту докторской диссертации, докторанту необходимо ее доложить и получить признание на всех ведущих кафедрах страны. Этому принципу следовал он сам и требовал от своих учеников, за что мы ему очень благодарны.



Участники конференции на Харьковском машиностроительном заводе "ФЭД"

С целью популяризации научных разработок по его предложению в г. Харькове на базе машиностроительного завода "ФЭД" – флагмана отечественного машиностроения – начиная с 2000 г. ежегодно проводятся между-

народные научно-практические конференции "Физические и компьютерные технологии". Александра Васильевича можно назвать "отцом" этих конференций, идея проведения которых возникла на пороге нового тысячелетия и совпала с возрождением экономики Украины, становлением новых производственных отношений и первыми успехами харьковских предприятий, которые получили первые серьезные заказы после долгого застоя и блестяще с ними справились, что стало мощным импульсом возрождения былых достижений трудовых коллективов предприятий.



XXII Международная научно-практическая конференция  
"Физические и компьютерные технологии", 2016 г.



Сборники научных трудов Международных научно-практических конференций "Физические и компьютерные технологии"

Всего под непосредственным научным руководством профессора Якимова А. В. в г. Харькове проведена 21 конференция, последняя с его участием состоялась 24–25 декабря 2015 года. Они стали своего рода смотром научных и практических идей и достижений в различных отраслях промышленности, открыли для творческой молодежи новые направления научного поиска при решении практических задач. Каждый раз, выступая на конференции, Александр Васильевич много внимания уделял работе с молодыми исследователями, которым предстоит в будущем развивать научные идеи. В этом он видел основной смысл созданной им научной технологической школы.

На XXII конференции "Физические и компьютерные технологии", состоявшейся 7–9 декабря 2016 года уже после смерти Александра Васильевича, выступающие вспоминали его как основателя наших конференций, внесшего значительный вклад в развитие и популяризацию научных технологических знаний, и активизацию участия молодых специалистов в творческой деятельности по созданию эффективных технологий современного производства.



Участники XXII конференции "Физические и компьютерные технологии"

Александр Васильевич был научным руководителем 10-томного коллективного научного издания "Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения", выполненного в рамках



проводимых конференций с участием ведущих ученых-технологов. Цель издания – новый физико-математический взгляд на проблемы механической, физико-технической обработки и технологии машиностроения; вооружение специалистов и ученых-технологов новыми фундаментальными знаниями для создания наукоемких технологий. В нем отражены научные технологические достижения и сформулированы научные концепции дальнейшего развития процессов обработки материалов и технологии машиностроения.



10-томное научное издание "Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения"

Основное содержание 10-томного издания:

**Том 1.** Механика резания материалов (авторы: Новиков Ф. В., Якимов А. В., Новиков Г. В., Якимов А. А., Остафьев В. А., Кривошапка Ю. Н., Фадеев В. А., Ткаченко В. П., Мазур Н. П., Малыхин В. В., Иноземцев К. А., 2002 г. – 580 с.).

**Том 2.** Теплофизика резания материалов (авторы: Новиков Ф. В., Якимов А. В., Новиков Г. В., Якимов А. А., Остафьев В. А., Кривошапка Ю. Н., Усов А. В., Лебедев В. Г., Худобин Л. В., Хусаинов А. Ш., Ларшин В. П., Сизый Ю. А., Слободяник П. Т., 2003 г. – 625 с.).

**Том 3.** Резание материалов лезвийными инструментами (авторы: Новиков Ф. В., Якимов А. В., Новиков Г. В., Фадеев В. А., Зубарь В. П., Коломиец В. В., Кривошапка Ю. Н., Карюк Г. Г., Бочко А. В., Ямников А. С., Валиков Е. Н., Гнатюк А. П., Айрикан А. Л., 2003 г. – 546 с.).

**Том 4.** Теория абразивной и алмазно-абразивной обработки материалов (авторы: Новиков Ф. В., Якимов А. В., Новиков Г. В., Якимов А. А., Кривошапка Ю. Н., Ткаченко В. П., Рыбицкий В. А., Новоселов Ю. К., Проволоцкий А. Е., Негруб С. Л., Матюха П. Г., 2002 г. – 802 с.).

**Том 5.** Обработка металлов методами пластического деформирования (авторы: Новиков Ф. В., Новиков Г. В., Крюк А. Г., Чистяк В. Г., Савченко Н. Ф., Морачковский О. К., Бреславский Д. В., Кривошапка Ю. Н., Лавинский В. И., Мовшович А. Я., Буденный М. М., Тришевский О. И., Плеснецов Ю. А., Юрченко А. А., 2004 г. – 522 с.).

**Том 6.** Качество обработки деталей машин (авторы: Новиков Ф. В., Якимов А. В., Новиков Г. В., Якимов А. А., Ларшин В. П., Лавриненко В. И., Новоселов Ю. К., Каинов Д. А., Коломиец В. В., Кривошапка Ю. Н., Дудко П. Д., Шкурупий В. Г., Браташевский А. Ю., Ткаченко В. П., Гуцаленко Ю. Г., 2003 г. – 716 с.).

**Том 7.** Точность обработки деталей машин (авторы: Новиков Ф. В., Якимов А. В., Новиков Г. В., Якимов А. А., Ларшин В. П., Фадеев В. А., Кривошапка Ю. Н., Дитиненко С. А., Оборский Г. А., Тонконогий В. М., Слободяник П. Т., 2004 г. – 546 с.).

**Том 8.** Оптимизация технологических процессов в машиностроении (авторы: Новиков Ф. В., Якимов А. В., Новиков Г. В., Якимов А. А., Ларшин В. П., Кривошапка Ю. Н., Проволоцкий А. Е., Ясев А. Г., Лапшин С. П., Малыхин В. В., Шелковой А. Н., 2004 г. – 509 с.).

**Том 9.** Проектирование технологических процессов в машиностроении (авторы: Новиков Ф. В., Якимов А. В., Якимов А. А., Ларшин В. П., Чумный Ю. И., Кривошапка Ю. Н., Емельянов С. Г., Куц В. В., Гуцаленко Ю. Г., 2005 г. – 584 с.).

**Том 10.** Концепции развития технологии машиностроения (авторы: Новиков Ф. В., Якимов А. В., Новиков Г. В., Якимов А. А., Ларшин В. П., Шепелев А. А., Лавриненко В. И., Кривошапка Ю. Н., Ковальчук А. Н., Яценко С. М., Шкурупий В. Г., Тигарев В. Н., 2005 г. – 565 с.).

В авторский коллектив 10-томного издания вошли ведущие ученые-технологи и специалисты предприятий. Издание носит энциклопедический характер и охватывает все основные теоретические и практические вопросы, относящиеся к специальностям технологии машиностроения; механической и физико-технической обработки материалов. Данное издание получило достаточно широкое признание и весьма полезно как для научных работников, так и для заводских специалистов, а также для лиц, углубляющих свои знания в тех-

нологической области. В развитие основных положений 10-томного издания в последние годы опубликовано большое количество монографий и учебных пособий, которые открывают новые технологические возможности изготовления конкурентоспособной машиностроительной продукции.



Одесский национальный политехнический университет

Александр Васильевич более 40 лет до последних дней своей жизни работал на кафедре "Технология машиностроения" Одесского национального политехнического университета. Он очень любил Одессу. Созданная им всемирно известная научная технологическая школа в Одессе и получившая развитие в Харькове и Луцке, верна традициям своего Учителя и продолжает активно участвовать в решении научных и практических проблем технологии машиностроения и создании современных высокоэффективных технологических процессов обработки деталей машин и других разнообразных высокоточных изделий, изготовленных из труднообрабатываемых материалов.

Вся история развития научной технологической школы профессора Якимова А. В. – это образец самоотверженного труда во имя науки и ее тесной связи с производством. Образцом бескорыстной любви к науке навсегда останется замечательный человек, наш УЧИТЕЛЬ – Александр Васильевич Якимов. Именно любовь к науке сплотила под знамена научной технологи-

ческой школы профессора Якимова А. В. большой отряд увлеченной и целеустремленной творческой молодежи, которая своей жизненной позицией и моральными устоями доказала высокие принципы своего Учителя.

Александру Васильевичу своими научными работами удалось возвысить свою любимую дисциплину – технологию машиностроения – до уровня академических наук, что позволило создавать лучше, быстрее и экономичнее самолеты, автомобили, холодильники и многое-многое другое ...

С гордостью можно сказать: нам очень повезло жить в эпоху Александра Васильевича – выдающегося ученого, который всегда поражал своими незаурядными разносторонними знаниями в области механики, математики, теплофизики, материаловедения, технологии машиностроения и других наук. Трудно назвать человека, который бы так глубоко понимал "весь букет" фундаментальных наук и мог их эффективно использовать для решения практических технологических задач. Его основополагающие решения по тепловым и механическим процессам, возникающим при резании материалов, и разработанные высокоэффективные технологии прерывистого шлифования получили всеобщее признание и утвердили Александра Васильевича Якимова как мирового классика технологии машиностроения. Чего только стоят его работы по теории зубошлифования – одного из самых сложных видов механической обработки. Лишь в его книгах можно легко и просто разобраться с этим сложным с кинематической и теплофизической точек зрения процессом. Лаконично и в доступной форме написанные им книги по технологии машиностроения стали научным руководством для целых поколений специалистов и студентов.

Александр Васильевич вобрал в себя лучшие качества, присущие человеку: простоту, скромность, честность, порядочность, отзывчивость, желание прийти на помощь человеку в трудную минуту. За это мы его очень любили, и будем всегда помнить.

Прошло три года, как перестало биться сердце Александра Васильевича Якимова. До последних дней жизни он оставался верен своим идеалам: НАУКЕ, которую он любил и которой посвятил все свои прекрасные годы, ПРОИЗВОДСТВУ, которое он обогащал практическими разработками и доводил до мировых стандартов, ОБРАЗОВАНИЮ, которому отдавал все свои силы, знания и богатый жизненный опыт, воспитывая подрастающее поколение в духе патриотизма и высокого профессионализма.

*Доктор технических наук, профессор Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця*

*Ф. В. Новиков*

## **ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА И ЕГО НАУЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА**

Александр Васильевич Якимов родился 16 марта 1925 года в г. Чермоз Пермской области в семье рабочего. Его отец работал прокатчиком на металлургическом заводе, мать была домохозяйкой.

После окончания семи классов школы в 1939 году он поступил учиться в механический техникум, после окончания был зачислен в Ленинградский военно-механический институт. С первого курса, в 1943 году, был призван в ряды Советской Армии и направлен сначала в Челябинское авиационное училище штурманов (1943–1944 годы), а после его окончания – в Высшую школу штурманов в г. Рязани (с 1944 по 1946 годы). В 1946 году демобилизовался и поступил работать конструктором на машиностроительный завод имени Я. М. Свердлова (1946–1952 годы) в г. Пермь. Одновременно поступил учиться на заочное отделение моторного факультета Московского авиационного института (МАИ).

После окончания МАИ (в декабре 1952 года) поступил в аспирантуру МАИ при кафедре "Производство авиадвигателей". В 1956 году в МАИ он успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему "Исследование жесткости металлорежущих станков типа МААГ" и был направлен на работу в Запорожский машиностроительный институт сначала старшим преподавателем (с 1956 по 1958 годы) и по совместительству заместителем декана механико-технологического факультета (МТФ), а затем – доцентом кафедры "Станки и режущий инструмент".

В 1961 году по конкурсу перешел работать в Пермский политехнический институт (ППИ) сначала в должности доцента кафедры "Станки и режущий инструмент" (1961–1963 годы) и по совместительству деканом МТФ, а затем (с 1963 по 1974 годы) – заведующим кафедрой "Технология машиностроения". Работая заведующим кафедрой, А. В. Якимов смог объединить научные интересы кафедр технологии машиностроения, физики, автоматики и телемеханики, металловедения и термической обработки, сопротивления материалов, металлорежущих станков и инструментов. Это творческое объединение позволило, с одной стороны, повысить научный и теоретический уровень работ, выполняемых для промышленности, с другой – создать условия для роста кадров. Так в 1963 году была защищена кандидатская диссертация

по тепловым процессам при шлифовании заведующим кафедрой физики В. А. Сипайловым, который в 1973 году также успешно защитил докторскую диссертацию на тему "Основы теории тепловых процессов при шлифовании металлов". Под руководством А. В. Якимова успешно выполняли научные работы многие другие сотрудники указанных кафедр и промышленных предприятий. Например, старший преподаватель кафедры физики Ханжин Н. Н. в 1968 году защитил кандидатскую диссертацию по тепловым процессам при резбошлифовании. Старший научный сотрудник Головизин А. С. (завод им. Я. М. Свердлова) защитил диссертацию по шлифованию конических зубчатых колес с круговыми зубьями. Сотрудник кафедры автоматики и телемеханики ППИ Зуев В. Н. и аспиранты кафедры технологии машиностроения Бояришинов Ю. А., Перов Э. Н., Ушатов Л. В. по заказу Московского завода шлифовальных станков МСЗ разработали адаптивные системы управления качеством поверхностного слоя при зубошлифовании для станков типа МААГ (мод. 5851) и Найльс (мод. 5831). Аспиранты Потемкин В. И., Кудашкин В. Н., Вечер Р. И. обосновали область рационального применения прерывистых кругов при шлифовании инструментов, штампов и деталей турбобуров. Аспиранту Казимирчику Ю. А. впервые удалось произвести измерение температуры в области единичного зерна при шлифовании. Аспиранты Костин Н. В. и Грисенко Е. В. провели комплексное исследование процесса ленточного прерывистого шлифования жаропрочных и титановых сплавов, а также древесно-стружечных плит. Аспирант Кигель И. Г. обосновал возможность и эффективность применения прерывистых алмазных кругов при шлифовании твердых сплавов. Сотрудник кафедры физики Ярмонов Н. А. провел теоретическое исследование процесса шлифования труднообрабатываемых материалов прерывистыми и композиционными кругами. Так, под руководством А. В. Якимова формируется научная школа по тепловым явлениям при шлифовании и управлению качеством поверхностного слоя деталей машин.

Здесь следует отметить, что ученые десятилетиями бились над решением проблемы управления качеством поверхностного слоя деталей машин при шлифовании. До 35 – 40 % дорогостоящих деталей, имеющих высокую точность после шлифования, уходило в неисправимый брак. Причина – скрытые от глаза прижоги и микротрещины, возникающие при обработке металлов и сплавов абразивными инструментами под воздействием высоких температур в зоне резания. Многочисленные убытки воспринимались как неизбежное зло. Даже подбор заниженных, так называемых "щадящих", режимов шлифо-

вания, в несколько раз снижающих производительность обработки, не позволял полностью устранить шлифовочные дефекты. Как следствие, долговечность подшипников снижалась в 3 раза, зубчатых колес – в 5 – 8 раз, стойкость штампов – в 30 раз. Системный подход к решению комплексной проблемы позволил уже в те годы осуществить прорыв в технологии шлифования ответственных деталей машин и сформулировать основные направления по автоматизации шлифовальных станков и технологии изготовления абразивного инструмента. Метод прерывистого шлифования, предложенный группой ученых под руководством заведующего кафедрой технологии машиностроения Пермского политехнического института А. В. Якимова, позволил решить проблему. Сущность метода понятна при сравнении времени теплового насыщения (время, в течение которого температура шлифования достигает установившегося значения) с временем действия теплового источника в зоне контакта круга и заготовки. Поскольку указанные промежутки времени сопоставимы по величине, то появляется возможность управлять теплонапряженностью прерывистого шлифования за счет регулирования количества и размеров режущих выступов на абразивном или алмазном шлифовальном круге.

Новаторская технологическая идея прерывистого шлифования была положена в основу докторской диссертации А. В. Якимова, которую он защищает в 1970 году в МАИ на тему "Технологические основы процесса шлифования кругами с прерывистой рабочей поверхностью". В 1972 году ему присваивают ученое звание профессора. А. В. Якимов вел большую общественную работу, являясь председателем Пермского областного правления НТО Машпром и председателем методического совета института.

С 1974 года научная и педагогическая деятельность профессора А. В. Якимова продолжается в Одесском политехническом институте (ныне Одесский национальный политехнический университет, далее ОНПУ), куда он приглашен по конкурсу на должность заведующего кафедрой технологии машиностроения и где успешно руководил созданной им научной технологической школой. Вслед за своим учителем потянулись в Одессу из Перми сотрудники ППИ: Евсин Е. А., Мубаракшин Р. М., Гольдин Г. В., Чистяков М. В., Политов М. Ф., Маленьких С. М., Стефаненков П. Н., Бахвалов В. А., Ложкина Л. А. (кафедра технологии машиностроения), Паршаков А. Н. (кафедра физики), Донсков А. С. (кафедра динамики и прочности машин), Свирищев В. И. (кафедра теории механизмов и машин), Ларшин В. П. (кафедра автоматики и телемеханики). Кроме того, в аспирантуре Одесского политехнического университета профессора А. В. Якимова проходили обучение и стали кандидатами наук

Бирюков П. К. (г. Лысьва), Коротков В. С. (г. Днепродзержинск), Мокроносов Л. А. (г. Свердловск), Сиротин В. П. (г. Волжский), Наумов А. К. и Шамлиев В. К. (г. Севастополь) и другие. Каждый из его аспирантов внес в совершенствование технологии шлифования и других финишных методов обработки свой научный вклад. Например, Евсин Е. А. разработал оригинальный способ управления теплонапряженностью процесса алмазного выглаживания, что позволило решить проблему увеличения производительности этого метода упрочняющей финишной обработки (после защиты диссертации Евсин Е. А. возглавил кафедру технологии машиностроения ППИ). Стефаненков П. Н. разработал новый способ нанесения регулярного рельефа на рабочую поверхность шлифовального круга, используя для этой цели автоколебания в системе. Бахвалов В. А. установил связь структуры материала с предрасположенностью его к трещинообразованию при шлифовании и предложил пути устранения влияния технологической наследственности. Паршаков А. Н. выполнил комплекс теоретических исследований тепловых явлений, установил связь свойств упруго-демпфирующих элементов с качеством поверхностного слоя деталей при шлифовании. Политов М. Ф. разработал способ упрочняющего шлифования и обосновал метод управления физико-механическими свойствами упрочненного "белого" слоя путем применения адаптивной системы управления.

В помощь аспирантам привлекались инженеры-исследователи кафедры технологии машиностроения Одесского политехнического института (ОПИ), каждому из которых профессором А. В. Якимовым была определена область будущей диссертационной работы, подкрепленная запросами машиностроительных предприятий. Темы диссертационных работ получили и преподаватели этой кафедры. В последствие аспирантами стали сотрудники кафедры (Ница А. Н., Шарков В. А., Буюкли И. М., Новак Г. А., Усов А. В., Наддачин В. Б., Ковальчук Е. Н., Анельчик В. Д., Сазонов И. П., Соловьева Л. П., Соколов В. Ф.), а также работники предприятий: Ткаченко Б. О. (Одесский завод "Стройгидравлика"), Мещанинец А. А. (Генеральный директор производственного объединения "Термопластавтомат" в г. Хмельницкий) и гражданин Афганистана Рахмани Абдул Кудус.

Развивая идеи своей докторской диссертации, профессор Якимов А. В. успешно руководил аспирантами и докторантами, которые всесторонне изучали различные аспекты технологии прерывистого шлифования, а также разрабатывали методы автоматического управления качеством поверхностного слоя ответственных деталей машин при их финишной обработке. По этим



направлениям защищены десятки кандидатских диссертаций, а также докторские работы.

Широкое внедрение в 1970–80-е годы алмазных шлифовальных кругов (проектирование новых конструкций алмазных прерывистых кругов проводилось в Институте сверхтвердых материалов АН УССР под руководством профессора Якимова А. В.) дало процессу прерывистого шлифования новый импульс для дальнейшего развития. Оказалось, что помимо снижения теплонапряженности и увеличения режущей способности прерывистых алмазных кругов, метод прерывистого алмазного шлифования позволяет существенно экономить дорогостоящее алмазное сырье – природные и искусственные алмазы. Например, при изготовлении прерывистых алмазных кругов одно и то же количество алмазного сырья позволяет изготовить большее количество алмазных прерывистых кругов (по сравнению с аналогичными сплошными кругами). Успешное внедрение прерывистых алмазных кругов на многочисленных самолето-, моторо- и станкостроительных заводах послужило убедительным обоснованием для присвоения профессору А.В. Якимову почетных званий Заслуженного деятеля науки и техники Украины (1982 год) и Лауреата государственной премии Украины (1986 год).

В Одесском политехническом, окончательно сформировались два основных научных направления исследовательских работ по управлению процессами абразивно-алмазной обработки: внесение в технологическую систему новых конструктивно-технологических элементов (прерывистое шлифование, упруго-демпфирующее крепление инструмента, новые технологии правки шлифовальных кругов, технологические смазочные составы и т.п.) и автоматическое (адаптивное, интеллектуальное, компьютерное) управление процессом алмазно-абразивной обработки на основе использования информации, возникающей при обработке. В первом случае управление является разомкнутым (без использования обратной связи по технологическим параметрам), во втором – замкнутым (корректировка процесса обработки производится при помощи цепи обратной связи). По обоим этим направлениям под руководством профессора А. В. Якимова выполнялись кандидатские диссертации, а в 1995 году – обобщающая докторская работа автора данной статьи Ларшина В.П., объединившая оба направления в единую интегрированную технологическую систему, в которой учитывается единый механизм производства и его подготовки. Было установлено, что за счет общей (в отличие от частичной) оптимизации эффективность интегрированных систем оказывается вы-

ше, чем эффективность обособленных систем проектирования и обработки. Новый подход к автоматизации проектирования и производства соответствовал перспективному направлению в технологии машиностроения – разработке интегрированных производственных систем (в зарубежной литературе такие системы получили название Computer-Integrated Manufacturing Systems) на основе всестороннего использования компьютерных технологий как на подготовительной, так и на исполнительной фазе производственного процесса. Практическому осуществлению этого похода способствовали быстрые темпы развития аппаратного и программного обеспечения компьютерных систем с открытой архитектурой. В настоящее время интегрированные производственные системы получили дальнейшее развитие в виде CALS технологий (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла изделия).

В течение многих лет заведующий кафедрами "Технология машиностроения" в Пермском и Одесском политехнических институтах Якимов А. В. ни одного дня не оставался без аспирантов. Он успешно руководил аспирантами и докторантами, которые глубоко и всесторонне изучали различные аспекты технологии прерывистого шлифования, а также разрабатывали методы автоматического управления качеством поверхности ответственных деталей машин при их обработке. В этой связи хочется отметить характерную особенность его научного руководства аспирантами. Он никогда не навязывал своего решения той или иной проблемы, но всегда после беседы с ним исследователь получает как бы импульс и общее руководство к действию. Исследователь сам приходит к конкретному решению задачи и от того оно становится ему более дорогим, оно становится частью его интеллектуальной собственности и побуждает к дальнейшим научным поискам.

Благодаря настойчивости и целеустремленности Якимов А. В. смог заинтересовать и объединить вокруг себя большой коллектив научных сотрудников, нацелив их на решение единой комплексной проблемы – увеличение долговечности машин технологическими методами. Объединение ученых подняло уровень научно-исследовательских работ. Большинство из этих работ, пользуясь спросом в промышленности, получили признание и успешно внедрены на заводах.

В 1998 году профессор А.В. Якимов становится действительным членом Инженерной Академии Украины. К этому времени он – автор многочисленных монографий, учебных пособий и учебников. Участие его в работе

Инженерной Академии Украины приводит к возникновению еще одного направления научно-просветительской деятельности профессора А. В. Якимова – организации и проведении в Украине крупных международных конференций по тематике физических и компьютерных технологий в машиностроении. Ежегодными становятся такие конференции, проводимые под руководством профессоров Новикова Ф. В. и Якимова А. В. в г. Харькове на базе Государственного предприятия Харьковский машиностроительный завод "ФЭД".

Труды этих конференций содержат развернутые материалы по современным технологическим исследованиям и разработкам, включая вопросы методического обеспечения учебного процесса. Они издаются в виде специальных выпусков "Вісник інженерної Академії України", "Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства", а также в виде отдельных трудов указанной международной конференции. Участие в работе конференции известных научных технологических школ позволило объединить творческие усилия, что нашло отражение в подготовке под редакцией профессоров Новикова Ф. В. и Якимова А. В. 10-томного научного издания "Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения", все тома которого были опубликованы в период 2002– 2005 годы.

Профессор Якимов А. В. подготовил свыше 50 кандидатов и докторов технических наук. Его ученики продолжают развивать идеи своего Учителя. Среди них известные ученые и педагоги: д.т.н., профессор Свирщев В. И. (заведующий кафедрой технологии машиностроения Пермского государственного технического университета), д.т.н., профессор Новоселов Ю. К. (директор департамента Севастопольского приборостроительного института), д.т.н., профессор Новиков Ф. В. (заведующий кафедрой техники и технологии Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця), д.т.н., профессор Усов А. В. (заведующий кафедрой математики ОНПУ, Лауреат государственной премии Украины), д.т.н., профессор Ларшин В. П. (профессор кафедры технологии машиностроения ОНПУ), д.т.н., профессор Марчук В. И. (заведующий кафедрой приборостроения Луцкого национального технического университета), д.т.н., профессор Калинин Е. П. (профессор Петербургского политехнического университета) и другие. Все они придерживаются единого научного направления – совершенствование технологии абразивно-алмазной обработки, имеют совместный интерес в развитии научных исследований, обучают и готовят молодых исследо-

вателей. Многие ученики профессора Якимова А.В. занимают ответственные должности в промышленности.



Участие Якимова А. В. в работе Специализированного Совета по присуждению ученых степеней при Одесском государственном политехническом университете

Творческая работа в научной школе профессора Якимова А. В. основана на преемственности принимаемых решений, заключающейся в том, что в новых решениях использованы предыдущие разработки, проверенные лабораторной и заводской практикой. Характерными чертами научной школы профессора Якимова А. В. являются доброжелательная обстановка в творческом коллективе и неразрывная связь научных исследований с промышленностью и учебным процессом в вузе. Это позволяет существенно улучшить качество подготовки молодых специалистов, устранить известное противоречие между разработкой новых прогрессивных технологий и производством, где эти технологии внедряются. Следует заметить, что вузовская кафедра – это не лаборатория НИИ. Здесь первейшая забота – обучение студентов и подготовка инженерных кадров для машиностроительных заводов Украины. По этому направлению у Александра Васильевича Якимова была своя выработанная годами точка зрения. Он считал, что научно-технический прогресс и подготовка инженера неотделимы. В период рыночных отношений студентов следует приобщать к новому, учить мыслить, прививать им навыки исследователя. А для этого нужно каждого студента с первого дня его пребывания в ВУЗе погрузить в атмосферу творчества, непрерывного научного поиска. Важность студенческой научной работы трудно переоценить. Это ведь аксиома: чем больше увлечен человек своим делом, тем большей отдачи можно от него ожидать, тем притягательней сила его примера. Доказательств тому долго искать не надо.

Творческий путь каждого из учеников профессора Якимова А. В. начинался с занятий в научных кружках ВУЗов. Причем, все они не только успешно осваивали программу обучения, но и создавали серьезный задел для своих будущих научных работ. Например, студенческие разработки автора этой статьи Ларшина В. П. в области адаптивных систем управления зубошлифовальными станками были использованы при создании автоматизированных зубошлифовальных станков. Увлеченность творческой работой под руководством профессора Якимова А. В. позволила Ларшину В. П. в 27 лет защитить кандидатскую диссертацию по технологии машиностроения, а затем, как отмечалось выше, и докторскую работу.

Итоги долгих научных исследований и экспериментов Александр Васильевич изложил в большом количестве научных и учебных работ. Этих работ более 400, среди них до 100 изобретений, более 50 монографий, учебников и учебных пособий.



Якимов Александр Васильевич



Коллектив кафедры "Технология машиностроения"  
Одесского национального политехнического университета  
в день 88-летия профессора Якимов А. В. (15.03.2013 г.)

Среди крупных работ Якимова А. В. можно отметить монографии: "Прерывистое шлифование", "Оптимизация процесса шлифования", "Абразивно-алмазная обработка фасонных поверхностей", "Качество изготовления зубчатых колес", "Теплофизика механической обработки" и другие.

Учебники: "Теоретические основы технологии машиностроения", "Технология машиностроения", "Технология машино- и двигателестроения", "Технология машино- и приборостроения", "Технология автоматизированного машиностроения" и другие.

Учебные пособия: "Управление процессом шлифования", "Оптимизация технологических процессов в машиностроении", "Основы тепловых явлений при шлифовании деталей машин", "Високопродуктивне шліфування", "Алмазная обработка", "Качество и производительность абразивно-алмазной обработки", "Теоретические основы резания и шлифования материалов", "Технологические процессы изготовления высокоточных деталей гидро- и пневмоаппаратуры".

За особые заслуги в работе Александр Васильевич был отмечен знаком "За отличные успехи в работе" в области высшего образования.

Награжден Почетной грамотой Верховного Совета РСФСР (1973 г.).

Награжден медалями: "За победу над Германией в Великой Отечественной войне", "Двадцать лет победы в Великой отечественной войне 1941–1945 гг." (1965 г.); "Тридцать лет победы в Великой отечественной войне 1941–1945 гг." (1976 г.); "Сорок лет победы в Великой отечественной войне 1941–1945 гг." (1985 г.).

Награжден Знаком "Победитель социалистического соревнования" (1978 г.); грамотой "Активный изобретатель" (1978 г.); Дипломом ВДНХ СССР 1-ой степени (1984 г.).

Награжден Почетной грамотой Министерства высшего образования Украинской ССР (1988, 1990 гг.).

Инженерная Академия Украины избрала Якимова А. В. своим академиком (1995 г.).

Якимова А. В. является почетным профессором Киевского политехнического университета (2000 г.).

Несмотря на большую загруженность научно-педагогической работой, Александр Васильевич проводил большую общественную работу. На протяжении 20 лет он возглавлял методическую комиссию Министерства образования и науки Украины.

С 1980 по 1985 гг. он был членом комитета по присуждению Государственных премий при Совете Министров УССР.

С 1986 по 1989 гг. был членом экспертного совета Высшей аттестационной комиссии УССР.

С 1995 по 1998 гг. был председателем Специализированного Совета по присуждению ученых степеней при Одесском государственном политехническом университете.



Профессор Якимов А. А.

Сын Якимова А. В. – Алексей Александрович – продолжает дело, начатое отцом. Он окончил Одесский политехнический институт и аспирантуру. В 1991 году защитил кандидатскую диссертацию на тему: "Повышение эффективности прерывистого шлифования деталей, закаленных до высокой твердости", а в 2015 году – докторскую диссертацию на тему: "Технологічне забезпечення якості поверхневого шару зубів високоточних зубчастих коліс при шліфуванні", получил ученое звание профессор. В настоящее время работает заведующим кафедрой "Информационных технологий проектирования в машиностроении" (ИТПМ), являющейся структурным подразделением Института промышленных технологий, дизайна и менеджмента Одесского национального политехнического университета.

Дочь Якимова А. В. – Ольга Александровна – и его внук Павел также окончили Одесский политехнический институт, где работают и сейчас.

*Доктор технических наук, профессор  
Одесского национального политехнического университета  
В. П. Ларишин*



## **ВОСПОМИНАНИЯ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА В ИЗЛОЖЕНИИ СЫНА ЯКИМОВА АЛЕКСЕЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА**

Когда началась Великая Отечественная война, Якимов А. В. учился в техникуме в городе Пермь. Сразу после объявления войны (22 июня 1941 года) всех учащихся техникума вызвали с каникул и направили на работу на военный завод. На заводе Якимов А. В. работал расточником. Он растачивал отверстия в откатниках – это составная часть пушки, предназначенная для демпфирования удара при стрельбе. Однажды Александр Васильевич проверял по нониусу биение внутреннего диаметра откатника. В это время станок неожиданно включился, и он получил производственную травму – у него был сломан мизинец. Это произошло в начале смены. Боли он почти не чувствовал и вместо того, чтобы идти в медпункт, терпеливо дождался конца смены и сообщил о случившемся мастеру. Мастер отвел его в медпункт, где ему "сложили" палец, привязав его бинтами к деревяшке. Больничный лист не дали и на следующий день он вышел на работу.

Александра Васильевича перевели в другой цех, где он до конца лета работал фрезеровщиком. Первого сентября 1941 года закончились "каникулы" и начались занятия в техникуме. В это время в Пермь из Ленинграда эвакуировался Ленинградский Военно-Механический институт, который осуществлял набор студентов. Александр Васильевич после окончания второго курса техникума решил поступить на первый курс этого института. Он был председателем студенческого профкома в техникуме, а его друзья: Лида Светлаева – секретарем комитета комсомола, Гена Родзин – заместителем секретаря комитета комсомола. И вот эта троица решила поступать на первый курс Ленинградского Военно-Механического института. Они успешно сдали экзамены, но в институт их не приняли, так как начальник учебной части техникума Шабов попросил ректора института, чтобы их не принимали в институт даже при успешной сдаче вступительных экзаменов, поскольку они занимали ответственные должности в техникуме. Друзья долго уговаривали Шабова "отпустить" их в институт. И им это удалось – их зачислили в институт.

В 1943 году, когда Александру Васильевичу исполнилось 18 лет, он был призван в армию и направлен на учебу в Челябинское авиационное училище штурманов и стрелков-радистов Авиации дальнего действия. Военком

назначил его ответственным за группу призывников, состоящую из трех человек. Ему дали папку с личными делами этих призывников и он с тремя своими подопечными добрался до Свердловска без особых приключений. А из Свердловска в Челябинск добраться было невозможно, так как поезда ходили очень редко и посадку пассажиров не производили (двери в вагоны были закрыты). К их группе прибил еще один парень авантюрного типа, который тоже стремился попасть в Челябинск. Он был старше, опытнее и "взял над ними шефство", стал их "опекать". Он им сказал, что когда поезд начнет движение, каждый член группы должен выбрать свой вагон и заскочить на подножку. В довоенных вагонах возле входной двери была лестница из двух-трех ступенек и длинные перила.

Стоя на этих ступеньках и держась за перила, они надеялись добраться до Челябинска. У Александра Васильевича был деревянный чемодан, в котором он вез свои документы и документы троих призывников. "Старшой" решил помочь и взял у него чемодан. После того, как поезд начал движение и "пассажиры" зацепились за свои вагоны, Александр Васильевич потерял "старшого" из вида, так как между ними находились три вагона. Он сожалел, что доверил чемодан с документами малознакомому человеку, не зная даже его фамилии. А попутчик тоже сожалел, что взял этот чемодан. Ехать на ступеньке поезда с чужим тяжелым чемоданом было неудобно. Это был не тот случай, когда говорят, что "своя ноша не тянет". Поэтому "старшой" на первой же остановке подбежал к Александру Васильевичу и вернул ему чемодан. Проводник одного из вагонов заметил из окна необычных "путешественников" и впустил их в вагон. Дальнейшая поездка до Челябинска проходила без особых приключений.

Авиационное училище находилось не в самом Челябинске, а в 12 км от него. Транспорт туда не ходил. Поэтому пришлось добираться до училища пешком. Там призывники узнали, что прибыли слишком поздно: учебные классы укомплектованы, и занятия уже начались. Количество курсантов в классных отделениях было строго регламентировано, и они оказались "лишними". Поэтому опоздавшим пришлось ждать полгода, когда был осуществлен новый набор курсантов. В это время они занимались строительными работами. Александр Васильевич называл свое отделение "стройбатом".

С 8 мая 1943 года по 29 декабря 1944 года Александр Васильевич был курсантом Челябинского авиационного училища штурманов и стрелков-радистов авиации дальнего действия. Он обучался на штурмана. Учебные полеты проводились, как правило, в ночное время. Он летал на самолетах Р-5

(одномоторный двухместный открытый самолет – "этажерка", сконструированный Поликарповым Н. Н.) и ИЛ-4 (двухмоторный большой самолет). На самолете Р-5 летчик сидел впереди, а штурман сзади. На самолете ИЛ-4, наоборот, штурман сидел впереди, а летчик сзади. В обязанности штурмана входило: прокладывать курс и производить бомбометание.



Фотография руководящего состава Челябинского авиационного училища

Из руководящего состава Челябинского авиационного училища (фото) Александр Васильевич запомнил: начальника училища – генерал-лейтенанта авиации Белова; заместителя начальника по штурманской подготовке – подполковника Шеина; начальника отдела штурманов – подполковника Пауксона; заместителя начальника училища по учебной подготовке – полковника Маклашина; заместителя начальника училища по политической части – полковника Котова. Среди преподавателей училища Александр Васильевич запомнил трех человек: преподавателя дисциплины "Теплотехника" Ляховского; преподавателя дисциплины "Машиноведение" Наумова и командира классного отделения капитана Скворцова.

5 марта 1942 года дальняя и тяжелая бомбардировочная авиация СССР была выведена из состава военно-воздушных сил и преобразована в авиацию Дальнего Действия с подчинением Ставке Верховного Главнокомандования. 5 марта 1944 года праздновали вторую годовщину создания авиации Дальнего Действия.



Торжественное собрание, посвященное второй годовщине создания авиации Дальнего Действия (Челябинск, 5 марта 1944 года)

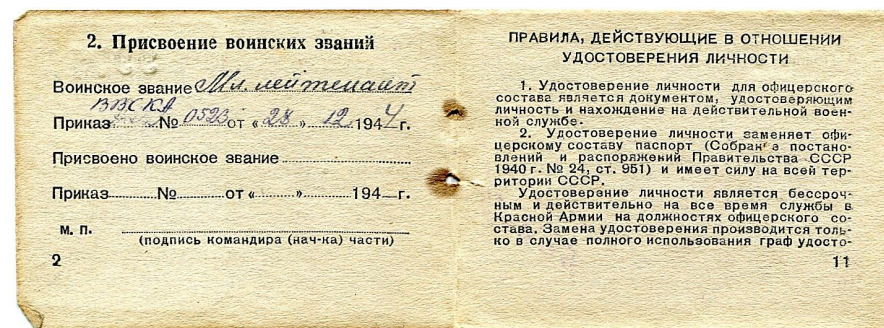
Александр Васильевичу запомнился его первый учебный ночной полет на самолете Р-5. Экипаж должен был отбомбиться в нужном месте и вернуться на учебный аэродром. Бомбы были учебные: снабжены взрывателями, но отличались от настоящих бомб только тем, что их корпуса были не металлическими, а цементными. На самолет Р-5 цепляли 4 бомбы, вес каждой составлял 40 кг. Обязательное условие успешного выполнения задания – вернуться на аэродром без бомб. Штурмана, возвратившегося на учебный аэродром с бомбами, жестоко наказывали: на неделю к нему приковывали балку бомбодержателя весом 10 кг. Помимо того, что таскать постоянно с собой такой груз было тяжело и неудобно, еще приходилось терпеть насмешки курсантов.

Чтобы бомба соскочила с бомбодержателя, штурман должен дернуть за рукоятку с определенным усилием, поскольку рукоятка часто заедала. Когда экипаж подлетел к цели, Александр Васильевич стал дергать за рукоятку, пытаясь сбросить бомбы. Ему показалось, что бомбы уже сброшены, и он сказал летчику, чтобы тот разворачивался и летел обратно.

Когда самолет пролетел половину пути до учебного аэродрома, то обнаружилось, что бомбы не сброшены, и он принял решение освободиться от нежелательного груза втайне от летчика. Он стал с силой дергать за рукоятку и сбрасывать бомбы по принципу "на кого бог пошлет". Но летчик почувствовал, что его штурман сбрасывает бомбы в непопуганном месте. Самолет Р-5 довольно легкий и когда от самолета отрывается сорокакилограммовая бомба, ощущается весьма заметный толчок. Когда самолет возвратился на аэродром, летчик доложил начальству о поведении штурмана. Но Александра Васильевича не стали приковывать к балке бомбодержателя, а "простили" за сообразительность, ведь на аэродром он вернулся "пустым". За это он отделался лишь выговором.

Александр Васильевич получал наряды вне очереди в основном по двум причинам: за несвоевременное возвращение из увольнительных и за длительное нахождение на слесарном участке. Он вместе со своим другом Володей Герасименко любили делать на слесарном участке ножи, используя заточной станок, т.е. любовь к абразивной обработке возникла у него уже во время службы в армии.

После окончания Челябинского авиационного училища штурманов и стрелков-радиостов авиации Дальнего Действия Александр Васильевичу было присвоено звание младшего лейтенанта Военно-Воздушных сил Красной Армии (Приказ № 0523 от 28.12.1944). Информация о присвоении этого воинского звания была занесена в его Удостоверение личности.



Начальник училища генерал-лейтенант авиации Белов издал приказ: если во время учебы в училище между членами экипажей (летчиком, штурманом и стрелком-радистом) не возникло неприязненных отношений, то при отправке выпускников на фронт боевые экипажи формировать в том же составе.

После окончания Челябинского авиационного училища Александра Васильевича не распределили в действующую воинскую часть, а, учитывая, что он до призыва в армию окончил первый курс Ленинградского Военно-Механического института, направили для дальнейшего обучения в Первую Рязанскую высшую офицерскую школу ночных экипажей.

От Челябинска до Рязани он добирался 15 суток из-за плохого движения поездов и 27 января 1945 года был назначен слушателем-штурманом в Первую Рязанскую высшую офицерскую школу ночных экипажей (РВОШНЭ) Военно-воздушных сил Красной Армии. В этой школе он летал на самолете ИЛ-4 и на большом транспортном самолете ЛИ-2. В общей сложности за время обучения в Челябинском и Рязанском училищах он "налетал" более 500 часов.

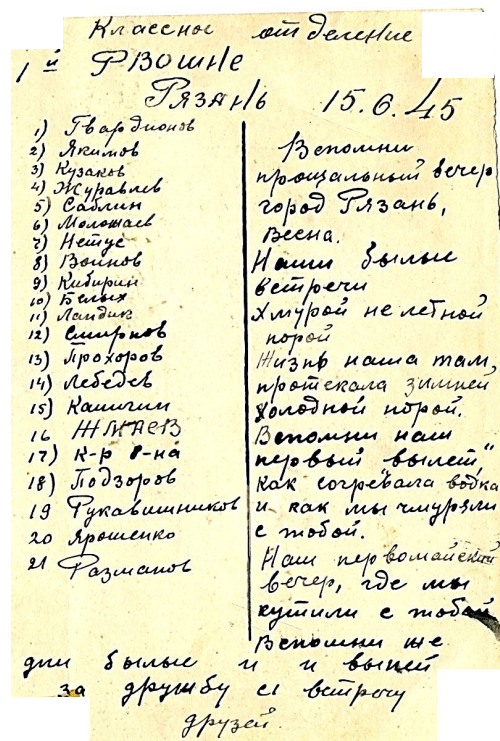


Фотографии Якимова А. В. в период его обучения в Челябинском и Рязанском авиационных училищах





Якимов А. В. в составе классного отделения Первой РВОШНЭ (15 июня 1945 г.)



Фамилии всех членов классного отделения Первой РВОШНЭ

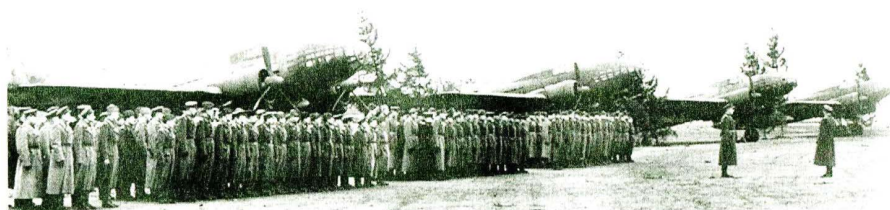
Школа находилась в 6 километрах от Рязани в деревне Дягилево. Александр Васильевич рассказывал: "Это сложная штука – быть штурманом дальней авиации. Полеты проходят ночью в кромешной тьме, все кругом обесточено. И в этой кромешной тьме в течение долгих часов полета необходимо прокладывать курс к цели, отбомбить эту цель и привести самолет обратно на учебный аэродром. Штурман сидит впереди летчика и прокладывает пеленг. Он должен определить силу и направление ветра и с учетом этой информации корректировать путь. Для этого есть специальные методики и приборы. Иногда приходится определять местоположение самолета по звездам, так как обычно вылетали вечером, а прилетали утром". После окончания Великой Отечественной войны обучение в Рязанской летной школе еще продолжалось до 27 января 1946 года.

Во время учебы в Челябинском авиационном училище Александр Васильевич летал на самолетах Р-5 и Ил-4, а в период учебы в Рязанской высшей школе – на самолетах Ил-4, Ли-2, Митчелл В-25, Ер-2.



Самолеты Р-5



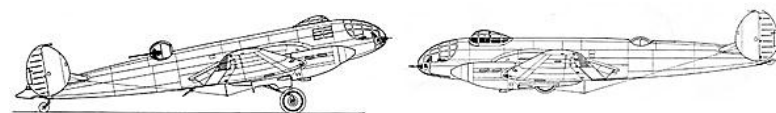


Самолеты Ил-4

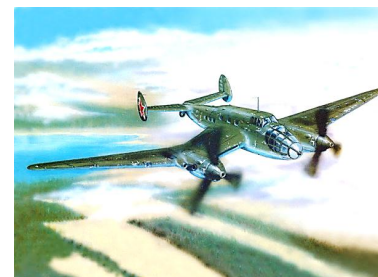
Самолет Ер-2 – двухмоторный дальний бомбардировщик, спроектированный под руководством Владимира Григорьевича Ермолаева. Он имел характерное крыло типа "Обратная чайка".



Внешний вид самолетов Ер-2



Дальний бомбардировщик Ер-2



Двухмоторный дальний бомбардировщик Ер-2



Бомбардировочное вооружение самолета включало две наружные балки Дер-19-20 с возможностью подвески бомб калибра от 100 до 1000 кг (ФАБ-100, ФАБ-250, ФАБ-500, ФАБ-1000, БРАБ-220, БРАБ-500, БРАБ-1000, П-250 и др.). Внутри бомбоотсека были смонтированы 2 бомбозамковых кассетных бомбодержателя КДЗ-240, предназначенных для подвески четырех бомб ФАБ-250 или ФАБ-500, а также 4 трехзамковых кассетных бомбодержателя КД2-240, предназначенных для подвески 12 бомб ФАБ-50 или ФАБ-100. Внутри бомбоотсека можно подвесить 4 авиационные бомбовые кассеты АБК-240, предназначенных для загрузки в них навалом мелких бомб (калибром до 15 кг). Максимальная бомбовая нагрузка – 4000 кг (две ФАБ-1000 снаружи и четыре ФАБ-500 на внутренней подвеске). Прицеливание при бомбометании обеспечивалось: днем со средних и больших высот – с помощью оптического прицела ОПБ-2М, ночью и днем с малых высот – с помощью ночного коллиматорного прицела НКПБ-3. На самолете устанавливался основной электрический сбрасыватель ЭСБР-5 и аварийный механический сбрасыватель АСШЗ40. Оба они были смонтированы в кабине штурмана.

Двухмоторный бомбардировщик МИТЧЕЛЛ В-25 поставлялся в годы Второй мировой войны в СССР по ленд-лизу.



Двухмоторный бомбардировщик МИТЧЕЛЛ В-25

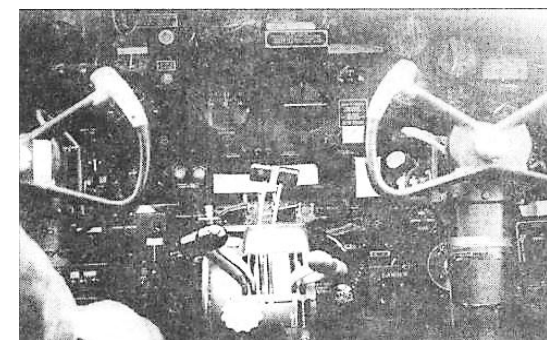
Экипаж бомбардировщика В-25 состоял из 6 человек: командир корабля, второй летчик, штурман, стрелок-радист и два стрелка.

Александр Васильевич рассказывал, что штурману необходимо было пользоваться таким оборудованием: радиокompас, гирокомпас, магнитный компас, указатель скорости, указатель высоты, тумблеры сброса, открытия и закрытия люка, аварийного сброса бомб, оптическим бытовым прицелом ОБП-5С (прицел был советским).



Бомбардировщик В-25

Бомбардировщик Миттchel В-25 очень хвалили летчики, потому что был очень прост в управлении. Александру Васильевичу этот самолет не нравился, потому что штурман не имел постоянного места, где он мог бы сосредоточенно работать, видеть все приборы, пользоваться ими и наблюдать за землей. Для работы радиокompасом и навигационным визиром надо было слезать с сидения. В кабине штурмана не было указателя скорости, часов и высотомера – они находились на доске летчика, и штурман их с сидения не видел.



Кабина пилотов бомбардировщика Миттchel В-25

Обзор из кабины штурмана не позволял вести детальную ориентировку. Общую ориентировку вести было тоже затруднительно.

Тактико-технические характеристики самолетов Митчелл и Ил-4 были примерно одинаковыми. Максимальная скорость у самолета Митчелл В-25 составляла 442 км/час, а у самолета Ил-4 – 430 км/час.

Высотность у самолета Митчелл В-25 составляла 7600, а у самолета Ил-4 – 8900 м. Бомбовая нагрузка примерно одинаковая, только оборонительное вооружение у В-25 было серьезнее.

У Александра Васильевича было много фотографий, сделанных в период его учебы в Челябинском авиационном училище и Рязанской высшей офицерской школе. После демобилизации он оформил "дембельский" альбом. Помимо фотографий этот альбом вмещал стихи и рисунки самолетов, на которых он летал. Рисунки самолетов были выполнены им по памяти. В детстве я любил рассматривать этот альбом. Фотографии и стихи в то время меня мало интересовали, я рассматривал в основном рисунки самолетов. К сожалению, этот альбом не сохранился. Вероятно, он был утерян при переезде из Перми в Одессу. В 2010 году я попросил Александра Васильевича восстановить рисунки самолетов из пропавшего "дембельского" альбома, но он этого сделать не смог по двум причинам: во-первых, у него к тому времени было плохое зрение, во-вторых, он уже плохо помнил очертания этих самолетов. Но он все-же сделал рисунок какого-то самолета. Только этот самолет был не военный, а пассажирский и качество рисунка было намного хуже, чем в "дембельском" альбоме. Этот рисунок показан на фотографии.

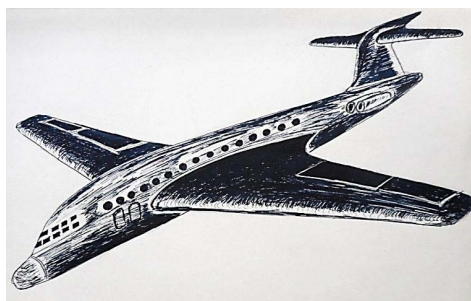
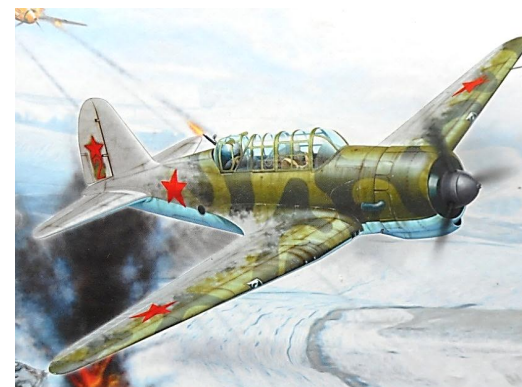


Рисунок самолета, выполненный Якимовым А. В.

Недавно в Интернете я встретил текст песни пилотов, летавших во время Второй мировой войны на самолете Митчелл В-25, и вспомнил, что подобный текст я видел в "дембельском" альбоме Александра Васильевича. Привожу текст этой песни полностью:

Был озабочен очень воздушный наш народ  
К нам не вернулся ночью с бомбежки самолет.  
Радисты скребли в эфире, волну ловя едва,  
И вот без пяти четыре услышали слова:  
"Мы летим, ковыляя во мгле,  
Мы ползем на последнем крыле,  
Бак пробит, хвост горит, но машина летит  
На честном слове и на одном крыле.  
Ну дела! Ночь была!  
Их объекты разбомбили мы дотла!  
Мы ушли, ковыляя во мгле,  
Мы к родной подлетаем земле.  
Вся команда цела и машина пришла  
На честном слове и одном крыле".

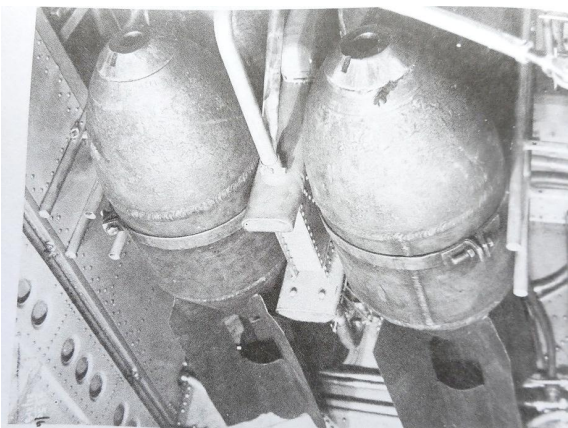
На самолете Митчелл В-25 была весьма серьезная недоработка производственного характера: когда электросбрасыватель бомб срабатывает, а замки, удерживающие их, не открываются! На бомбардировщике В-25 было два электросбрасывателя бомб: один находился в кабине штурмана, а другой – в кабине пилотов. Александр Васильевич рассказывал, что с ним однажды произошел неприятный случай. Он отбомбился над целью. Электросбрасыватель показывает, что бомбы упали – контрольные лампочки у штурмана и у летчика мигают, сигнализируя, что замки в бомболюках сработали, т.е. бомбы упали. На самом же деле электросбрасыватель бомб сработал, а замки в бомболюках не открылись. В результате самолет вернулся на учебный аэродром с бомбами.



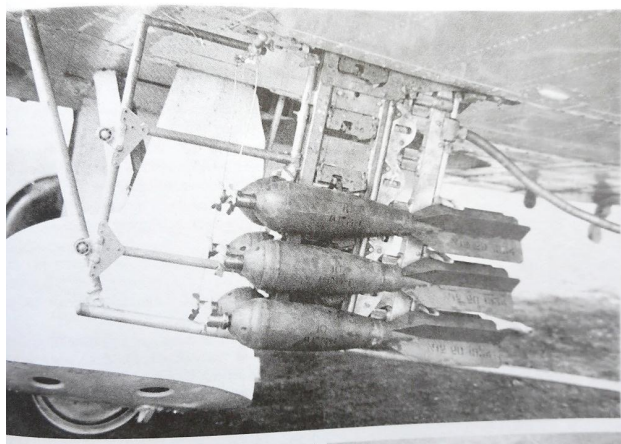
Самолет "С 3"



В период обучения в Челябинском авиационном училище Александру Васильевичу приходилось летать на бомбардировщиках С 3 (эс три). Мне тогда казалось, что он что-то путает, поскольку мне никогда не приходилось слышать о самолетах с таким названием. Позже мне удалось выяснить, что он, вероятно, летал на ближнем одномоторном двухместном бомбардировщике "Су-2", который часто называли "С 3", но второй символ в названии обозначал не цифру 3, а прописную букву русского алфавита "З". Полное название самолета "С 3" было "Сталинское задание".

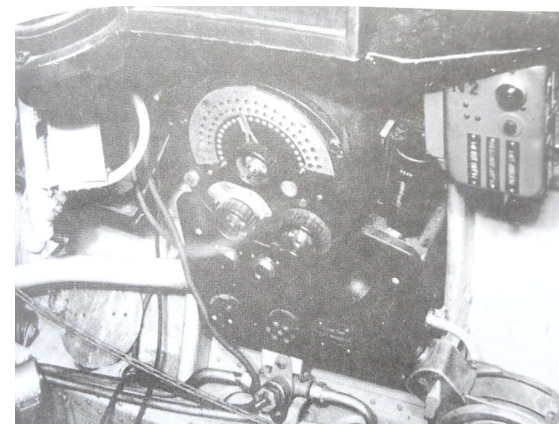


Бомбы ФАБ-100 в бомбоотсеке самолета "С 3" (Су-2)



Подкрыльевая кассета КД-1 с бомбами

На фотографии показана подкрыльевая кассета КД-1 с бомбами, видны трубы с расчалками, направляющие бомбы при подъеме, и трубы, контрящие ветрянки взрывателей.



Установка лебедки подъема бомб во внутренний отсек

Нормальная бомбовая нагрузка у самолета "С 3" – 400 кг, а максимальная – 600 кг. Бомбы калибром до 100 кг могли размещаться как во внутреннем бомбоотсеке, так и на внешней подвеске, под консолями крыла. Внутренняя загрузка – не более 400 кг. Для подвески и сброса бомб использовались кассетные держатели типа КД-1 и КД-2. Снаружи на держателях ДЕР-19 допущалась подвеска двух бомб калибром 250 кг.

Радиооборудование включало: радиостанцию РСБ "Двина", приемник и передатчик которой закреплены на полке в кабине штурмана.

Александр Васильевич рассказывал, что учебные полеты обычно длились 12 часов: в 20.00 самолеты вылетали, а возвращались на учебный аэродром в 8.00. Зимой курсантам выдавали меховые комбинезоны. Перед полетом им на ужин давали двойную порцию еды, а в полет они брали с собой шоколад и хлеб.

Деревня Дягилево, в которой находилась Рязанская высшая офицерская школа ночных экипажей, находилась в 6 км от Рязани и в 12 км от маленького городка Рыбное. Александр Васильевич в Рязани бывал редко, свои увольнительные он предпочитал проводить в городе Рыбное и объяснял тем, что до Рязани можно было добраться только пешком, а до города Рыбное – доехать на поезде. В этом городе была танцплощадка. С увольнительной нужно было успеть на утреннюю проверку, не проспав утренний поезд. Однажды его ком-

пания не успела на утренний поезд, но их "подобрал" машинист паровоза (без вагонов). Они успели на утреннюю проверку, приехав в Дягилево в кабине машиниста.

В 1990 году Александр Васильевич был в Киеве и сфотографировался на фоне самолета-памятника ночного дальнего бомбардировщика Ли-2, на котором он летал, будучи курсантом 1-ой Рязанской высшей офицерской школы ночных экипажей.



Самолет-памятник Ли-2



Якимов А. В. у самолета-памятника Ли-2

После окончания Рязанской высшей офицерской школы ночных экипажей на повестку дня встал вопрос о демобилизации Александра Васильевича. Он написал заявление, что хочет демобилизоваться для продолжения обучения в институте. Специально для него была сформирована демобилизационная комиссия. И ему повезло. К этому времени вышел Указ, согласно которому офицерам, проучившимся до мобилизации более одного года в высших технических заведениях, предоставлялась возможность демобилизоваться и продолжить обучение дальше. Это было связано с тем, что после войны необходимо было восстанавливать разрушенные заводы и фабрики, налаживать производство, а дипломированных квалифицированных технических специалистов не хватало. Поэтому вопрос о демобилизации Александра Васильевича был решен положительно. После увольнения из армии, он не стал восстанавливаться на второй курс Ленинградского Военно-Механического института, в котором учился до призыва в армию, а поступил на первый курс Московского авиационного института имени Серго Орджоникидзе (на заочное отделение), работая конструктором на Пермском авиационном заводе.

После окончания этого института он опять в 1952 году приехал в Москву и поступил в очную аспирантуру института с отрывом от производства. Тема его кандидатской диссертации: "Исследование жесткости металлорежущих станков типа МААГ". Его научным руководителем был доцент Московского авиационного института Подзей А. В. Диссертация была успешно защищена в 1956 году. Во время обучения в аспирантуре Московского авиационного института Александр Васильевич жил в общежитии и находился в дружеских отношениях с кандидатами технических наук Сулимой А. А., Подзеем А. В., Новиковым Н. Н. и Логиновым В. Е.



Якимов А. В. (крайний справа) в колонне демонстрантов в Москве





Мемориальная доска с барельефом Бодзича М. И.

После окончания в 1956 году аспирантуры Александр Васильевич был распределен в Запорожский машиностроительный институт доцентом кафедры металлорежущих станков и инструментов, а также одновременно был заместителем декана механико-технологического факультета.

Бодзич Мануил Иосифович – ректор (с 1944 по 1957 годы) Запорожского машиностроительного института тоже работал на этой кафедре доцентом.

В Запорожье у него появились новые друзья: Попов В. С. (доцент кафедры сварки, в 1980-х годах – ректор института) и Бандурко (доцент кафедры экономики). В этот период Попов Вениамин Степанович был деканом механико-технологического факультета (1958–1964 гг.), а Александр Васильевич – его заместителем.



Дом, расположенный на пересечении улицы Трегубенко и проспекта Ленина в Запорожье, в котором жил Якимов А. В. (на заднем плане видна плотина Запорожской ГЭС)

Администрация Запорожского машиностроительного института предоставила Александру Васильевичу временное жилье – комнату в бараке, расположенном на территории института. Мебель, находящаяся в этой комнате,

состояла из двух стульев, стола и матраца. В соседней комнате барака жил доцент Попов Вениамин Степанович, с которым Александр Васильевич подружился.



Запорожье. Концертный зал имени Глинки М. И. (на заднем плане видна плотина Запорожской ГЭС)

Якимов А. В. и Попов В. С. почти одновременно получили квартиры. Александр Васильевич получил две комнаты в трехкомнатной квартире в доме, расположенном на пересечении улицы Трегубенко и проспекта Ленина (возле Концертного зала имени Глинки М. И.). Попов В. С. получил квартиру в доме № 192 на проспекте Ленина. Этот район был очень задымленным и позднее он поменял квартиру на улице Горького (дом 57).



Попов Вениамин Степанович

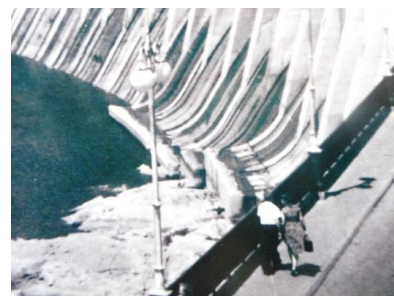


1966: Попов В.С. на засіданні ДЕК.



1966: Засідання ДЕКУ.

Александр Васильевич с женой каждый вечер совершали пешие прогулки от дома до середины плотины Запорожской ГЭС и обратно.



Прогулки по плотине Запорожской ГЭС

Уже после переезда Александра Васильевича из Запорожья в Пермь, Попов Вениамин Степанович сделал успешную научную и административную карьеру. Он стал доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой "Оборудование и технологии сварочного производства" (1964–2006 гг.), Академиком инженерных наук Украины, ректором Запорожского машиностроительного института (1978–1993 гг.), Депутатом Верховного Совета СССР 10–11 созывов.

17 октября 2017 года на фасаде Запорожского научно-технического университета появилась мемориальная доска с барельефом Попова В. С.

На открытии мемориальной доски принимал участие его племянник Сергей Николаевич Попов, который с 1980 года работает профессором на кафедре сварки. Интересно, что кандидатскую диссертацию Попов С. Н. подготовил по техническим наукам, а докторскую диссертацию защитил по философии.



В это время (в 1956 году) на кафедру "Металлорежущие станки и инструменты" был принят и друг Александра Васильевича – Борисов Борис Яковлевич, с которым он жил в одной комнате общежития, обучаясь в аспирантуре МАИ.



Борисов Б. П. и Якимов А. В.  
возле Государственного Большого театра (Москва, 1954 г.)

С приходом на кафедру "Металлорежущие станки и инструменты" Александра Васильевича и Борисова Бориса Яковлевича возникло новое научное направление: изучение механизма образования шлифовочных трещин на елочных замках лопаток газовых турбин, изготовленных из жаропрочного сплава ЖС6-К. Это позволило наметить конкретные пути предотвращения шлифовочных дефектов. В период пребывания в Запорожье научная работа Александра Васильевича состояла еще и в определении путей повышения точности и производительности обработки при шлифовании.

После отъезда Александра Васильевича в Пермь, Борисов Б. Я. стал заведующим кафедрой "Металлорежущие станки и инструменты" (1963–1981 гг.). На кафедре получило развитие научное направление по электроконтактной обработке жаропрочных материалов. Результаты исследований были внедре-



ны на многих машиностроительных предприятиях Советского Союза. В 1981 году Борисов В. Я. защитил докторскую диссертацию.



Якимов А. В. с женой на набережной Ялты и возле гостиницы Ореанда (1959 г.)

Ректор Запорожского машиностроительного института Бодзич Мануил Иосифович часто приглашал к себе домой супружеские пары Якимовых, Борисовых и Попова В. С. В 1957 году Бодзич В. С. пригласил Александра Васильевича совершить с ним на его автомобиле поездку по городам Украины. Они побывали во многих городах, в том числе в Днепрпетровске и Харькове.



Всесоюзное совещание по прогрессивным методам производства зубчатых колес и технологичности конструкций (Москва, 25.02.1958 г.)



Якимов А. В. на демонстрации в Запорожье со студентами и сотрудниками Запорожского машиностроительного института



Был случай, когда Александр Васильевич, работая заместителем декана механико-технологического факультета, отчислил за неуспеваемость студента первого курса Казимирчика Ю. А., но затем его восстановил. Студент оказался очень смелым, склонным к исследовательской работе. После окончания Запорожского машиностроительного института Казимирчик Ю. А. получил распределение в Пермский политехнический институт на кафедру "Технология машиностроения", где заведующим кафедрой был уже Александр



Васильевич. Работая на кафедре, Казимирчик Ю. А. занимался подготовкой кандидатской диссертации под руководством Александра Васильевича.



Казимирчик Ю. А. с отцом и Якимов А. В. с дочерью Олей в Запорожье



Якимов А. В. и Казимирчик Ю. А. на даче в Перми

В середине 1960-х годов Казимирчик Ю. А. из Перми переехал в Киев и работал на кафедре технологии производства и ремонта летательных аппаратов и авиадвигателей Киевского института инженеров гражданской авиации. Его вторым научным руководителем по диссертации был доктор технических наук, профессор этой кафедры Богомолов Н. И. В 1970 году Казимир-

чик Ю. А. защитил кандидатскую диссертацию, которая была посвящена прерывистому шлифованию. Круги с прерывистой рабочей поверхностью были им внедрены на Казанском моторостроительном заводе "Салют" и на Пермском заводе имени Свердлова Я. М.

В 1961 году Александр Васильевич принимает решение переезжать в город Пермь. Причинами такого решения послужили открытие в городе Пермь политехнического института и стремление возвратиться на малую Родину. Он прошел по конкурсу в Пермский политехнический институт на должность доцента кафедры "Станки и режущие инструменты", а в 1963 году – на должность заведующего кафедрой "Технология машиностроения". В это время на кафедре была открыта аспирантура.

За время работы заведующим кафедрой "Технология машиностроения" и деканом механико-технологического факультета Якимов А. В. для решения проблемы повышения качества поверхностного слоя деталей технологическими методами создал научную школу с широким привлечением специалистов смежных областей науки с кафедр: физики, автоматики и телемеханики, математики, сопротивления материалов, металловедения и термической обработки. Это позволило разработать метод прерывистого шлифования, суть которого заключалась в периодическом прерывании процесса шлифования до того момента, пока температура в зоне резания не достигла максимального квазистационарного состояния.

В результате прерывания процесса шлифования исчезали прижоги и трещины на деталях, увеличился ресурс работы машин, а также сократился до 30 % расход дорогостоящих алмазов при изготовлении алмазных кругов.

Диссертационные работы первых трех аспирантов Александра Васильевича – Калинина Е. П., Головизина А. С., Гольдина Г. В. – посвящены решению проблем, возникающих при окончательных методах обработки зубчатых колес.

В это время Александр Васильевич активно работает над своей докторской диссертацией, посвященной решению проблем, возникающих при различных схемах зубошлифования. В 1966 году он приезжает в Одессу на научно-техническую конференцию в Одесский политехнический институт. На конференции присутствовали известные советские ученые-технологи: Маталин А. А., Ящерицын П. И., Балакшин Б. С., Исаев А. И., Маслов Е. Н. На этой конференции Александр Васильевич сделал доклад, в котором изложил отдельные фрагменты своей докторской диссертации. Организаторами конференции была запланирована неофициальная часть – товарищеский ужин в институтском лагере "Чайка".

Александр Васильевич после окончания официальной части конференции намеревался идти на железнодорожный вокзал, так как у него заранее был куплен билет до Перми. Маталин А. А. посоветовал ему сдать билет и поехать вместе со всеми в "Чайку". Он это аргументировал тем, что доложить работу на конференции – это только пол дела, не менее важное значение имеет общение в неформальной обстановке с ведущими технологами страны. Александр Васильевич послушался совета Маталина А. А. и убедился, что он был прав. На товарищеском ужине Александр Васильевич пообщался с Исаевым А. И. и Балакшиным Б. С.

В 1958 году Александр Васильевич поехал в Киевский институт гражданской авиации, где собирался сделать доклад по своей докторской диссертации на кафедре "Металловедение и термическая обработка металлов", руководимой профессором Костецким Б. И. На тот момент у него была переплетена работа и подготовлены плакаты. Диссертация была посвящена решению проблемы обеспечения качества обработки при различных схемах зубошлифования.

В Киевском институте гражданской авиации он встретился со своим аспирантом и бывшим студентом Казимирчиком Ю. А., который помог своему учителю сделать доклад на кафедре. Диссертационная работа произвела на слушателей хорошее впечатление. После заслушивания работы Костецкий Б. И. сказал: "Если бы я был Вашим черным оппонентом, то я бы дал положительный отзыв". Он посоветовал Александру Васильевичу защищать работу в ученом совете Киевского института гражданской авиации или в ученом совете Сельскохозяйственной Академии.

Окрыленный успехом, Александр Васильевич возвращается в Пермь. По пути он решил заехать в Москву к своему другу и учителю Подзею А. В. и похвалиться перед ним своими успехами. Под руководством Подзея А. В. Александр Васильевич сделал свою кандидатскую диссертацию, поэтому он очень хотел услышать мнение учителя о своей докторской диссертации. Подзей А. В. порадовался успехам своего ученика. Он сказал: "Саша, я всегда знал, что ты не остановишься на достигнутом и будешь дальше продолжать заниматься наукой. Я очень рад твоим успехам. Оставь свою диссертацию мне, чтобы я имел возможность внимательно и без спешки с ней ознакомиться. Приезжай в Москву через месяц, и я дам тебе советы, что в ней нужно подправить или изменить". Александр Васильевич оставил работу Подзею А. В.

Через месяц он опять приезжает в Москву. Подзей А. В. ему говорит: "Саша, в твоей работе есть интересный вопрос, посвященный прерывистому

шлифованию. Но этому вопросу ты уделил очень мало внимания. Прерывистое шлифование изложено только в одном параграфе. Вот если бы ты развил эту тему вширь и свою диссертацию посвятил только этому вопросу, то работа стала бы более оригинальной и весомой". Александр Васильевич решил последовать совету Подзея А. В. Написание нового варианта диссертации у него ушло два года. После исправления диссертации и изготовления новых плакатов Александр Васильевич приезжает в Москву, делает доклад в Московском авиационном институте. Подзею А. В. новый вариант работы очень понравился. Он сказал: "Прежде чем подавать работу в ученый совет, ты должен ее апробировать. Ты должен провести презентацию своей работы перед всеми известными технологами Советского Союза: Маталиным А. А., Корсаковым В. С., Ящерицыным П. И., Балакшиным Б. С., Исаевым А. И., Масловым Е. Н., Глейзером Л. А. После презентации можешь выносить работу на защиту".

Александр Васильевич ознакомил со своей работой всех вышеперечисленных корифеев, сдал диссертацию в ученый совет Московского авиационного института и стал готовить документы к защите. Перед защитой произошло неприятное событие: от Тулеева С. Х. (Уфимское отделение НИИАТа) пришел отрицательный отзыв. Получилась абсурдная ситуация: Головное отделение НИИАТа прислало положительный отзыв на диссертационную работу Александра Васильевича, а работник Уфимского филиала НИИАТа дает отрицательный отзыв. Декан факультета и представитель головного отделения НИИАТа, обсудив сложившуюся ситуацию, решили не отождествлять замечания Тулеева С. Х. с замечаниями НИИАТа, а воспринимать критику Тулеева С. Х. как мнение частного лица.

Состоявшаяся в 1970 году защита докторской диссертации Александра Васильевича на тему "Технологические основы процесса шлифования кругами с прерывистой рабочей поверхностью" прошла успешно. По результатам голосования только один голос был "против".

После защиты Высшая аттестационная Комиссия (ВАК) долго не утверждала его работу. Это было связано с тем, что Глейзер Л. А. направил в ВАК отзыв, в котором написал, что работа Якимова А. В. представляет интерес только в теоретическом плане, а на практике прерывистое шлифование внедрять в производство не представляется возможным. Вероятно, Глейзеру Л. А. направили только первый том диссертации. Во втором томе диссертационной работы размещались многочисленные акты внедрений прерывистых кругов на различных заводах СССР.

После утверждения диссертационной работы Якимов Александра Васильевича в ВАКе, в Пермь из Одессы приехал Маталин А. А., чтобы ознакомиться с его научной школой.



Моменты беседы Якимов А. В. с Маталиным А. А.

Эта встреча в дальнейшем повлияла на судьбу Александра Васильевича. Маталин А. А. был заведующим кафедрой "Технология машиностроения" Одесского политехнического института (ОПИ). В 1974 году Маталин А. А. решил переехать в Ленинград и ректор Одесского политехнического института Заблонский К. И. задал ему вопрос: "Кого бы Вы могли порекомендовать на

Ваше место?". Маталин А. А. порекомендовал ректору взять на заведование кафедрой "Технология машиностроения" Александра Васильевича Якимов, поскольку их научные школы весьма похожи.

В 1974 году Александру Васильевичу позвонил проректор по научной работе ОПИ Сергей Святослав Тимофеевич и предложил переехать в Одессу для работы в должности заведующего кафедрой "Технология машиностроения". Якимов А. В. без колебаний согласился. Так закончился "Пермский период" в жизни Александра Васильевича.



Пермский политехнический институт в 1960–1970-е годы





Якимов А. В. в Пермском политехническом институте

На фотографиях показаны Якимов А. В., его аспиранты и сотрудники кафедры в составе праздничной демонстрации в городе Перми.



Грисенко Е. В. (крайний справа), за ним – Якимов А. В.



Бояршинов Ю. А. (в центре), Якимов А. В. (справа)



Мубаракшин Р. М. (со флажком в правой руке), Якимов А. В. (в центре)



Липчин Н. Н. – заведующий кафедрой "Металловедение и термическая обработка металлов" (слева), Якимов А. В. (в центре)



Александр Васильевич с учениками



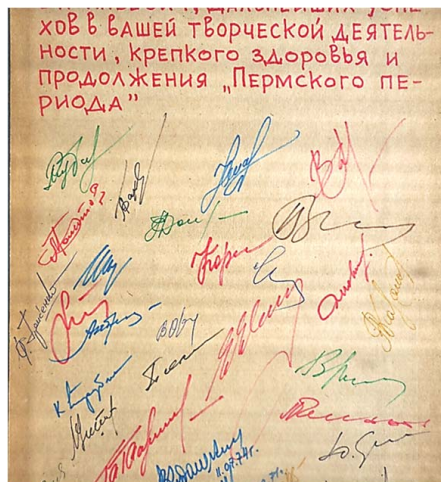
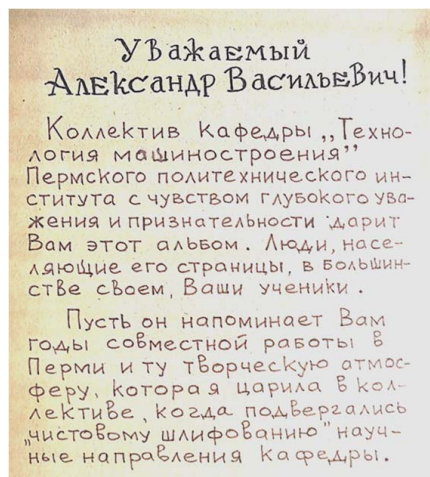
Якимов Александр Васильевич с друзьями детства  
Анатолием Щуклиным (верхний ряд),  
Борисом Коротковым (внизу слева)  
и старшим братом Виктором (внизу справа)



Юбилей профессора Маталина А. А. (г. Одесса)

Перед отъездом Александра Васильевича из Перми сотрудники кафедры "Технология машиностроения" подарили ему альбом с фотографиями, дарственной надписью и автографами.





Подарок Александру Васильевичу от членов кафедры  
"Технология машиностроения" Пермского политехнического института

В 1974 году А. В. Якимов прошел по конкурсу в Одесский политехнический институт на должность заведующего кафедрой "Технология машиностроения". Через некоторое время под руководством Якимова А. В. были созданы и оснащены необходимым оборудованием, приборами учебные и научно-исследовательские лаборатории кафедры. В Одесском политехническом институте был Ученый совет по защитах кандидатских диссертаций по специальности "Технология машиностроения" и в нем постоянно защищали свои диссертации аспиранты А. В. Якимова как из Одессы, так и из Перми.



Выступление Якимова А. В. на конференции



Якимов Александр Васильевич на кафедре "Технология машиностроения"  
в Одесском политехническом институте





Научные дискуссии



Встречи с учеными-технологами



Работа на кафедре



Встреча Нового года





Незабываемые встречи



На праздничной демонстрации: Гусарев В. С., Линчевский П. А.,  
Волощенко А. П., Якимов А. В.



На праздничной демонстрации: эмблема механико-технологического  
факультета ОПИ, Гущин Л. К., Якимов А. В., Линчевский П. А., Григорян Г. Д.



Якимов А. В. обсуждает результаты экспериментальных исследований  
процесса прерывистого шлифования



За свою жизнь Александр Васильевич Якимов подготовил более 50 кандидатов технических наук. Больше всех Александру Васильевичу запомнился Кигель Исаак Гершевич, который окончил Одесский политехнический институт и по распределению работал в Пермском политехническом институте на кафедре "Металлорежущие станки и инструменты". Заведующим этой кафедрой был Серебрянник Ю. Б.



Кигель И. Г. обладал качествами, необходимыми для того, чтобы сделать диссертацию и успешно ее защитить: природным умом и научной любознательностью, упорством в достижении цели и высокой интеллигентностью, умением общаться с людьми и способностью решать сложные вопросы в неформальной обстановке. Александр Васильевич предложил поступать к нему в аспирантуру. Обучаясь в аспирантуре, Кигелю И. Г. удалось завязать деловые контакты с сотрудниками Киевского института сверхтвердых материалов, где специально для него изготовили партию алмазных прерывистых кругов, которые он применил при проведении экспериментов. Удалось наладить контакты с Пермским карбюраторным заводом имени М. И. Калинина и Пермским заводом имени Ф. Э. Дзержинского и внедрить на этих заводах прерывистые круги.

В 1971 году Кигель И. Г. успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему: "Исследование процесса шлифования твердых сплавов алмазными кругами с прерывистой рабочей поверхностью", возвратился в Одессу и работал в Одесском политехническом институте на кафедре "Технология машиностроения", куда в 1974 году в Одессу приехал Александр Васильевич и стал заведующим этой кафедры. По семейным обстоятельствам Кигель И. Г. вынужден был уехать в Германию на постоянное местожительство.



Александр Васильевич в окружении аспирантов знакомится с результатами исследований, полученных Кегелем И. Г.

Ученик Александра Васильевича, которым он очень гордился, и о котором всегда отзывался только в превосходных степенях, – Новиков Федор Васильевич. Тема его докторской диссертации, которую он защитил в 1995 году – "Физические и кинематические основы высокопроизводительного алмазного шлифования". Новиков Ф. В. основал в Харькове свою научную школу, о которой известно не только на постсоветском пространстве, но и за рубежом.



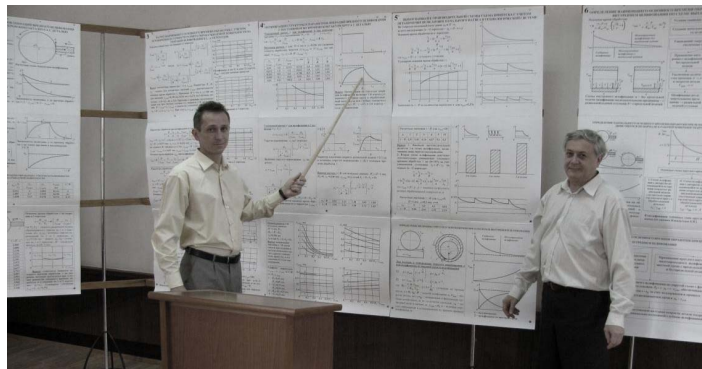
Новиков Ф. В. со своим соискателем Ткаченко В. П.



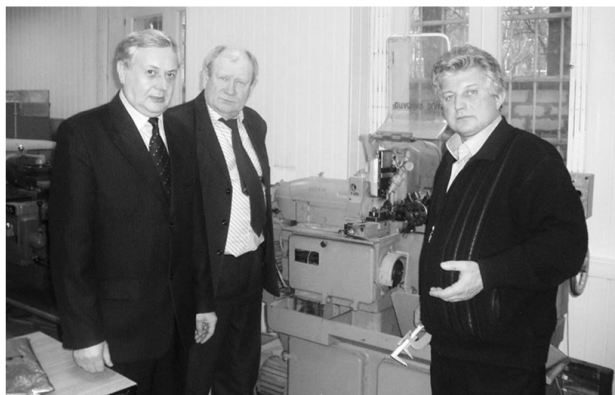
Выступление Новикова Ф. В. на защите диссертации соискателя Ткаченко В. П. в НТУ "ХПИ"



Перед защитой соискателя Нежебовского В. В. в ОНПУ



Перед защитой соискателя Бережного Р. А. в ОНПУ



Новиков Ф. В., Крюк А. Г., Дитиненко С. А. на кафедре "Техника и технологии" Харьковского национального экономического университета

В Одессе тоже есть научная школа, основанная учеником Александра Васильевича – Усовым Анатолием Васильевичем.

В Луцке научную школу основал еще один ученик Александра Васильевича – Марчук Виктор Иванович. Тема его докторской диссертации, которую он защитил в Одессе в 2004 году: "Технологические основы обеспечения качества рабочих поверхностей колец роликоподшипников".



Аспирант Ушатов Л. В.

На фотографии изображен аспирант Александра Васильевича – Ушатов Лев Викторович. В 1979 году он защищал кандидатскую диссертацию на тему: "Технологическое обоснование, создание и исследование автоматической системы управления качеством обработки при зубошлифовании конусным кругом". Ушатов Л. В. – дальний родственник Александра Васильевича, трагически погиб в 1990-е годы.

Решением ЦК Компартии Украины и Совета Министров УССР от 5 декабря 1986 года авторскому коллективу, возглавляемому Якимовым Александром Васильевичем, была присуждена Государственная премия Украинской ССР в области науки и техники за 1986 год.

В состав авторского коллектива работы "Разработка и промышленное внедрение высокопроизводительной технологии обработки алмазно-абразивными инструментами с прерывистой рабочей поверхностью" также вошли:

Шепелев Анатолий Александрович, канд. техн. наук, заместитель директора Института сверхтвердых материалов Академии наук УССР;

Алиханян Эвнос Самвелович – канд. техн. наук, младший научный сотрудник Института сверхтвердых материалов Академии наук УССР;

Чалый Валерий Тихонович – руководитель группы Института сверхтвердых материалов Академии наук УССР;



Левин Михаил Давидович – руководитель группы Института сверхтвердых материалов Академии наук УССР;

Сколота Анатолий Александрович – начальник цеха опытного завода Института сверхтвердых материалов Академии наук УССР;

Маленьких Сергей Михайлович – канд. техн. наук, старший научный сотрудник Украинского научно-производственного деревообрабатывающего объединения;

Смирнов Лев Петрович – канд. техн. наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института технологии и организации производства двигателей;

Коломайко Анатолий Никитович – главный инженер Всесоюзного промышленного объединения по производству нормализованных узлов и деталей общемашиностроительного применения;

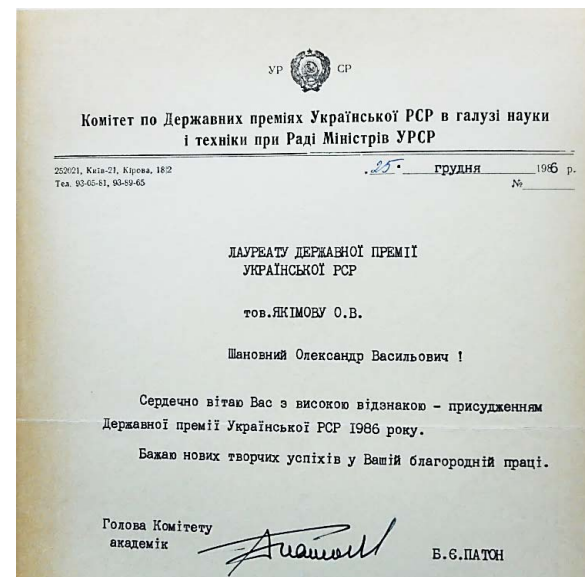
Курнос Александр Дмитриевич – заведующий группой Уральского филиала Всесоюзного научно-исследовательского института абразивов и шлифовки.

Сообщение о присуждении государственной премии Украинской ССР в области науки и техники 1986 года было опубликовано в газете "Правда Украины" от 25 декабря 1986 года № 294(13564).

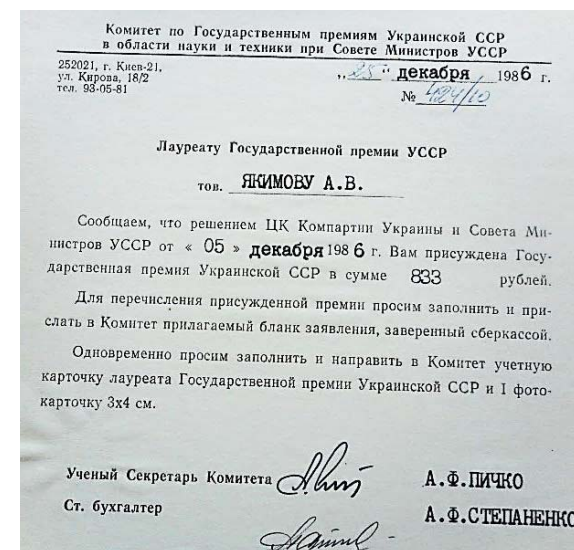


Поздравительные телеграммы в адрес Якимова Александра Васильевича прислали:

Академик Патон Б. Е. – глава Комитета по присуждению Государственных премий Украинской ССР в области науки и техники при Совете Министров УССР.



Пичко А. Ф. – ученый секретарь Комитета по Государственным премиям Украинской ССР в области науки и техники при Совете Министров УССР.

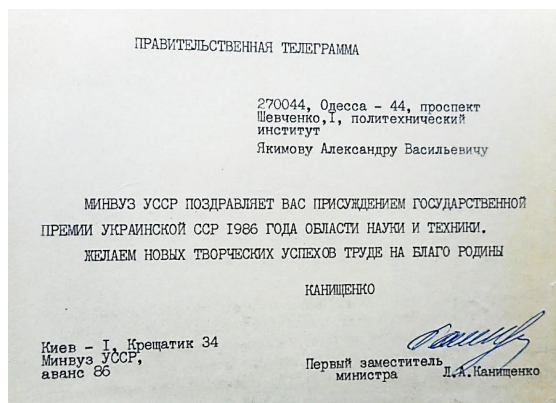


Кириченко Н. К. – Секретарь Одесского областного комитета компартии.

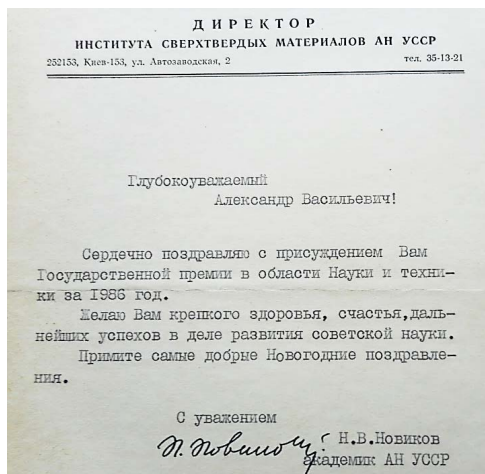




Канищенко Л. А. – Первый заместитель министра МинВУЗа УССР.



Новиков Н. В. – академик АН УССР, директор Института сверхтвердых материалов АН УССР.



Результаты долгих научных исследований Якимов А. В. изложил в более 400 научных работах, среди них 78 авторских свидетельств и патентов, опубликовал множество монографий, учебных пособий и учебников: "Оптимизация процесса шлифования", "Качество изготовления зубчатых колес", "Базы и базирование в машиностроении", "Прерывистое шлифование", "Теплофизика механической обработки", "Теоретические основы резания и шлифования", "Технология машиностроения", "Технология машиностроения и приборостроения", "Технология машиностроения и двигателестроения", "Технология автоматизированного машиностроения", "Проектирование и производство заготовок в машиностроении", "Автоматизированные системы управления процессом шлифования", "Обоснование маршрута обработки и размерный анализ технологических процессов", "Оптимизация технологических процессов в машиностроении", "Высокопроизводительная обработка абразивно-алмазными инструментами", "Высокопродуктивные шлифования", "Алмазная обработка", "Теория и прогрессивные технологии глубинного алмазного шлифования", "Тепловые и механические процессы при резании металлов", "Основы тепловых явлений при шлифовании деталей машин", "Тепловые процессы при обычном и прерывистом шлифовании", "Качество и производительность абразивно-алмазной обработки", "Теплофизика механической обработки", "Технологические процессы изготовления высокоточных деталей гидро- и пневмоаппаратуры" и др. Под его научным руководством (совместно с профессором Новиковым Ф. В.) подготовлено 10-томное коллективное фундаментальное издание "Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения".

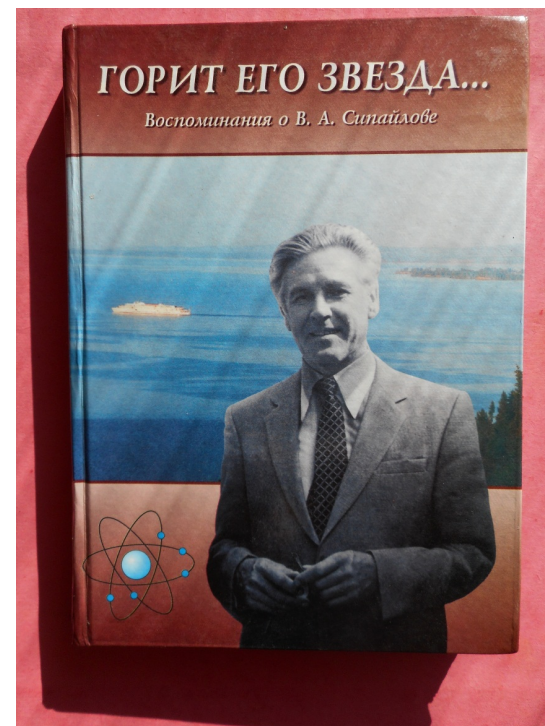
Результатом широкого внедрения прерывистых алмазных кругов на многочисленных самолето-, моторо- и станкостроительных заводах страны стало присвоение профессору А. В. Якимову почетного звания Заслуженного деятеля науки Украины.





Из поздравительных сувениров Якимов А. В.

Александр Васильевич дружил со многими именитыми людьми. Одним из таких друзей был профессор Сипайлов Владимир Антонович. В книге "Горит его звезда ... Воспоминания о Сипайлове В. А." Якимов А. В. написал:



### Большой ученый и большой друг

Я знал Владимира Антоновича как большого ученого, веселого, умного и жизнерадостного человека. Мы с ним были большие друзья. Нам удалось в свое время сцементировать творческий коллектив физиков и техников.

Физики снабжали нас новыми теоретическими результатами, а технологи реализовали теорию непосредственно в реальной жизни, то есть на практике.

Этот весьма удачный симбиоз помогал нам выполнять научные работы по хоздоговорам и готовить кадры высшей квалификации. Владимир Антонович как один из выдающихся ученых теплофизиков нацелил коллектив своей кафедры на решение теплофизических задач в области шлифования. Эти теоретические исследования вписаны в русло работ, выполненных на кафедре технологии машиностроения. В этот период мы смогли охватить теплофизику всех схем шлифования (плоское, круглое, зубошлифование на станках МААГ, НАИЛС, ГАН-Кольб, Рейсжауер, Энимс и др.). При исследовании процесса каждой схемы работали аспиранты с кафедры технологии и



физики. Этот монолитный дружный коллектив позволил создать научную школу по шлифованию, которой не было равных не только в Союзе, но и в Европе.

Вспоминая то время, я должен сказать, что это был период настоящего научного поиска, за который много было сделано. Мы с Владимиром Антоновичем выпустили 6 аспирантов и сами успешно защитили докторские диссертации.

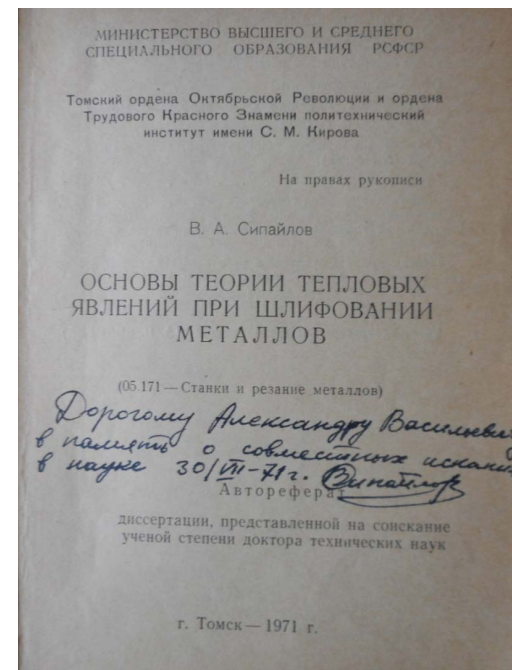
В 1967–1968 годах была обоснована физика прерывистого шлифования, проведено внедрение этого метода на ряде авиационных заводов. Владимир Антонович описал тепловые процессы, происходящие в зоне прерывистого шлифования. Был получен большой экономический эффект от сокращения брака дорогостоящих деталей на авиационных заводах. Мы с Владимиром Антоновичем неоднократно выступали в газете "Правда" с критикой Министерства станкостроительной промышленности по поводу того, что станкостроительные заводы не выпускают прерывистые круги. Я лично выступал по радио, телевидению, но, к сожалению, невзирая на все наши старания, нам не удалось пробить брешь в коммандо-административной бюрократической системе. Идея прерывистого шлифования, которая зародилась в Перми, впоследствии получила общесоюзное признание, и дальнейшее развитие в диссертационных работах аспирантов Одесского политехнического института, где была создана новая школа по шлифованию.

Несмотря на то, что я находился в Одессе, а Владимир Антонович – в Ижевске, мы продолжали совместный научный поиск, и вся молодежь кафедр технологии машиностроения и физики Пермского политехнического института прошла через Одесскую аспирантуру, 28 человек успешно защитили кандидатские диссертации. К настоящему времени мною выпущено 53 аспиранта и подготовлено 5 докторов.

Идея прерывистого шлифования, которая зародилась в Перми (в 1967 году мы получили авторское свидетельство), имела общесоюзное признание и промышленное внедрение только спустя 20 лет. Она успешно была реализована на алмазных режущих инструментах.

В 1986 году Институт сверхтвердых материалов совместно с Одесой, министерствами станкоинструментальной и деревообрабатывающей промышленности представил работу на Государственную премию. Эта работа прошла конкурс только с четвертого раза подачи.

Таковы мои теплые воспоминания о большом друге, крупном ученом и прекрасном жизнелюбивом человеке Владимире Антоновиче Сипайлове.



Юбилей Сипайлова Владимира Антоновича – ему 60 лет  
(20 декабря 1987 г.)

Человек живет столько, сколько о нем помнят. В Уставе Инженерной академии Ижевска записано право утверждать памятные медали. Одной из таких медалей стала медаль имени В.А. Сипайлова, присуждаемая за особые



заслуги в развитии науки и образования. В 1998 году на съезде инженеров РФ, проходившем в Ижевске, был вручен первый комплект медалей ученым ИжГТУ, УдГУ, Сельскохозяйственной академии. В 2005 году в соответствии с договором, заключенным между Комитетом по делам архивов при Правительстве Удмуртской Республики и Сипайловой Н. Ф., создан фонд имени Сипайлова В. А.



Якимов А. В. всегда сочетал работу и отдых, умел дружить и решать научные и общественные вопросы. Любил отдыхать в больших компаниях на природе, кататься на лыжах в лесу, собирать грибы, ловить рыбу, много времени уделял воспитанию детей.



Якимов А. В. в лесу (г. Молотов (Пермь), 1941 год



Пикник в лесу. Якимов А. В. справа (г. Москва, 1954 г.)



Якимов А. В. варит уху (г. Москва, 1954 г.)



На рыбалке. Якимов Александр Васильевич в центре,  
слева от него Алина Семеновна Михайлова,  
справа – Семен Васильевич Михайлов (г. Москва, 1954 г.)



Александр Васильевич Якимов (в руке корзина с грибами)  
и Алина Семеновна Михайлова в лесу (Москва, 1955 г.)



На даче у Барышниковых в поселке Кукуштан (Пермская область, 1963 г).  
Слева направо сидят: Борис Барышников – начальник конструкторского бюро  
по проектированию приспособлений на Пермском авиационном заводе  
им. Я.М. Свердлова и его жена, Якимова Раиса Васильевна (жена Якимова А. В.)

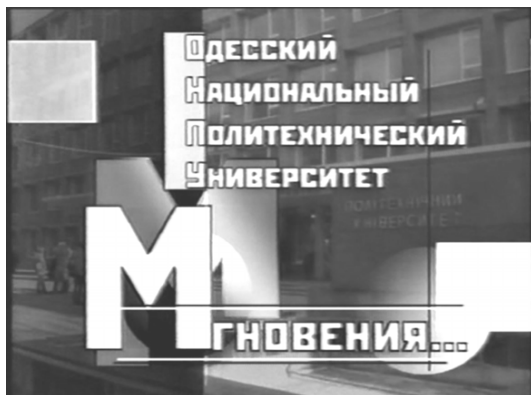


Якимов А. В. с женой Якимовой Раисой Васильевной  
на лыжной прогулке в лесу (Пермь, 1965 г.)

## КАДРЫ ИЗ ФИЛЬМА О ЯКИМОВЕ АЛЕКСАНДРЕ ВАСИЛЬЕВИЧЕ

"ОНПУ. МГНОВЕНИЯ ... " – фильм, созданный Одесской Киностудией и показанный 1 января 2008 года по Одесскому телеканалу "AV4", посвящен научной и педагогической деятельности профессора Якимова А. В.

Одесский национальный политехнический университет – по-свойски Политех – это удивительное место. Как магнит притягивает таланты и уже никогда и никуда не отпускает.



В телепрограммах, посвященных преподавателям, благодаря счастливому мгновению, приоткрывается жизнь этих замечательных людей – скромно работающих, создающих и воплощающих в жизнь то, что недоступно многим, и не только не кичащихся этим, но и скромно умалчивающих о своих открытиях и разработках. Герои телепрограмм – это ученые, преподаватели, люди – истинно не дающие нашей стране опуститься до уровня "банановых" республик и которых сегодня гордо объединяет воедино Одесский национальный политехнический университет.

Для знакомства с профессором Александром Васильевичем Якимовым было выбрано мгновение – в период сессии на экзамене по технологии машиностроения. Несмотря на сложную обстановку, сложившуюся вокруг машиностроения Украины, экзамен показал, что знания студентов глубоки и фундаментальны, а значит, пусть через 10 – 20 лет, но обязательно наступит "золотой век" машиностроения, и одна из старейших кафедр университета – кафедра "Технология машиностроения" – на которой уже 30 лет работает

Александр Васильевич Якимов в ближайшие годы получит новое дыхание и возродится заново ее былая слава.



Профессор Якимов А. В. на экзамене





Профессор Якимов А. В. на экзамене



Заведующий кафедрой "Технология машиностроения" профессор Линчевский П. А., рассказал, что кафедра основана еще до войны – в 1939 году, всегда выпускала специалистов для Одесского станкостроения и для обрабатывающей промышленности, которые пользовались огромным спросом. Раньше выпускали в год более 100 инженеров-технологов. Сейчас, последние 10 лет, много проблем с распределением специалистов. Но начинает возрождаться Одесское машиностроение: станкостроительное объединение "Микрон" обычно принимает 5 – 10 специалистов ежегодно. Получило развитие станкостроительное объединение радиально-сверлильных станков, начинает работать "Кислородмаш", где изготавливают оборудование для атомных электрических станций. Но другая проблема – за годы, когда не было спроса на специалистов, очень сократили наборы абитуриентов – берем всего одну группу, а раньше набирали 4, и даже 6 групп.

Главное – на кафедре есть люди, ученые, специалисты, которые помогут будущему поколению совершить революцию в машиностроении. К ним следует отнести профессора Якимова Александра Васильевича, который отличается хорошими человеческими качествами: обладает большой добротой, доброжелательностью, он хороший организатор в науке, умеет подбирать себе учеников, умеет с ними работать. Он никогда не торопится: он чуть медленно их вводит в науку, но делает все серьезно, солидно, фундаментально и у него много учеников – кандидатов и докторов наук – более полсотни.

Профессор Ларшин В. П. рассказал: "Александр Васильевич Якимов – мой учитель и я о нем могу говорить много. Как человек он добродушный, отзывчивый, бескорыстный. Всегда у него какие-то идеи и направления. Он

приходит и говорит: интересно вот это направление. Как ты считаешь? Давай попробуем вот такие исследования надо провести, к чему они приведут? Он всегда генерирует идеи задачи, направления.



Я слушал его лекции уже после того, как защитил кандидатскую диссертацию, они очень запомнились. Эти лекции лежат в основе моей деятельности – задали тон моей сегодняшней работе".



Доцент Гусев В. С.: "Среди большого коллектива технологов Советского Союза Александр Васильевич Якимов – один из могикан в области технологий. Я Александра Васильевича знаю добрых 35 лет, еще когда до Одессы он был заведующим кафедрой технологии машиностроения и, кажется, проректором политехнического института в Перми. Я бывал там у него на кафедре, потом он руководил нашей кафедрой. Это человек высокой техниче-

ской культуры, больших теоретических знаний. Он умеет прочитать лекции так, чтобы за ним в машиностроение пошли люди. Это большой специалист, большой ученый и большой педагог".



Доцент Чумный Ю. И.: "Как о человеке я хотел бы подчеркнуть широкую натуру Якимова Александра Васильевича и щедрость его души.

Он помогает бескорыстно любому, кто обращается с диссертацией, которая даже не связана с его научной тематикой, имеет богатейший методический опыт. Лично мне, когда я делал работу, очень много помогал, никакой личной пользы не преследовал, он только тратил драгоценное время – Человек широчайшей души".



Старший преподаватель Ткаченко Б. О.: "Якимов Александр Васильевич – это мой учитель, я его бывший студент. Он меня увидел на заводе "Стройгидравлика", где после института я работал конструктором, и пригласил на кафедру "Технология машиностроения". С 1987 года я был его аспирантом, защитил диссертацию, сейчас работаю преподавателем. Александр Васильевич, как специалист, требовательный, очень знающий человек, и второе – всегда умел улаживать конфликты, умел находить общий язык с самыми разными людьми, мог объединить людей разных характеров, так чтобы они работали, и был результат".



Александра Васильевича Якимова любят и ценят студенты – это новое и юное поколение политехнического университета, у которого впереди все будущее. Такие о нем отзывы студентов:

"Лекции профессора Якимова Александра Васильевича дали мне за 4 года учебы очень много. Он много ссылается на свои разработки, много показывает на практике, видно, что он знает свое дело ...".

"Он очень добрый, отзывчивый человек, практически всегда в хорошем настроении, приходит с улыбкой. Даже если четвертая пара, то слушать его приятно, лекции проходят в достаточно теплой атмосфере".

"Как у каждого преподавателя, у него есть свои требования к предмету. Но посещение лекций дает очень много, он понятно излагает и материал запоминается и не надо долго готовиться к занятиям".

"Якимов Александр Васильевич – отличный человек и преподаватель. Лекции проводит доходчиво и понятно, поэтому и предмет интересный – технология машиностроения".

Такие отзывы коллег и учеников – это высшая награда.

Профессор, академик Якимов А. В. – по-прежнему молод духом, его искренне называют генератором идей.

Как все начиналось в жизни Александра Васильевича, и думал ли он, будучи мальчишкой, что создаст метод прерывистого шлифования, внедренный более чем на 100 заводах Украины и России, что станет известным инженером-технологом, перед которым искренне снимают шляпы прошлые и будущие поколения машиностроителей. Вот как об этом рассказывает сам Александр Васильевич.



"Я поступил в машиностроительный техникум, т.е. техникум уже дал направление по машиностроению. Началась война, нас всех направили на оборонный завод. Я работал фрезеровщиком и расточником артиллерийских стволов. Это также связано с машиностроением. Закончив техникум, я был призван в армию, закончил училище штурманов авиации дальнего действия. По окончании войны вернулся в родной город Пермь, расположенный в самом центре Урала. Пошел работать на авиационный завод и поступил в Московский авиационный институт.

В Перми крупнейший завод – авиационный, где я работал, поэтому и учиться пошел в авиационный институт. Закончил Московский авиационный институт, аспирантуру, защитил кандидатскую диссертацию и после 15 лет в авиационной промышленности защитил докторскую диссертацию. После защиты меня пригласили работать в Одессу заведующим кафедрой. Я приехал, прошел по конкурсу".

Это может показаться шуткой – какой конкурс, когда его специально приглашают возглавить кафедру технологии машиностроения. Да к тому же,



он уже 13 лет возглавлял кафедру технологии машиностроения в Пермском политехническом институте. Но все было не просто ...



Профессор Линчевский П. А. рассказывает: "В течение 10 лет кафедру технологии машиностроения возглавлял профессор Маталин Андрей Александрович. Когда его пригласили на пост ректора в Ленинград, в Одессе были проблемы с заведованием кафедрой и по совету Андрея Александровича приехал в Одессу профессор Якимов А. В. После такого великого руководителя, ученого-специалиста, каким был Маталин А. А., приезжает для нас незнакомый человек. Но оказалось все очень просто. Александр Васильевич – специалист примерно такого же научного направления – отделочные методы обработки в технологии машиностроения. Его работы во многом были продолжением работ Андрея Александровича, но Александр Васильевич оказался основоположником еще одного научного направления в технологии. Область прерывистого шлифования – это то, что создал Александр Васильевич, и он возглавил это научное направление, которое оказалось логическим продолжением направления его предшественника – профессора Маталина Андрея Александровича".

На протяжении 20 лет Александр Васильевич возглавлял кафедру технологии машиностроения. Сейчас он продолжает работать, создает новое в прерывистом шлифовании и пишет учебники, книги, монографии. Их огромное количество, и можно с уверенностью сказать, что они помогут всем будущим студентам Политеха освоить азы – основы технологии машиностроения.

А что сегодня для профессора Якимова А. В. является главным в жизни?

Якимов А. В.: "Самым главным в жизни? Воспитание молодежи, создание учебников, проведение научных исследований. Я веду трехлетнюю государственную Министерскую тему – единственную на кафедре. Каждый год издаю учебные пособия, учебники, монографии. Сейчас выходит большой учебник на 600 страниц "Технология машиностроения". В принципе я удовлетворен своей жизнью, Я считаю, что мне повезло, выбрав именно технологию. Если бы я и дальше продолжал, то совершенствовал бы это же самое направление, потому что это очень плодотворное, важное направление".



В чем Вы, Александр Васильевич, видите вершину, и есть ли она – вершина?

Якимов А. В.: "Вершины вообще не может быть. Ведь все время идет совершенствование, разработки на более высоком научном уровне. Сейчас новая ступень – компьютеризация. Все переводится на компьютер, все моделируется, т.е. совершенствуется наука непрерывно, решая одну и ту же важную задачу – опять же улучшение качества".

У Якимова А. В. много монографий, учебников и научных статей, и поэтому он имеет право говорить, что наука не знает вершин.

Якимов А. В.: "Я подготовил многих кандидатов технических наук. Среди них есть математики, физики, механики, металловеды и другие специалисты, поскольку наука технология рассматривает все вопросы. Если взять процесс шлифования – то это самый сложный процесс. Здесь очень сложные термодинамические процессы, т.е. это горячий процесс с высокой температурой – 1000 градусов. Под воздействием этих температур происходят фазовые структурные превращения – поэтому надо привлекать металловедов.

Чтобы решать теплофизические задачи, нужно привлекать физиков, математиков и на высоком уровне проводить соответствующие исследования и автоматизировать процесс шлифования. Нужно создавать системы автоматического управления, адаптивные системы, и в этом направлении мы тоже совершенствуем процесс шлифования. Сначала создали адаптивные для управления зубошлифовальными станками МААГ, затем разработали интеллектуальную систему, т.е. систему "мыслящую", и вышли на совершенно новый уровень".

Рассуждая, какими будут студенты лет через 20, и каким должен быть человек, который будет создавать машиностроение, профессор Якимов А. В. сказал: "Это будет человек, хорошо владеющий компьютером, знающий хорошо математику и, безусловно, технологию, т.е. мы должны выпускать специалистов, которые смогли бы описать любое физическое явление математическим языком. К сожалению, сейчас наши специалисты не могут это сделать, поэтому иногда приходится в аспирантуру брать физиков. Они вынуждены изучить технологию и эти технологические процессы описать математическим языком, т.е. для того чтобы поднять теоретический уровень.

В будущем все это должно быть совмещено в одном человеке. Человек будет создавать только методологию, а ее реализация будет осуществляться с помощью компьютера. Но методологию компьютер не создаст – должно быть творчество человека".



Александр Васильевич подготовил 55 кандидатов и 5 докторов технических наук. Для защиты к нему приезжали со всех уголков Советского Союза. Одним из учеников и последователей Александра Васильевича стал и его

сын Алексей, который, как и отец, занялся прерывистым шлифованием. Уже вместе написали Якимовы много совместных трудов.

Жизнь продолжается, и, несмотря на сложности сегодняшнего времени – особенно для машиностроения – Александр Васильевич уверен – будущее именно за технологами, которые возродят из небытия промышленность Украины.

Якимов А. В.: "У Одесского политехнического большое будущее, потому что у нас очень много разных специальностей, которые будут совершенствоваться, развиваться. Сейчас на технологию машиностроения смотрят как-то не совсем обоснованно, но технология машиностроения со временем будет одной из ведущих. Сейчас в основном все стремятся стать экономистами и юристами. Но сколько можно экономистов и юристов выпускать? Надо выпускать технологов, которые могут решать экономические задачи".

Да, у Одесского национального политехнического университета большое будущее, а обеспечивают его люди, работающие там, такие как профессор Якимов Александр Васильевич и многие другие – глыбы и корифеи нашей науки и образования. Каждый из нас становится истинно богаче благодаря тем мгновениям, встречам и знакомствам с жизнью, творчеством и работой этих людей, которых сегодня объединяет Одесский Политех.



## ЛИТЕРАТУРА О ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА

1982

1. Щербаков А. Эффект Якимова // Знамя коммунизма. – 1982. – 9 апреля.

... Какое же чудо придумал ученый? Почему до сих пор идут в институт запросы с машиностроительных, инструментальных, деревообрабатывающих заводов с просьбой выслать документацию по производству абразивных кругов и лент новой конструкции? В двух словах дело тут в следующем. Шлифующий абразивный круг вращается со скоростью до 50 оборотов в секунду, и в зоне его соприкосновения с металлом возникают температуры до 800 и даже 1000 градусов. Они-то и вызывают в металле нежелательные структурные превращения. Как же сбить столь высокую температуру? Мысль, осенившая исследователя, оказалась столь же счастливой, сколь и простой – делать круги не сплошными, а прерывистыми, разделенными на секторы. В результате нагревание стало как бы пульсирующим, с микроскопическими интервалами охлаждения.

Сейчас это уже для всех очевидно как ясный день. А ведь были в сложном процессе творчества и фазы полной неясности, и блуждание в тумане, и выбор ложных путей. Но пришел, наконец, тот "звездный час", когда осенила догадка, что надо отбросить все и сосредоточить внимание на одном – периоде теплового насыщения. Именно он был исследован с помощью фундаментального математического аппарата и привел к целой серии изобретений.

Эффект, как говорится, превзошел все ожидания. Исчезли прижоги и трещины, снизился расход абразивов, а самое главное – появилась возможность распространить идею прерывистости на изготовление шлифовальных лент, отрезных кругов, нанесение так называемых "масляных карманов" на трущиеся поверхности и т. д. ...

2. Грабовский А. Воспитание наукой: [О работе А.В. Якимова, как ученого, как заведующего кафедрой "Технология машиностроения" ОПИ] // Одес. политехник. – 1982. – 16 апр.

С хорошими результатами встречают одесские политехники День советской науки. Институт – крупнейший вуз Одесского региона – по праву считается лидером в области научных исследований. Миллионы рублей экономического эффекта от внедрений изобретений – этим по праву гордится

коллектив института. Кафедра технологии машиностроения по этим показателям в вузе традиционно находится в числе лидеров.

... – Хочу подчеркнуть, – продолжает наш разговор А. В. Якимов, – что общетехническая подготовка, специальные знания, деловая компетентность, умения работать с людьми, – словом, все те качества, которые определяют сегодня класс специалиста, не получаются автоматически вместе с институтским дипломом, а приобретаются каждодневной самостоятельной работой, в обязательной и тесной связи процесса обучения с практикой. Поэтому важность студенческой научной работы трудно переоценить.

Это ведь аксиома: чем увлеченней человек своим делом, тем большей отдачи можно от него ожидать, тем притягательнее сила его примера.

3. Поздравляем! // Веч. Одесса. – 1982. – 10 июня.

[О присвоении почетного звания заслуженного деятеля науки Украинской ССР Якимову Александру Васильевичу – зав. кафедрой технологии машиностроения ОПИ].

1985

4. Розов И. Учиться быть ученым: Диалог с зав. кафедрой технологии машиностроения ОПИ А. В. Якимовым // Веч. Одесса. – 1985. – 22 апр.

1987

5. Грабовский А. Школа Якимова // Одесский политехник. – 1987. – 13 февраля.

[Политехники – научно-техническому прогрессу].

6. Алексеев В. Процесс, который управлял бы сам собой?: Интервью с лауреатом Государственной премии УССР А. В. Якимовым // Веч. Одесса. – 1987. – 16 февраля.

7. Грабовский О. Школа Якимова: [Интеграция науки с виробництвом ОПИ] // Чорномор. комуна. – 1987. – 4 березня.

8. Грабовський О. Критичний погляд на визнання // Радянська освіта. – 1987. – 17 липня.

[Люди радянської науки. Методи шліфування, що розроблені зав. кафедрою ОПІ Якимовим О. В.].

1995

9. Малахов В. П. Одесский государственный политехнический университет // Очерки развития науки в Одессе. – О., 1995. – С. 374–400.

[Об А. В. Якимове. – С. 394, 399].



## 2000

**10.** Якимов Александр Васильевич. Заслуженный деятель науки УССР, лауреат Государственной премии УССР, доктор технических наук, профессор // История Одесского политехнического в очерках. – О.: ОГПУ; Астропринт, 2000. – С. 292–293.

**11.** К 75-летию профессора А.В. Якимова // Прогрессивные технологии в машиностроении (Технология – 2000): Материалы 15-й Ежегодной Междунар. науч.-техн. конф., г. Одесса, 18–20 апр. 2000 г. – К., 2000. – С. 3. (Конф. посвящена 75-летию А. В. Якимова).

**12.** К 75-летию со Дня рождения Якимова Александра Васильевича // Проблемы теории и практики технологии машиностроения, механической и физико-технической обработки: Труды Междунар. науч.-техн. конф., 22–26 мая 2000 г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2000. – С. 8–9.

Отмечается, что решение сложных проблем технологии машиностроения по повышению качества и надежности машин и систем последние 50 лет связано с именем крупного ученого-технолога, Заслуженного деятеля науки Украины, Лауреата Государственной премии Украины, академика Инженерной Академии Наук Украины, доктора технических наук, профессора Одесского государственного политехнического университета Якимова Александра Васильевича.

В последние годы Александр Васильевич плодотворно работает над созданием фундаментальной теории механической и физико-технической обработки материалов. Необходимость разработки данной теории чрезвычайно актуальна, так как традиционных эмпирических знаний о физике процессов обработки явно недостаточно для решения кардинальных задач повышения производительности, качества и точности обработки. Благодаря аналитическому подходу удалось получить новые решения по выявлению, обоснованию и реализации условий существенного повышения эффективности обработки, выйти на создание высокопроизводительных способов абразивной обработки, значительно расширить и даже изменить наши представления о возможностях структурно-параметрической оптимизации в технологии машиностроения, механической и физико-технической обработки и т.д.

Александр Васильевич – образец преданности делу науки. Несмотря на временные трудности с финансированием научных работ и некоторое снижение интереса предприятий к научным разработкам, он активно участвует в создании и внедрении в производство прогрессивных технологий. Считает, что

сегодня нужны чрезвычайно эффективные научные разработки, способные принести реальный экономический эффект предприятию. Для этого нужны новые подходы, новые технические решения, глубокие фундаментальные знания наших ученых-технологов, необходима перестройка идеологии обучения в высшей школе специалистов-технологов. Подготовленные под его научным руководством и изданные учебные пособия и учебники могут стать основой обучения нового поколения специалистов, отвечающих требованиям современного производства, базирующихся на компьютерно-интегрированных технологических системах.

## 2002

**13.** Ларшин В. П. Александр Васильевич Якимов // Видные ученые Одессы: По воспоминаниям учеников и сотрудников. – О.: Астропринт, 2002. – Вып. 9. – С. 123–127.

## 2003

**14.** Александр Васильевич Якимов – профессор, доктор технических наук // Профессора и доктора технических наук Пермского государственного технического университета. – Пермь: Книжная площадь, 2003. – С. 49.

**15.** Якимов Александр Васильевич. Заслуженный деятель науки УССР, лауреат Государственной премии УССР, доктор технических наук, профессор // История Одесского политехнического в очерках. – О.: ОГПУ; Астропринт, 2003. – С. 424–426.

**16.** Ларшин В. П. Научная школа профессора Якимова Александра Васильевича // Физические и компьютерные технологии: Труды 8-й Междунар. науч.-техн. конф., г. Харьков, 9–10 дек. 2003 г. – Х., 2003. – С. 3–6. – Научные школы – участники конференции.



В статье дается характеристика и основные направления развития научной школы по технологии абразивно-алмазной обработки.

Профессор Якимов А.В. – известный ученый и крупный специалист по технологии машиностроения, организатор научной школы и основоположник учения по финишным методам алмазно-абразивной обработки деталей машин, изготовленных из конструкционных машиноподелочных сталей, металлов и сплавов, в том числе из труднообрабатываемых материалов и материалов, склонных к образованию шлифо-

вочных дефектов (прижогов и микротрещин). Стоявший у истоков созданных им научных направлений, он подготовил плеяду ученых и единомышленников, которые успешно работают, продолжая традиции его научной школы не только в Украине (Одесса, Харьков, Киев, Севастополь, Хмельницкий и др.), в России (Пермь, Ижевск, Москва, Луга, Волжский и др.) и других странах ближнего и дальнего зарубежья (в том числе США).

Профессор Якимов А. В. работает на кафедре технологии машиностроения ОНПУ. Итоги долгих научных исследований и экспериментов он изложил в большом количестве научных и учебных работ. Этих работ более 300, среди них свыше 80 изобретений, более 15 учебных пособий и учебников. Среди крупных работ можно отметить, например, монографии: "Прерывистое шлифование", "Оптимизация процесса шлифования", "Абразивно-алмазная обработка фасонных поверхностей", "Качество изготовления зубчатых колес" и другие. Кроме того, под его редакцией вышли, например, такие учебники и учебные пособия как: "Технология автоматизированного машиностроения", "Управление процессом шлифования", "Оптимизация технологических процессов в машиностроении", "Основы тепловых явлений при шлифовании деталей машин" и другие. В книжных издательствах Украины (2001 год) и России (2002 год) вышли из печати учебники "Теоретические основы технологии машиностроения" и "Технология машиностроения" под редакцией профессора Якимова А. В. В плане издания – учебник "Основы технології виготовлення машин та приладів", а также учебное пособие "Лабораторний практикум по технології машино- та приладобудування".

#### 2004

17. Александр Васильевич Якимов: Библиографический указатель / Одес. нац. политехн. ун-т. Науч.-техн. б-ка; Сост. З. Х. Исламгулова, Т. Ю. Гнатюк, И. А. Яковлева. – О.: Наука и техника, 2004. – 88 с.

#### 2005

18. Поздравление // Физические и компьютерные технологии: труды 11-й Международной научно-технической конференции, 2–3 июня 2005 г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2005. – С. 3. (Конф. посвящена 80-летию А. В. Якимова).

В поздравлении отмечается, что очередная 11-я Международная научно-техническая конференция "Физические и компьютерные технологии" посвящается 80-летию со дня рождения основателя и руководителя конференции, выдающегося ученого-технолога, Заслуженного деятеля науки Укра-

ины, лауреата Государственной премии Украины, почетного профессора НТУУ "Киевский политехнический институт", доктора технических наук, профессора кафедры "Технология машиностроения" Одесского Национального политехнического университета Якимова Александра Васильевича, который внес большой вклад в развитие научных основ технологии машиностроения, процессов механической и физико-технической обработки материалов. Под его руководством успешно решен ряд принципиально важных для отечественного машиностроения проблем по повышению качества обработки ответственных деталей машин, особенно авиационного назначения. Им впервые в мировой практике создан чрезвычайно эффективный процесс прерывистого шлифования, который кардинально решает проблемы снижения температуры в зоне резания и улучшения качества поверхностного слоя обрабатываемого материала, повышает надежность и долговечность работы деталей машин.

Александр Васильевич – автор более чем четырехсот научных трудов, из них около полусотни монографий, учебников, учебных пособий. Он является научным руководителем 10-томного коллективного издания "Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения", выполненного в рамках проводимой конференции с участием ведущих ученых-технологов Украины и России.

Александр Васильевич подготовил целую плеяду кандидатов и докторов технических наук. Он является Учителем и кумиром для многих и многих специалистов. Это была именно его идея провести в таком мощном индустриальном городе как Харьков на базе машиностроительных предприятий серию научно-технических конференций с целью приблизить науку к производству, активизировать работы по созданию и внедрению новых научных разработок. Сегодня мы проводим 11-ую по счету конференцию. И в этом огромная заслуга Александра Васильевича.

#### 2008

19. Телепрограмма «ОНПУ. МГНОВЕНИЯ ...» – созданная Одесской Киностудией и показанная 1 января 2008 года по Одесскому телеканалу "AV4".

#### 2015

20. К 90-летию со дня рождения Якимова Александра Васильевича // Сучасні системи технологій у машинобудуванні: зб. наук. пр., присвячених 90-річчю з дня народження проф. Одеського національного політехнічного університету (ОНПУ) Якимова О. В. – Д.: ЛІРА. – 2015. – С. 3–28.

Отмечается, что 16 марта 2015 года исполнилось 90 лет выдающемуся ученому-технологу, Заслуженному деятелю науки Украины, лауреату Государственной премии Украины, академику Инженерной Академии Украины, почетному профессору НТУУ "Киевский политехнический институт", доктору технических наук, профессору Одесского Национального политехнического университета **Якимову Александру Васильевичу**, который, благодаря многолетней активной творческой работе, внес большой вклад в развитие теоретических основ технологии машиностроения, процессов механической и физико-технической обработки материалов. Под его руководством успешно решены принципиально важные для отечественного машиностроения проблемы повышения качества изготовления ответственных деталей машин, особенно авиационного назначения, и впервые в мировой практике создан чрезвычайно эффективный процесс прерывистого шлифования, который кардинально решает проблемы снижения температуры в зоне резания и улучшения качества поверхностного слоя обрабатываемого материала, повышает надежность и долговечность работы деталей машин.

Александр Васильевич – автор более 400 научных трудов, из них более 50 монографий, учебников и учебных пособий, имеет до 100 изобретений. Он подготовил свыше 50 кандидатов и докторов технических наук. Александра Васильевича считают своим Учителем многие ученые и специалисты. Под его руководством в Одессе и Харькове постоянно проводились и продолжают проводиться на базе машиностроительных предприятий научно-практические конференции, позволяющие приблизить науку к производству, активизировать участие творческой молодежи в развитии машиностроительного комплекса.

**21.** Николаева Т. Александр Якимов – классик технологии машиностроения // Веч. Одесса. – 2015. – 17 марта.

Александр Васильевич Якимов вчера, 16 марта, отметил 90-летие. Это человек-легенда. Его ученики, теперь уже сплошь доктора и профессора, уточняют: "Классик мирового значения". Добавляют: "Любимую дисциплину – технологию машиностроения – он возвысил до уровня академической науки".

Обычному читателю сложно уяснить проблемы, над которыми работал Александр Васильевич (название его докторской диссертации: "Технологические основы процесса шлифования кругами с прерывистой рабочей поверхностью"), но это общеизвестный факт, что в области абразивно-алмазной об-

работки украинская наука с приходом Якимова А. В. сделала уверенный шаг вперед.

"Общетехническая подготовка, специальные знания, деловая компетентность, умение работать с людьми, – словом, все те качества, которые определяют класс специалиста, не даются автоматически вместе с институтским дипломом, а приобретаются ежедневной самостоятельной работой – причем в обязательной связи процесса обучения с практикой. Поэтому важность студенческой научной работы трудно переоценить ..." – считает А. В. Якимов.

Для всей семьи Якимовых Одесский национальный политехнический университет является родным домом: тут до ухода на заслуженный отдых трудилась супруга Раиса Васильевна, сюда после окончания вуза пришли на преподавательскую работу дочь Ольга и сын Алексей. Алексей на днях сделал подарок отцу – защитил докторскую диссертацию по "наследственной" тематике "Технология машиностроения". "Альма матер" поздравляет юбиляра с 90-летием, "Вечерняя Одесса" присоединяется.

**22.** Новиков Ф. В. Теоретический анализ технологических возможностей уменьшения температуры резания при шлифовании // Інноваційні технології в освіті, науці та виробництві: збірник наукових праць [Текст]. – Вип. 3(8). – Одеса: Наука і техніка, 2015. – С. 88–95.

Отмечается, что повышение качества изготовления деталей машин является важным условием создания конкурентоспособной машиностроительной продукции. В успешном решении этой задачи важная роль принадлежит совершенствованию процессов механической обработки деталей и, в особенности, процесса шлифования. В настоящее время накоплен большой опыт эффективного применения процессов шлифования. Значительный вклад в теорию и практику шлифования внес профессор Якимов А. В. Разработанная им теория теплофизики шлифования и высокоэффективный метод прерывистого шлифования позволили кардинально решить проблему бездефектной обработки деталей машин, в частности, высокоточных деталей авиационного назначения, что имеет большое практическое значение.

## 2016

**23.** Новиков Ф. В. Научная школа профессора Якимова Александра Васильевича // Фізичні та комп'ютерні технології: Матеріали XXII Міжнародної науково-практичної конференції, 7–9 грудня 2016, м. Харків. – Д.: ЛІРА, 2016. – С. 3–6.



Технология машиностроения является одной из самых масштабных и развитых технологий современности, которая сосредоточила в себе огромное количество технических достижений в виде открытий, изобретений и результативных технологических решений, направленных на повышение качества, производительности и экономичности изготовления деталей и машин. Большая заслуга в этом принадлежит выдающемуся ученому-технологу, теплофизику, механику, материаловеду, доктору технических наук, профессору, Заслуженному деятелю науки Украины, Лауреату Государственной премии Украины Якимову Александру Васильевичу, основателю научной школы технологов-машиностроителей в Одессе, получившей широкое признание в нашей стране и за рубежом. Его решения по теплофизике и механике абразивной обработки признаны классическими, а разработанный метод прерывистого шлифования стал одним из основных методов высококачественной обработки изделий, исключаящей прижоги, микротрещины и другие температурные дефекты на обрабатываемых поверхностях и обеспечивающей одновременно увеличение производительности обработки. Особенно значительный эффект от применения прерывистого шлифования был достигнут на операциях обработки сложнопрофильных деталей авиационной техники – турбинных лопаток, зубчатых колес и т.д., где тепловые процессы проявлялись в наибольшей степени и определяли качество обрабатываемых поверхностей.

Работы Якимова А. В. получили широкое практическое применение, под его научным руководством выполнено большое количество кандидатских и докторских диссертационных работ.

Созданная им научная технологическая школа сплотила под свои знаменами большой отряд целеустремленной творческой молодежи, продолжающей развивать научные идеи своего УЧИТЕЛЯ.

Сегодня мы проводим очередную 22 конференцию. И хотя Александра Васильевича уже нет с нами, но мы идем по намеченному им пути: соединяя науку с производством, обобщая опыт разработки и внедрения в производство новых инновационных технологий, металлорежущего оборудования и инструментов, обмениваясь научно-практической информацией, устанавливая деловые контакты, рекламируя продукцию, осуществляя презентацию новых фирм и компаний. Надеемся, что эти наши встречи помогут профессорско-преподавательскому составу учебных заведений улучшить качество обучения студентов, которым предстоит развивать науку, производство и нашу страну.

**24.** Новиков Ф. В. Профессор Якимов Александр Васильевич – родоначальник прерывистого шлифования // Оптимальные решения в металлообработке : монография / Ф. В. Новиков, В. А. Жовтобрюх, Г. В. Новиков. – Д. : ЛИРА, 2017. – 476 с. – С. 245–251.

Показан большой вклад профессора Якимова Александра Васильевича в становление современной науки о технологии машиностроения и технологического обеспечения качества обработки изделий. Отмечается, что разработанный им метод прерывистого шлифования является образцом воплощения в жизнь кардинального решения о возможности существенного уменьшения температуры шлифования и повышения качества обработки изделий, изготовленных из труднообрабатываемых материалов, за счет периодичности кратковременного контакта шлифовального круга с обрабатываемым изделием.

**25.** Новиков Ф. В. От конференции – к конференции // Фізичні та комп'ютерні технології: Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної конференції, 21–22 грудня 2017, м. Харків. – Одеса: ОНПУ, 2018. – С. 3–12.

В выступлениях участников конференции отмечались большие заслуги основателя конференций "Физические и компьютерные технологии" – профессора Якимова Александра Васильевича – в развитии и популяризации научных технологических знаний и активизации участия молодых специалистов в творческой деятельности по созданию эффективных технологий современного производства. Разработанный им метод прерывистого шлифования стал образцом решения задач металлообработки благодаря возможности существенного снижения силы и температуры резания и обеспечения высококачественной бездефектной обработки деталей машин без уменьшения производительности обработки.

Особенно значителен эффект был достигнут от применения шлифования прерывистыми алмазными кругами на металлических связках, которые не требуют применения традиционных электрохимической и электроэрозионной правок, ухудшающих экологические условия обработки. В значительной степени это относится к электрохимической правке, осуществляемой с применением электролитов, вредных для здоровья рабочего и оборудования. Применение прерывистых алмазных кругов благодаря осуществлению, по сути, непрерывной механической правки в процессе шлифования вследствие ударного характера взаимодействия рабочих выступов с обрабатываемым материалом, позволяет стабильно обеспечить их высокую режущую способность и исключить необходимость применения дополнительных электрохимической

и электроэрозионной правок, ухудшающих экологические условия обработки. Таким образом, разработанный профессором Якимовым А. В. процесс прерывистого шлифования позволяет решить как технологические, так и экологические задачи, обеспечить высококачественную и высокопроизводительную обработку деталей машин, что имеет первостепенное значение при создании конкурентоспособной машиностроительной продукции.

#### 2018

26. Новиков Ф. В. Научная технологическая школа профессора Якимова Александра Васильевича // Технологии производства: проблемы и решения: монография / Ф. В. Новиков, В. А. Жовтобрюх, С. А. Дитиненко, А. Г. Крюк, Н. Ф. Савченко, В. Г. Шкурупий, В. И. Полянский, И. А. Рябенков, Д. Ф. Новиков. – Д.: ЛИРА, 2018. – 536 с. – С. 26–41.

Отмечается, что научная технологическая школа профессора Якимова А. В. охватывает не только город Пермь (где родился и начал трудовую деятельность Александр Васильевич Якимов) и Одессу (где он жил и работал в последние годы жизни), но и город Харьков, где живут и работают его ученики.

Создание и широкое применение метода прерывистого шлифования стало признанным мировым достижением научной технологической школы профессора Якимова Александра Васильевича. Всеобщее признание получили также работы профессора Якимова А. В. и его учеников в области технологии машиностроения, теории и практики абразивной обработки, а подготовленные ими учебники, учебные пособия и монографии стали настольными книгами для многих студентов и инженеров-технологов. Он подготовил целую плеяду кандидатов и докторов технических наук, и навсегда останется Учителем и кумиром для многих и многих специалистов.

27. Новиков Г. В. Новые монографии о технологии машиностроения и механической обработке // Новые и нетрадиционные технологии в ресурс- и энергосбережении: Материалы международной научно-технической конференции, Одесса, 26–29 сентября 2018. – Одесса: ОНПУ, 2018. – С. 123–126.

Отмечается, что в монографии "Технологии производства: проблемы и решения" (авторы: Новиков Ф. В., Жовтобрюх В. А., Дитиненко С. А., Крюк А. Г., Савченко Н. Ф., Шкурупий В. Г., Полянский В. И., Рябенков И. А., Новиков Д. Ф., объем 536 стр.) большое внимание уделено научной технологической школе профессора Якимова Александра Васильевича, внесшей значительный вклад в решение сложных проблем технологии машиностроения по повышению качества и надежности машин и систем.

## УКАЗАТЕЛЬ ПЕЧАТНЫХ РАБОТ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА

#### 1956

1. Исследование жесткости металлорежущих станков типа МААГ: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 1956. – 16 с.

2. Исследование жесткости металлорежущих станков типа МААГ: Дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 1956. – 250 с.

#### 1958

3. Исследование вопроса зубошлифования / М. И. Бодзич // Изв. вузов. Машиностроение. – 1958. – № 9. – С. 133–145. – Библиогр.: 2 назв.

#### 1959

4\*. Исследование жесткости зубошлифовальных станков // Труды Запорожского машиностроительного ин-та. – 1959. – № 3.

5. Исследование кинематической точности копировально-шлифовальных станков / Г. Г. Кравченко // Изв. вузов. Машиностроение. – 1959. – № 9. – С. 169–176. – Библиогр.: 2 назв.

6. Метод повышения производительности зубошлифовальных станков МААГ / Л. П. Смирнов // Авиационная промышленность. – 1959. – № 5. – С. 70–72.

#### 1960

7. Фасонное шлифование газотурбинных лопаток на станках модели ХШ-65 / Г. Г. Кравченко // Станки и инструмент. – 1960. – № 3. – С. 10–12.

#### 1961

8\*. Силы резания и наклеп при профильном шлифовании / Г. И. Кравченко, Л. П. Смирнов // Технология и организация авиационного пр-ва: Произв.-техн. сб. – Москва: Оборонгиз, 1961.

#### 1962

9\*. Наклеп и остаточные напряжения при шлифовании лопаток газовых турбин / А. Н. Каморкин // Влияние технологических факторов на качество и надежность лопаток турбин: Материалы совещ. – Москва: НИАТ, 1962.

10\*. Причины возникновения шлифовочных трещин на замках лопаток газовых турбин / Г. Г. Кравченко // Влияние технологических факторов на качество и надежность лопаток турбин: Материалы совещ. – Москва: НИАТ, 1962.

## 1963

**11\*.** Поверхностные дефекты шлифования на деталях из жаропрочных сплавов / В. В. Якимов, Ю. Н. Иванкин // Опыт работы жаропрочных сталей и сплавов. – Москва: ГОСИНТИ, 1963.

**12.** Устранение дефектов при шлифовании зубчатых колес / В. Е. Логинов, Ю. Н. Иванкин, Н. Н. Новиков // Авиационная пром-сть. – 1963. – № 5. – С. 46–49.

## 1964

**13.** Исследование температур в зоне шлифования / Ю. А. Казимирчик, В. А. Сипайлов // Вестник машиностроения. – 1964. – № 8. – С. 64–66.

**14.** Моделирование тепловых явлений при шлифовании: Информ. листок / В. А. Сипайлов // Машиностроение / ЗУ СНХ. – Пермь, 1964. – № 75(264). – 9 с.

**15.** Причины появления шлифовочных трещин в лопатках газовых турбин / В. Е. Логвинов, Н. Н. Новиков, А. Н. Каморкин // Авиационная пром-сть. – 1964. – № 2. – С. 23–26.

## 1965

**16.** Влияние режимов шлифования на физико-химические свойства поверхностного слоя: Информ. листок / В. А. Сипайлов, Ю. А. Бояршинов, Л. В. Ушатов, С. А. Иванов // Машиностроение / ЗУ СНХ. – Пермь, 1965. – № 12(42). – 5 с.

**17.** Возможности прерывистого шлифования: Информ. листок / В. А. Сипайлов, Ю. А. Бояршинов // Машиностроение / ЗУ СНХ. – Пермь, 1965. – № 18(76). – 7 с.

**18.** Метод градуировки термопар для измерения температур в зоне шлифования / В. А. Сипайлов, Ю. А. Казимирчик // Заводская лаб. – 1965. – Т. 31, № 7. – С. 818–820.

**19.** Предупреждение прижогов при шлифовании шестерен / Е. П. Калинин, А. С. Головизин, С. К. Екимов // Авиационная пром-сть. – 1965. – № 10. – С. 39–41.

**20.** Силовые зависимости при зубошлифовании тарельчатыми кругами / В. И. Шерышев, Ю. А. Казимирчик // Станки и инструмент. – 1965. – № 10. – С. 9–10.

## 1966

**21.** Исследование причин, вызывающих прижоги при зубошлифовании на станках МААГ / Б. И. Еропкин, В. А. Сипайлов, Н. Н. Новиков // Авиационная пром-сть. – 1966. – № 7. – С. 37–38.

**22\*.** Исследование технологических возможностей улучшения эксплуатационных свойств шлифованных зубчатых колес / Ю. А. Бояршинов // Технологические методы повышения точности, надежности и долговечности в машиностроении: Материалы конф., г. Одесса. – Москва, 1966.

**23.** О явлениях, происходящих в поверхностном слое при шлифовании / В. А. Сипайлов, В. И. Потемкин, С. А. Иванов // Вестник машиностроения. – 1966. – № 3. – С. 69–72. – Библиогр.: 5 назв.

**24.** Прерывистое алмазное шлифование стальных поверхностей / В. И. Потемкин, Г. С. Яковлев // Машиностроитель. – 1966. – № 9. – С. 8–9.

**25.** Расчет размеров режущих перемычек круга при прерывистом шлифовании / В. А. Сипайлов // Заводская лаб. – 1966. – Т. 32, № 7. – С. 847–851.

**26.** Расчет температур при шлифовании / В. А. Сипайлов, Ю. А. Казимирчик // Вестн. машиностроения. – 1966. – № 8. – С. 73–74.

**27\*.** Шлифование зубчатых колес кругами с радиальными прорезами на станках, работающих по методу копирования / Ю. А. Бояршинов, С. К. Екимов, С. А. Иванов // Металлорежущие и деревообрабатывающие станки, автоматические линии: Научн. техн. реф. сб. / НИИМАШ. – Москва, 1966. – Вып. 3.

## 1967

**28.** Влияние охлаждения на температурное поле при плоском шлифовании / В. А. Сипайлов // Методы изготовления зубчатых колес: Материалы научн.-техн. конф. – Пермь: ППИ, 1967. – С. 73–87. – Библиогр.: 6 назв.

**29.** Исследование качества поверхностного слоя при прерывистом шлифовании цементируемой стали 12Х2Н4А алмазными кругами / В. А. Потемкин, Г. С. Яковлев, В. А. Сипайлов // Методы изготовления зубчатых колес: Материалы научн.-техн. конф. – Пермь: ППИ, 1967. – С. 65–73. – Библиогр.: 9 назв.

**30.** Исследование напряженности цементированных сталей после шлифования / Т. Е. Хапланова, Н. И. Гунько, Р. И. Вечер // Методы изготовления зубчатых колес: Материалы научн.-техн. конф. – Пермь: ППИ, 1967. – С. 115–122. – Библиогр.: 2 назв.

**31.** Исследование процесса зубохонингования / В. В. Полянин, Ю. А. Бояршинов, К. А. Сыкулев, Н. М. Красильников // Методы изготовления зубчатых колес: Материалы научн.-техн. конф. – Пермь: ППИ, 1967. – С. 34–41. – Библиогр.: 2 назв.

**32.** Исследование стойкости притиров при зубопритирке / Г. В. Гольдин, Е. А. Евсин, В. И. Шерышев // Методы изготовления зубчатых колес:



Материалы науч.-техн. конф. – Пермь: ППИ, 1967. – С. 42–48. – Библиогр.: 5 назв.

**33.** К вопросу исследования причин, вызывающих усталостное разрушение зубчатых колес / А. С. Головизин, С. К. Екимов, В. А. Сипайлов, С. А. Иванов // Методы изготовления зубчатых колес: Материалы научн.-техн. конф. – Пермь: ППИ, 1967. – С. 123–136.

**34.** Качество поверхностного слоя при шлифовании алмазными кругами на бакелитовой связке / В. И. Потемкин, Г. С. Яковлев, А. Е. Перминов // Станки и инструмент. – 1967. – № 3. – С. 20–22. – Библиогр.: 11 назв.

**35.** Методы контроля физико-механического состояния поверхностного слоя зубчатых колес / Н. В. Костин, Ю. А. Бояршинов, А. С. Головизин, Е. П. Калинин // Методы изготовления зубчатых колес: Материалы научн.-техн. конф. – Пермь: ППИ, 1967. – С. 157–162. – Библиогр.: 4 назв.

**36.** О прижогах при шлифовании цементируемых сталей / Г. С. Яковлев, Е. П. Калинин // Авиационная пром-сть. – 1967. – № 9. – С. 39–40.

**37.** Оптимальные режимы зубошлифования колес на станках с червячным абразивным кругом / Е. П. Калинин, Т. Е. Хапланова // Вестник машиностроения. – 1967. – № 7. – С. 58–60. – Библиогр.: 8 назв.

**38.** Оптимальные режимы зубошлифования на станках с червячным абразивным кругом / Е. П. Калинин, У. Л. Ослон, А. И. Казакова // Вестник машиностроения. – 1967. – № 1. – С. 63–65. – Библиогр.: 3 назв.

**39.** Прерывистое шлифование / В. А. Сипайлов, В. И. Потемкин, Г. С. Яковлев, Ю. А. Бояршинов // Вестник машиностроения. – 1967. – № 3. – С. 76–78. – Библиогр.: 4 назв.

**40\*.** Прерывистое шлифование инструментальных материалов / В. И. Потемкин, Г. Г. Рахматулин // Тр. Уральской юбилейной научной сессии. – Курган, 1967.

**41.** Пути повышения качества поверхностного слоя зубьев при шлифовании закаленных спирально-конических зубчатых колес / С. К. Екимов, А. С. Головизин // Надежность и качество зубчатых передач. – Москва: НИИИН-ФОРМТЯЖМАШ, 1967. – С. 1–9.

**42.** Пути устранения прижогов при зубошлифовании / Ю. Я. Бояршинов, С. К. Екимов // Методы изготовления зубчатых колес: Материалы научн.-техн. конф. – Пермь: ППИ, 1967. – С. 10–17. – Библиогр.: 2 назв.

**43.** Пятно контакта и температуры, возникающие при зубошлифовании на станках с червячным абразивным кругом / Е. П. Калинин, Т. Е. Хапланова

// Методы изготовления зубчатых колес: Материалы научн.-техн. конф. – Пермь: ППИ, 1967. – С. 101–114. – Библиогр.: 6 назв.

## 1968

**44\*.** Автоматическое обеспечение качества поверхностного слоя при зубошлифовании / В. Н. Зуев, Ю. А. Бояршинов // Абразивная и алмазная обработка: Тез. докл. семинара. – Москва, 1968.

**45.** Динамика процесса зубошлифования червячным абразивным кругом / Е. П. Калинин // Станки и инструмент. – 1968. – № 5. – С. 17–18. – Библиогр.: 2 назв.

**46.** Износ алмазных и абразивных кругов / В. И. Потемкин, В. М. Пучнин, Г. Г. Рахматулин // Станки и инструмент. – 1968. – № 5. – С. 28–29. – Библиогр.: 3 назв.

**47.** Об улучшении качества поверхностного слоя шлифованных зубчатых колес / В. А. Сипайлов, Е. А. Лучников, Ю. А. Бояршинов, Е. П. Калинин, Л. П. Смирнов // Авиационная пром-сть. – 1968. – № 2. – С. 12–15.

**48.** Силовые зависимости при шлифовании конических зубчатых колес с круговыми зубьями // Станки и инструмент. – 1968. – № 2. – С. 1213. – Библиогр.: 3 назв.

## 1969

**49.** Исследование качества поверхностного слоя при шлифовании сплава ВТЗ–1 / Г. С. Яковлев, Ю. И. Рак, В. Н. Доронин, Ф. М. Вяткин, А. Н. Андриевский // Авиационная пром-сть. – 1969. – № 3. – С. 50–52.

**50\*.** Исследование процесса шлифования цементируемой стали 16Х ГТЛ / В. И. Потемкин // Технологические методы повышения качества, надежности и долговечности деталей машин: Тез. докл. конф., март 1969 г.

**51\*.** Исследование способа подвода смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания при прерывистом шлифовании / В. В. Якимов // Технологические методы повышения качества, надежности и долговечности деталей машин: Тез. докл. конф., март 1969 г.

**52\*.** Исследование технологических возможностей прерывистых шлифовальных кругов при обработке инструментальных материалов / В. И. Потемкин // Тр. Уральской юбилейной конф. по итогам работ в обл. машиностроения. – Курган, 1969.

**53\*.** Качество поверхности в связи с особенностями формообразования профиля зуба при зубошлифовании на станках типа 5851 / Э. Н. Перов // Технологические методы повышения качества, надежности и долговечности деталей машин: Тез. докл. конф., март 1969 г.

**54.** О работе шлифовальных кругов с прерывистой рабочей поверхностью / А. В. Подзей, Ю. А. Бояршинов // Вестн. машиностроения. – 1969. – № 9. – С. 73.

**55\*.** Повышение качества обработанной поверхности прямозубых конических шестерен технологическими методами / М. В. Чистяков // Повышение надежности и долговечности машин: Сб. науч. тр. – Пермь: ППИ, 1969. – № 40.

**56.** Причины образования трещин при шлифовании деталей из сплава ЖС-6К и их устранение / В. В. Полянин // Авиационная пром-сть. – 1969. – № 11. – С. 30–33.

**57\*.** Расчет температур при зубошлифовании / В. А. Сипайлов // Повышение надежности и долговечности машин: Сб. науч. тр. – Пермь: ППИ, 1969. – № 40.

**58.** Температурное поле в клине с произвольным углом раствора: Информ. листок № 306-69 / В. А. Сипайлов, Н. Н. Ханжин, М. В. Чистяков; ЗУ МТЦ НТИ и П. – Пермь, 1969. – 8 с.

**59\*.** Управление качеством поверхностного слоя при зубошлифовании / Н. М. Лицын // Технологические методы повышения качества, надежности и долговечности деталей машин: Тез. докл. конф., март 1969 г.

**60.** Шлифование инструментальных сталей кругами с прерывистой рабочей поверхностью / В. И. Потемкин, Г. Г. Рахматулин, В. А. Сипайлов, Н. Н. Ханжин // Станки и инструмент. – 1969. – № 5. – С. 23–24. – Библиогр.: 2 назв.

## 1970

**61\*.** Влияние жесткости плоскошлифовального станка на износ абразивного круга при прерывистом шлифовании / Н. И. Гунько // Повышение качества, надежности и долговечности выпускаемых машин: Тез. докл. научн.-техн. конф. – Пермь, 1970.

**62\*.** Влияние прерывистого шлифования на прочностные характеристики твердых сплавов / А. Г. Кигель // Повышение качества, надежности и долговечности выпускаемых машин: Тез. докл. научн.-техн. конф. – Пермь: ППИ, 1970.

**63.** Влияние физико-механического состояния поверхностного слоя на усталостную прочность / Ю. А. Бояршинов, Н. Н. Вассерман, Л. В. Ушатов // Повышение качества, надежности и долговечности машин и изделий. – Пермь: ППИ, 1970. – Вып. 64. – С. 122–128. – Библиогр.: 1 назв.

**64.** Исследование влияния температуры отпуска и способа шлифования на усталостную прочность стали 16 ХГТЛ / Г. Г. Рахматулин, Н. Н. Вассерман, В. И. Потемкин // Динамика и прочность механических систем: Сб. науч. тр. – Пермь: ППИ, 1970. – Вып. 82. – С. 119–123.

**65.** Исследование качества поверхности деталей долота / Р. И. Вечер // Повышение качества, надежности и долговечности машин и изделий. – Пермь: ППИ, 1970. – Вып. 64. – С. 75–82. – Библиогр.: 4 назв.

**66.** О природе шлифовочных трещин / А. Н. Андриевский // Вестник машиностроения. – 1970. – № 11. – С. 65–67. – Библиогр.: 9 назв.

**67.** Основы теории тепловых процессов при шлифовании металлов: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Москва, 1970. – 40 с.

**68.** Основы теории тепловых процессов при шлифовании металлов: Дис. ... докт. техн. наук. – Москва, 1970. – 497 с.

**69\*.** Решение уравнения нормами при расчете инструмента, работающего по методу бесцентроидного огибания // Зубчатые передачи авиационных изделий: Материалы совещ. – Москва: НИАТ, 1970.

**70\*.** Роль динамического удара в формировании фронтальной поверхности на выступах шлифовального прерывистого круга / Повышение качества, надежности и долговечности выпускаемых машин: Тез. докл. научн.-техн. конф. – Пермь, 1970.

**71.** Силы резания при прерывистом алмазном шлифовании твердых сплавов / И. Г. Кигель // Повышение качества, надежности и долговечности машин и изделий. – Пермь: ППИ, 1970. – Вып. 64. – С. 5–10. – Библиогр.: 1 назв.

**72.** Улучшение качества шлифования прерывистыми шлифовальными кругами / Ю. А. Казимирчик // Технология и организация пр-ва. – Киев, 1970. – № 3. – С. 30.

**73.** Характеристика рабочей поверхности прерывистого алмазного круга / А. В. Подзей, И. Г. Кигель // Вестник машиностроения. – 1970. – № 9. – С. 61–62. – Библиогр.: 6 назв.

**74.** Шероховатость поверхности при прерывистом алмазном шлифовании твердых сплавов / И. Г. Кигель // Повышение качества, надежности и долговечности машин и изделий. – Пермь: ППИ, 1970. – Вып. 64. – С. 11–15. – Библиогр.: 1 назв.

**75.** Шлифование выемок сегментов дисковых пил кругами с прерывистой поверхностью / М. В. Чистяков, А. Г. Морозов // Станки и инструмент. – 1970. – № 12. – С. 32. – Библиогр.: 4 назв.

## 1971

**76.** Анализ производительности операций ленточного шлифования высокопрочных и износостойких сталей: Информ. листок № 462-71 / Н. В. Костин, Л. А. Паньков; ЗУ МТЦ НТИП. – Пермь, 1971. – 6 с.

**77\*.** Аналитическое исследование температурного поля в цилиндре при торцевом шлифовании / Ю. А. Напарьин // Чистовые методы обработки: Сб. научн. тр. – Пермь: ППИ, 1971. – Вып. 97.

**78\*.** Влияние характеристики абразивных лент на качество поверхностного слоя при шлифовании титановых сплавов / Г. С. Яковлев, Ф. М. Вяткин // Вопросы совершенствования технологических процессов машиностроения: Тр. Ижевск. мех. ин-та. – Ижевск, 1971.

**79\*.** Исследование температурных полей при прерывистом шлифовании / Ю. А. Напарьин // Повышение качества, надежности и долговечности деталей машин технологическими методами: Тез. докл. научн.-техн. конф. – Пермь, 1971.

**80\*.** Об эффективности применения кругов с прерывистой рабочей поверхностью // Тез. докл. V Всесоюз. научн.-техн. конф. по прогрессивным методам абразивной и алмазной обработки материалов. – Москва, 1971.

**81.** Особенности ленточного шлифования высокопрочных сталей / Л. А. Паньков, В. В. Калинин // Прогрессивные методы абразивно-алмазной обработки: Тез. докл. научн.-техн. конф. – Москва, 1971.

**82\*.** Прерывистое зубошлифование на станках, работающих дисковым коническим кругом / Ю. А. Бояршинов, Л. В. Ушатов // Повышение качества, надежности и долговечности деталей машин технологическими методами: Тез. докл. научн.-техн. конф. – Пермь, 1971.

**83\*.** Прерывистое шлифование – важный резерв повышения стойкости вырубных штампов / В. Н. Кудашкин // Повышение качества, надежности и долговечности деталей машин технол. методами: Тез. докл. научн.-техн. конф. – Пермь, 1971.

**84\*.** Прерывистое шлифование – эффективный метод повышения качества поверхностного слоя деталей. – Ленинград: Ленинградский дом техники, 1971.

**85\*.** Применение алмазных и борозоновых кругов для шлифования штамповых сталей / И. Г. Кигель // Повышение качества, надежности и долговечности деталей машин технологическими методами: Тез. докл. научн.-техн. конф. – Пермь, 1971.

**86\*.** Пути устранения прижогов и трещин при шлифовании // Экономичность и точность алмазно-абразивной обработки: Тез. докл. научн.-техн. конф. – Москва, 1971.

**87.** Расчет температурного поля при шлифовании металлов / Н. Н. Ханжин, В. А. Сипайлов, Г. Г. Рахматулин, В. И. Потемкин // Станки и инструмент. – 1971. – № 8. – С. 27–28.

**88\*.** САР для зубошлифовальных станков, работающих по методу копирования / Ю. А. Бояршинов, Н. М. Лицын // Повышение качества, надежности и долговечности деталей машин технологическими методами: Тез. докл. научн.-техн. конф. – Пермь, 1971.

**89\*.** Шлифование зубчатых колес: Рук. техн. материалы РТМ-1299. – Москва: НИАТ, 1971.

## 1972

**90.** Влияние геометрии шлифовальных кругов на эксплуатационные свойства / Н. И. Богомолов, Е. В. Грисенко, В. Н. Кудашкин // Станки и инструмент. – 1972. – № 10. – С. 17–18. – Библиогр.: 6 назв.

**91\*.** К расчету остаточных напряжений от шлифования / А. П. Баранова, И. В. Торопов // Динамика и прочность механических систем: Науч. тр. Перм. политехн. ин-та. – Пермь: ППИ, 1972. – Вып. 111.

**92\*.** Качество поверхности деталей машин: Учеб. пособие. – Пермь: ППИ, 1972. – (Ротапринт).

**93\*.** Метод расчета температурного поля при шлифовании / А. С. Судариков, П. Б. Шелест // Вопросы повышения надежности и долговечности деталей авиационной техники: Тр. КИИГА. – Киев, 1972. – Вып. 3.

**94\*.** Некоторые результаты расчета температурных полей в пластине при прерывистом шлифовании / Ю. А. Напарьин, Н. А. Ярмонов // Теплофизика технол. процессов: Тез. докл. научн.-техн. конф. – Тольятти, 1972.

**95.** Повышение стойкости вырубных штампов путем шлифования прерывистыми кругами / В. Н. Кудашкин, Ю. А. Казимирчик // Технология и организация пр-ва. – Киев, 1972. – № 4. – С. 62–63.

**96.** Устройство для предотвращения прижогов при шлифовании / Ю. А. Бояршинов, В. Н. Зуев, Н. М. Лицын, Г. Г. Рахматулин // Станки и инструмент. – 1972. – № 3. – С. 36. – Библиогр.: 3 назв.

**97\*.** Шлифование абразивными кругами с прерывистой рабочей поверхностью. – Москва: ГОСИНТИ, 1972. – № 1/6.

**98.** Шлифование прерывистыми кругами из синтетических алмазов / И. Г. Кигель // Синтетические алмазы. – 1972. – № 1. – С. 81–82.



**99.** Шлифовочные дефекты и пути их устранения / А. В. Подзей // Вестник машиностроения. – 1972. – № 3. – С. 76–78. – Библиогр.: 5 назв.

#### 1973

**100.** Базы и базирование в машиностроении: Учеб. пособие / М. В. Чистяков. – Пермь, 1973. – 34 с. – Библиогр.: 10 назв.

**101.** Зубошлифование кругами с прерывистой рабочей поверхностью – эффективный способ повышения несущей способности зубчатых передач / Ю. А. Бояршинов, Э. Н. Перов // Вопросы совершенствования технологических процессов в машиностроении: Сб. статей. – Ижевск, 1973. – Вып. IV. – С. 39–45.

**102\*.** Исследование влияния стенок, преграждающих движение тепла, на качество поверхности изделий инструментального производства / А. Н. Паршаков // Тез. докл. научн.-техн. конф. инструментальщиков Зап. Урала. – Пермь, 1973.

**103.** К расчету температурного поля при прерывистом шлифовании / Ю. А. Напарьин, Н. А. Ярмонов, Н. И. Гунько // Изв. вузов. Машиностроение. – 1973. – № 9. – С. 171–175. – Библиогр.: 12 назв.

**104.** Методика расчета кругов с прерывистой рабочей поверхностью / Н. А. Ярмонов, Ю. А. Напарьин // Вестник машиностроения. – 1973. – № 12. – С. 38–41. – Библиогр.: 2 назв.

**105.** О повышении усталостной прочности компрессорных лопаток из сплава ВТЗ-1 / А. Н. Андриевский, Ф. М. Вяткин, Л. А. Паньков, Г. С. Яковлев // Авиационная промышленность. – 1973. – № 1. – С. 16–18.

**106\*.** Способ активного и бесконтактного контроля величины износа шлифовочных кругов / В. А. Казаков // Тез. докл. научн.-техн. конф. инструментальщиков Зап. Урала. – Пермь, 1973.

**107\*.** Статистическая оценка точности технологических процессов: Учеб. пособие. – Пермь: ППИ, 1973. – (Ротапринт).

#### 1974

**108.** Исследование распределения напряжений в поверхностных слоях материалов магнитоупругим методом / В. А. Казаков, Н. М. Лицын, В. И. Лойко // Технологические методы повышения качества, долговечности и эксплуатационной надежности деталей машин: Сб. науч. тр. Перм. политехн. ин-та. – Пермь, 1974. – № 143. – С. 8–12.

**109.** Качество шлифованной поверхности и износостойкость прерывистых шлифовальных кругов: Информ. листок № 259-74 / Ю. А. Напарьин,

Н. А. Ярмонов, В. И. Свирщев, Е. В. Грисенко; ЗУ МТЦНТИ и П. – Пермь, 1974. – 8 с.

**110.** Конструкции прерывистых кругов типа ПП, ЧК, ЧЦ: Информ. листок № 262-74 / Ю. А. Напарьин, Н. А. Ярмонов, В. И. Свирщев, Е. В. Грисенко; ЗУ МТЦНТИ и П. – Пермь, 1974. – 10 с.

**111.** Об электрокоррозионных процессах при стравливании слоев материала по методу Давиденкова / В. А. Казаков, Н. М. Лицын // Технологические методы повышения качества, долговечности и эксплуатационной надежности деталей машин: Сб. науч. тр. Перм. политехн. ин-та. – Пермь, 1974. – № 143. – С. 12–16.

**112.** Причины возникновения шлифовочных трещин / Ю. А. Напарьин, А. Н. Паршаков // Вестник машиностроения. – 1974. – № 8. – С. 46–49. – Библиогр.: 4 назв.

**113.** Расчет геометрических параметров прерывистых кругов: Информ. листок № 261-74 / Ю. А. Напарьин, Н. А. Ярмонов, В. И. Свирщев, Е. В. Грисенко; ЗУ МТЦНТИ и П. – Пермь, 1974. – 7 с.

**114.** Расчет температурного поля при шлифовании тонких прорезных и отрезных фрез / А. Н. Паршаков, М. В. Чистяков // Технологические методы повышения качества, долговечности и эксплуатационной надежности деталей машин: Сб. науч. тр. Перм. политехн. ин-та. – Пермь, 1974. – Вып. 143. – С. 20–24.

**115.** Технология изготовления прерывистых кругов: Информ. листок № 260-74 / ЗУ МТЦНТИ и П. – Пермь, 1974. – 4 с.

#### 1975

**116.** Выбор характеристик кругов для шлифования зубьев колес / В. А. Бахвалов, А. К. Парфенов // Технология и организация пр-ва. – Киев, 1975. – № 8. – С. 27–29.

**117.** Исследование влияния конструкции абразивных кругов и режима обработки на температуру шлифования / В. Н. Кудашкин, Е. В. Грисенко, Н. А. Ярмонов // Прогрессивные методы шлифования: (Краткие тез. докл. к семинару). – Челябинск, 1975. – С. 19–24.

**118\*.** Исследование влияния химико-термической обработки на точность зубчатых колес / Э. Н. Перов // Технологические методы повышения качества. – Пермь, 1975.

**119.** Круги с прерывистой рабочей поверхностью / Ю. А. Напарьян, Н. А. Ярмонов // Прогрессивные методы шлифования: (Краткие тез. докл. к семинару). – Челябинск, 1975. – С. 3–7.

**120.** О механизме формирования шероховатости поверхности дорожек качения подшипников прерывистыми кругами / Р. И. Бояршинова, С. М. Маленьких // Методы чистовой обработки деталей машин. – Киев, 1975. – С. 7–8.

**121.** Оптимизация процесса шлифования. – Москва: Машиностроение, 1975. – 176 с. – Б-ка технолога.

**122.** Оптимизация цикла станков для шлифования дорожек качения в кольцах подшипников / Р. И. Бояршинова, В. Г. Католиченко, С. М. Маленьких // Управление качеством в механосборочном пр-ве: Тез. докл. конф. – Пермь: ППИ, 1975. – Вып. 1. – С. 150–153.

**123.** Применение абразивных лент с прерывистой поверхностью: Информ. листок № 522-75 / ЗУ МТЦНТИ и П. – Пермь, 1975. – 7 с.

**124\*.** Расчет температуры выглаживания с учетом условий теплообмена / Е. А. Евсин // Управление качеством. – Пермь, 1975.

**125.** Расчеты температурных полей методом сеток / А. С. Судариков, Е. В. Грисенко // Методы чистовой обработки деталей машин. – Киев, 1975. – С. 15–17.

**126.** Рентгенографическое исследование поверхностных слоев углеродистой стали после шлифования / Ю. А. Бояршинов, Л. А. Ложкина, М. Ф. Политов // Технологические методы повышения качества и долговечности деталей машин: Сб. науч. тр. Перм. политехн. ин-та. – Пермь, 1975. – № 165. – С. 58–61.

**127\*.** Силы резания при шлифовании прерывистыми абразивными лентами / Е. В. Грисенко // Управление качеством в механосборочном пр-ве. – Пермь, 1975.

#### 1976

**128.** Метод определения коэффициента теплоотдачи тел при поливе / А. С. Судариков, М. В. Чистяков // Алмазно-абразивная обработка: Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь: ППИ, 1976. – № 184. – С. 58–63.

**129\*.** Оптимизация процессов финишной обработки // Высокопроизводительная механическая обработка деталей машин и приборов: Тез. докл. научн.-техн. конф., Киев, 7–10 сентября 1976. – Киев, 1976.

**130.** Особенности реверсивного шлифования закаленных легированных сталей сплошными и прерывистыми рельефными абразивными лентами / Е. В. Грисенко, Н. В. Костин // Алмазно-абразивная обработка: Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь: ППИ, 1976. – № 184. – С. 68–72.

**131.** Повышение эффективности ленточного шлифования / Е. В. Грисенко // Вестник машиностроения. – 1976. – № 5. – С. 69–70.

**132.** Работоспособность прерывистых шлифовальных кругов / В. А. Бахвалов, В. Н. Гусев, С. Б. Кцаян // Технологии и организация пр-ва. – 1976. – № 12. – С. 24–25. – Библиогр.: 2 назв.

#### 1977

**133.** Исследование комплексной связи динамики процесса шлифования, производительности и качества обработки / А. Н. Паршаков // Повышение качества, надежности и долговечности деталей машин технологическими методами: Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь: ППИ, 1977. – № 215. – С. 3–13. – Библиогр.: 2 назв.

**134.** Магнитоэлектрический анализ структуры поверхностных слоев шлифованных деталей / В. П. Ларшин // Повышение качества, надежности и долговечности деталей машин технологическими методами: Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь, 1977. – № 215. – С. 43–47. – Библиогр.: 5 назв.

**135.** Математическое описание напряженного состояния поверхностного слоя в процессе шлифования / В. А. Бахвалов // Повышение качества деталей на основе совершенствования окончательных методов обработки: Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь: ППИ, 1977. – № 208. – С. 15–17. – Библиогр.: 5 назв.

**136.** Многофакторный анализ процесса шлифования металлов / И. И. Жильцов, В. И. Потемкин // Повышение качества, надежности и долговечности деталей машин технологическими методами: Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь: ППИ, 1977. – № 215. – С. 29–38. – Библиогр.: 11 назв.

**137.** Опыт организации научно-исследовательской работы студентов на выпускаемой кафедре / П. А. Линчевский // Проблемы высшей школы. – Киев, 1977. – Вып. 29: Научн.-исслед. работа студ. – С. 67–72.

**138.** Режущая способность прерывистых шлифовальных кругов / В. А. Бахвалов // Вестник машиностроения. – 1977. – № 4. – С. 70–71. – Библиогр.: 1 назв.

**139.** Система автоматической оптимизации процесса зубошлифования / Ю. А. Бояршинов, В. Н. Зуев, Н. М. Лицын, В. В. Пермяков // Повышение качества деталей на основе совершенствования окончательных методов обработки: Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь: ППИ, 1977. – № 208. – С. 28–35.

**140.** Шлифование высокопластичных материалов эльборовыми кругами / Г. П. Кремнев, З. И. Кремень, А. П. Гавриш, А. В. Данишевский // Эффективность процессов механической обработки и качество поверхности деталей машин и приборов. – Киев, 1977. – С. 20.

**141\***. Шлифование высокопластичных материалов эльборовыми кругами на новых связках / Г. П. Кремнев // Синтетические сверхтвердые материалы: Тез. докл. Всесоюз. конф. – Киев, 1977.

**142.** Эффективность процесса скоростного алмазного выглаживания / Е. А. Евсин, В. М. Торбило // Эффективность процессов механической обработки и качество поверхности деталей машин и приборов. – Киев, 1977. – С. 30–31.

#### 1978

**143.** Закономерность взаимодействия боковых поверхностей отрезного круга с металлом при разрезании / В. А. Борисов // Абразивы. – 1978. – № 10. – С. 61–63.

**144.** Исследование режущей способности протитанных шлифовальных кругов / Р. М. Мубаракшин // Вестник машиностроения. – 1978. – № 6. – С. 31–33.

**145\***. Исследование связей температурных напряжений в поверхностном слое с технологическими параметрами при шлифовании / А. В. Усов // Параметрическая оптимизация условий эксплуатации абразивного инструмента при шлифовании: Тез. докл. Всесоюз. конф. – Челябинск, 1978.

**146.** Методика выбора номера зернистости и числа зерен на единице поверхности вулканитовых шлифовальных кругов / С. М. Маленьких // Резание и инструмент. – Харьков, 1978. – Вып. 20. – С. 9–13. – Библиогр.: 5 назв.

**147.** Расширение возможностей адаптивного управления процессом шлифования с помощью цифровых систем / В. П. Ларшин, А. Т. Волощенко // Проблемные вопросы автоматизации пр-ва: Тез. докл. Всесоюз. научн.-техн. конф., г. Рига, 19–21 декабря 1978 г. – Москва, 1978. – С. 120–121.

**148.** Формирование напряженного состояния при шлифовании сталей / В. А. Бахвалов // Вестник машиностроения. – 1978. – № 8. – С. 55–56.

#### 1979

**149.** Влияние настройки станка на качество поверхностного слоя шлифуемой резьбы / Ю. П. Русавский, В. П. Ларшин // Контактная жесткость в приборостроении и машиностроении: Тез. докл. Всесоюз. научн.-техн. семинара, г. Рига, 3–4 октября 1979 г. – Рига, 1979. – С. 118–119.

**150.** Влияние термомеханических явлений на качество поверхности слоя при абразивной обработке / Г. Д. Григорьян, А. В. Усов // Прогрессивные методы абразивной, алмазной, эльборовой обработки в машиностроении: Тез. докл. научн.-техн. конф. – Полтава, 1979. – С. 107.

**151.** Качество изготовления зубчатых колес / Л. П. Смирнов, Ю. А. Бояришинов, Э. Н. Перов, Ю. А. Напарьин. – Москва: Машиностроение, 1979. – 191 с., ил. – Библиогр.: 21 назв.

**152.** Колебания при шлифовании, производительность и качество обработки / А. Н. Паршаков // Вестник машиностроения. – 1979. – № 8. – С. 44–47. – Библиогр.: 7 назв.

#### 1980

**153.** Закономерности съема припусков при шлифовании резьбы полукруглого профиля / В. П. Ларшин // Повышение эффективности технологических процессов машиностроения: Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь, 1980. – С. 81–85.

**154\***. Исследование технологических возможностей бездефектного шлифования магнитных сплавов / А. В. Усов // Оптимизация технологических процессов: Тез. докл. Всесоюз. конф. – Киев, 1980.

**155.** Оптимальное распределение припуска при шлифовании резьбы ходовых винтов / В. П. Ларшин, Ю. П. Русавский // Прогрессивная технология формообразования и контроля резьб: Тез. докл. Всесоюз. научн.-техн. конф. – Тула: ТулПИ, 1980. – С. 10–11.

**156.** Режимы резьбошлифования с учетом неравномерного распределения припуска по профилю / В. П. Ларшин, Ю. П. Русавский, В. А. Якимов // Прогрессивная технология формообразования и контроля резьб: Тез. докл. Всесоюз. научн.-техн. конф. – Тула: ТулПИ, 1980. – С. 89.

**157.** Теоретический анализ кинематики процесса микропроводки полукруглой резьбы ШВП / Л. П. Соловьева, Н. Т. Хайловский // Пути совершенствования технол. процессов обработки и сборки в машиностроении: Краткие тез. докл., предстоящей обл. конф., г. Житомир, сентябрь, 1980 г. – Житомир, 1980. – С. 38.

**158.** Технологические предпосылки регулирования режущей способности шлифовальных кругов / В. П. Ларшин, Ю. П. Русавский, В. А. Якимов // Сверхтвердые материалы. – 1980. – № 6. – С. 36–38. – Библиогр.: 4 назв.

**159.** Условия возникновения шлифовочных трещин и пути их устранения / Г. Д. Григорьян, А. В. Усов // Вестник машиностроения. – 1980. – № 11. – С. 43–46. – Библиогр.: 6 назв.

#### 1981

**160.** Исследование влияния режимов, условий шлифования и конструкций композиционных кругов на амплитуду вынужденных колебаний шпинделя / Г. П. Кремнев, В. Б. Наддачин // Управление качеством в механосборочном пр-ве: Тез. докл. конф., г. Пермь, 1–3 июня 1981 г. – Пермь, 1981. – С. 6–7.



**161.** Влияние погрешности резьбы на качество ее поверхностного слоя при шлифовании / Ю. П. Русавский, В. П. Ларшин // Прогрессивные методы повышения качества, долговечности и надежности деталей машин при алмазно-абразивной обработке: Тез. докл. научн.-техн. семинара, г. Волжский, 8–10 сентября 1981 г. – Волжский: Волжский филиал ВНИИМАШ, 1981. – С. 99–100.

**162.** Влияние полирования на физико-механическое состояние поверхностного слоя / В. В. Бакаев, В. В. Якушева // Прогрессивные методы повышения качества, долговечности и надежности деталей машин при алмазно-абразивной обработке: Тез. докл. научн.-техн. семинара, г. Волжский, 8–10 сентября 1981 г. – Волжский: Волжский филиал ВНИИМАШ, 1981. – С. 103–105.

**163.** Влияние термомеханических напряжений на трещинообразование при шлифовании цементируемых сталей / Г. Д. Григорьян, А. В. Зсов, И. П. Сазонов // Современные проблемы резания инструментами из сверхтвердых материалов: Тез. докл. научн.-техн. конф., г. Харьков, 1–2 октября 1981 г. – Харьков: Харьк. политехн. ин-т, 1981. – Т. 2: Резание алмазно-абразивными инструментами. – С. 290–292.

**164.** Новый абразивный инструмент и его технологические возможности / В. Б. Наддачин, Г. П. Кремнев, В. П. Сиротин // Отделочно-чистовые методы обработки и инструменты в технологии машиностроения: Межвуз. сб. – Барнаул: Алтайский политехн. ин-т, 1981. – С. 3–6.

**165.** Новый способ финишной обработки полукруглого профиля резьбы / Н. Т. Хайловский, Л. П. Соловьева // Управление качеством в механосборочном пр-ве: Тез. докл. конф., г. Пермь, 1–3 июня 1981 г. – Пермь: ППИ, 1981. – С. 20–21.

**166.** Пути управления процессом шлифования / В. П. Ларшин, С. А. Синьковский // Управление качеством в механосборочном пр-ве: Тез. докл. конф., г. Пермь, 1–3 июня 1981 г. – Пермь: ППИ, 1981. – С. 4–6.

**167.** Совершенствование процесса шлифования труднообрабатываемых материалов путем применения новых смазывающе-охлаждающих веществ / В. В. Якушев, А. В. Зсов, И. П. Сазонов // Прогрессивные методы повышения качества, долговечности и надежности деталей машин при алмазно-абразивной обработке: Тез. докл. научн.-техн. семинара, г. Волжский, 8–10 сентября 1981 г. – Волжский: Волжский филиал ВНИИМАШ, 1981. – С. 101–102.

**168.** Технологические методы управления теплонпряженностью процесса шлифования / Г. П. Кремнев // Сверхтвердые материалы: Тез. докл. междунар. семинара / АН СССР; АН УССР. – Киев, 1981. – Т. 2. – С. 125–126.

## 1982

**169\*.** Автоматизация цикла бесцентрово-шлифовального станка / К. Е. Ковальчук // Разработка, исследование и внедрение прогрессивных технологических процессов, г. Севастополь, 1982 г. – Москва: ВНИТПРИБОР, 1982.

**170.** Автоматическое управление зубошлифованием / В. П. Ларшин, В. И. Коноваленко // Вестник машиностроения. – 1982. – № 6. – С. 57–59.

**171.** Оптимизация распределения припуска при шлифовании резьбы полукруглого профиля / В. Ларшин, С. Синьковский // XXVI студ. научн.-техн. конф. вузов Молд. ССР, Белорус. ССР и Прибалт. респ.: Тез. докл., г. Кишинев, 21–23 апреля 1982 г. – Кишинев, 1982. – 4.2: Химия и технология. Механика. Строительство. – С. 92–93.

**172.** Технологические возможности бесцентрового врезного шлифования с циклом за оборот ведущего круга // Прогрессивные процессы абразивно-алмазной обработки, инструмент и его рациональная эксплуатация: Тез. докл. Всесоюз. симп. – Москва, 1982. – С. 101–102.

**173.** Технологические предпосылки автоматизации процесса резьбошлифования / В. П. Ларшин // Прогрессивные процессы абразивноалмазной обработки, инструмент и его рациональная эксплуатация: Тез. докл. Всесоюз. симп. – Москва, 1982. – С. 103–104.

**174.** Шлифовальные шкурки на рельефной основе / В. А. Борисов, И. П. Бокатей, Ф. А. Гойду, В. В. Меренич, В. А. Волобуев, С. М. Маленьких // Деревообрабатывающая пром-сть. – 1982. – № 7. – С. 9–11.

## 1983

**175.** Автоматизированные системы управления процессом шлифования. – Киев: Общество "Знание" Укр. ССР, 1983. – 15 с. – (В помощь лектору и специалисту. Сер.: Автоматизированные системы управления, применение средств вычислительной техники).

**176.** Глубинное шлифование деталей кругами из кубонита с прерывистой рабочей поверхностью / Рахмани Абдул Кудус, А. А. Якимов // Алмазы и сверхтвердые материалы: Науч.-реф. сб. – Москва, 1983. – Вып. 3. – С. 8–11.

**177.** Оптимизация распределения припуска при шлифовании резьбы полукруглого профиля / В. П. Ларшин // Совершенствование процессов абразивно-алмазной и упрочняющей технологии в машиностроении: Межвуз. сб. научн. тр. – Пермь: ППИ, 1983. – С. 13–20.

**178.** Повышение эффективности многониточного шлифования резьбы ходовых винтов / В. П. Ларшин, В. Ф. Соколов; Ред. журн. "Станки и инстру-

мент". – Москва, 1983. – 15 с., ил. – Библиогр.: 1 назв. – Деп. в НИИМаш 05.07.83, № 218 мш - Д83.

**179.** Способ нанесения регулярного рельефа на поверхность круга при правке / П. Н. Стефаненков, И. М. Раджабов, Ю. И. Чумный // Вестн. машиностроения. – 1983. – № 4. – С. 57–58.

**180.** Технологические алгоритмы автоматизации резбошлифовальных станков / В. П. Ларшин // Прогрессивные технол. процессы и повышение эффективности механической обработки труднообрабатываемых и неметаллических материалов: Тез. докл. респ. научн.-техн. конф. – Днепропетровск: Днепропетров. индустриальный ин-т, 1983. – С. 107–108.

**181.** Управление процессом шлифования / А. Н. Паршаков, В. И. Свирщев, В. П. Ларшин. – Киев: Техніка, 1983. – 184 с. – Библиогр.: 25 назв.

**182.** Формирование волнистости на обрабатываемой поверхности при шлифовании прерывистыми кругами / В. Б. Наддачин // Технологическое управление триботехническими характеристиками узлов машин: Тез. докл. Всесоюз. научн.-техн. конф., г. Севастополь: Севастопол. приборостроит. ин-т, 12–14 октября 1983 г. – Москва, 1983. – С. 51–53.

#### 1984

**183.** Абразивно-алмазная обработка фасонных поверхностей. – Москва: Машиностроение, 1984. – 312 с. – Библиогр.: 31 назв.

**184.** Автоматическая настройка резбошлифовального станка / В. П. Ларшин, Е. Н. Ковальчук // Совершенствование процессов абразивноалмазной и упрочняющей обработки в машиностроении: Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь: ППИ, 1984. – С. 8–15.

**185.** Распределение припуска при многониточном шлифовании резьбы ходовых винтов качения / В. Ф. Соколов, В. П. Ларшин // Станки и инструмент. – 1984. – № 12. – С. 32–33. – Библиогр.: 2 назв.

#### 1985

**186.** Нарастивать усилия ученых // Одесский политехник. – 1985. – 21 июня 1985.

**187.** Повышение стойкости многониточных резбошлифовальных кругов // Резание и инструмент. – Харьков, 1985. – Вып. 34. – С. 109–112.

**188\*.** Повышение эксплуатационных свойств деталей машин за счет управления геометрическими параметрами микрорельефа / В. Б. Наддачин // Трение, износ и смазочные материалы: Тез. докл. междунар. науч. конф., г. Ташкент, 22–26 мая 1985 г. – Ташкент, 1985.

**189.** Устройство компенсации мощности холостого хода для систем управления станками / В. П. Ларшин // Станки и инструмент. – 1985. – № 2. – С. 17–18. – Библиогр.: 2 назв.

**190.** Эффективность обработки абразивно-алмазными инструментами с прерывистой рабочей поверхностью // Резание и инструмент. – Харьков, 1985. – Вып. 34. – С. 22–24.

#### 1986

**191.** Влияние формы поверхности обрабатываемой детали на температуру при шлифовании / В. П. Ларшин, А. М. Скляр // Сверхтвердые материалы. – 1986. – № 4. – С. 38–43. – Библиогр.: 3 назв.

**192.** Выбор геометрических параметров многониточных резбошлифовальных кругов / В. П. Ларшин, В. А. Якимов, Е. Н. Ковальчук // Вестник машиностроения. – 1986. – № 3. – С. 44–47.

**193.** Кинематические зависимости способа планетарного шлифования / И. М. Буюкли // Металлорежущие станки. – Киев, 1986. – Вып. 14. – С. 56–62.

**194.** Особенности формообразования циклоидообразного профиля в зависимости от параметров установки глобаидного червяка // Совершенствование методов расчета и конструирования червячных передач: Тез. докл. респ. конф. – Устинов, 1986. – С. 22–23.

**195.** Прерывистое шлифование. – Киев; Одесса: Вища шк., 1986. – 175 с. – Библиогр.: 32 назв.

**196.** Применение решений теплофизических задач к расчету температуры и глубины дефектного слоя при шлифовании / В. П. Ларшин, Е. Н. Ковальчук // Совершенствование процессов абразивно-алмазной и упрочняющей обработки в машиностроении: Межвуз. сб. науч.тр. – Пермь: ППИ, 1986. – С. 9–16. – Библиогр.: 3 назв.

**197.** Расчет глубины дефектного слоя при шлифовании / В. П. Ларшин, А. М. Скляр, Е. Н. Ковальчук // Станки и инструмент. – 1986. – № 9. – С. 26–27. – Библиогр.: 2 назв.

**198.** Управление точностью шлифования резьбы ходовых винтов качения в ГАП / В. П. Ларшин, В. Ф. Соколов // Внедрение роботизированных комплексов и гибких автоматизированных производств в механообрабатывающих и сборочных пр-вах: Тез. докл. конф., г. Севастополь, 22–23 сентября 1986 г. – Севастополь: Севастопол. морское инж. училище, 1986. – С. 4–5.

#### 1987

**199.** Расчет теплового и напряженно-деформированного состояния поверхностного слоя материала при шлифовании / В. С. Морганюк, И. П. Сазо-

нов // Совершенствование процессов абразивно-алмазной и упрочняющей обработки в машиностроении: Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь: ППИ, 1987. – С. 3–13. – Библиогр.: 5 назв.

**200.** Эффективность замкнутых систем автоматического управления зубошлифованием / В. П. Ларшин, А. М. Скляр // Станки и инструмент. – 1987. – № 1. – С. 8–9. – Библиогр.: 3 назв.

#### 1988

**201.** Моделирование термомеханических процессов при шлифовании неоднородных материалов / А. В. Усов // Технол. теплофизика: Тез. докл. VII Всесоюз. конф. – Тольятти, 1988. – Разд. V: Теплофизика финишной обработки. – С. 264–265.

**202.** Обеспечение качества поверхности путем выбора глубины шлифования / В. П. Ларшин, А. М. Скляр // Вестник машиностроения. – 1988. – № 2. – С. 48–50. – Библиогр.: 3 назв.

**203.** Повышение точности многониточного шлифования резьбы ходовых винтов / В. Ф. Соколов // Финишные методы обработки: Тез. докл. семинара, г. Ижевск, ноябрь 1988 г. – Ижевск, 1988. – С. 36.

**204.** Повышение эффективности процесса шлифования импрегнированными кругами / В. В. Якушева, В. И. Винникова // Финишные методы обработки: Тез. докл. семинара, г. Ижевск, ноябрь 1988 г. – Ижевск, 1988. – С. 72.

**205.** Расчет распределения припуска на переходы шлифования / В. П. Ларшин // Совершенствование процессов абразивно-алмазной и упрочняющей обработки в машиностроении: Межвуз. сб. науч.тр. – Пермь: ППИ, 1988. – С. 3–11. – Библиогр.: 3 назв.

**206.** Тепловые критерии бездефектного шлифования деталей с покрытиями, склонных к трещинообразованию / И. П. Сазонов // Технол. теплофизика: Тез. докл. VII Всесоюз. конф. – Тольятти, 1988. – Разд. V: Теплофизика финишной обработки. – С. 269.

**207.** Технология автоматизированного шлифования / В. П. Ларшин. – Киев: Общество "Знание" Укр. ССР, 1988. – 15 с. – Библиогр.: 6 назв. – (В помощь лектору).

#### 1989

**208.** Кинетика теплового, напряженно-деформированного состояния и прочности поверхностного слоя материала при шлифовании / В. С. Морганюк, И. П. Сазонов // Проблемы прочности. – 1989. – № 1. – С. 57–62.

**209.** Методы и средства повышения производительности черного шлифования / А. М. Скляр // Повышение эффективности технологических процессов машиностроительных пр-в: Тез. докл. научн.-практ. конф., г. Барнаул, 12–13 дек. 1989 г. – Барнаул, 1989. – С. 31–32.

**210.** Повышение точности шага резьбы ходовых винтов при многониточном резьбошлифовании / В. П. Ларшин, В. Ф. Соколов, А. М. Скляр // Вестник машиностроения. – 1989. – № 8. – С. 35–37. – Библиогр.: 2 назв.

**211\*.** Технология и автоматизация отделочных методов обработки // Автоматизация финишных процессов в машиностроении: Тез. докл. респ. шк.-семинара, г. Одесса, 25–27 сент. 1989 г. – Одесса, 1989.

#### 1990

**212.** Влияние твердых смазок на стойкость сверл малых диаметров / В. И. Винникова, В. Б. Наддачин // Передовой опыт алмазно-абразивной обработки прецизионных деталей машин: Тез. докл. респ. шк.-семинара, г. Одесса, 2–4 октября 1990 г. – Москва, 1990. – С. 146–148.

**213.** Повышение точности финишного шлифования резьбы ходовых винтов качения / В. П. Ларшин, Б. О. Ткаченко // Совершенствование процессов абразивно-алмазной и упрочняющей обработки в машиностроении: Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь: ППИ, 1990. – С. 3–13.

**214.** Прогрессивные процессы шлифования / Ф. В. Новиков // Передовой опыт алмазно-абразивной обработки прецизионных деталей машин: Тез. докл. респ. шк.-семинара, г. Одесса, 2–4 октября 1990 г. – Москва, 1990. – С. 8–10.

**215.** Технологические возможности глобоидного хонингования / В. А. Спирин // Передовой опыт алмазно-абразивной обработки прецизионных деталей машин: Тез. докл. респ. шк.-семинара, г. Одесса, 2–4 октября 1990 г. – Москва, 1990. – С. 80–81.

#### 1991

**216.** Микрокомпьютерная система автоматической диагностики финишного резьбошлифования шариковых ходовых винтов / В. П. Ларшин, Б. О. Ткаченко // Прогрессивные технологии в машиностроении: Тез. докл. шк.-семинара, г. Одесса, 2–4 октября 1991 г. / ОПИ; Общество "Знание" УССР, РДЭНТП. – Одесса, 1991. – С. 1–2.

**217.** Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учеб. пособие / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач; Под общ. ред. В. М. Плескач; рец.: А. М. Дальский, А. В. Якимов. – Киев: Вища школа, 1990. – 247 с.



**218.** Теплофизика механической обработки: Учеб. пособие / П. Т. Слободяник, А. В. Усов. – Киев; Одесса: Лыбидь, 1991. – 240 с. – Библиогр.: 86 назв.

**219.** Технология или "парфюмерия"? "Круглый стол" Веч. Одессы / С. Ф. Яковенко, В. В. Литовченко, Л. С. Лобанов, Б. А. Моргун, А. В. Якимов, Б. Ф. Деревянко // Вечерняя Одесса. – 1991. – 30 апреля.

**220.** Типовая технология многониточного автоматизированного шлифования резьбы ходовых винтов качения: Информ. листок № 221–91. – Одесса: ОЦНТИ, 1991. – 2 с. – (О передовом производственно-техническом опыте).

**221.** Шлифование пуансонов кругами с прерывистой рабочей поверхностью / В. Б. Надачин, В. И. Винникова, Е. Б. Лозанова // Отделочно-чистовые методы обработки и инструменты автоматизированных пр-в: Межвуз. сб. – Барнаул, 1991. – С. 33–35.

#### 1992

**222.** Автоматизированное шлифование: технология, средства, применение: Рук. по законченным разработкам / В. П. Ларшин; ОПИ; НТЦ "Алмаз". – Одесса: Облполиграфиздат, 1992. – 20 с.

**223.** Автоматическая диагностика технологического процесса резьбошлифования шариковых ходовых винтов / В. П. Ларшин, Б. О. Ткаченко // Автоматизация и диагностика в механообработке: Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф., г. Луцк, 15–17 октября 1992 г. – Луцк, 1992. – С. 41–42.

**224.** Определение температурной погрешности шага резьбы ходовых винтов при резьбошлифовании / В. П. Ларшин, Б. О. Ткаченко // Прогрессивная технология в машиностроении: Тез. докл. научн.-техн. конф., г. Тольятти, 15–17 сентября 1992 г. – Тольятти: Тольят. политехн. ин-т, 1990. – С. 20.

**225.** Определение температурной погрешности шага резьбы ходовых винтов при резьбошлифовании / В. П. Ларшин, Б. О. Ткаченко // Теплофизика технологических процессов: Тез. докл. 8-й Рос. науч.-техн. конф. / Яросл. политехн. ин-т. – Рыбинск, 1992. – С. 193–195.

**226.** Опыт внедрения твердых технологических смазок для лезвийной и абразивной обработки / В. И. Винникова, В. П. Ларшин // Новые технологические процессы в механической обработке: Тез. докл. научн.-техн. конф., г. Одесса, 13–14 октября 1992 г. – Киев, 1992. – С. 46–47. – (РДЭНТЗ).

**227.** Опыт внедрения твердых технологических смазок для лезвийной и абразивной обработки / В. И. Винникова, В. П. Ларшин // Смазочно-

охлаждающие технологические средства для обработки материалов: Тез. докл. научн.-техн. конф., г. Херсон, 10–11 сентября 1992 г. – Киев, 1992. – С. 27–28.

**228.** Системный подход к автоматизации процессов абразивной обработки / В. П. Ларшин, Б. О. Ткаченко // Новые технологические процессы в механической обработке: Тез. докл. научн.-техн. конф., г. Одесса, 13–14 октября 1992 г. – Киев, 1992. – С. 6–7. – (РДЭНТЗ).

#### 1993

**229.** Высокопроизводительная обработка абразивно-алмазными инструментами: Учеб. пособие / Ф. В. Новиков, А. А. Якимов. – Киев: Техника, 1990. – 102 с. – Библиогр.: 43 назв.

**230.** Обоснование маршрута обработки и размерный анализ технологических процессов: Учеб. пособие / П. А. Линчевский, А. А. Якимов. – Киев: УМК ВО, 1993. – 125 с. – Библиогр.: 7 назв.

**231.** Опыт применения СОТС в машиностроительном производстве / В. П. Ларшин, В. И. Винникова // Новые технологические процессы в машиностроении: Тез. докл. научн.-техн. конф., г. Одесса: ОПИ, 28–30 сентября 1993 г. – Киев, 1993. – С. 69–71.

**232.** Технология автоматизированного машиностроения: Учебник / В. С. Гусарев, А. А. Якимов, П. А. Линчевский. – Киев: УМК ВО, 1993. – 440 с. – Библиогр.: 64 назв.

#### 1994

**233.** Исследование процесса глубинного шлифования кругами с винтовой режущей поверхностью / Г. П. Кремнев, А. Н. Ница // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении: Тез. докл. конф., г. Одесса, 6–8 сентября 1994 г. – Киев, 1994. – С. 122–123.

**234.** Исследование тепловых процессов при глубинном шлифовании кругами с винтовой режущей поверхностью / А. Н. Ница, Г. П. Кремнев; Одес. политехн. ун-т. – Одесса, 1994. – 20 с. – Деп. в УкрИНТЭИ 17.10.94, № 2069 – Ук 94.

**235.** Одесская научная школа профессора А. А. Маталина и ее вклад в развитие технологии машиностроения // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении: Тез. докл. конф., г. Одесса, 6–8 сентября 1994 г. – Киев, 1994. – С. 22–25.

**236.** Применение микрорельефа в операциях чернового и глубинного шлифования / А. Н. Ница, Г. П. Кремнев; Одес. политехн. ун-т. – Одесса, 1994. – 10 с. – Деп. в УкрИНТЭИ 17.10.94, № 2068 – Ук 94.

**237.** Роль профессора А. А. Маталина в развитии новых направлений в области технологической наследственности и учебной базы технологии / Г. П. Кремнев // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении: Тез. докл. конф., г. Одесса, 6–8 сентября 1994 г. – Киев, 1994. – С. 21–22.

**238.** Технологія автоматизованого машинобудування: Підручник / В. С. Гусарев, О. О. Якимов, П. А. Лінчевський. – Київ: ІСДО, 1994. – 400 с. – Бібліогр.: 49 назв.

**239.** Упрочняющее прерывистое шлифование // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении: Тез. докл. конф., г. Одесса, 6–8 сентября 1994 г. – Киев, 1994. – С. 115.

#### 1995

**240.** Високопродуктивне шлифування: Навч. посібник / Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, О. О. Якимов. – Київ: ІСДО, 1995. – 180 с. – Бібліогр.: 41 назв.

**241.** Интегрированная технологическая система шлифования в структуре производственных систем / В. П. Ларшин, Д. В. Кутяков // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении: Тез. докл. конф., г. Одесса, 5–7 сентября 1995 г. – Киев, 1995. – С. 134–135.

**242.** Оптимизация технологических процессов в машиностроении: Учеб. пособие / В. П. Ларшин, А. А. Якимов, Б. О. Ткаченко, Н. И. Решетнев. – Киев, 1995. – 105 с. – (ОГПУ). – Библиогр.: 9 назв.

**243.** Разработка физических и кинематических основ высокопроизводительного алмазного шлифования / Ф. В. Новиков // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении: Тез. докл. конф., г. Одесса, 5–7 сентября 1995 г. – Киев, 1995. – С. 136–137.

**244.** Теория и прогрессивные технологии глубинного алмазного шлифования: Учеб. пособие / Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, А. А. Якимов. – Харьков, 1995. – 102 с. – Библиогр.: 30 назв.

#### 1996

**245.** Алмазная обработка: Учеб. пособие / Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, А. А. Якимов. – Киев: ИЗМН, 1996. – 168 с. – Библиогр.: 51 назв.

**246.** Обеспечение качества сложнопрофильных деталей на основе интегрированной технологической системы / В. П. Ларшин // Управление качеством финишных методов обработки: Сб. науч. тр. Перм. гос. техн. ун-та. – Пермь: ППИ, 1996. – С. 116–123. – Библиогр.: 4 назв.

**247.** Оптимизация процессов шлифования сложнопрофильных деталей на основе системного подхода / В. П. Ларшин // Теплофизика технологических процессов: Тез. докл. IX Рос. науч.-техн. конф., г. Рыбинск: РГАТА, 15–17 мая 1996 г. – Рыбинск, 1996. – С. 18–19.

**248.** Управление процессами шлифования сложнопрофильных деталей на основе системного подхода / В. П. Ларшин // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении: Тез. докл. конф., г. Одесса: УДЭНТЗ, 4–6 сентября 1996 г. – Киев, 1996. – С. 60–61.

#### 1997

**249.** Математическая модель температурных погрешностей при резьбошлифовании / Д. В. Кутяков // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении: Тез. докл. конф., г. Одесса, 3–5 сент. 1997 г. – Киев, 1997. – 4.2. – С. 28–29.

**250.** Теоретические основы интегрированных технологических систем: Учеб. пособие: В 5 кн. / Под общ. ред. А. В. Якимова. – Одесса: ОГПУ, 1997. – Кн. 1: Основы тепловых явлений при шлифовании деталей машин / Б. О. Ткаченко, С. Г. Зимин, А. А. Якимов, Н. И. Решетнев, А. М. Шинтасов, В. П. Ларшин. – 1997. – 272 с. – Библиогр.: 26 назв.

**251.** Computer - Aided Development, Machining in Precision Thread Grinding / Larshin V.P. // Progress in Precision Engineering and Nanotechnology (9-IPES): Proceedings of the 9 - th International Precision Engineering Seminar. - Braunschweig, Germany, 1997. - P. 517-519.

#### 1998

**252.** Теоретические основы интегрированных технологических систем: Учеб. пособие: В 5 кн. / Под общ. ред. А. В. Якимова. – Одесса: ОГПУ, 1997. – Кн. 2: Тепловые процессы при обычном и прерывистом шлифовании: Учеб. пособие / Б. О. Ткаченко, С. Г. Зимин, А. А. Якимов, Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков. – Одесса: ОГПУ, 1998. – 272 с. – Библиогр.: 18 назв.

#### 1999

**253.** Качество и производительность абразивно-алмазной обработки: Учеб. пособие / Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, А. А. Якимов. – Одесса: ОГПУ, 1999. – 212 с. – Библиогр.: 63 назв.

**254.** Теоретические основы резания и шлифования материалов: Учеб. пособие / Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, Б. С. Серов, А. А. Якимов. – Одесса: ОГПУ, 1999. – 450 с. – Библиогр.: 63 назв.

**255.** Технологія автоматизованого машинобудування: Підручник / В. С. Гусарев, О. О. Якимов, П. А. Лінчевський, Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, В. П. Ларшин. – Одесса: ОДПУ, 1999. – 402 с. – Бібліогр.: 64 назв.

#### 2000

**256.** Математическое моделирование в технологии машиностроения / Ф. В. Новиков // Авиационно-космическая техника и технология: Тр. Гос.

аэрокосмического ун-та им. Н. Е. Жуковского "ХАИ". – Харьков, 2000. – Вып. 14. – С. 26–30. – Библиогр.: 3 назв.

**257.** Методика сравнительной оценки твердых СОТС при шлифовании / В. П. Ларшин, А. А. Гречиха // Процессы абразивной обработки, абразивные инструменты и материалы: "Шлифабразив – 2000": Сб. ст. конф. Волж. инж.-строит. ин-т. – Волжский, 2000. – С. 194–197.

**258.** Оптимальное распределение припуска по проходам при шлифовании зубчатых колес / Ф. В. Новиков, А. А. Якимов // Вісн. інж. акад. України. – Київ, 2000. – Спец. випуск. – С. 171–176. – Бібліогр.: 3 назв.

**259.** Проблемные вопросы технологии и организации современного машиностроительного производства / В. П. Ларшин // Авиационно-космическая техника и технология: Тр. Гос. аэрокосмического ун-та им. Н. Е. Жуковского "ХАИ". – Харьков, 2000. – Вып. 14. – С. 14–20. – Библиогр.: 8 назв.

**260.** Проблемы теории и практики технологии машиностроения, механической и физико-технической обработки: Труды Международной научно-технической конференции, 22–26 мая 2000 г. / Составители: А. В. Якимов, Ф. В. Новиков, В. А. Фадеев. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2000. – 415 с.

**261.** Вісник Інженерної академії України. Інформація по 2-й Міжнародній науково-технічній конференції "Фізичні та комп'ютерні технології в народному господарстві", 1–3 листопада 2000 р., м. Харків / Укладачі: О. В. Якимов, Ф. В. Новіков. – К., 2000. – 711 с.

**262.** Стабилизация технологических параметров процесса шлифования зубчатых колес / А. А. Якимов // Сучасне машинобудування. – 2000. – №1–2(3–4). – С. 105–113. – Библиогр.: 10 назв.

**263.** Теоретическое обоснование условий повышения эффективности технологии машиностроения / Ф. В. Новиков // Вісн. інж. акад. України. – Київ, 2000. – Спец. випуск. – С. 13–16.

**264.** Теплофізика механічної обробки: Підручник / О. В. Усов, П. Т. Слободяник, Д. В. Іоргачев. – Одеса: Астропринт, 2000. – 256 с. – Бібліогр.: 86 назв.

**265.** Энергетический уровень процессов механической и физико-технической обработки материалов / Г. В. Новиков // Вісн. інж. акад. України. – Київ, 2000. – Спец. випуск. – С. 17–22. – Бібліогр.: 2 назв.

**266.** Проблемные вопросы технологии и организации современного машиностроительного производства / В. П. Ларшин // Проблемы теории и практики технологии машиностроения, механической и физико-технической

обработки: Труды Международной научно-технической конференции, 22–26 мая 2000 г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2000. – С. 14–20. – Библиогр.: 8 назв.

**267.** Математическое моделирование в технологии машиностроения / Ф. В. Новиков // Проблемы теории и практики технологии машиностроения, механической и физико-технической обработки: Труды Международной научно-технической конференции, 22–26 мая 2000 г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2000. – С. 26–30. – Библиогр.: 3 назв.

## 2001

**268.** Исследование и разработка методов оценки стабильности технологических процессов / Н. В. Лищенко // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: Тез. докл. 4-й Междунар. научн.-техн. конф., г. Харьков, 23–24 октября 2001 г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2001. – С. 14–19. – Библиогр.: 5 назв.

**269.** Новые составы твердых смазок лезвийной и абразивной обработки труднообрабатываемых материалов / Г. П. Кремнев, В. Б. Наддачин, В. И. Винникова, Ю. В. Яровой // Вісник інженерної академії України. – Київ, 2001. – № 3, ч. 2. – С. 351–357. – Библиогр.: 6 назв.

**270.** Обеспечение точности сборки машин при изготовлении и ремонте / В. П. Ларшин, В. А. Шарков // Вісник інженерної академії України. – Київ, 2001. – № 3, ч. 2. – С. 37–41. – Библиогр.: 6 назв.

**271.** Оптимизация процесса резания по критериям себестоимости и производительности обработки / Ф. В. Новиков // Вісник інженерної академії України. – Київ, 2001. – № 3, ч. 1. – С. 11–61. – Библиогр.: 5 назв.

**272.** Применение твердых технологических смазок при шлифовании вырубных штампов / В. П. Ларшин, А. А. Гречиха // Вісник інженерної академії України. – Київ, 2001. – № 3, ч. 2. – С. 354–357. – Библиогр.: 6 назв.

**273.** Разработка модели оценки технологических систем плоского шлифования / В. П. Ларшин, А. А. Гречиха // Процессы абразивной обработки, абразивные инструменты и материалы: "Шлифабразив – 2001": Сб. ст. конф. Волж. инж.-строит. ин-т. – Волжский, 2001. – С. 261–263.

**274.** Регулювання трудомісткістю процесу шліфування на основі моделі оцінки технологічної системи / В. П. Ларшин // Вісн. ЖІТІ. – 2001. – Спец. вип. – С. 209–212. – Бібліогр.: 4 назв.

**275.** Технология машиностроения: Учебник / В. Н. Царюк, А. А. Якимов, Г. А. Оборский, В. П. Ларшин, А. В. Самойленко. – Одесса: Астропринт, 2001. – 608 с. – Библиогр.: 93 назв.

**276.** Управление процессом проектирования технологических систем в машиностроении / В. П. Ларшин // Новые технологии в машино- и приборостроении и на транспорте: Материалы междунар. научн.-техн. конф., г. Севастополь, 10–14 сентября 2001 г. – Севастополь, 2001. – С. 22–25. – Библиогр.: 2 назв.

**277.** Подготовка 10-ти томного издания "Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения" / Ф. В. Новиков // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: Тез. докл. 4-й междунар. научн.-техн. конф., г. Харьков: ХНПК "ФЭД", 23–24 октября 2001 г. – Харьков, 2001. – С. 3–4.

**278.** Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: Труды 4-й Международной научно-технической конференции, 23–24 октября 2001, Харьков / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2001. – 488 с.

## 2002

**279.** Интегрированная технологическая система зубошлифования / В. П. Ларшин, М. Н. Акимов // Научно-технические проблемы станкостроения, производства технологической оснастки и инструмента: Тез. докл. междунар. конф. – Киев, 2002. – С. 72–74.

**280.** Концепции развития механической обработки материалов и создания металлорежущих станков / Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, А. А. Якимов // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: Тез. докл. 5-й междунар. научн.-техн. конф., г. Харьков, 28–29 мая 2002 г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2002. – С. 3–7. – Библиогр.: 1 назв.

**281.** Направления повышения производительности механической обработки / Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: Тез. докл. 6-й междунар. научн.-техн. конф., г. Харьков, 10–11 октября 2002 г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2002. – С. 3–5. – Библиогр.: 1 назв.

**282.** Оптимизация распределения припуска на проходы при зубошлифовании на станках типа "МАН" / В. П. Ларшин // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2002. – Вип. 10. – С. 54–59. – Библиогр.: 7 назв.

**283.** Перспективы развития процессов резания материалов лезвийными и абразивными инструментами / Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, А. А. Якимов // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2002. – Вип. 10. – С. 24–30. – Библиогр.: 7 назв.

**284.** Применение смазывающе-охлаждающих твердых смазок для улучшения обрабатываемости титановых сплавов / В. И. Винникова // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: Тез. докл. 6-й междунар. научн.-техн. конф., г. Харьков, 10–11 октября 2002 г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2002. – С. 10. – Библиогр.: 1 назв.

**285.** Твердые технологические смазки для абразивного инструмента / В. П. Ларшин, А. А. Гречиха // Інструментальний світ. – 2002. – № 2(14). – С. 33–34.

**286.** Теоретические основы технологии машиностроения: Учебник / Ф. В. Новиков, А. А. Якимов, Г. В. Новиков, Н. И. Решетнев. – Одесса: ОНПУ, 2002. – 490 с. – Библиогр.: 92 назв.

**287.** Технология машиностроения: Учебник / А. А. Якимов, В. П. Ларшин, В. И. Смирчев. – Пермь, 2002. – 563 с. – Библиогр.: 93 назв.

**288.** Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения: В 10 т. / Под общ. ред. Ф. В. Новикова, А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2002. – Т. 1: Механика резания материалов. – 580 с. – Библиогр.: 318 назв.

**289.** Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения: В 10 т. / Под общ. ред. Ф. В. Новикова, А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2002. – Т. 4: Теория абразивной и алмазно-абразивной обработки материалов. – 802 с. – Библиогр.: 335 назв.

**290.** Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве. Труды 5-й Международной научно-технической конференции, 28–29 мая 2002 г. / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2002. – 771 с.

**291.** Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве. Труды 6-й Международной научно-технической конференции, 10–11 октября 2002 г. / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2002. – 342 с.

## 2003

**292.** Влияние реверса абразивных инструментов на показатели процесса шлифования / А. А. Якимов, С. Ю. Дмитриева // Физические и компьютерные технологии: Тез. докл. 8-й Междунар. научн.-техн. конф., г. Харьков, 9–10 декабря 2003 г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2003. – С. 39–41. – Библиогр.: 5 назв.

**293.** Шероховатость и производительность обработки при многопроходном шлифовании / Ф. В. Новиков // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2003. – Вип. 18. – С. 9–14. – Библиогр.: 6 назв.



**294.** Исследование плотности теплового потока в зоне контакта при профильном шлифовании / В. П. Ларшин, Н. В. Лищенко // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: Тез. докл. 7-й Междунар. научн.-техн. конф., г. Харьков, 27–28 мая 2003 г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2003. – С. 38–42. – Библиогр.: 5 назв.

**295.** Модель единого представления кинематики резания / Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, А. А. Якимов // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: Тез. докл. 7-й Междунар. научн.-техн. конф., Харьков, 27–28 мая 2003. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2003. – С. 27–28. – Библиогр.: 1 назв.

**296.** Применения твердых СОТС при лезвийной и абразивной обработке / Г. П. Кремнев, В. Б. Наддачин, В. И. Винникова, Ю. В. Яровой // Новые процессы и их модели в ресурсо- и энергосберегающих технологиях: Тез. докл. Междунар. научн.-техн. конф., г. Одесса, 25–26 сент. 2003 г. – Одесса, 2003. – С. 47–51. (Посвящается 85-летию ОНПУ).

**297.** Температурное поле при шлифовании тонких деталей / Ф. В. Новиков, А. А. Якимов // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2003. – Вип. 18. – С. 3–8. – Библиогр.: 6 назв.

**298.** Технология ремонта машин, как раздел технологии машиностроения // Физические и компьютерные технологии: Тез. докл. 8-й Междунар. научн.-техн. конф., г. Харьков, 9–10 декабря 2003 г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2003. – С. 28–30. – Библиогр.: 4 назв.

**299.** Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения: В 10 т. / Под общ. ред. Ф. В. Новикова, А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2003. Т. 2. Теплофизика резания материалов. – 626 с. – Библиогр.: 203 назв.

**300.** Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения: В 10 т. / Под общ. ред. Ф. В. Новикова, А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2003. – Т. 3. Резание материалов лезвийными инструментами. – 546 с. – Библиогр.: 296 назв.

**301.** Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения: В 10 т. / Под общ. ред. Ф. В. Новикова, А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2003. – Т. 6. Качество обработки деталей машин. – 716 с. – Библиогр.: 316 назв.

**302.** Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: труды 7-й Международной научно-технической конференции, 27–28 мая 2003 / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2003г. – 279 с.

**303.** Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: труды 8-й Международной научно-технической конференции, 9–10 декабря 2003, г. Харьков / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2003. – 316 с.

## 2004

**304.** Влияние неравномерности припуска на качество поверхностного слоя зубчатых колес / О. А. Якимова, С. Ю. Дмитриева // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2004. – Вип. 26. – С. 41–49. – Библиогр.: 3 назв.

**305.** Управление процессами на основе компьютерной диагностики технологических систем / В. П. Ларшин, А. И. Бажанов // Резание и инструмент в технологических системах. – Межд. научн.-техн. сборник. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2004. – Вип. 67. – С. 196–201. – Библиогр.: 7 назв.

**306.** Кинематика формирования срезаемого слоя при лезвийной и абразивной обработке / Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, А. А. Якимов // Физические и компьютерные технологии: Тез. докл. 10-й Междунар. научн.-техн. конф., г. Харьков, 28–30 сентября 2004 г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2004. – С. 3–8. – Библиогр.: 3 назв.

**307.** Двигатели и технологии: Учеб. пособие / А. Т. Дудин, Ф. В. Новиков; Под общей редакцией Ф. В. Новикова и А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2004. – 280 с. – (Физические и компьютерные технологии). – Библиогр.: 26 назв.

**308.** Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения: В 10 т. / Под общ. ред. Ф. В. Новикова, А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2004. – Т. 5. Обработка металлов методами пластического деформирования. – 522 с. – Библиогр.: 244 назв.

**309.** Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения: В 10 т. / Под общ. ред. Ф. В. Новикова, А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2004. – Т. 7. Точность обработки деталей машин. – 546 с. – Библиогр.: 398 назв.

**310.** Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения: В 10 т. / Под общ. ред. Ф. В. Новикова, А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2004. – Т. 8. Оптимизация технологических процессов в машиностроении. – 508 с. – Библиогр.: 410 назв.

**311.** Физические и компьютерные технологии: труды 9-й Международной научно-технической конференции, 3–4 июня 2004, г. Харьков / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2004. – 179 с.

**312.** Физические и компьютерные технологии: труды 10-й Международной научно-технической конференции, 28–30 сентября 2004, г. Харьков / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2004. – 288 с.

#### 2005

**313.** Энергетический баланс работ при прерывистом шлифовании / Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, А. А. Якимов // Физические и компьютерные технологии: Тез. докл. 11-й Междунар. научн.-техн. конф., г. Харьков, 2–3 июня 2005г. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2005. – С. 4–7. – Библиогр.: 4 назв.

**314.** Технологія машино- та двигунобудування: Підручник / Ф. В. Новіков, В. М. Тонконогий, О. О. Якімов, Г. О. Оборський, В. П. Ларшин, Г. В. Новіков, Ю. М. Кривошапка. – Одеса: ОНПУ, 2005. – 720 с. – Библиогр.: 92 назв.

**315.** Температурное поле при многократном воздействии теплового источника / А. В. Усов, О. А. Якимова // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2005. – Вип. 33. – С. 120–124. – Библиогр.: 3 назв.

**316.** Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения: В 10 т. / Под общ. ред. Ф. В. Новикова, А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2005. – Т. 9. Проектирование технологических процессов в машиностроении. – 584 с. – Библиогр.: 481 назв.

**317.** Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения: В 10 т. / Под общ. ред. Ф. В. Новикова, А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2005. – Т. 10. Концепции развития технологии машиностроения. – 565 с. – Библиогр.: 446 назв.

**318.** Физические и компьютерные технологии: труды 11-й Международной научно-технической конференции, 2–3 июня 2005, г. Харьков / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2005. – 386 с.

#### 2006

**319.** Технологические процессы изготовления высокоточных деталей гидро- и пневмоаппаратуры: Учеб. пособие / Ф. В. Новиков, Е. В. Грисенко, В. П. Ларшин, А. А. Якимов, Г. В. Новиков. Под общ. ред. проф. А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2006. – 328 с. (Физические и компьютерные технологии). – Библиогр.: 9 назв.

**320.** Температурные погрешности при резьбошлифовании / В. П. Ларшин // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2006. – Вип. 42. – С. 42–47. – Библиогр.: 7 назв.

**321.** Физические и компьютерные технологии: труды 12-й Международной научно-технической конференции, 7–8 июня 2006, г. Харьков / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2006. – 284 с.

#### 2007

**322.** Оптимизация параметров процесса шлифования прерывистыми кругами с равномерным контактом / А. А. Якимов, С. Ю. Дмитриева // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2007. – Вип. 61. – С. 34–39. – Библиогр.: 4 назв.

**323.** Определение глубины резания при шлифовании / В. П. Ларшин, Н. В. Лищенко // Физические и компьютерные технологии: Тез. докл. 13-й Междунар. научн.-техн. конф., г. Харьков, 19–20 апреля 2007. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2007. – С. 45–50. – Библиогр.: 3 назв.

**324.** Физические и компьютерные технологии: труды 13-й Международной научно-технической конференции, 19–20 апреля 2007, г. Харьков / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2007. – 684 с.

#### 2008

**325.** Условия уменьшения теплонапряженности процессов шлифования зубчатых колес на станках 5851 (МАОГ) / А. А. Якимов // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2008. – Вип. 68. – С. 34–43. – Библиогр.: 3 назв.

**326.** Технологія автоматизованого машинобудування: Підручник / В. С. Гусарев, О. О. Якимов, П. А. Лінчевський, Ф. В. Новіков, Г. В. Новіков, В. П. Ларшин. – Одеса: ОНПУ, 2008. – 410 с. – Библиогр.: 64 назв.

**327.** Визначення температури шліфування на основі комп'ютерного моделювання процесу / В. П. Ларшин, Н. В. Лищенко // Вестник национального технического университета "Киевский политехнический институт". – Киев, 2008. – С. 30–37.

**328.** Физические и компьютерные технологии: труды 14-й Международной научно-технической конференции, 24–25 сентября 2008, г. Харьков / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2008. – 488 с.

#### 2009

**329.** Физические и компьютерные технологии: труды 15-й Международной научно-технической конференции, 2–3 декабря 2009, г. Харьков / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2009. – 523 с.

#### 2010

**330.** Анализ ресурса стойкости режущего инструмента / В. П. Ларшин, Н. В. Лищенко, С. Н. Макаров // Вестник национального технического университета "Киевский политехнический институт". – Киев, 2010. – С. 101–106.

**331.** Управление ресурсом стойкости режущего инструмента / В. П. Ларшин, Н. В. Лищенко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХНТУСГ, 2010. – Вип. 101. – С. 56–64. – Библиогр.: 7 назв.

**332.** Физические и компьютерные технологии: труды 16-й Международной научно-технической конференции, 15–16 сентября 2010, г. Харьков / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2010. – 235 с.

#### 2011

**333.** Физические и компьютерные технологии: труды 17-й Международной научно-технической конференции, 20–21 сентября 2011, г. Харьков / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2011. – 161 с.

#### 2012

**334.** Технология машиностроения: Учебник / Ф. В. Новиков, П. А. Линчевский, В. П. Ларшин, Е. В. Грисенко, А. А. Якимов, А. В. Фадеев, Г. В. Новиков. – Одесса: ОНПУ, 2012. – 693 с. – Библиогр.: 92 назв.

**335.** Определение температуры прерывистого шлифования / В. П. Ларшин, Н. В. Лищенко // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса: ОПУ, 2012. – Вып. 2(39). – С. 80–85.

**336.** Влияние принудительного теплообмена с охлаждающей средой на температуру шлифования / В. П. Ларшин, Н. В. Лищенко // Современные инновации в науке и технике: материалы II-й между. научн.-практ. конф., г. Курск, 18 апреля 2012 г. – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2012. – С. 234–237.

**337.** Физические и компьютерные технологии: Труды 18-й Международной научно-практической конференции, 5–6 декабря 2012, г. Харьков / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ГП ХМЗ "ФЭД", 2012. – 235 с.

#### 2014

**338.** Физические и компьютерные технологии. Труды 19-й Международной научно-практической конференции, 25–26 июня 2014 г. / Составители: Ф. В. Новиков. – Харьков: ГП ХМЗ "ФЭД", 2014. – 193 с.

#### 2015

**339.** Повышение качества поверхности при шлифовании зубчатых колес на станках МААГ / А. А. Якимов, С. Ю. Дмитриева // Сучасні системи технологій у машинобудуванні: зб. наук. праць, присвячених 90-річчю з дня народження проф. Одеського національного політехнічного університету (ОНПУ) Якимова О. В. – Дніпропетровськ: ЛІРА. – 2015. – С. 29–33. – Библиогр.: 6 назв.

**340.** Физическая сущность и технологические возможности прерывистого шлифования / Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков // Сучасні системи технологій у машинобудуванні: зб. наук. праць, присвячених 90-річчю з дня народження проф. Одеського національного політехнічного університету (ОНПУ) Якимова О. В. – Дніпропетровськ: ЛІРА. – 2015. – С. 38–43. – Библиогр.: 6 назв.

### АВТОРСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА И ПАТЕНТЫ

**341.** А.с. 200461 СССР, МПК В 24 d. Прерывистые абразивные круги / В. А. Сипайлов, В. И. Потемкин, С. К. Екимов, Г. С. Яковлев, Ю. А. Бояршинов (СССР). – № 1061065/25-8; Заяв. 14.03.66; Оpubл. 13.07.67, Бюл. 16 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1967. – № 16. – С. 192.

**342.** А.с. 207671 СССР, МПК В 231 49 d, 3/01. Способ наладки зубошлифовальных станков / Е. П. Калинин (СССР). – № 1014909/25-8; Заяв. 24.06.65; Оpubл. 22.12.67, Бюл. № 2 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1968. – № 2. – С. 155.

**343.** А.с. 224282 СССР, МПК В 231. Инструмент для окончательной обработки закаленных зубчатых колес / Г. В. Гольдин, В. В. Полянин (СССР). – № 1115057/25-8; Заяв. 26.11.66; Оpubл. 06.08.68, Бюл. № 25 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1968. – № 25. – С. 135.

**344.** А.с. 251354 СССР, МПК В 231 49 d, 11. Способ шлифования зубьев / Ю. А. Бояршинов, Э. Н. Перов, Э. С. Заневский, В. Н. Зуев, А.Г. Невский, С. К. Екимов (СССР). – № 1185532/25-8; Заяв. 15.08.67; Оpubл. 26.08.69, Бюл. № 27 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1969. – № 27. – С. 144.

**345.** А.с. 335078 СССР, МКИ 24 b 3/46. Способ нарезания зубьев многолезвийного режущего инструмента / М. В. Чистяков (СССР). – № 1455229/25-8; Заяв. 15.06.70; Оpubл. 11.04.72, Бюл. № 13 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1972. – № 13. – С. 41.

**346.** А.с. 386727 СССР, МКИ В 231 23/10. Устройство для наладки зубошлифовального станка / Ю. А. Бояршинов, Э. С. Заневский, Н. М. Лицын, В. И. Лойко, А. П. Наугольных, Э. Н. Перов (СССР). – № 1642123/18-24; Заяв. 26.03.71; Оpubл. 21.06.73, Бюл. № 27 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1973. – № 27. – С. 29.

**347.** А.с. 387297 СССР, МКИ G 01 г 21/00. Устройство для измерения активной мощности однофазного переменного тока / Ю. А. Бояршинов,

В. Н. Зуев, Н. М. Лицын (СССР). – № 1645287/18-10; Заяв. 12.04.71; Оpubл. 21.06.73, Бюл. № 27 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1973. – № 27. – С. 131-132.

**348.** А.с. 446161 СССР. Система для автоматического управления зубошлифовальными станками // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1974. – № 37 – С. 166. Не подлежит публикации.

**349.** А.с. 453289 СССР, МКИ В 24 б 49/10. Устройство для автоматического управления правкой абразивного инструмента / Ю. А. Бояршинов, С. С. Заневский, В. Н. Зуев, Н. М. Лицын, Э. Н. Перов (СССР). – № 1802924/25-8; Заяв. 20.06.72; Оpubл. 15.12.74, Бюл. № 46 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1974. – № 46 – С. 35.

**350.** А.с. 463306 СССР. Система для автоматического управления зубошлифовальными станками // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1975. – № 9 – С. 155. Не подлежит публикации.

**351.** А.с. 482064 СССР. Устройство для контроля затупления шлифовального круга // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1975. – № 31 – С. 179. Не подлежит публикации

**352.** А.с. 499101 СССР, МКИ 24 В 39/00. Устройство для обработки цилиндрических деталей / Л. Г. Зорин, В. В. Юшков, В. М. Торбило (СССР). – № 1911622/25-8; Заяв. 26.04.73; Оpubл. 15.01.76, Бюл. № 2 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1976. – № 2. – С. 38.

**353.** Пат. 574296 Швейцария, МКИ С1<sup>2</sup>: В 23 F 5/02; В 23 F 1/02 // В 24 В 49/10. Система автоматического регулирования качества / Ю. А. Бояршинов, В. Н. Зуев, А. П. Калмыков, Н. М. Лицын (СССР). – № 13625/73; Заяв. 21.09.73; Выдан 29.02.76; Оpubл. 15.04.76.

**354.** А.с. 500051 СССР, МКИ В 24 В 49/00. Способ определения момента касания шлифовального круга с обрабатываемым изделием / Ю. А. Бояршинов, Н. Н. Королева, Н. М. Лицын, И. С. Милько, А. П. Наугольных, Н. Г. Онищенко, Н. М. Торопова (СССР). – № 2034570/25-8; Заяв. 18.06.74; Оpubл. 25.01.76, Бюл. № 3 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1976. – № 3. – С. 46–47.

**355.** А.с. 564576 СССР, МКИ G 01 N 3/58. Способ выявления пятна контакта алмазного инструмента с обрабатываемой деталью / Е. А. Евсин, В. М. Торбило, А. С. Донская (СССР). – № 2190819/28; Заяв. 17.11.75; Оpubл. 05.07.77, Бюл. № 25 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1977. – № 25. – С. 163.

**356.** А.с. 580108 СССР, МКИ В 24 D 5/00 // В 24 D 17/00. Шлифовальный круг / А. Д. Курносов, В. А. Бахвалов, В. А. Борисов, С. М. Маленьких, Н. И. Са-винов (СССР). – № 2386414/25-08; Заяв. 15.07.76; Оpubл. 15.11.77, Бюл. № 42 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1977. – № 42. – С. 37.

**357.** А.с. 625915 СССР, МКИ В 24 D 5/00. Абразивный инструмент / В.А. Бахвалов (СССР). – № 2466285/25-08; Заяв. 23.03.77; Оpubл. 30.09.78, Бюл. № 36 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1978. – № 36. – С. 61.

**358.** А.с. 633721 СССР, МКИ В 24 В 51/00. Способ автоматического управления шлифовальными станками / В. А. Бахвалов, В. П. Ларшин, В. А. Якимов (СССР). – № 2454437/25-08; Заяв. 16.02.77; Оpubл. 25.11.78, Бюл. № 43 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1978. – № 43. – С. 48.

**359.** А.с. 645831 СССР, МКИ В 24 D 3/34. Состав для импрегнирования абразивных инструментов / С. М. Маленьких, Р. М. Мубаракшин, Г.А. Оборский (СССР). – № 2506936/25-08; Заяв. 08.07.77; Оpubл. 05.02.79, Бюл. № 5 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1979. – № 5. – С. 50.

**360.** А.с. 656820 СССР, МКИ В 24 В 51/00. Устройство для измерения вибраций круга / В. И. Свирцев, В. И. Потемкин (СССР). – № 2326300/25-08; Заяв. 20.02.76; Оpubл. 15.04.79, Бюл. № 14 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1979. – № 14. – С. 61.

**361.** А.с. 673444 СССР, МКИ В 24 D 5/00. Абразивный инструмент / В. А. Бахвалов (СССР). – № 2581043/25-08; Заяв. 15.02.78; Оpubл. 15.07.79, Бюл. № 26 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1979. – № 26. – С. 54.

**362.** А.с. 701781 СССР, МКИ В 24 В 51/00. Устройство автоматической стабилизации качественных характеристик шлифуемых деталей / Г. Д. Григорьян, А. В. Усов (СССР). – № 2628489/25-08; Заяв. 19.06.78; Оpubл. 05.12.79, Бюл. № 45 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1979. – № 45. – С. 53–54.

**363.** А.с. 704773 СССР, МКИ В 24 В 49/10. Способ шлифования резьбы / В. П. Ларшин, Ю. П. Русавский, В. А. Якимов (СССР). – № 2622462/25-08; Заяв. 02.06.78; Оpubл. 25.12.79, Бюл. № 47 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1979. – № 47. – С. 67.



**364.** А.с. 747706 СССР, МКИ В 24 В 49/00; G 05 В 19/38. Устройство для ограничения перемещения шлифовального круга / В. П. Ларшин, В. А. Якимов (СССР). – № 2619589/18-24; Заяв. 23.05.78; Оpubл. 15.07.80, Бюл. № 26 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1980. – № 26. – С. 66–67.

**365.** А.с. 812545 СССР, МКИ В 24 В 49/00; G 05 В 19/39. Устройство для позиционного управления инструментом / В. П. Ларшин, В. А. Якимов, Ю. П. Русавский (СССР). – № 2760678/18-24; Заяв. 05.04.79; Оpubл. 15.03.81. Бюл. № 10 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1981. – № 10. – С. 60.

**366.** А.с. 812546 СССР, МКИ В 24 В 49/10. Способ настройки резьбошлифовального станка / Ю. П. Русавский, В. П. Ларшин, В. А. Якимов, А. З. Лисогор (СССР). – № 2784708/25-08; Заяв. 25.06.79; Оpubл. 15.03.81, Бюл. № 10 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1981. – № 10. – С. 60.

**367.** А.с. 818823 СССР, МКИ В 24 В 1/00. Способ поверхностного упрочнения изделий / М. Ф. Полетаев, В. П. Поддубный, А. В. Усов (СССР). – № 2629822/25-08; Заяв. 19.06.78; Оpubл. 07.04.81, Бюл. № 13 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1981. – № 13. – С. 52.

**368.** А.с. 895635 СССР, МКИ В 24 D 5/06. Инструмент для доводки / Л. П. Соловьева, Н. Т. Хайловский (СССР). – № 2906190/28-08; Заяв. 04.04.80; Оpubл. 07.01.82, Бюл. № 1 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1982. – № 1. – С. 55.

**369.** А.с. 948619 СССР, МКИ В 24 В 1/00. Способ шлифования / В. М. Прокофьев (СССР). – № 2752022/25-08; Заяв. 12.04.79; Оpubл. 07.08.82, Бюл. № 29 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1982. – № 29. – С. 50.

**370.** А.с. 948625 СССР, МКИ В 24 В 7/00 // В 24 В 7/14. Способ плоского шлифования / В. М. Прокофьев (СССР). – № 2633531/25-08; Заяв. 16.05.78; Оpubл. 07.08.82, Бюл. № 29 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1982. – № 29. – С. 51.

**371.** А.с. 948647 СССР, МКИ В 24 D 5/06. Шлифовальный круг / В. М. Прокофьев (СССР). – № 2820557/25-08; Заяв. 14.09.79; Оpubл. 07.08.82, Бюл. № 29 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1982. – № 29. – С. 54.

**372.** А.с. 975376 СССР, МКИ В 24 D 11/00. Абразивная лента / В. А. Борисов, И. П. Бокотей, Ф. А. Гойду, С. М. Маленьких, В. В. Меренич,

Н. С. Снежко (СССР). – № 3284668/25-08; Заяв. 08.05.81; Оpubл. 23.11.82, Бюл. № 43 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1982. – № 43. – С. 77.

**373.** А.с. 1016145 СССР, МКИ В 24 D 5/06. Абразивный инструмент с прерывистой рабочей поверхностью / В. Ф. Соколов, А. К. Рахманов (СССР). – № 3378213/25-08; Заяв. 08.01.82; Оpubл. 07.05.83, Бюл. № 17 // Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки. – 1982. – № 17. – С. 63.

**374.** А.с. 1028494 СССР, МКИ В 24 D 3/34. Способ импрегнирования абразивного инструмента / В. В. Якушева, И. П. Сазонов (СССР). – № 3321380/25-08; Заяв. 20.07.81; Оpubл. 15.07.83, Бюл. № 26 // Открытия. Изобрет. – 1983. – № 26. – С. 43.

**375.** А.с. 1042979 СССР, МКИ В 24 D 3/34. Состав для импрегнатора для абразивного инструмента / В. А. Шарков (СССР). – № 3451835/25-08; Заяв. 03.06.82; Оpubл. 23.09.83, Бюл. № 35 // Открытия. Изобрет. – 1983. – № 35. – С. 74.

**376.** А.с. 1047628 СССР, МКИ В 23 G 1/00 // В 24 В 49/00. Способ контроля неравномерности припуска по профилю резьбы / В. П. Ларшин, Ю. И. Русавский, В. А. Якимов, А. Е. Мясоед, И. В. Тимченко (СССР). – № 2951655/25-08; Заяв. 23.05.80; Оpubл. 15.10.83, Бюл. № 38 // Открытия. Изобрет. – 1983. – № 38. – С. 39.

**377.** А.с. 1054019 СССР, МКИ В 23 Q 15/00. Устройство для автоматического регулирования подачи на металлорежущем станке / В. П. Ларшин, В. А. Якимов, Ю. И. Русавский, А. Е. Мясоед (СССР). – № 2832928/25-08; Заяв. 29.10.79; Оpubл. 15.11.83, Бюл. № 42 // Открытия. Изобрет. – 1983. – № 42. – С. 48.

**378.** А.с. 1059545 СССР, МКИ G 05 D 19/00. Устройство для автоматического управления шлифовальным станком / В. П. Ларшин, В. А. Якимов, Ю. И. Русавский, Г. И. Колокольников (СССР). – № 3006000/18-24; Заяв. 09.09.80; Оpubл. 07.12.83, Бюл. № 45 // Открытия. Изобрет. – 1983. – № 45. – С. 196.

**379.** А.с. 1061979 СССР, МКИ В 24 D 3/34. Способ изготовления абразивного инструмента / В. В. Якушева, В. И. Винникова (СССР). – № 3444501/25-08; Заяв. 31.05.82; Оpubл. 23.12.83, Бюл. № 47 // Открытия. Изобрет. – 1983. – № 47. – С. 57.

**380.** А.с. 1125107 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 23 В 1/00. Способ определения жесткости станков / В. П. Гугнин, Г. И. Ключников, А. А. Якимов (СССР). – № 3638545/25-08; Заяв. 13.07.83; Оpubл. 20.11.84, Бюл. № 43 // Открытия. Изобрет. – 1984. – № 43. – С. 47.

**381.** А.с. 1131640 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 24 D 17/00. Способ изготовления абразивного инструмента / В. В. Якушева (СССР). – № 3574457/25-08; Заяв. 17.02.83; Оpubл. 30.12.84, Бюл. № 48 // Открытия. Изобрет. – 1984. – № 48. – С. 36.

**382.** А.с. 1166508 СССР. Смазочный состав для механической обработки металлов // Открытия. Изобрет. – 1985. – № 25. – С. 254. Не подлежит публикации.

**383.** А.с. 1167892 СССР. Смазка для механической обработки металлов // Открытия. Изобрет. – 1985. – № 26. – С. 251. Не подлежит публикации.

**384.** А.с. 1168588 СССР, МКИ С 10 М 105/08 // (С 10 М 105/08, 125:06, 125:22), С 10 N 10:12, 40:20. Смазка для заточки режущего инструмента / В. А. Шарков, И. Г. Кигель, А. И. Степанов, Е. А. Волкова (СССР). – № 3731193/23-04; Заяв. 18.04.84; Оpubл. 23.07.85, Бюл. № 27 // Открытия. Изобрет. – 1985. – № 27. – С. 95.

**385.** А.с. 1175684 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 24 D 3/34. Способ изготовления абразивного инструмента / В. В. Якушева (СССР). – № 3680939/25-08; Заяв. 22.11.83; Оpubл. 30.08.85, Бюл. № 32 // Открытия. Изобрет. – 1985. – № 32. – С. 64.

**386.** А.с. 1177145 СССР, МКИ В 24 D 3/34. Твердый состав для шлифования / В. В. Якушева (СССР). – № 3705504/25-08; Заяв. 23.12.83; Оpubл. 07.09.85, Бюл. № 33 // Открытия. Изобрет. – 1985. – № 33. – С. 54.

**387.** А.с. 1186634 СССР, МКИ<sup>4</sup> С 10 М 141/06 // (С 10 М 141/06, 125:10, 125:26, 133:16, 133:2) С 10 N 30:06, 40:20. Смазка для механической обработки металлов / В. В. Якушева (СССР). – № 3658296/23-04; Заяв. 15.08.83; Оpubл. 23.10.85, Бюл. № 39 // Открытия. Изобрет. – 1985. – № 39. – С. 108.

**388.** А.с. 1188195 СССР, МКИ<sup>4</sup> С 10 М 125/20 // (С 10 М 125/20, 125:06, 125:22, 129:40, 143:06) С 10 N 40:20. Смазка для абразивной обработки металлов / В. А. Шарков, Е. А. Волкова (СССР). – № 3749504/23-04; Заяв. 18.04.84; Оpubл. 30.10.85, Бюл. № 40 // Открытия. Изобрет. – 1985. – № 40. – С. 85.

**389.** А.с. 1223207 СССР, МКИ G 05 В 19/00. Устройство для управления шлифовальным станком / В. П. Ларшин, В. Ф. Соколов (СССР). – № 3804205/24-24; Заяв. 23.10.84; Оpubл. 07.04.86, Бюл. № 13 // Открытия. Изобрет. – 1986. – № 13. – С. 203.

**390.** А.с. 1247408 СССР, МКИ<sup>4</sup> С 10 М 129/40 // (С 10 М 129/40, 105:24, 105:68, 133:20) С 10 N 40:20. Смазка для механической обработки металлов

/ В. В. Якушева, В. И. Винникова (СССР). – № 3843869/23-04; Заяв. 16.01.85; Оpubл. 30.07.86, Бюл. № 28 // Открытия. Изобрет. – 1986. – № 28. – С. 105.

**391.** А.с. 1255415 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 24 D 3/34. Состав импрегнатора для абразивного инструмента / В. В. Якушева, В. И. Винникова (СССР). – № 3883481/25-08; Заяв. 11.04.85; Оpubл. 07.09.86, Бюл. № 33 // Открытия. Изобрет. – 1986. – № 33. – С. 70.

**392.** А.с. 1266716 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 24 В 53/00. Способ правки шлифовального круга / А. Н. Ница (СССР). – № 3928307/25-08; Заяв. 22.05.85; Оpubл. 30.11.86, Бюл. № 40 // Открытия. Изобрет. – 1986. – № 40. – С. 48.

**393.** А.с. 1288039 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 24 В 51/00. Способ управления шлифованием / В. П. Ларшин, В. Ф. Соколов, А. М. Скляр, Д. А. Севрюгин (СССР). – № 3907916/25-08; Заяв. 10.06.85; Оpubл. 07.02.87, Бюл. № 5 // Открытия. Изобрет. – 1987. – № 5. – С. 58.

**394.** А.с. 1292988 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 24 В 1/00. Способ шлифования / И. М. Буюкли, Б. Н. Бирюков (СССР). – № 3883579/31-08; Заяв. 12.04.85; Оpubл. 28.02.87, Бюл. № 8 // Открытия. Изобрет. – 1987. – № 8. – С. 65.

**395.** А.с. 1294574 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 24 В 1/00. Способ шлифования (по а. с. № 948620) / И. М. Буюкли, Б. Н. Бирюков, Н. В. Чаругин (СССР). – № 3926458/31-08; Заяв. 12.04.85; Оpubл. 07.03.87, Бюл. № 9 // Открытия. Изобрет. – 1987. – № 9. – С. 59.

**396.** А.с. 1305014 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 24 D 17/00. Абразивный инструмент / И. М. Буюкли, Б. Н. Бирюков, Г. В. Новак (СССР). – № 3719232/31-08; Заяв. 03.04.84; Оpubл. 23.04.87, Бюл. № 15 // Открытия. Изобрет. – 1987. – № 15. – С. 60.

**397.** А.с. 1328086 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 23 С 9/00. Диагностическое устройство для испытания фрезерного станка с программным управлением / В. С. Коротков, Н. С. Ивченко (СССР). – № 4038252/31-08; Заяв. 18.03.86; Оpubл. 07.08.87, Бюл. № 29 // Открытия. Изобрет. – 1987. – № 29. – С. 58.

**398.** А.с. 1329921 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 23 С 3/00. Способ обработки поверхностей с регулярным рельефом / Г. В. Новак, И. М. Буюкли (СССР). – № 4023165/31-08; Заяв. 11.02.86; Оpubл. 15.08.87, Бюл. № 30 // Открытия. Изобрет. – 1987. – № 30. – С. 58.

**399.** А.с. 1368162 СССР, МКИ<sup>4</sup> 24 В 33/08. Хонинговальная головка / И. М. Буюкли, Г. В. Лукьяненко, Н. Н. Зинченко, Г. В. Новак (СССР). – № 4101444/31-08; Заяв. 30.05.86; Оpubл. 23.01.88, Бюл. № 3 // Открытия. Изобрет. – 1988. – № 3. – С. 60–61.

**400.** А.с. 1399097 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 24 В 49/00. Способ определения глубины резания при шлифовании / В. П. Ларшин, А. М. Скляр (СССР). – № 4115638/31-08; Заяв. 08.09.86; Оpubл. 30.05.88, Бюл. № 20 // Открытия. Изобрет. – 1988. – № 20. – С. 65.

**401.** А.с. 1401782 СССР. Способ шлифования // Открытия. Изобрет. – 1988. – № 21. – С. 270. Не подлежит публикации.

**402.** А.с. 1404184 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 23 В 25/06. Устройство для измерения инструментов / В. С. Коротков, В. Л. Завацкий, Н. С. Ивченко (СССР). – № 4119004/31-08; Заяв. 09.07.86; Оpubл. 23.06.88, Бюл. № 23 // Открытия. Изобрет. – 1988. – № 23. – С. 41–42.

**403.** А.с. 1413401 СССР, МКИ<sup>4</sup> G 01 D 5/16. Устройство для контроля диаметра резьбы гаек шариковых винтовых пар / С. Н. Мочарский, Л. П. Соловьева, А. И. Супрун, Н. Т. Хайловский (СССР). – № 4230395/25-28; Заяв. 14.01.87; Оpubл. 30.07.88, Бюл. № 28 // Открытия. Изобрет. – 1988. – № 28. – С. 163.

**404.** А.с. 1415593 СССР. Способ плоского шлифования // Открытия. Изобрет. – 1988. – № 29. – С. 245. Не подлежит публикации.

**405.** А.с. 1427545 СССР, МКИ<sup>4</sup> Н 02 Р 8/00. Распределитель импульсов для управления шаговым двигателем / А. М. Скляр, В. П. Ларшин (СССР). – № 4111230/24-07; Заяв. 12.06.86; Оpubл. 30.09.88, Бюл. № 36 // Открытия. Изобрет. – 1988. – № 36. – С. 236.

**406.** А.с. 1439888 СССР. Способ хонингования // Открытия. Изобрет. – 1988. – № 43. – С. 268. Не подлежит публикации.

**407.** А.с. 1511096 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 24 D 5/02. Многониточный резьбошлифовальный круг / Л. В. Меньшенина, С. Н. Мочарский, Н. Т. Хайловский, А. И. Супрун (СССР). – № 4242816/31-08; Заяв. 25.02.87; Оpubл. 30.09.89, Бюл. № 36 // Открытия. Изобрет. – 1989. – № 36. – С. 83.

**408.** А.с. 1519016 СССР, МКИ В 23 J 1/00 // В 23 В 1/00. Способ коррекции шага при резьбошлифовании / В. П. Ларшин, В. Ф. Соколов, А. М. Скляр (СССР). – № 43460691/31-08; Заяв. 26.10.87 // Открытия. Изобрет. – 1989. – № 40. – С. 254. Не подлежит публикации.

**409.** А.с. 1541023 СССР, МКИ<sup>5</sup> В 24 В 7/12. Способ изготовления длинномерных изделий / И. М. Буюкли, Ю. В. Савилов, В. А. Андрухович (СССР). – № 4212018/25-08; Заяв. 19.03.87; Оpubл. 07.02.90, Бюл. № 5 // Открытия. Изобрет. – 1990. – № 5. – С. 80.

**410.** А.с. 1570951 СССР, МКИ<sup>5</sup> В 65 в 25/00, В 65 D 61/00. Способ упаковки в многооборотную разборную тару крупногабаритных изделий

/ Е. В. Мильберт, В. Е. Мильберт (СССР). – № 4204757/31-13; Заяв. 02.03.87; Оpubл. 15.06.90, Бюл. № 22 // Открытия. Изобрет. – 1990. – № 22. – С. 67.

**411.** А.с. 1680490 СССР, МКИ<sup>5</sup> В 24 В 51/00. Устройство переключения с ускоренного подвода шлифовального круга на рабочую подачу / А. М. Скляр, В. П. Ларшин, Л. Т. Мизернюк. – № 4112270/63; Заяв. 12.06.86; Оpubл. 30.09.91 // Открытия. Изобрет. – 1991. – № 36. – С. 77.

**412.** А.с. 1715832 Россия, МКИ<sup>5</sup> С 10 М 101/02 // (С 10 М 101/02, С 10 М 129:40, С 10М 105:24, С 10 М 159:04) С 10 N 30:06, С N 40:20. Смазка для механической обработки металлов / В. Б. Наддачин, В. И. Винникова, Б. Л. Бовшевский, П. И. Будник (Украина). – № 4788249/04; Заяв. 30.01.90; Оpubл. 28.02.92, Бюл. № 8 // Изобретения. – 1992. – № 8. – С. 89.

**413.** А.с. 1715833 Россия, МКИ<sup>5</sup> С 10 М 117/02, С 10 М 169/04 // (С 10 М 117/02, С 10 М 105:24, С 10 М 129:40) С 10 N 30:06, С 10 N 40:20. Состав для механической обработки металлов / В. Б. Наддачин, В. И. Винникова, Б. Л. Бовшевский, П. И. Будник (Украина). – № 4801424/04; Заяв. 30.01.90; Оpubл. 28.02.92, Бюл. № 8 // Изобретения. – 1992. – № 8. – С. 89.

**414.** Пат. 2032523 Россия, МКИ В 24 В 49/00 С 01 В 3/40. Устройство для активного контроля диаметра резьбы при резьбошлифовании / В. П. Ларшин, Б. О. Ткаченко (Украина). – № 4923727; Заяв. 01.04.91; Оpubл. 10.04.95, Бюл. № 10.

**415.** А.с. 9586 А Україна, МКИ<sup>5</sup> С 10 М 133/56. Мاستило для механічної обробки металів / В. І. Вінникова (Україна). – № 93111448; Заяв. 31.12.92; Оpubл. 30.09.96, Бюл. № 3 // Пром. власність. – 1996. – № 3. – С. 3.1.248.

**416.** Декларацийний патент на корисну модель 12572. Спосіб визначення глибини різання при шліфуванні / В. П. Ларшин, Н. В. Лищенко, А. В. Ларшина. – Україна, МПК (2006) В24В 51/00, Бюл. №2; заявл. 08.08.2005; опубл. 15.02.2006.

**417.** Декларацийний патент на корисну модель 15688. Спосіб визначення режимів шліфування, при яких утворюється шліфувальний припік / В. П. Ларшин, Н. В. Лищенко, А. В. Ларшина. – Україна, МПК (2006) В24В 51/00, Бюл. №7; заявл. 03.01.2006; опубл. 17.07.2006.

**418.** Декларацийний патент на корисну модель 17085. Спосіб керування шліфуванням / В. П. Ларшин, Н. В. Лищенко, А. В. Ларшина. – Україна, МПК (2006) В24В 51/00, Бюл. № 9; заявл. 27.02.2006; опубл. 15.09.2006.

**419.** Декларацийний патент на корисну модель 43112. Спосіб механічної обробки металів різанням / В. П. Ларшин, Н. В. Лищенко, А. В. Ларшина. – Україна, МПК (2009) С21D 10/00, Бюл. №15; заявл. 07.08.2008; опубл. 10.08.2009.

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
им. СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ**

**А. В. ЯКИМОВ**

*На правах рукописи*

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК  
ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ КРУГАМИ  
С ПРЕРЫВИСТОЙ  
РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

**Специальность 05–214 двигатели  
летательных аппаратов и их технология**

**Автореферат диссертации  
на соискание ученой степени  
доктора технических наук**

**МОСКВА – 1970**



---

---

Направляем Вам для ознакомления автореферат диссертационной работы к. т. н. доцента А. В. Якимова на тему "Технологические основы процесса шлифования кругами с прерывистой рабочей поверхностью", представленной на соискание ученой степени доктора технических наук.

Просим Вас принять участие в обсуждении диссертации или прислать свой отзыв в двух экземплярах, заверенных печатью учреждения.

Работа выполнена в Пермском политехническом институте.

**О ф и ц и а л ь н ы е о п п о н е н т ы :**

доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Белорусской АН *П. И. Яцерицин*;

заслуженный деятель науки и техники УССР, доктор технических наук, профессор *А. А. Маталин*;

доктор технических наук, профессор *В. С. Корсаков*.

Ведущее предприятие – Научно-исследовательский институт технологии и организации производства (НИАТ)

Автореферат разослан 1970 г.

Защита состоится 1970 г.  
на заседании ученого совета факультета "Двигателей летательных аппаратов"  
Московского авиационного института им. С. Орджоникидзе.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Адрес института: Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

Почтовый адрес: Москва, А-80, п/я 515. Телефон: 158-00-02, д. 3-91.

Ученый секретарь совета  
канд. техн. наук доцент *М. М. Михайлова*

Насыщенность современной техники, особенно авиационной, комплексом взаимосвязанных автоматизированных агрегатов и систем требует безотказной работы всех деталей и узлов в течение заданного ресурса. В решении этой важной задачи большую роль играет повышение качества продукции машиностроительных предприятий путем непрерывного совершенствования конструкции и технологии изготовления машин.

Наиболее распространенным методом окончательной обработки деталей является шлифование, обеспечивающее высокую точность их изготовления. Но со шлифованием связано появление в изделиях прижогов, трещин и вредных растягивающих напряжений. Последнее обстоятельство вызывает необходимость всестороннего исследования причин, порождающих эти дефекты, и изыскания путей их устранения. Этим вопросам, которые все еще остаются актуальными и в настоящее время, посвящено большое количество работ, выполненных в нашей стране и за рубежом.

В авиационной, автомобильной и ряде других отраслей промышленности проблема улучшения качества поверхностного слоя деталей в основном решается подбором оптимального режима шлифования и соответствующей характеристики инструмента. Однако указанные методы при существующей технологии, в том числе при обработке алмазными и эльборовыми кругами, не позволяют полностью исключить дефекты, возникающие в поверхностном слое. Этому препятствуют неизбежные колебания припуска в связи с погрешностями от предшествующих операций механической обработки, коробления изделий при термической обработке, колебания шпинделя от дисбаланса шлифовального круга и наличием других факторов, зависящих от природы самого процесса шлифования.

В связи с этим изучение основных технологических параметров во взаимодействии, включая систему абразив–деталь–рабочая среда, температурно-силовые условия, и изыскание новых путей в решении проблемы улучшения качества поверхностного слоя является первостепенной задачей и имеет большое научное и практическое значение.

Исследования, результаты которых приводятся в настоящей работе, направлены на решение указанных вопросов.

Стабильное качество поверхностного слоя при шлифовании и высокую производительность, как показывают наши исследования, можно обеспечить за счет системы автоматического регулирования активной мощности резания, а также применения шлифовальных кругов с прерывистой рабочей поверхностью.

В работах проф. П. И. Ящерицына отмечается, что при прерывистом шлифовании облегчается сход стружки, увеличивается стойкость круга, сокращается количество правок. А. С. Пичугин и В. А. Ананьин показывают, что прерывание процесса резания устраняет шлифовочные прижоги. Eilmes и Kaczmarek получили отрицательные результаты и делают вывод, что прерывистое шлифование ухудшает чистоту и не устраняет шлифовочные трещины. Эти исследования носят частный характер без глубокого анализа явлений, сопутствующих процессу прерывистого шлифования, или же имеют противоречивые выводы. Отсутствие каких-либо данных о точности, качестве и производительности процесса прерывистого шлифования, а также о механизме резания ограничивает область использования этого метода.

В диссертационной работе разработаны технологические процессы прерывистого шлифования, которые позволяют научно обосновать возможность улучшения качества поверхностного слоя, повышения точности обработки и увеличения производительности.

При исследовании процесса прерывистого шлифования в качестве теоретической основы приняты работы А. А. Маталина, П. И. Ящерицына, Б. И. Костецкого, П. Е. Дьяченко, А. И. Исаева, А. А. Михайлова и других, посвященные теории формирования поверхностных слоев при обычном шлифовании; работы Н. Н. Давиденкова, А. В. Подзея, И. А. Оди́нга, Г. Б. Талыпова, А. А. Маталина и других, посвященные теории возникновения остаточных напряжений в результате неравномерного нагрева металла; теория абразивного износа и микрорезания зерен, разработанная Е. Н. Масловым, Н. И. Крагельским, М. М. Хрущевым, В. А. Хрульковым и др.; теория автоматического управления подачей посредством самоподнастраивающихся станков, обстоятельно разработанная проф. Б. С. Балакшиным и его школой; теория расчета погрешностей обработки, созданная проф. В. С. Корасковым и проф. К. С. Колевым; теория расчета температурных полей, разработанная Г. Карслоу и Д. Иегером, Б. А. Васильевым и др.; метод тепловых источников для излучения тепловых явлений при сварке, предложенный академиком Н. Н. Рыкалинным, и теория тепловых явлений при обычном шлифовании, разработанная А. И. Исаевым, А. В. Подзеем, И. А. Морозовым, Н. Н. Новиковым, А. Н. Резниковым, И. П. Третьяковым, С. Г. Редько, С. С. Силиным, В. А. Сипайловым и др.

Теоретическое обоснование процесса прерывистого шлифования позволило разработать рекомендации, полезные для промышленности. Необходимость проведения данной исследовательской работы была выдвинута конкретными задачами производства. Она выполнялась с 1956 по 1969 гг. в лаборато-

риях кафедр технологии машиностроения, физики, металловедения и термической обработки, сопротивления материалов, динамики и прочности машин в Запорожском машиностроительном и Пермском политехническом институте по планам совместных работ с заводами и научно-исследовательскими организациями, например, заводами им. Я. М. Свердлова и им. В. И. Ленина (г. Пермь), научно-исследовательским институтом авиационной технологии (НИАТ), Московским заводом шлифовальных станков и др. Отдельные разделы выполнялись в соответствии с союзным координационным планом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по изысканию новых областей применения и повышению эффективности использования синтетических алмазов в промышленности.

Исследования были проведены коллективом отраслевой лаборатории Пермского политехнического института под руководством и при непосредственном участии автора настоящей работы.

Материалы исследований изложены в ряде научно-исследовательских отчетов, находящихся в библиотеке Пермского политехнического института.

Работа в целом и отдельные ее разделы неоднократно докладывались на конференциях и научно-технических советах моторостроительного завода им. Я. М. Свердлова и в НИАТе.

Автор диссертации выражает самую искреннюю благодарность и признательность научному консультанту профессору докт. техн. наук А. В. Подзею за участие и оказанную помощь.

Автор считает своим приятным долгом выразить признательность сотрудникам НИАТа канд. техн. наук Л. П. Смирнову, инженеру И. И. Наумову, а также сотрудникам экспериментально-технологического цеха моторостроительного завода им. Я. М. Свердлова за внимание, проявленное к работе, и помощь, оказанную автору, при внедрении ее результатов в производство.

## **Глава 1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ШЛИФОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИХ ФАКТОРЫ**

Основным содержанием первой главы является литературный обзор многочисленных трудов, посвященных изучению причин, вызывающих дефекты шлифования, и влияния этих дефектов на эксплуатационную надежность машин. На основании анализа литературных данных установлено, что причиной изменения физико-механического состояния поверхностного слоя и его свойств является действие высоких температур и давлений. При шли-

фовании закаленных сталей в поверхностном слое происходит своеобразный термический процесс, протекающий при высоких скоростях нагрева и охлаждения. Под воздействием этого процесса в материале происходят структурные и фазовые превращения, возникают остаточные напряжения, вызывающие деформацию изделий и образование поверхностных трещин.

Дефекты шлифования уменьшают износостойкость трущихся поверхностей деталей и снижают их изгибную и контактную прочность. Например, в работе Н. М. Рыжова отмечается, что шлифовочные прижоги, распространяющиеся на глубину 95 – 100 мкм и уменьшающие твердость на поверхности цементованного слоя стали 12Х2Н4А с HRC 60–62 до HRC 51–50, снижают долговечность изделий, примерно в восемь раз и предел контактной прочности на 25 %.

Устранить дефекты шлифования (прижоги, трещины) возможно за счет снижения температур в зоне резания. Известные рекомендации по снижению температуры шлифования за счет подбора режимов, характеристики круга, вида смазочно-охлаждающих жидкостей и т. д. носят частный и экспериментальный характер.

Прерывистое шлифование в отличие от других методов позволяет за счет конструктивных параметров кругов вполне сознательно регулировать теплонапряженность процесса. Однако этот метод мало изучен.

Практические рекомендации, полезные для промышленности, могут быть разработаны только на основе комплексного научного обобщения и теоретического обоснования широкого круга вопросов о качестве, точности, износостойкости кругов и эксплуатационной надежности шлифованных деталей. Исследования, результаты которых приводятся в настоящей работе, направлены на решение именно этих вопросов.

## Глава II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ КРУГАМИ С ПЕРЫВИСТОЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

[30, 31, 34, 46, 49, 50]

Во второй главе рассматриваются сущность процесса прерывистого шлифования, методика расчета геометрических параметров кругов и основные закономерности взаимодействия зерен с металлом.

Температуру в зоне резания можно понизить, если шлифование производить с определенными интервалами, причем продолжительность резания между этими интервалами сделать меньше времени теплового насыщения ме-

талла и за период разрыва процесса охладить поверхность детали. Такой процесс шлифования оказалось возможным осуществить кругами, имеющими на рабочей поверхности ряд чередующихся выступов и впадин определенной протяженности.

Для расчета протяженности выступов и промежутков между ними, необходимо знать время теплового насыщения, которое зависит от теплофизических констант материала и скорости перемещения источника тепла. Для определения времени теплового насыщения нами разработан метод аналитического расчета.

Для составления расчетного уравнения была принята следующая схема. По поверхности полубесконечного тела  $X = 0$  в положительном направлении оси  $Z$  движется бесконечно длинный по ширине полосовой источник конечной ширины равной  $2h$ . Используя метод источников задачу решаем интегрированием функции Кельвина по времени от 0 до  $\tau$ , по оси  $Y'$  от  $-\infty$  до  $+\infty$  и по оси  $Z$  от 0 до  $2h$ :

$$\theta = \int_0^{2h} dZ' \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} dY' \cdot \int_0^{\tau} \frac{2q \cdot d\tau}{c\gamma(4\pi a\tau)^{3/2}} \exp\left[-\frac{X^2 + (Y - Y')^2 + (Z - Z' + V\tau)^2}{4a\tau}\right], \quad (1)$$

где  $q$  – интенсивность теплового источника;  $c$  – удельная теплоемкость;  $\gamma$  – плотность;  $a$  – температуропроводность.

Уравнение (1) описывает температурное поле в процессе насыщения. После интегрирования по  $Y'$  и  $Z'$  и соответствующих преобразований, получена формула, выражающая зависимость температуры на задней кромке источника от времени:

$$\theta = \frac{2qa}{\lambda V \sqrt{\pi}} \cdot \left\{ \frac{V\sqrt{\tau}}{2\sqrt{a}} \cdot \left[ 1 - \Phi\left(\frac{V\sqrt{\tau}}{2\sqrt{a}}\right) \right] - \frac{e^{-\frac{V^2\tau}{4a}} - 1}{\sqrt{\pi}} \right\}. \quad (2)$$

Формулой (2) удобнее пользоваться, представив зависимость между температурой и временем в критериальном виде. Комплекс  $\frac{V^2\tau}{4a}$ , являющийся аргументом в формуле (2), представляет собой произведение квадрата безразмерного комплекса  $Pe = \frac{VX}{2a}$  на комплекс  $Fo = \frac{a\tau}{X^2}$ . После введения обозначений  $\theta_{отн} = \frac{\pi\lambda V\theta}{2qa}$  – относительная температура;  $X = \frac{V^2\tau}{4a}$  – безразмерный ком-

плекс пропорциональный времени – формула (2) примет вид:

$$\theta_{отн} = \sqrt{\pi} \cdot \sqrt{X} [1 - \Phi(\sqrt{X})] - e^{-X} + 1. \quad (3)$$

Из формулы (3) определяется время, в течение которого температура поверхности достигает какой-либо заранее заданной величины. Для расчета времени удобнее пользоваться графической зависимостью между  $\theta_{отн}$  и  $X$  (рис. 1). Задаваясь величиной относительной температуры  $\theta_{отн}$ , по графику определяют комплекс

$$X = Pe^2 Fo.$$

Время теплового насыщения устанавливается по формуле

$$\tau = \frac{4Xa}{V^2}, \quad (4)$$

а длина режущего выступа на круге

$$L_1 = \pi D n \tau, \quad (5)$$

где  $D$  – диаметр шлифовального круга, см;  $n$  – число оборотов шпинделя, об./с.

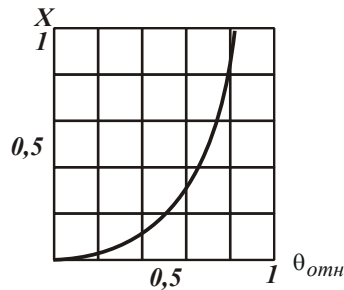


Рис. 1. Зависимость безразмерного комплекса  $X$  от относительной температуры  $\theta_{отн}$

Протяженность вырезов на шлифовальном круге определяется исходя из условий охлаждения. Решение такой задачи в критериальном виде:

$$\theta_{отн} = \exp Ti^2 [1 - \Phi(Ti)], \quad (6)$$

где  $Ti = \frac{\alpha \sqrt{\tau}}{\sqrt{\lambda c \gamma}}$  – критерий Тихонова.

Расчеты показали, что при жидкостном охлаждении размер выреза должен быть того же порядка, что и размер выступа. Опытным путем установлено, что протяженность выреза с учетом износостойкости кругов и условий охлаждения, должна быть в 3 – 5 раз меньше размера выступа.

Для выбора геометрических параметров кругов в работе произведены необходимые расчеты и построены графики для определения периода теплового насыщения и номограмма для расчета длины режущих выступов на круге.

Установлено, что с увеличением скорости перемещения теплового источника протяженность выступов на круге уменьшается. Например, чтобы понизить температуру на 50 % при шлифовании стали 12Х2Н4Л с окружной скоростью 20 м/сек, необходимо иметь протяженность выступов на круге в одном случае (при  $V_u = 3$  м/мин) – 60 мм, а в другом (при  $V_u = 8$  м/мин) – 10 мм. Следовательно, если геометрические параметры прерывистого шлифовального круга рассчитаны для какой-то постоянной скорости перемещения теплового источника (например, для  $V_u = 4$  м/мин) и при шлифовании этим кругом на определенном режиме температура в зоне резания понижается на 50 % по сравнению со сплошным кругом, то при увеличении скорости перемещения теплового источника до 15 м/мин температура в зоне шлифования должна понизиться только на 15 %.

Измерение температуры в зоне шлифования прерывистым кругом показало, что с увеличением скорости перемещения теплового источника с 4 до 15 м/мин. температура понижается по сравнению со сплошным кругом не на 15 %, как показывают расчеты, а примерно на 25 – 30 %. Полученное несоответствие объясняется тем, что температура в зоне резания при прерывистом шлифовании снижается за счет нескольких одновременно действующих факторов. К числу основных можно отнести:

- а) прерывание процесса резания в период теплового насыщения, пока температура не достигла максимума. Выполнение этого условия осуществляется за счет изготовления кругов с определенной протяженностью выступов;
- б) уменьшение интенсивности теплового источника путем удаления общего припуска отдельными тонкими слоями;
- в) улучшение режущей способности кругов с прерывистой поверхностью за счет интенсивного его самозатачивания;
- г) уменьшение доли тепла, идущего в деталь.

По мере износа кругов производится самооформление профиля, т.е. на выступах образуются рабочие поверхности, имеющие некоторый угол атаки к плоскости резания. Следует заметить, что даже частичное самооформление профиля коренным образом изменяет схему удаления припуска.

На рис. 2 показана схема работы абразивных зерен прерывистого круга. Режущие зерна, располагаясь на разных радиусах от центра круга, перемеща-



ются по концентрическим окружностям. В результате этого общий припуск разбивается на несколько слоев, и удаляются, в основном, зернами фронтальной зоны круга. Протяженность режущего выступа в несколько раз больше ширины площади контакта круга с изделием, поэтому отдельные слои припуска удаляются в разные периоды времени. Удаление припуска отдельными тонкими слоями уменьшает мгновенную силу резания. По сравнению с обычным шлифованием она уменьшается на 30 – 40 %. Экспериментально и теоретически установлено, что количество зерен, активно участвующих в резании, у кругов с прерывистой рабочей поверхностью больше, чем у обычных. Если фронтальная зона распространяется на длину всего режущего выступа, то их число определяется по формуле:

$$Z_{\phi, np} = \frac{2\pi DBL_1}{5(L_1 + L_2)} Z', \quad (7)$$

где  $D$  – диаметр шлифовального круга, мм;  $B$  – ширина круга мм;  $L_1$  – длина режущего выступа, мм;  $L_2$  – длина выреза на круге, мм;  $Z'$  – количество зерен на  $1 \text{ мм}^2$  поверхности круга, шт.

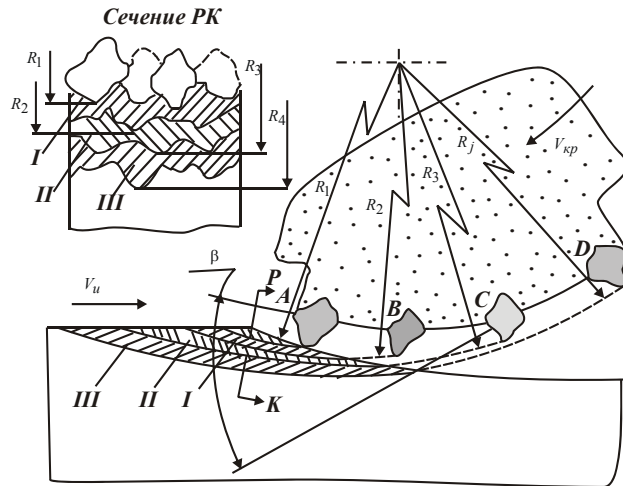


Рис. 2. Схема работы абразивных зерен прерывистого круга

Если фронтальная зона захватывает части режущего выступа, то для расчета количества режущих зерен на круге предлагается следующая формула:

$$Z_{\phi, np} = \frac{2\pi DBL_1}{5(L_1 + L_2)} Z' + \frac{1000B \cdot i \cdot V_{cm}(L - L_6)}{(L_1 + L_2) \cdot h \cdot d \cdot n}, \quad (8)$$

где  $i$  – число тепловых импульсов на осциллограмме от режущих зерен, регистрируемое термопарой за время контакта круга с точкой поверхности, шт.;  $h$  – ширина зоны контакта круга с изделием, мм;  $d$  – диаметр термопары, мм;  $L = L_1 + L_2$ ;  $V_{cm}$  – скорость стола станка; м/мин;  $l_6$  – протяженность фронтальной зоны.

Согласно исходным данным (круг ЭБ25СМ2К, диаметр круга 200 мм;  $n = 2800$  об./мин;  $t = 0,05$  мм,  $B = 25$  мм,  $V_{cm} = 20$  м/мин;  $L_1 = 25$  мм;  $L_2 = 15$  мм;  $l_6 = 6$  мм) были произведены расчеты чисел режущих зерен на поверхности сплошного и прерывистого кругов. В результате установлено, что сплошной круг имеет число режущих зерен  $Z_{\phi} = 10150$  шт., а прерывистый – 22295 шт.

Теоретические данные подтверждены экспериментом. Для определения характера распределения зерен на рабочей поверхности алмазных кругов использовался метод профилографирования на профилометре-профиллографе "Калибр ВЭИ". По результатам измерения разновысотности алмазных зерен построены зависимости плотности их распределения на рабочей поверхности кругов. Установлено, что высота зерен над уровнем связки является случайной величиной и изменяется по закону нормального распределения (рис. 3). Площадь, соответствующая на кривой распределения определенному количеству режущих зерен, определяется по таблице функций интеграла вероятностей.

Учитывая то, что число режущих зерен при обычном шлифовании не превышает 15 %, из условия

$$0,85 = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^x e^{-\frac{t'^2}{2}} \cdot dt'$$

определена верхняя граница  $t' = 1,44$ . Плотность распределения случайной величины описывается уравнением

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-x')^2}{2\sigma^2}}.$$

В нашем случае  $f(x) = \frac{1}{4,96 \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_1 - 12,84)^2}{2(4,96)^2}}$ . Откуда определена иско-

мая абсцисса  $x_1: \frac{x_1 - 12,84}{4,96} = 1,44$ ;  $x_1 = 19,84$  мм.

Отрезок  $\Delta H$  (рис. 3) позволяет оценить приращение режущих зерен на рабочем участке ВС за счет наклона фронтальной поверхности на угол  $\beta$ .

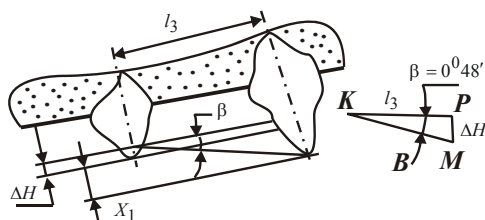
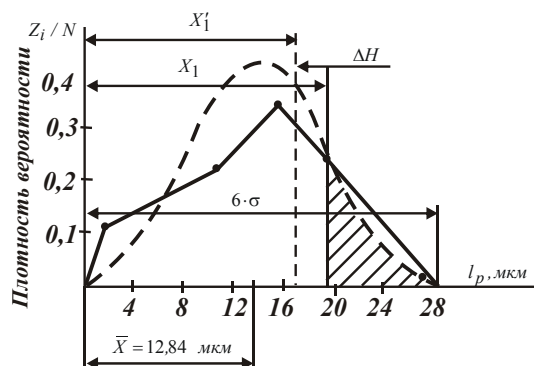


Рис. 3. Расчетная схема

Угол атаки  $\beta$  в зависимости характеристики кругов и режимов шлифования изменяется на участке АВ от 3 до 30°, а на участке ВС – от 15 до 50 мин. На участке АВ в пределах заданной равновысотности все выступающие из связки зерна – режущие. Эта зона примерно соответствует как для алмазных, так и абразивных кругов  $\left(\frac{1}{4} \dots \frac{1}{5}\right) \cdot L_1$ . На участке ВС увеличение числа зерен за счет наклона фронтальной зоны определяется из треугольника KPM (рис. 3):

$$\Delta H = l_3 \cdot \operatorname{tg} \beta = 0,238 \cdot 0,014 = 3,33 \text{ мкм.}$$

При этих условиях для  $x'_1 = x_1 - \Delta H = 19,84 - 3,33 = 16,51$  мкм приращение площади будет равно:  $t' = \frac{x'_1 - 12,84}{4,96} = 0,74$ .

$\Phi(0,74) = 0,5407$ . Откуда общее количество режущих зерен будет равно 46 %.

Зерна, расположенные на фронтальной зоне около передней кромки выступа, удаляют верхний слой припуска (рис. 2). После удаления верхнего слоя вступают в работу следующие зерна, которые срезают слои, разогретые до высоких температур. Время нагрева микрослоев до того, пока следующая

группа зерен их не срезала, исчисляется тысячными долями секунды. За это время тепло не успевает распространиться вглубь металла и, концентрируясь в тонких слоях, отводится со стружкой. При такой схеме удаление припуска физико-механическое и структурное состояние поверхностного слоя детали будет формироваться, в основном, за счет теплого воздействия только тех режущих зерен, которые расположены на тыльной части выступа, что способствует меньшей теплonaпряженности поверхностного слоя детали.

При шлифовании обычным кругом все режущие зерна соприкасаются с обрабатываемой поверхностью.

Количество тепла, уходящего в изделие при прерывистом шлифовании, можно найти из следующего выражения

$$Q_n = \psi \cdot Q_{\text{спл}},$$

где  $Q_n$ ,  $Q_{\text{спл}}$  – количество тепла, уходящего в изделия при шлифовании прерывистыми и сплошными кругами;

$\psi$  – отношение количества тепла, уходящего в деталь при прерывистом и обычном шлифовании.

Для определения этого отношения предлагается формула

$$\psi = \frac{N_{\text{уд}}^n}{N_{\text{уд}}} = \frac{P_k (l_{\text{ц}} + K'' l_6) \cdot l_{\text{ф.спл}}^3}{\pi \cdot D \cdot l_{\text{ф.пр}}^3}, \quad (10)$$

где  $N_{\text{уд}}$ ,  $N_{\text{уд}}^n$  – число касаний зерен, приходящихся на единицу поверхности, при сплошном и прерывистом шлифовании;  $P_k$  – число выступов на круге;  $l_{\text{ц}}$  – длина цилиндрической части на выступе круга;  $l_{\text{ф.пр}}$ ,  $l_{\text{ф.спл}}$  – фактические расстояния между зернами, участвующими в резании при прерывистом и сплошном шлифовании;  $K''$  – коэффициент, зависящий от глубины шлифования и зернистости круга.

Исследования показали, что при шлифовании кругами с прерывистой рабочей поверхностью доля тепла, уходящего в деталь, изменяется в зависимости от глубины резания. Например, при  $t = 0,08$  мм и протяженности фронтальной зоны  $l_6 / l_1 = 0,5$  доля тепла, уходящая в деталь, уменьшается по сравнению с обычным шлифованием на 25 – 30 %. Эти данные позволяют сделать важный вывод о том, что процесс прерывистого шлифования по отношению к обычному, сопровождается меньшей тепловой напряженностью. При действии абразивных зерен с округленной вершиной до некоторой глубины внедрения происходит лишь пластическая деформация (смятие) металла с оттеснением его по краям царапины. С увеличением глубины процесс смятия переходит в

резание. Начало стружкообразования, по данным Н. И. Богомолова, происходит при  $a_z / \rho = 0,04 \dots 0,08$ , а по данным И. В. Крагельского – при  $a_z / \rho = 0,14 \dots 0,17$ .

При прерывистом шлифовании припуск удаляется отдельными тонкими слоями, и процесс взаимодействия зерен с обрабатываемой поверхностью осуществляется с малыми глубинами внедрения. При постоянных значениях радиусов закругления зерен относительное внедрение их в металл  $a_z / \rho$  будет уменьшаться. При этих условиях согласно существующим представлениям коэффициент стружкообразования должен уменьшаться, а работа, затрачиваемая на трение, увеличиваться.

В работе объяснение механики процесса резания при прерывистом шлифовании дано с позиции резания единичных зерен при больших скоростях. Установлено, что с увеличением скорости царапания точка перехода от пластического деформирования к срезанию стружки смещается в сторону меньших глубин. Начало стружкообразования при скорости резания 30 – 35 м/с происходит при  $a_z / \rho = 0,04 \dots 0,05$ . При прерывистом шлифовании относительное внедрение  $a_z / \rho = 0,05 \dots 0,06$ .

Затраты энергии на диспергирование и пластическое деформирование при прерывистом шлифовании нами оценивалась по отношению  $P_y / P_z$ . Установлено, что при обычном шлифовании с глубиной резания  $t = 0,01$  мм отношение  $P_y / P_z = 5$ . Для этих условий величина относительного внедрения зерен  $a_z / \rho = 0,03$ . При прерывистом шлифовании отношение  $P_y / P_z = 3,5$ , а  $a_z / \rho = 0,13$ . Как видно, режущая способность прерывистых кругов не ниже обычных.

На рис. 4 представлена зависимость отношения  $P_y / P_z$  от нормальной составляющей силы резания  $P_y$ . При обычном шлифовании с увеличением  $P_y$  отношение  $P_y / P_z$  уменьшается до тех пор, пока не произойдет переход от пластического оттеснения к резанию большей части режущих зерен, находящихся в зоне контакта круга с изделием. При прерывистом шлифовании  $P_y / P_z$  во всем диапазоне нагрузок остается постоянным. Зона активного резания смещается в сторону малых нагрузок. Это смещение связано с послойным удалением припуска, а улучшение режущей способности прерывистых кругов с уменьшением углов резания зерен  $\sigma$ . По мере засаливания обычных кругов наблюдается увеличение отношения  $P_y / P_z$ . При прерывистом шлифовании независимо от времени работы оно остается постоянным.

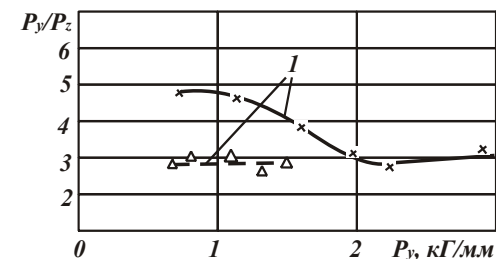


Рис. 4. Зависимость отношения  $P_y / P_z$  от нормальной силы место для формулы при шлифовании алмазным кругом АСП16К1 – 50 % твердого сплава Т30К4.

Контуры линии – сплошной круг; пунктирные – прерывистый

Стабильность условий резания с течением времени можно проследить по форме стружки. Наши исследования показывают, что при шлифовании стали 12Х2Н4А (HRC 60–62) обычным кругом ЭБ25СМ2К с разной степенью затупления получается разнообразная по форме и размерам стружка. После правки круга преобладает сливная стружка, притупление зерен круга в течение 2,5 мин уменьшает ее долю и вызывает появление мелкой шаровидной оплавленной стружки.

После пятиминутного периода работы преобладает крупная шаровидная оплавленная стружка. Сильное затупление круга снова вызывает измельчение стружки. При шлифовании кругами с прерывистой рабочей поверхностью наблюдается обратная картина. По мере увеличения продолжительности шлифования растет протяженность фронтальной зоны. В связи с этим возрастает количество режущих зерен на круге и уменьшается глубина вдавливания каждого из них. При таких условиях диаметры оплавленных шаровидных стружек уменьшаются, а количество сливной стружки увеличивается. После формирования рабочих выступов (примерно после 2 – 2,5 мин) стружка по форме и размерам почти не изменяется.

При обычном шлифовании сила резания, отнесенная к единичному зерну, примерно в 2 – 3 раза меньше силы, необходимой для разрушения зерен. Сила удержания зерен связкой при обычном шлифовании примерно в 5 – 6 раз больше силы резания  $P_z(a_z)$ , при прерывистом шлифовании это отношение достигает 15 – 20. Вследствие малых нагрузок и сравнительно низких контактных температур зерна прерывистых кругов изнашиваются меньше.

Для уменьшения силы динамического удара за счет прерывистого резания вырезы на круге надо изготавливать под углом 45°. Размерная стой-

кость этих кругов, как показывают многочисленные исследования, выше обычных.

Прерывистые шлифовальные круги с наклонными режущими выступами по виду напоминают колесо лопаточной машины и при определенном конструктивном оформлении могут работать как насос и осуществлять прокачку жидкости через прорези.

Теоретический анализ показал, что если круг выполнить в форме диагональной лопаточной машины, то напор жидкости будет происходить за счет кориолисовых сил. Из формулы

$$H = \frac{\Gamma_{\omega} Z_{\omega}}{2\pi \cdot g} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{g} \quad (11)$$

видно, что в создании напора  $H$  участвуют не только работа, связанная с циркуляцией относительной скорости  $\frac{\Gamma_{\omega} Z_{\omega}}{2\pi \cdot g}$ , но и работа момента кориолисовых

сил  $\frac{V_2^2 - V_1^2}{g}$ , которая не зависит от формы выступов. В данном случае отпадает необходимость в специальном профилировании выступов, что упрощает конструкцию прерывистых кругов. Подача СОЖ в зону резания увеличивает производительность на 12 – 15 % и уменьшает удельный расход абразива на 30 – 35 %.

Практика эксплуатации прерывистых кругов и специальные исследования их прочностных характеристик показали, что при соблюдении правил и норм безопасной работы (ГОСТ 3881–53) эти круги достаточно прочны и безопасны в работе.

### Глава III. Исследование тепловых явлений при шлифовании

[17, 18, 20, 23, 25 – 29, 33, 37, 45]

В этой главе изложены результаты аналитического и экспериментального исследования тепловых явлений при обычном и прерывистом шлифовании. Главное внимание, в связи со сложностью условий обработки, уделяется шлифованию зубчатых колес. Так как на машиностроительных заводах используются различные методы шлифования зубьев шестерен, в работе сделана попытка классифицировать их по общности тепловых схем. Рассматриваются некоторые тепловые задачи в общем виде для деталей, имеющих разные геометрические формы. Точность аналитических решений проверена экспери-

ментально на моделирующей установке и в реальных условиях шлифования.

Экспериментальная проверка точности выведенных уравнений для расчета температур на моделирующей установке показала, что формула

$$Q_y = \frac{q}{2} \cdot \sqrt{\frac{\pi h}{\lambda c \gamma V}} \cdot \left[ 1 - \operatorname{erf} \left( \frac{Y \cdot \sqrt{V}}{2 \cdot \sqrt{a \cdot h}} \right) \right] \quad (12)$$

вполне применима для расчета температурных полей при зубошлифовании на станках Гир-Грайдинг, Плауэрт, Рейсхаус, Матрикс и МААГ; формула

$$\theta_y = \frac{2qa}{\pi \lambda V} \cdot \int_{Z-\frac{L}{2}}^{Z+\frac{L}{2}} e^{-\xi} \cdot K_0 \left( X^2 - \xi^2 \right)^{1/2} \cdot d\xi \quad (13)$$

– при зубошлифовании на станках ЭНИМС 5А872, 5872 и других.

Вывод уравнений для расчета площадей контакта эвольвентных поверхностей зубьев со шлифовальным кругом и эмпирических уравнений для определения сил резания позволил установить интенсивность теплового источника. После подстановки этого параметра в формулы (12) и (13) получены уравнения, пригодные для верных расчетов. Например, для зубошлифовальных станков с червячным абразивным кругом формула имеет вид:

$$\theta = \frac{S_{pad}^{0,55} \cdot S_{np}^{0,16} \cdot 10^4}{\left( 27 \cdot S_{np}^{0,5} + S_{np} \right) \sqrt{\lambda c \gamma}} \cdot K_1 K_2 K_3 K_4, \quad (14)$$

где  $K_1, K_2, K_3, K_4$  – коэффициенты, учитывающие влияние диаметра, оборотов круга, числа зубьев и модуля на температуру.

На машиностроительных заводах большая номенклатура шлифуемых деталей, например: замки лопаток турбин и компрессоров, метчики и различные режущие инструменты имеют форму клина. Температурное поле в области близкой к ребру клина будет существенно отличаться от температурного поля полубесконечного тела.

Задача о температурном поле в клине нами решена [45], и уравнение для расчета температуры имеет вид

$$\theta = \frac{2qa}{\pi \lambda V} \cdot \int_{Z-H}^{Z+H} M(\rho, \gamma, z) \cdot \exp(-\xi) \cdot K_0 \left( \rho_{\sin^2 \gamma}^2 + \xi^2 \right)^{1/2} \cdot d\xi. \quad (15)$$

Уравнение (15) выражает собой известное температурное поле для полусового источника, движущегося по поверхности полубесконечного тела, умноженного на коэффициент  $M(\rho, \gamma, Z)$ , который зависит от трех безразмерных критериев и характеризует влияние ограниченности изделия. Анализ показыва-



ет, что при  $\rho = 0$  (на ребре клина с углом раствора  $60^\circ$ ) множитель  $M$  при всех  $\gamma$  и  $Z$  будет равен 1,5 и выражение для определения температуры на ребре клина принимает вид:

$$\theta = \frac{2qa}{\pi\lambda V} \cdot 1,5 \cdot \int_{Z-H}^{Z+H} \exp(-\xi) \cdot K_0(\xi) \cdot d\xi. \quad (16)$$

Физически это значит, что температура на ребре клина в 1,5 раза больше, чем в точках полубесконечного тела при тех же условиях. При  $\rho \rightarrow \infty$ , т. е. в области, удаленной от ребра клина, множитель  $M \rightarrow 1$ . Это свидетельствует о том, что по мере удаления от ребра ограниченность изделия не оказывает влияние на температурное поле полосового источника тепла, а выражение (15) получает известное решение, описывающее температурное поле в полубесконечном теле от подвижного полосового источника тепла.

Проверка точности аналитического решения производилась на специальной установке, моделирующей процесс, и на плоскошлифовальном станке при обработке клиновидных образцов. При сопоставлении экспериментальных точек с расчетными получены вполне удовлетворительные результаты. Максимальная температура, определенная экспериментально, отличается от расчетной не более чем на 11 %.

Для расчета температурных полей полосовых источников, движущихся по поверхности пластины конечной толщины, известно решение

$$\theta = \frac{2qa}{\pi\lambda V} \cdot 1,5 \cdot \int_{Z-H}^{Z+H} M(XDZ) \cdot \exp(-\xi) \cdot K_0(X^2 + \xi^2)^{1/2} \cdot d\xi. \quad (17)$$

Множитель  $M(XDZ)$ , учитывающий конечность размеров при безразмерной толщине  $D = \frac{Vd}{2a} > 3$ , можно принимать равным 1 и расчет температурных полей производить по формулам для полубесконечного тела. Безразмерная величина  $D$  пропорциональна скорости перемещения теплового источника и толщине обрабатываемой детали  $d$ . Следовательно, при шлифовании с очень малыми скоростями толстостенные детали ( $d = 8 - 10$  мм) могут прогреться насквозь и в этом случае они должны рассматриваться как тонкостенные пластины. При шлифовании с большими скоростями, наоборот, тонкие пластины ( $d = 0,1$  мм) могут рассматриваться как полубесконечное тело.

Анализ решения позволил найти область (рис. 5, заштрихованная зона), в которой при расчетах температурных полей надо учитывать конечность размеров деталей. Анализ данных приводит к заключению, что детали толщиной  $d \leq 0,1$  мм при шлифовании со скоростью перемещения теплового источника

$V_u \leq 15$  м/мин надо рассматривать как тонкостенную пластину, а при шлифовании с  $V_u > 15$  м/мин – как полубесконечное тело. Детали толщиной  $d = 1$  мм при шлифовании со скоростью  $V_u > 1,5$  м/мин рассматриваются как полубесконечное тело, а при шлифовании со скоростью  $V_u < 1$  м/мин – как тонкостенная пластина.

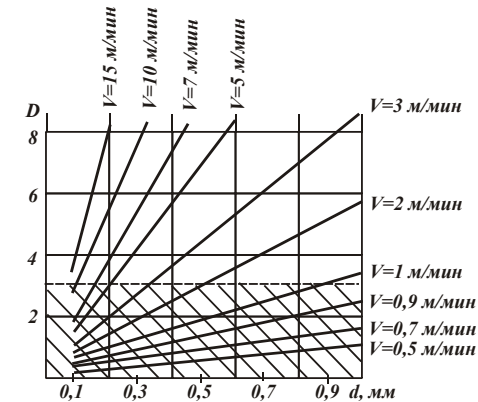


Рис. 5.

Зубошлифовальные станки, условно отнесенные нами ко второй группе, имеют скорости перемещения теплового источника от 5 до 25 м/мин. Для этих условий шлифования тело зуба шестерни ( $m = 1$  мм и более) можно считать полубесконечным и рассмотренные решения задач о температурном поле могут с успехом использоваться на практике без особых ограничений. При шлифовании спирально-конических колес на станках ЭНИМС малых модулей  $m \leq 2$  со скоростью обкатки  $V_u < 1$  м/мин температурные поля должны рассчитываться по уравнению для тонкостенной пластины, а во всех остальных – по уравнению для полубесконечного тела.

Представленная в работе таблица значений функции

$$J_{xz} = \int_0^z e^{-\xi} \cdot K_0(X^2 - \xi^2)^{1/2} \cdot d\xi \quad (18)$$

для относительных координат  $X$ , соответственно равных 0; 0,2; 0,5;  $0,5^{1/2}$ ; 1;  $2^{1/2}$ ; 2; 2,5, и график изменения этого интеграла значительно облегчает отыскание относительной температуры. Температурные поля дают возможность оценить скорость нагрева и охлаждения поверхностных слоев, а также выдержку при высокой температуре. Эти данные необходимы для объяснения термических процессов, происходящих в поверхностном слое шлифуемых деталей.

На рис. 6 представлены расчетные значения температур при шлифовании зубьев спирально-конической шестерни из стали 12Х2Н4А обычным кругом (кривая 1) и сегментной головкой (кривая 2).

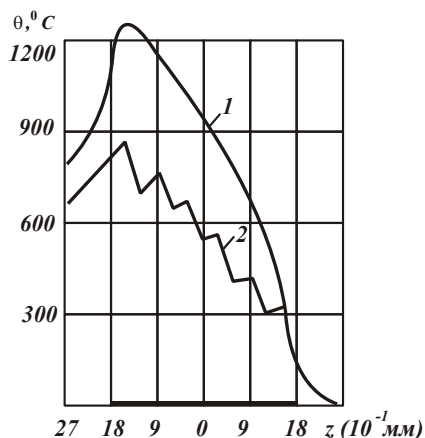


Рис. 6. Расчетные значения температур при шлифовании зубьев спирально-конической шестерни обычным кругом (кривая 1) и сегментной головкой (кривая 2)

Расчеты показали, что круги с прерывистой рабочей поверхностью уменьшают температуру в зоне резания по отношению к обычному шлифованию на 35 – 40 %. Построение температурных кривых в координатах: температура – время позволило установить, что время нагрева до максимальной температуры в зависимости от режимов шлифования спирально-конических колес на станках ЭНИМС изменяется в пределах от 0,05 до 0,24 с, а время выдержки при максимальной температуре – 0,02 – 0,05 с, скорость нагрева на поверхности 3000 – 5500 °C/с, скорость охлаждения 2500 – 3000 °C/с.

При шлифовании зубчатых колес на станках МААГ наибольшее влияние на температуру в зоне контакта оказывают продольная подача и глубина резания. Например, при обычном шлифовании зубьев шестерни на станках МААГ из стали 12Х2Н4А на режиме: круг ЭБ25СМК, глубина резания  $t = 0,1$  мм,  $n = 180$  кач./мин, увеличение продольной подачи с 1,6 до 2,2 – вызывает увеличение температуры с 700 до 1000 °C, при прерывистом шлифовании – с 470 – 550 °C. Изменение твердости круга от М2 до С1 увеличивает температуру в зоне контакта в три раза, например, для рассматриваемого режима шлифования обычными кругами с 300 до 1200 °C, а при прерывистом шлифовании – с 260 до 550 °C.

Сравнительная оценка теплонапряженности процессов обычного и прерывистого шлифования производилась на цилиндрических, спирально-конических и конических шестернях, шлифованных соответственно на станках МААГ и Гир-Грайддинг; ЭНИМС (5А872) и Глиссон. Кроме того, опыты проводились на толстостенных и тонкостенных пластинах и деталях клиновидной формы.

Установлено, что прерывистые круги, имеющие определенную протяженность рабочих поверхностей, независимо от характеристики (твердость, зернистость), режимов, формы обрабатываемых деталей, методов обработки, схем зубошлифования и материалов, понижают температуру в зоне резания на 35 – 45 % по сравнению с обычным шлифованием.

#### Глава 4. Исследование качества поверхностного слоя после шлифования деталей кругами с прерывистой рабочей поверхностью

[8 – 11, 13, 14, 16, 21, 24, 28, 32, 35, 36, 40 – 44]

Теоретические и экспериментальные исследования температур и сил резания, рассмотренные в главе 3, показали, что прерывистое шлифование является средством значительного (на 30 – 50 %) снижения контактной температуры и сил резания, а, следовательно, и средством улучшения качества поверхностного слоя. Выявлению технологических возможностей прерывистых кругов с целью устранения прижогов и трещин посвящена данная глава.

Качество шлифованных поверхностей изучалось методами:

- определения микрогеометрии поверхности с помощью профиллографа-профилометра ВЭИ;
- определения микротвердости на приборе ПМТ-3;
- изучения состояния структуры на оптических микроскопах МИМ-7 и МИМ-8. Проведены исследования материала в тонких слоях с использованием более совершенных методов физического анализа рентгеноструктурного и электронной микроскопии. Напряжения первого рода при шлифовании изучались по методу Н. Н. Давиденкова.

Чтобы определить область рационального использования прерывистых кругов, опыты по качеству поверхностного слоя проводились на различных материалах (закаливаемых, цементируемых, азотируемых, быстрорежущих сталях, твердых жаропрочных и титановых сплавах). Шлифование деталей различных по конфигурации осуществлялось на плоскошлифовальном, круглошлифовальном и зубошлифовальных станках.

Установлено, что прерывистое шлифование целесообразно применять независимо от схем шлифования на сталях и сплавах, предрасположенных к шлифовочным прижогам и трещинам. При шлифовании цементируемых, закаливаемых и быстрорежущих сталей прерывистыми кругами при повышенных в 2 – 4 раза режимах резания (по сравнению с обычными кругами) исключается появление прижогов.

При шлифовании стали ЭИ437Б прерывистыми кругами уменьшается глубина залегания остаточных растягивающих напряжений и на тонких режимах ( $t = 0,02$  мм) уменьшается их величина – с 30 до 20 кг/мм<sup>2</sup>. При шлифовании на грубых режимах ( $t = 0,05$  мм) остаточные напряжения остаются на одном уровне  $\sigma = 50$  кг/мм<sup>2</sup>. Аналогичные результаты получены при шлифовании титановых сплавов. Установлено, что прерывистые круги в отличие от обычных длительное время сохраняют стабильные условия работы режущих зерен, не вызывая при этом (по мере засаливания круга) увеличения величины остаточных напряжений.

Температура в зоне резания на протяжении длительного периода шлифования (например, 30 мин) почти не изменяется. Относительный натяг в системе: станок–деталь–шлифовальный круг увеличивается незначительно.

При обработке металлов, воспринимающих закалку, нагрев поверхностного слоя сопровождается не только объемными изменениями металла, но и фазовыми превращениями. Эпюра распределения остаточных напряжений в этом случае имеет более сложный характер. При наличии вторично закаленных структур максимальная величина растягивающих напряжений залегает на некоторой глубине от поверхности. В этой зоне по границам наследственных зерен аустенита на стали 18ХНВА обнаружены микротрещины, залегающие в глубинных слоях.

При прерывистом шлифовании изменение твердости и зернистости шлифовальных кругов не оказывает существенного влияния на физико-механическое состояние поверхностного слоя. Например, при увеличении твердости сплошных кругов от МЗ до СТ-1 из белого электрокорунда зернистостью 25 глубина дефектного слоя возрастает с 30 ... 35 до 180 ... 200 мкм, а при прерывистом – от 0 до 30 ... 35 мкм. Глубина дефектного слоя при работе прерывистыми кругами зернистостью 16 – 40 также в 5 – 6 раз меньше, чем после шлифования сплошными кругами.

Исследования показали, что применение прерывистых кругов для шлифования азотируемых 38ХМ10А и закаливаемых ХВГ и У8А сталей, твердых сплавов, Т30К4, Т5К10 и жаропрочного сплава ЖС-6К исключается появление

трещин даже при повышенных в 3 – 4 раза режимах резания. Например, при шлифовании стали 16ХГТЛ сплошным кругом ЭБ25СТІК на режимах:  $V_{кр} = 36$  м/сек;  $t = 0,03$  мм;  $V_{см} = 3; 6; 9; 12$  м/мин трещины выявлены на всех режимах; при шлифовании прерывистым кругом – только на образцах, шлифованных со скоростью стола  $V_{см} = 12$  м/мин.

При исследовании качества поверхностного слоя сталей и сплавов, прошлифованных алмазными кругами, установлено, что применение этих кругов не исключает появления дефектов шлифования. Например, при шлифовании твердых сплавов Т15К6; Т5К10; Т30К4; азотированной ЭИ69, быстрорежущей стали Р18 алмазным кругом АСП40БІ – 50 %-ой концентрации с глубиной резания, при которой не происходит трещинообразования, является 0,5 мм/ход и 8 ... 12 м/мин.

Исходя из большого количества изученных структур закаливаемых, цементируемых и быстрорежущих сталей, твердых и жаропрочных сплавов, отбеленного чугуна, установлено наличие контурного каркаса, который, будучи незаметным при микроструктурном анализе, выдает свое присутствие при образовании шлифовочных трещин. Установлено, что каркасной диафрагмой могут служить самые разнообразные продукты, относительно которых (если они прочнее структурной основы) или по которым (если они слабее основы) происходят сдвиги структурных частиц под влиянием напряжений, вызванных тепловыми структурными изменениями. Сдвиговый характер разрушения поверхности металла по границам зерен подтверждается тем, что внутри каждого наследственного зерна содержится большое количество более мелких зерен, по-разному ориентированных по отношению к контуру наследственного зерна. В пограничной полосе оболочки эти зерна в силу анизотропии свойств, при нагревании неодинаково расширяются в объеме, а при охлаждении – сокращаются. Это оказывает механическое воздействие на каркас наследственных зерен, вызывая разрушение.

Высота шероховатостей при прерывистом шлифовании в зависимости от свойств обрабатываемого металла, остроты режущих зерен, химического родства трущихся пар имеет общую закономерность с обычным шлифованием и обуславливается одновременным проявлением геометрических факторов, пластической деформации, адгезионными явлениями и вибрацией. Кроме того, условия формирования шероховатостей поверхности зависят от протяженности фронтальной зоны.

После полного самооформления профиля фронтальной зоны прерывистых кругов чистота поверхности улучшается примерно на один класс. При

прерывистом абразивном шлифовании сталей с глубинами резания более 0,04 мм без выхаживания чистота поверхности ухудшается в пределах одного-двух разрядов, в сравнении с обычным шлифованием, а при шлифовании с малыми глубинами ( $t = 0,01 - 0,02$  мм) получается одинаковой.

При прерывистом шлифовании зубчатых колес на станках МААГ, Гир-Грайдинг, ЭНИМС, 5131 и других и заточке режущих инструментов с последующим выхаживанием шероховатость поверхности уменьшается на один-два разряда по сравнению с обычным шлифованием. При прерывистом алмазном шлифовании чистота обработки получается того же класса, что и при сплошном. Исследования показали, что шероховатость поверхности зависит от времени работы шлифовального круга. Например, при шлифовании стали 12Х2Н4А на режиме  $t = 0,025$  мм,  $V_{кр} = 28$  м/с,  $V_{ст} = 10$  м/мин в интервале 15-минутного периода высота шероховатостей по мере засаливания круга изменяется. После правки обычного круга в интервале пятиминутного периода работы высота шероховатостей  $R_a$  увеличивается с 0,42 до 0,82 мкм. В интервале времени шлифования от 5 до 15 мин высота шероховатостей  $R_a$  снова уменьшается от 0,82 до 0,44 мкм. Изменению высоты шероховатостей сопутствует целый ряд факторов. Например, температура в зоне шлифования за этот период работы круга увеличивается от 600 до 1100 °С; относительный натяг в системе станок – деталь – шлифовальный круг – в 1,75 раза; степень отпуска от 10 до 35 %; глубина дефектного слоя – от 15 до 250 мкм; изменяются также форма и сечение стружки. В силу больших контактных давлений и высоких температур на поверхности трения зерен, как нами установлено, происходит непрерывный процесс возникновения и среза адгезионных пятен.

Износ зерен и адгезионные явления нами оценивались в динамике после 1, 2, 5, 10, 30, и 60 и т.д. отдельных резов. Для отсчета строго определенного количества резов в процессе реального шлифования опыты проводились на образцах (тонких пластинах), толщины которых соответствовали величине перемещения стола плоскошлифовального станка 3Г71 за период одного оборота шлифовального круга. При этих условиях шлифования каждое выступающее зерно на круге за один ход стола делает только один рез на образце. Опыты показали, что при обычном шлифовании после первого реза на режущих зернах появляется налип, после 3 – 5 резов замечен срыв налипшего металла. После 10 резов на этих зернах происходит более сильное налипание с захватом большей площади поражения. На поверхности зерен обнаружена сетка микро-трещин, которая хорошо просматривается сквозь тонкую пленку металла. После 30 резов исследуемые зерна выкрошились из связки.

При прерывистом шлифовании высота шероховатостей также изменяется по времени. Вырезы на круге уменьшают общее количество зерен, образующих режущий контур. Это в первоначальный момент работы круга ухудшает чистоту поверхности. По мере формирования фронтальных зон чистота поверхности улучшается. Уменьшение высоты шероховатостей связано с послойным удалением припуска и увеличением общего количества режущих зерен. Здесь превалирующую роль в формировании чистоты поверхности играет режущий контур.

При шлифовании зубчатых колес 6 – 7 степени точности средних размеров на заводах серийного и массового производства проблема улучшения качества поверхностного слоя может быть с успехом решена за счет применения прерывистых кругов.

При шлифовании крупногабаритных зубчатых колес, которые подвержены значительному короблению при термической обработке, проблема улучшения качества поверхностного слоя должна решаться за счет применения систем автоматического регулирования качества.

Для этих целей нами разработана система автоматического регулирования качества поверхностного слоя, которая, в отличие от известных, имеет более высокую точность, так как она реагирует только на изменение активной мощности. Экспериментальная отладка и, наконец, внедрение системы автоматического регулирования на зубошлифовальных станках 5851 и 5853 на мотостроительном заводе им Я.М. Свердлова (г. Пермь) полностью устранили брак по прижогам и увеличили производительность труда на 30 %.

#### **Глава V. Исследование износостойкости и режущей способности сплошных и прерывистых абразивных и алмазных шлифовальных кругов [15, 19]**

В этой главе дан анализ литературы по вопросам причин, характера и закономерностей износа абразивных и алмазных кругов, приведены результаты сравнительных исследований по производительности.

Из литературы известно, что производительность обработки, стойкость шлифовального круга и коэффициент его полезного использования будут максимальными при условии, когда восстановление режущей способности зерен (явление самозатачивания), будет превалировать над их затуплением и налипанием металла на рабочей поверхности круга. Такой способностью, как показали наши исследования, обладают прерывистые круги. Установлено, например, что прерывистые круги с прямыми вырезами при шлифовании



быстрорежущих, цементируемых, азотируемых сталей, жаропрочных и титановых сплавов имеют износ на 10 – 30 % выше сплошных.

Повышенная способность прерывистых кругов к самозатачиванию и вследствие этого к восстановлению и длительному сохранению режущей способности благоприятно сказывается на повышении стойкости и коэффициента полезного использования круга, так как отпадает необходимость в его частой правке.

Исследования показали, что износ и режущая способность сплошного и прерывистого кругов измеряются по времени. В начальный период шлифования происходит интенсивный износ круга вследствие осыпания невыгодно ориентированных, дефектных, слабо закрепленных связкой и механически поврежденных при правке зерен. При этом круг изнашивается неравномерно по ширине. Выпадение дефектных зерен является случайным событием, и скорость износа круга изменяется по закону нормального распределения

$$\frac{du}{d\pi} = c_1 \cdot e^{-\gamma_1 \pi^2}.$$

одновременно с осыпанием зерен происходит их микроразрушение (истирание, скалывание). Износ, вызванный микроразрушением в начальный период работы круга, мал и не оказывает, по-видимому, существенного влияния на общий износ круга. В интервале времени работы круга от 2 до 5 мин износ замедляется, так как в работу вступают зерна, надежно удерживаемые связкой. Кроме того, в процессе образования фронтальных зон вступает в работу большее количество режущих зерен и нагрузка на каждое зерно уменьшается. По мере затупления зерен происходит обновление рабочей поверхности круга. Процесс такого износа может быть описан экспоненциальной функцией:

$$\frac{du}{d\pi} = c_2 \cdot (1 - e^{-\gamma_2 \pi^2}).$$

Уравнение описывает установившийся износ круга в результате самозатачивания. Основываясь на данных эксперимента, характер изменения износа кругов за весь период шлифования может быть описан функцией, представляющей сумму выражений

$$\frac{du}{d\pi} = c_1 \cdot e^{-\gamma_1 \pi^2} + c_2 \cdot (1 - e^{-\gamma_2 \pi^2}).$$

Постоянные  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$  зависят от характеристики и формы круга (сплошной, прерывистый), обрабатываемого материала, режима шлифования и т.п. и определяются экспериментально.

На рис. 7 в качестве примера показаны расчетные кривые износа во вре-

мени при постоянных  $c_1=0,12$ ;  $c_2=0,03$ ;  $\gamma_1=0,05$ ;  $\gamma_2=0,07$  (для сплошного круга) и  $c_1=0,08$ ;  $c_2=0,04$ ;  $\gamma_1=0,01$ ;  $\gamma_2=0,013$  (для прерывистого круга).  
Условие эксперимента: круг ЭБ25СМ2К, сталь Р18Ф2;  $V_{кр} = 30$  м/с,  $V_{см} = 12$  м/мин,  $S_n = 2$  мм/ход,  $t = 0,025$  мм.

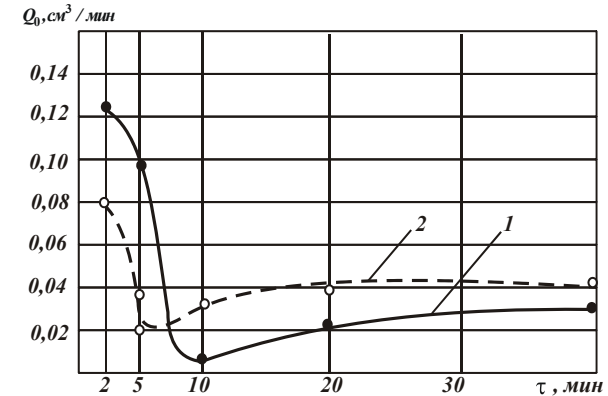


Рис. 7.

Установлено, что от твердости круга зависит угол атаки фронтальной зоны. Для мягких кругов, которые работают в режиме самозатачивания, этот угол имеет очень малое значение (для кругов ЭБ25М2К,  $\beta = 5' \dots 15'$ ), с увеличением твердости величина этого угла возрастает (для кругов ЭБ25СТК,  $\beta = 40' \dots 50'$ ). Наклон фронтальной зоны под некоторым углом атаки к плоскости резания увеличивает количество режущих зерен. С увеличением числа зерен уменьшается нагрузка на них и увеличивается производительность.

Исследования показали, что при шлифовании стали 12Х2Н4А обычными и прерывистыми кругами (без поперечной подачи) минутная производительность практически не зависит от процентного содержания основной фракции зерен, номера структуры, абразивного материала и формы зерен. Минутный и удельный расходы абразива увеличиваются с ростом номера структуры и уменьшением процентного содержания основной фракции зерен. Прерывистые шлифовальные круги с вырезами, наклонными к оси вращения под углом  $45^\circ$ , имеют более высокую размерную стойкость. Следовательно, их можно с успехом использовать при профильном шлифовании, например, при шлифовании зубчатых колес на станках, работающих по методу копирования (МСЗ 345Б), или станках, на которых не предусмотрен механизм компенсации износа круга (ЭНИМС-5А872, Ган-Кольб и др.).

При шлифовании сталей 12Х2Н4А и У8А без охлаждения сплошные абразивные круги работают в области преобладающего засаливания. Процесс шлифования сопровождается характерным звуком, изменением числа оборотов шпинделя, неравномерным износом во времени, образованием прижогов и ухудшением чистоты. При шлифовании с охлаждением в интервале от 2 до 10 мин сплошной круг работает в области смешанного процесса – частичного самозатачивания и частичного затупления; после 10 мин работы в области преобладающего затупления.

Прерывистые круги, как при сухом шлифовании, так и с охлаждением, работают в режиме самозатачивания. Процесс шлифования протекает спокойно, мягко. Производительность прерывистых абразивных кругов при шлифовании быстрорежущих, углеродистых и легированных сталей на 5 ... 7 % выше, чем сплошных. Минутная производительность прерывистых алмазных кругов на органической связке Б1 на 7 – 10 % ниже, чем сплошных. Износ алмазных прерывистых кругов в зависимости от режимов, зернистости круга и вида обрабатываемого материала может быть выше и ниже сплошных.

Износ алмазных кругов в значительной степени зависит от связки круга. На бакелитовой связке Б1 прерывистые круги имеют расход алмазов на 5 – 7 % выше обычных кругов. На керамической К1 и металло-силикатной МС1 связках наблюдается обратная картина; прерывистые круги имеют несколько (на 5 – 10 %) меньший расход алмазов по сравнению с обычными кругами.

Полученные результаты вполне объяснимы: с повышением прочности связок увеличивается сила удержания зерен и угол атаки фронтальной зоны. Сила удержания зерен зависит от удельной ударной вязкости, которая уменьшается для связки Б1 от 0,022 до 0,027 кг/см<sup>2</sup>, а для связки МС1 от 0,056 до 0,08 кг/см<sup>2</sup>. С увеличением угла атаки фронтальной зоны растет количество режущих зерен и уменьшается нагрузка, приходящаяся на них. В связи с этим в зоне работы отдельного зерна выделяется меньшее количество тепла, так как объем работы, выполняемый одним зерном, уменьшается. Меньшая теплонапряженность процесса резания при прерывистом шлифовании снижает интенсивность химического окисления алмазных зерен и образования на них наростов. Это способствует уменьшению степени засаливания рабочей поверхности прерывистых кругов и исключает рост силы и температуры в процессе длительного периода работы круга.

Установлено, что после правки прерывистые круги по режущей способности несколько уступают обычным. Это, во-первых, связано с интенсивным осыпанием зерен при формировании барьерных поверхностей с торцом круга и

фронтальных зон на рабочих выступах; во-вторых, вызвано уменьшением рабочей поверхности круга из-за вырезов. По мере формирования рабочего профиля режущая способность прерывистого круга увеличивается, и после полного оформления остается практически неизменной длительное время. Например, при шлифовании стали 12Х2Н4А прерывистым кругом ЭБ25СМ2К на режиме:  $V_{кр} = 30$  м/с,  $V_{см} = 12$  м/мин,  $t = 0,01$  мм, минутный сьем металла, отнесенный к единице площади шлифовального круга, увеличился через две минуты после правки с  $Q_p = 0,02$  до  $Q_p = 0,055$  г/см<sup>2</sup> и в течение последующих 40 мин работы оставался без изменения. Минутный сьем металла  $Q_p$  при шлифовании сплошным кругом в интервале 40 мин работы изменяется от 0,02 до 0,03 (рис. 8).

Результаты исследования износостойкости и режущей способности убедительно доказывают экономическую целесообразность применения прерывистых кругов для шлифования сталей и сплавов, предрасположенных к шлифовочным прижогам и трещинам. Производственные испытания прерывистых шлифовальных кругов подтверждают результаты лабораторных исследований. Производительность возрастает, примерно на 30 %, при одинаковом расходе алмазов.

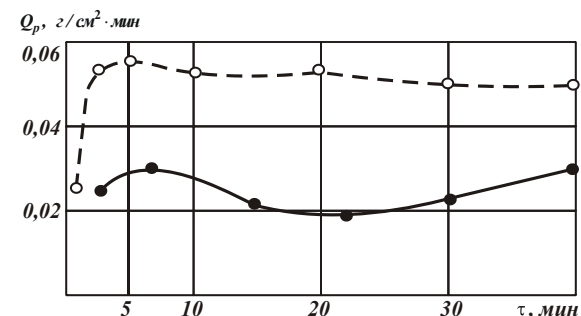


Рис. 8. Изменение минутного съема металла от времени. Режим: круг ЭБ25СМ2К,  $V_{кр} = 30$  м/с,  $V_{см} = 12$  м/мин,  $t = 0,01$  мм, сталь – 12Х2Н4А. Сплошная линия – сплошной круг, пунктирная – прерывистый

## Глава VI. Исследование точности обработки деталей при шлифовании обычными и прерывистыми кругами [12, 22, 38, 39, 51, 53]

В этой главе приведены теоретические и экспериментальные исследования точности обработки зубчатых колес при шлифовании зубьев кругами с прерывистой рабочей поверхностью.

Основные исследования проведены на зубошлифовальном станке МААГ SS  $\frac{1}{2}x$ , а сравнительные исследования размерной стойкости сплошных и прерывистых кругов на станках Ган-Кольб и Гир-Грайддинг.

Чтобы судить о точности обработки деталей с учетом податливости упругой системы станок–деталь–шлифовальный круг, необходимо изучить динамику процесса и установить связь жесткости прерывистых кругов с их конструктивными параметрами.

При шлифовании зубчатых колес на станках типа МААГ (5851, 5853 и др.), которые оснащены системой компенсации износа круга, погрешность обработки возникает в основном от упругих деформаций лент механизма обкатки и деформации тарельчатых кругов.

Для определения сил инерции составлено дифференциальное уравнение вынужденных колебаний системы при допущении, что качающиеся части станка (ролик обкатки, делительный механизм, оправка с зубчатым колесом) представляют собой абсолютно жесткую систему, ленты механизма обкатки являются упругими элементами. Решение дифференциального уравнения с учетом данных эксперимента позволило найти уравнения для расчета сил инерции

$$P_{jmax} = cl_{xc}n^2 \cdot \frac{j}{R_p^2 \cdot j_0},$$

где  $c$  – постоянный коэффициент, определяемый из эксперимента (для наших условий  $c = 0,027$ );  $l_{xc}$  – длина хода стола, мм;  $n$  – число качаний стола;  $R_p$  – радиус барабана обкатки, мм;  $j/j_0$  – отношение моментов инерции качающихся частей станка.

Исследования показали, что силы инерции  $P_j$  могут достигать величины порядка 25 – 30 кг. Если учесть, что эти силы воспринимаются тонкими лентами, жесткость которых колеблется от 300 до 600 кг/мм, то эти нагрузки в состоянии вызвать погрешности.

Измерение составляющих усилия резания производилось специальным трехкомпонентным динамометром с тензометрическими датчиками. Результаты обработки экспериментального материала представлены в виде эмпирического уравнения

$$P_x = 0,25t \cdot S^{0,54} \cdot n^{0,13} \cdot T^{-0,53},$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$S$  – продольная подача, мм/кач.,

$n$  – числа качаний стола, кач./мин;

$T$  – твердость круга, определяемая величиной лунки, мм.

Жесткость узлов определялась в статических условиях и близких к эксплуатационным. Установлено, что жесткость шпиндельного узла при статическом нагружении в интервале нагрузок от 1 до 4 кН составляет 400 кг/мм, а при нагрузках больших 6 кН составляет 850 кг/мм.

Динамическая жесткость шпиндельного узла при первичной и повторных нагрузках равна  $j_{un} = 500$  кг/мм.

Прерывистые круги ЭБ25СМ2К с длиной выступов 85, 65, 53, 30 мм имеют статическую жесткость соответственно равную 229, 200, 185, 160 кг/мм. Жесткость тарельчатого круга той же характеристики, но без вырезов, равна 235 кг/мм. Жесткость лент в интервале нагружения до 50 кг постоянная. Для лент толщиной  $\sigma = 0,2; 0,3; 0,4$  жесткость их соответственно равна 320, 480, 640 кг/мм.

При проведении анализа точности обработки в качестве исходных были приняты экспериментальные данные по силам и жесткости упругой системы: станок–деталь–шлифовальный круг.

Погрешность профиля зуба от смещения режущей кромки шлифовального круга в направлении действия нормальной составляющей силы резания  $P_x$  определяется по формуле

$$\Delta_{np} = P_x \left( \frac{1}{j_{un}} + \frac{1}{j_{шк}} + \frac{1}{\Phi_{он}} \right) - \left( \frac{P_j}{2Kj_l} - 0,3 \frac{P_x}{j_l K} \right) \cos \alpha_t,$$

где  $j_{un}$ ,  $j_{шк}$ ,  $\Phi_{он}$ ,  $j_l$  – жесткость шпиндельного узла, шлифовального круга, оправки и лент механизма обкатки;  $K$  – число лент, воспринимающих силу  $P_j$ .

Величина погрешности обработки, как видно, пропорциональна нормальной составляющей усилия резания  $P_x$  и податливости упругой системы: станок–оправка–шлифовальный круг. Ослабление кругов за счет вырезов уменьшает их жесткость примерно на 20 – 30 %. С другой стороны, послойное удаление припуска зернами фронтальной зоны прерывистого круга снижает силу резания на 30 – 40 %. Уменьшение жесткости шлифовального круга на 20 – 30 % увеличивает величину погрешности обработки только на 5 – 8 %; уменьшение силы резания пропорционально уменьшает погрешность обработки.

Исходя из этих данных, можно утверждать, что прерывистое шлифование обеспечивает точность, одинаковую с обычным шлифованием. Экспериментальные исследования и заводской опыт шлифования зубчатых колес на станах 5851 и 5853 показывают, что зубчатые колеса, шлифованные обычными

и прерывистыми кругами, имеют одинаковую точность. Например, зубчатое колесо из стали 38ХМЮА (HRC 63–67)  $m=10$  мм,  $Z=10$ ,  $\alpha=20$  градусов,  $B=180$  мм шлифовалось сплошными и прерывистыми кругами, имеют одинаковую точность: по шагу и профилю – 5 степень точности, а по величине накопленной погрешности основного шага – 6 степень точности по ГОСТу 1643-56.

В процессе эксплуатации тарельчатых прерывистых кругов было замечено, что износ их несколько больше обычных, который вносит погрешность в радиус перехода от профиля к впадине. Согласно экспериментальным данным износостойкости кругов твердость их следует выбирать примерно на одну две степени больше твердости обычных кругов. Мягкие прерывистые круги, например ЭБ25М2К, работают в режиме интенсивного самозатачивания и имеют низкую размерную стойкость. С увеличением твердости прерывистых кругов уменьшается их размерный износ, причем стойкость их становится соизмерима со стойкостью обычных кругов. Например, с изменением твердости кругов от М2 до СМ2 величина размерного износа ( $U$ ) прерывистого круга уменьшается с 145 до 46 мкм, а обычного круга с 85 до 42 мкм (рис. 9).

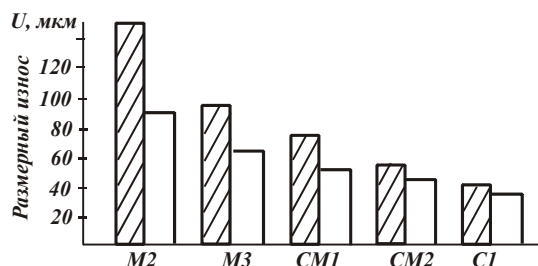


Рис. 9. Зависимость размерного износа прерывистых (заштрихованные столбики) и сплошных (светлые столбики) кругов от их твердости

Аналогичные результаты размерной стойкости получены на других зубошлифовальных станках.

В работе дается анализ различных способов наладки зубошлифовальных станков с целью нахождения варианта, обеспечивающего равномерное распределение припуска. Анализ показал, что если шлифование зубчатых колес, имеющих кинематический и геометрический эксцентриситеты, производить с максимально бьющей впадины, то на некоторых зубьях с одной из сторон будет сниматься слой глубиной  $t$ , который неизбежно вызовет появление шлифовочных прижогов и большую деформацию упругих элементов системы

СПИД. Величина максимальной глубины резания изменяется от смещения по фазе геометрического и кинематического эксцентриситетов и может достигать на отдельных зубьях 150 – 250 мкм. Стабилизировать процесс шлифования при этих условиях возможно только за счет системы автоматического регулирования (САР) активной мощности, затрачиваемой на резание.

Из работ профессоров Б. С. Балакшина известно, что величина упругих перемещений и мощность, затрачиваемая на резание, взаимосвязаны. Следовательно, управление упругими перемещениями системы СПИД можно осуществлять за счет мощности, затрачиваемой на резание.

На зубошлифовальных станках типа (МАОГ) 5851 и 5852 избыточную мощность можно компенсировать за счет некоторого уменьшения продольной подачи. Принимая это положение в основу, на кафедре технологии машиностроения ППИ разработана система, которая наряду с повышением точности обработки, увеличивает производительность процесса. Контроль мощности, затрачиваемой на резание, осуществлен подключением блока полупроводниковой приставки в цепь статора асинхронного двигателя привода шлифовального круга.

Блочная схема работы САР приведена на рис. 10. Установлено, что САР обеспечивает при шлифовании всех зубьев, независимо от колебаний глубин резания, постоянную величину деформации системы СПИД.

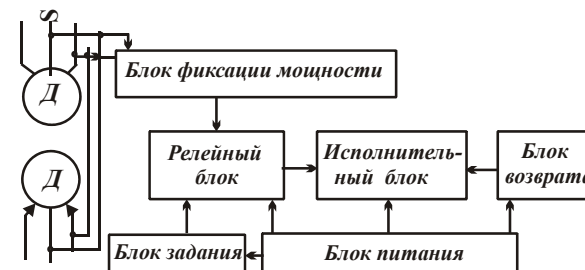


Рис. 10. Блочная схема работы САР

Расчет точности обработки и производительности, основанные на сравнительном анализе экспериментальных данных, показали, что применение САР и кругов с прерывистой рабочей поверхностью увеличивает производительность зубошлифовальных станков (типа МАОГ) по сравнению с обычным шлифованием на 25 – 30 % (при 15-градусном методе настройки) и на 15 – 20 % (при нулевом методе настройки).



## Глава VII. Эксплуатационные и технологические показатели процесса шлифования кругами с прерывистой рабочей поверхностью

[47, 48]

В данной главе освещаются экспериментальные данные по эксплуатационным показателям деталей, шлифованных обычными и прерывистыми кругами. Сравнительные испытания на контактную выносливость зубчатых колес проводились на стендах, работающих по схеме замкнутого контура СИ-3 (в лаборатории НИИМаш МС и ИП СССР – г. Минск) и ЗП-307-ЦНИИТМАШ (на опытно-показательном редукторном заводе им В.И. Ленина – г. Ижевск). Испытания на изгибную прочность зубьев шестерен и контактную прочность роликов проводились в лаборатории Пермского политехнического института. При испытании нами использовались рекомендации докт. техн. наук Скундина (устанавливать шестерню и зубчатое колесо испытываемой пары со сдвигом на определенную величину относительно друг друга: 1/3, 1/2, 2/3 В). Это позволяет увеличить отдельные контактные нагрузки на рабочих поверхностях зубьев в 1,5 ... 3 раза при неизменном передаваемом крутящем моменте.

Испытания зубчатых колес на изгибную прочность выполнялись на гидравлическом пульсаторе ГРМ-IV по специальной программе нагружения с коэффициентом асимметрии цикла  $r = P_{max}/P_{min} = 0,3$ .

Результаты экспериментальных исследований на стенде СИ-3 показали, что средневероятностная долговечность зубчатых колес из стали 12Х2Н4А по контактной выносливости зубьев, шлифованных прерывистыми кругами на станке 5851, при нагрузках, близких к предлагаемому пределу выносливости ( $M_k = 140$  кгм), в 3 ... 5 раз выше, чем у колес, шлифованных обычным кругом.

Согласно результатам исследования на стенде ЗП-307-ЦНИИТМАШ, долговечность зубчатых колес из стали 40Х, шлифованных прерывистыми кругами на станке 3451Б, при постоянной нагрузке испытания  $M_k = 150$  кгм, в два раза выше, чем у колес, шлифованных обычным кругом.

Результаты испытания на изгибную прочность показали, что зубчатые колеса, шлифованные обычным кругом, имели критическое число циклов нагружения  $135 \cdot 10^3$  при максимальной нагрузке  $P = 19000$  кг, а шлифованные прерывистым кругом –  $225 \cdot 10^3$  и  $P = 20500$  кг.

Прижоги, как установлено в работе, резко снижают усталостную контактную и изгибную прочность деталей. Усталостные трещины возникают в области максимальных растягивающих напряжений. В деталях, имеющих в

поверхностном слое после шлифования прижоги вторичной закалки, очаги зарождения усталостных трещин залегают на некоторой глубине от поверхности. В деталях, не имеющих прижогов, трещины зарождаются на границе перехода цементированного слоя к сердцевине. В деталях, имеющих прижог отпуска, очаги усталости зарождаются с поверхности.

Проведенные исследования показывают, что усталостная прочность деталей, не имеющих прижогов в поверхностном слое, в основном зависит от прочности переходной зоны с цементированного слоя на сердцевину. Следовательно, упрочнение сердцевины деталей является потенциальным резервом увеличения усталостной прочности.

Стойкость режущих инструментов, заточенных прерывистыми кругами, по сравнению со стойкостью инструментов, заточенных обычными кругами, возрастает при обработке жаропрочных материалов на 15 – 20 %, при обработке машиноподелочных сталей – в 1,5 – 2 раза.

### Заключение

На основании проведенной работы выяснены и проанализированы вопросы, связанные с особенностями процесса прерывистого шлифования, и предлагается ряд теоретических и прикладных обобщений и рекомендаций.

Решение и анализ в общем виде уравнения, описывающего теплофизические явления в зоне шлифования кругом, имеющим прерывистую рабочую поверхность, позволили автору установить связь конструктивных параметров кругов с температурой в зоне шлифования. Полученные данные свидетельствуют о важном преимуществе рассматриваемого метода по сравнению с другими.

Показано, что за счет определенной протяженности рабочих выступов можно вполне сознательно регулировать теплонапряженность процесса. Получены расчетные зависимости и построены номограммы для определения оптимальной протяженности рабочих выступов на прерывистом круге.

Изучена динамика процесса самооформления рабочих профилей прерывистых кругов. Установлено, что после полного самооформления профиля рабочих выступов прерывистые круги сохраняют длительное время стабильные условия резания.

Самозатачиваемость кругов протекает равномерно по всему профилю с сохранением постоянного угла атаки. Этот угол изменяется в зависимости от твердости шлифовального круга, для мягких кругов он равен 5 ... 10 мин, для твердых – 40 ... 50 мин. Время полного самооформления профиля выступов зависит от характеристики кругов, режимов шлифования и изменяется от 2 до 10 мин.

Выведены уравнения для расчета числа режущих зерен на круге с прерывистой рабочей поверхностью и получено хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных. Установлено, что режущие зерна прерывистых кругов, располагаясь на разных радиусах от центра вращения круга, перемещаются по концентрическим окружностям. В результате общий припуск удаляется отдельными тонкими слоями. Доказано увеличение числа режущих зерен на прерывистом круге за счет наклона фронтальной зоны.

В работе показано, что при удалении припуска отдельными слоями доля тепла, уходящая в деталь, на 25 ... 30 % меньше, чем при обычном шлифовании.

Теоретически и экспериментально установлено, что при шлифовании сталей и сплавов прерывистыми кругами температура в зоне резания снижается по сравнению с обычным шлифованием на 30 – 50 % за счет одновременного действия ряда факторов:

- 1) прерывания процесса резания в период до теплового насыщения, т.е. пока температура не достигла максимального значения, характерного для обычных кругов при заданном режиме;
- 2) снижения интенсивности теплового источника за счет уменьшения сил резания на 25 – 30 %;
- 3) улучшения режущей способности кругов благодаря интенсивному его самозатачиванию;
- 4) уменьшения количества тепла, идущего в деталь.

Определена связь технологических факторов процессов обычного и прерывистого шлифования с характеристиками качества поверхности (структура, твердость, микрогеометрия, величина и знак остаточных напряжений)

В результате исследования установлено, что прерывистые круги позволяют шлифовать детали с глубинами резания и подачами примерно в 2 раза большими, чем при обычном шлифовании, при этом сохраняется исходное состояние структуры. Исходя из большого количества изученных структур закаливаемых и цементируемых сталей, твердых и жаропрочных сплавов и отбеленного чугуна установлено наличие контурного каркаса, часто совпадающего с границами наследственных зерен аустенита. Обнаружен сдвиговый характер разрушения поверхности металла при шлифовании. Установлено, что максимальные растягивающие напряжения залегают в зоне отпущенных структур, где зарождаются очаги усталостных трещин. Экспериментально установлено, что в зависимости от эпюры остаточных напряжений разрушение детали может начинаться с поверхности, с некоторой глубины или с границы цементированного слоя с сердцевиной.

Теоретический анализ теплофизических уравнений и экспериментальная проверка точности их решения на моделирующей установке показали, что выведенные уравнения могут использоваться для расчета температурных полей при шлифовании зубчатых колес, деталей клиновидной формы и тонкостенных деталей.

Установлено, что охлаждающие жидкости не понижают максимальную температуру в зоне шлифования за счет теплообмена. Их роль сводится к уменьшению сил трения, что способствует снижению интенсивности теплообразования, и, соответственно, температуры в зоне шлифования.

Теоретический анализ показал, что прерывистые круги при определенном конструктивном их оформлении могут производить прокачку СОЖ через прорез круга подобно диагональной лопаточной машине. Этот способ подачи СОЖ в зону резания, как показали эксперименты, улучшает качество поверхностного слоя, увеличивает стойкость кругов и производительность.

Разработан способ измерения размерного износа абразивных и алмазных кругов с прерывистой рабочей поверхностью, не требующий применения сложных дорогостоящих измерительных средств, позволяющий оценить не только количественно величину износа, но и его характер по ширине и длине рабочих выступов.

Установлено, что производительность прерывистых кругов на 5 – 7 % выше сплошных. Размерная стойкость прерывистых кругов в зависимости от их характеристики и конструкции может быть выше и ниже сплошных. Круги с наклонными прорезами независимо от режимов имеют размерную стойкость на 10 – 15 % выше сплошных.

Механизмы и природа повышения износостойкости прерывистых кругов, в основном, обусловлены уменьшением удельных нагрузок на режущие зерна и температуры в зоне резания.

При прерывистом шлифовании за счет снижения сил резания на 20 – 40 % уменьшаются погрешности обработки, связанные с податливостью упругой системы: станок – деталь – шлифовальный круг.

Прерывистые круги рекомендуется выбирать на одну-две степени тверже обычных. При этих условиях обеспечивается достаточно хорошее качество поверхностного слоя, а размерная стойкость их повышается на 10 – 20 % по сравнению с обычными.

Разработанная система автоматического управления мощностью, затрачиваемой на резание, позволяет управлять точностью обработки. Внедрение этой системы на зубошлифовальных станках 5851 и 5853 на заводе имени

Свердлова Я. М. (г. Пермь) полностью устранило брак по прижогам и увеличило производительность труда на 30 %.

Улучшение качества поверхностного слоя при шлифовании зубчатых колес средних размеров, как показали наши исследования, экономически выгодно обеспечивать путем применения прерывистых кругов. При шлифовании крупногабаритных зубчатых колес проблема улучшения качества поверхностного слоя должна решаться за счет использования систем автоматического регулирования качества.

Разработаны конструкции сегментных абразивных головок для шлифования спирально-конических зубчатых колес и внедрены на заводе имени Свердлова Я. М. (г. Пермь) и Людиновском тепловозостроительном заводе (г. Людиново).

Внедрение прерывистых алмазных кругов на заводе им. Ф. Э. Дзержинского (г. Пермь) и других заводах Союза показало, что алмазные круги с прерывистой поверхностью увеличивают производительность при заточке режущих инструментов почти в 2 раза.

При централизованном изготовлении кругов сокращается потребное количество алмазов примерно на 15 – 20 %. Потенциальная экономическая эффективность от внедрения, отнесенная к одному кругу, например, АС40 АПП 250x10x3x75, составляет 20 – 25 руб. Если учесть, что прерывистое шлифование значительно улучшает качество поверхностного слоя, а, следовательно, увеличивает надежность деталей, то общая потенциальная экономическая эффективность, отнесенная к одному кругу, будет еще больше.

Сравнительные испытания зубчатых колес на стендах показали, что средневероятная долговечность по контактной выносливости зубьев, шлифованных прерывистыми кругами при нагрузках близких к пределу выносливости, в 3 – 5 раз выше, чем у колес, шлифованных обычным кругом.

Исследования теоретических и физических основ процесса шлифования кругами с прерывистой рабочей поверхностью завершились практическими рекомендациями в виде издания руководящих технических материалов для технологов, мастеров и ИТР по расчету параметров прерывистых кругов (РТМП-072), а также по выбору режимов резания для заводов авиационной промышленности (РТМ-533-05) НИАТ, М., 1969.

Кроме того, на заводе им Я. М. Свердлова (г. Пермь) разработана технология изготовления прерывистых кругов в условиях машиностроительного производства.

Внедрение прерывистого шлифования на заводе им Я. М. Свердлова

(г. Пермь) на операциях зубошлифования спирально-конических колес на станках ЭНИМС 5А872 и 5872, центральной шестерни редуктора на станках Гир-Грайдинг, а также на станках Ган-Кольб и Глиссон 12" и других, позволило снизить брак по шлифовочным прижогам с 15 ... 20 до 0,5 ... 1,0 %.

Внедрение прерывистых кругов при шлифовании диаметра шеек и торцов щек коленчатых валов позволило уменьшить брак по шлифовочным трещинам с 50 ... 70 % до нуля.

По нашим рекомендациям [30, 31, 34, 46, 49, 50] в настоящее время прерывистое шлифование внедрено на многих машиностроительных заводах Союза. Преимущества метода дают основание рекомендовать его для внедрения в больших масштабах. Основные положения теоретических и экспериментальных исследований были изложены в ряде докладов, главные из которых:

1. На научно-техническом семинаре зуборезов машиностроительных предприятий Средне-Уральского совнархоза. – Свердловск, март, 1965.
2. На научно-технической конференции по методам изготовления зубчатых колес. – Пермь, октябрь, 1965.
3. На научно-технической конференции по методам изготовления зубчатых колес. – Пермь, октябрь, 1965.
4. На научно-техническом семинаре "Высокопроизводительная абразивная обработка и доводочные процессы". Московский дом научно-технической пропаганды им Ф. Э. Дзержинского. – Москва, июнь, 1966.
5. На Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам технологических методов повышения точности, надежности и долговечности в машиностроении. НТО машиностроения. – Одесса, октябрь, 1966.
6. На научно-технической конференции по повышению качества, надежности и долговечности машин и изделий. – Пермь: НТО Машпрома, декабрь, 1966.
7. На юбилейной межвузовской научно-технической конференции, посвященной 50-летию Советской власти. – Запорожье, май, 1967.
8. На уральской юбилейной научной сессии по итогам научно-исследовательских работ в области машиностроения. – Курган, 1967.
9. На VII Всесоюзной конференции "Проблемы качества и надежности зубчатых передач". – Саратов, сентябрь, 1967.
10. На научно-технической конференции по улучшению качества надежности и долговечности изделий. – Пермь: НТО Машпрома, декабрь, 1967.

11. На научно-техническом семинаре "Улучшение качества поверхностного слоя обрабатываемых деталей путем прерывистого шлифования". – Пермь, 1967.

12. На научно-техническом семинаре "Прогрессивные процессы абразивной и алмазной обработки". Московский дом научно-технической пропаганды им Ф. Э. Дзержинского. – Москва, октябрь, 1968.

13. На научно-техническом семинаре "Инструментальное производство". Прерывистое шлифование инструментальных материалов. Ленинградский дом научно-технической пропаганды. – Ленинград, декабрь, 1968.

14. На научно-технической конференции по повышению качества надежности и долговечности деталей машин. – Пермь, март, 1969.

15. На совещании работников предприятий и организаций отраслей дизелестроения, тепловозостроения, вагоностроения и путевого машиностроения по вопросу эффективности работы научных и технологических организаций и ускорению использования в народном хозяйстве достижений науки и техники. – Коломна, апрель, 1969.

16. На научно-технической конференции по теории формирования технологических напряжений и их инженерному приложению. – Запорожье, май, 1969.

17. На техническом совете моторного сектора в НИАТе, 1965.

18. На объединенном заседании кафедр авиационного металловедения, технологии ремонта и производства летательных аппаратов и физики в Киевском институте гражданской авиации (КИИГА), 1967.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Исследование жесткости зубошлифовальных станков: Труды Запорожского машиностроительного института. – 1959. – № 3.

2. Эффективность прерывистого шлифования // Абразивно-алмазная обработка и доводочные процессы: Материалы семинара, 1966.

3. Прерывистое шлифование инструментальных материалов: Труды Уральской юбилейной научной сессии. – Курган, 1967.

4. Фасонное шлифование газотурбинных лопаток // Станки и инструменты, 1960. – №3.

5. О прижогах при шлифовании цементируемых сталей // Авиационная промышленность, 1967. – № 9.

6. Причины появления трещин в лопатках газовых турбин // Авиационная промышленность, 1964. – № 2.

7. Оптимальный режим шлифования цементируемой стали 12Х2Н4А // Авиационная промышленность, 1964. – № 12.

8. Предупреждение прижогов при шлифовании шестерен // Авиационная промышленность, 1965. – № 10.

9. Исследование причин, вызывающих прижоги при зубошлифовании на станках МААГ // Авиационная промышленность, 1966. – № 7.

10. Об улучшении качества поверхностного слоя шлифованных зубчатых колес // Авиационная промышленность, 1968. – № 2.

11. Исследование качества поверхностного слоя при шлифовании титанового сплава ВТЗ-1 // Авиационная промышленность, 1969. – № 3.

12. Исследование кинематической точности копировально-шлифовальных станков // Известия ВУЗов: Машиностроение, 1959. – №9.

13. Исследование вопроса зубошлифования // Известия ВУЗов: Машиностроение, 1958. – № 9.

14. Шлифование инструментальных сталей кругами с прерывистой рабочей поверхностью // Станки и инструменты, 1969. – № 5.

15. Методы повышения производительности зубошлифовальных станков МААГ // Авиационная промышленность, 1959. – №5.

16. Устранение дефектов при шлифовании зубчатых колес // Авиационная промышленность, 1963. – № 5.

17. Силовые зависимости при шлифовании конических зубчатых колес с круговыми зубьями // Станки и инструменты, 1968. – № 2.

18. Динамика процесса зубошлифования червячным абразивным кругом // Станки и инструменты, 1969. – № 5.

19. Износ алмазных и абразивных кругов // Станки и инструменты, 1968. – № 5.

20. Силовые зависимости при зубошлифовании тарельчатыми кругами // Станки и инструменты, 1965. – № 10.

21. Качество поверхностного слоя при шлифовании алмазными кругами на бакелитовой связке // Станки и инструменты, 1967. – № 3.

22. Автоматическое обеспечение качества поверхностного слоя при зубошлифовании // Абразивная и алмазная обработка: Материалы семинара. – Москва, 1968.

23. Расчет температуры при шлифовании // Вестник машиностроения, 1966. – № 8.

24. Пути устранения прижогов при зубошлифовании // Методы изготовления зубчатых колес: Материалы конференции. – Пермь, 1967.

25. Оптимальные режимы зубошлифования на станках с червячным абразивным кругом // Вестник машиностроения, 1967. – № 1.



26. Влияние охлаждения на температурное поле при плоском шлифовании. Пятно контакта и температуры, возникающее при зубошлифовании на станках с червячным абразивным кругом // Методы изготовления зубчатых колес: Материалы конференции. – Пермь, 1967.

27. О явлениях, происходящих в поверхностном слое при шлифовании // Вестник машиностроения, 1966. – № 3.

28. Оптимальные режимы зубошлифования колес на станках с червячным абразивным кругом // Вестник машиностроения, 1967. – № 7.

29. Исследования температур в зоне шлифования // Вестник машиностроения, 1964. – № 8.

30. Прерывистое шлифование // Вестник машиностроения, 1967. – № 3.

31. Расчет размеров режущих перемычек круга при прерывистом шлифовании // Заводская лаборатория, 1966. – № 7.

32. Исследование качества поверхностного слоя при прерывистом шлифовании цементируемой стали 12Х2Н4А алмазными кругами. Исследование напряженности цементированных сталей после шлифования // Методы изготовления зубчатых колес: Материалы конференции. – Пермь, 1967.

33. Метод градуирования термонапар для измерения температур в зоне шлифования // Заводская лаборатория, 1965. – № 7.

34. Возможности прерывистого шлифования // Техническая информация ЗУС. Машиностроение, 1965. – №12(42).

35. Поверхностные дефекты шлифования на деталях из жаропрочных сплавов. Опыт работы жаропрочных сталей и сплавов. – Москва: ГОСИНТИ, 1963.

36. Прерывистое алмазное шлифование стальных поверхностей // Машиностроитель, 1966. – № 9.

37. Моделирование тепловых явлений при шлифовании // Техническая информация ЦБТИ ЗУ СНХ, Машиностроение, 1964. – №75(264).

38. Динамика зубошлифования и ее влияние на точность обработки зубчатых колес. Исследования некоторых вопросов технологии машиностроения. – Оборонгиз, 1956.

39. Влияние жесткости зубошлифовальных станков на точность обработки зубчатых колес // Труды МАИ, юбилейный выпуск. – Оборонгиз, 1955.

40. Эффективность заточки фасонных фрез прерывистыми кругами // Технический листок ЗУ ЦБТИ, 1967. – № 126(2888).

41. Шлифование зубчатых колес кругами с радиальными прорезями на станках, работающих по методу копирования // Металлорежущие станки и автоматические линии: Реферативный сборник, 1966. – № 3.

42. Силы резания и наклеп при профильном шлифовании // Технология и организация авиационного производства: Производственно-технический сборник. – Оборонгиз, 1961.

43. Наклеп и остаточные напряжения при шлифовании лопаток газовых турбин. Причины возникновения шлифовочных трещин на замке лопаток газовых турбин // Влияние технологических факторов на качество и надежность лопаток турбин: Материалы совещания. – НИАТ, 1962.

44. Исследование состояния поверхности прямых зубьев конических колес после шлифования. Пути повышения качества поверхностного слоя зубьев при шлифовании спирально-конических зубчатых колес // Надежность и качество зубчатых передач: Материалы Саратовской конференции НИИН-ФОРМТЯЖМАШ. – Москва, 1957.

45. Расчет температуры при резбошлифовании // Сборник научных трудов ППИ. – Пермь: ППИ, 1969. – № 40.

46. О работе режущих зерен на круге с прерывистой рабочей поверхностью // Вестник машиностроения, 1969. – № 9.

47. Исследование работоспособности зубчатых колес, шлифованных обычными и прерывистыми кругами // Информ. листок №265-69. – Пермь: Западно-Уральский межотраслевой центр научно-технической информации.

48. Прерывистое зубошлифование как метод повышения долговечности и надежности зубчатых передач: Тезисы докладов семинара по прерывистому шлифованию. – Пермь: ЗУ ЦБТИ, 1967.

49. Получение удостоверение о регистрации из Государственного комитета по делам изобретений и открытий СССР №57771 "Прерывистое шлифование – эффективный метод улучшения качества поверхностного слоя", с приоритетом от 21 ноября 1966.

Отдельные разделы работы освещались в отчетах по научно-исследовательским темам отраслевой лаборатории ППИ за период с 1963 по 1969 гг. По теме диссертации получены авторские свидетельства:

50. Прерывистые абразивные круги. Якимов А. В., Сипайлов В. А., Потемкин В. И. Авторское свидетельство №200461 с приоритетом от 14 марта 1966 г.

51. Способ наладки зубошлифовальных станков / А. В. Якимов, Е. П. Калинин // Авторское свидетельство №207671 с приоритетом от 24 июня 1965 г.

52. Инструмент для окончательной обработки закаленных зубчатых колес / А. В. Якимов, Г. В. Гольдин, В. В. Полянин с приоритетом от 26 ноября 1966 г.

53. Способ зубошлифования / Ю. А. Бояршинов, А. В. Якимов и др. – Положительное решение по заявке № 1185532/25-8.

## ПОСЛЕДНИЕ СТАТЬИ, ПОДГОТОВЛЕННЫЕ С УЧАСТИЕМ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА

Якимов Александр Васильевич до последних дней своей жизни активно занимался научной работой, писал интересные статьи, монографии и учебники, консультировал своих учеников по актуальным вопросам машиностроения. Ниже приведены его последние статьи, написанные в соавторстве, а также статьи, подготовленные его учениками – сыном Алексеем Александровичем, дочерью Ольгой Александровной и внуком Павлом Александровичем. Статьи были опубликованы еще при жизни Александра Васильевича, и он их видел в сборнике:

**Сучасні системи технологій у машинобудуванні.** Збірник наукових праць, присвячений 90-річчю з дня народження професора Одеського національного політехнічного університету (ОНПУ) Якимова О.В. – Одеса: ОНПУ. – 2015. – 273 с.

УДК 621.92.01

### ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ПРИШЛИФОВАНИИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА СТАНКАХ МААГ

**Якимов А.В.**, докт. техн. наук, **Якимов А.А.**, канд. техн. наук,  
**Дмитриева С.Ю.**  
(Одесский национальный политехнический университет)

*The influence of the boundaries that impede the free flow of heat in the direction of the heat source, the temperature in the contact zone. It is shown that when grinding the gears on the gear grinding machine Maag each point of the lateral surface of the tooth is exposed to repeated heat. The connection between the temperature of the surface to the depth of the defect layer*

При шлифовании возникают высокие температуры, под воздействием которых происходят фазовые и структурные изменения, которые уменьшают долговечность детали в 3–5 раз.

Исследованию тепловых процессов и качества поверхностного слоя посвящены работы профессоров: Ларшина В. П., Якимова А. В., Усова А. В., Новикова Ф. В., Лебедева В. Г. и др. [1–4]. В этих работах установлены функ-

циональные зависимости тепловых процессов и даны конкретные рекомендации по их управлению с целью устранения шлифовочных дефектов.

Целью работы является изыскание способов уменьшения тепловых процессов с целью устранения шлифовочных дефектов.

Авиационные зубчатые колеса изготавливаются по 3–4 степени точности. Такую степень обеспечивают зубошлифовальные станки, работающие двумя тарельчатыми кругами, например МААГ, 5851, 5853. Эти станки, наряду с высокой точностью имеют самую низкую производительность и самую высокую теплонапряженность процесса. Высокая теплонапряженность обусловлена тем, что, во-первых, процесс обработки на этих станках осуществляется без охлаждения, а с другой стороны при зубошлифовании каждая точка боковой поверхности зуба подвергается многократному тепловому воздействию. За период обкатки скорость перемещения теплового источника изменяется по синусоидальному закону, имея максимальное значение в зоне делительной окружности и минимальное – на ножке и головке. Наиболее теплонапряженным участком является впадина зубчатого колеса, ибо здесь происходит реверсирование режима обкатки [5, 6]. При реверсировании на какое-то мгновение скорость обкатки приобретает нулевое значение. При этих условиях на поверхности впадины возникают исключительно большие температуры, вызывающие структурные изменения.

На рис. 1 представлен зубчатый сектор с прижогом вторичной закалки во впадине.

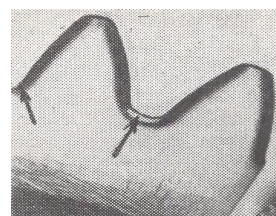


Рис. 1. Зубчатый сектор с прижогом вторичной закалки во впадине

Наличие вторично закаленного слоя свидетельствует о том, что в этой зоне температура превысила температуру аустенитного превращения. Для того, чтобы судить о напряженности поверхностного слоя не достаточно знать только температуру аустенитного превращения. Необходимо также знать температуру, при которой будет происходить обратный процесс, т.е. распад аустенита на мартенсит. Из работ [1, 2] установлено, что для цементируемой стали 12Х2Н4А температура начала мартенситного превращения равна 70–80 °С. Следовательно, за период охлаждения с 840 до 70 °С в поверхностном слое будут формироваться большие временные термоупругие напряжения растяжения, превышающие предел прочности материала [3, 4]. На рис. 2 показано зубчатое колесо с продольными трещинами во впадине. При движении зоны контакта вдоль зуба при об-

катке на пути встречается торец, который является границей препятствующей свободному распространению тепла в направлении движения теплового источника. В результате происходит накопление тепла на торце и температура в ряде случаев превышает температуру структурных превращений.



Рис. 2. Зубчатое колесо с продольными трещинами во впадине

Из сопоставления температурных полей видно, что температура на торце зубчатого колеса примерно на 30–35% выше температуры полубесконечного тела. Перед операцией зубошлифования зубчатое колесо проходит сложную химико-термическую обработку: цементацию, закалку, отпуск. В результате многократных температурных нагревов и охлаждений зубчатые колеса деформируются.

В результате на зубчатых колесах возникает неравномерность распределения припуска. На станках МААГ такую неравномерность можно устранить за 6...8 проходов. Следует заметить, что каждый проход зубчатого колеса на станках МААГ продолжается 40...50 мин.

Если учесть, что общее количество проходов 8...10, то суммарное время на обработку будет равно 400...450 мин, т.е. одно зубчатое колесо будет обрабатываться в течение целой смены. Для уменьшения количества проходов необходимо выполнить следующее условие: глубина дефектного слоя не должна превышать оставшийся припуск от последующей обработки. Однако для того, чтобы выполнить это условие необходимо знать аналитическое выражение для расчета глубины дефектного слоя. В технической литературе отсутствует информация об аналитическом исследовании данного параметра. Для определения глубины дефектного слоя были произведены расчеты максимальных безразмерных температур:

$$T^* = \int_{-H-H}^{-H+H} e^{-\xi} \cdot K_0(\xi) \cdot \sqrt{(X^2 + \xi^2)} d\xi, \quad (1)$$

где  $-H$  – координата, при которой температура поверхности достигает максимальной величины;  $H$  – безразмерная полуширина теплового источника;  $K_0(\xi)$  – функция Бесселя 1-го рода 0-го порядка;  $X$  – глубина залегания температуры.

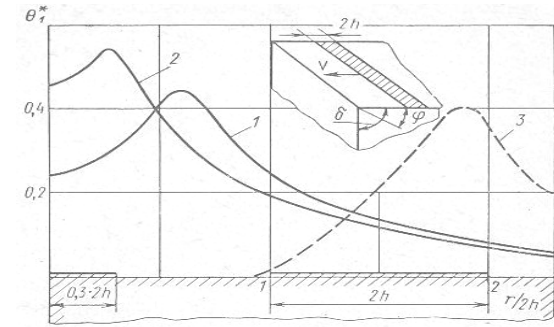


Рис. 3. Расчетная тепловая схема

Расчетные значения безразмерных температур  $T^*$  и размерных температур  $T$  °С, изменяющихся по глубине поверхностного слоя, приведены в табл. 1. В качестве глубины дефектного слоя принята глубина залегания температуры 400 °С. Из анализа табл. 1 можно установить зависимость глубины дефектного слоя от отношения 400 °С к температуре поверхности.

Проведенный теоретический анализ позволил установить аналитическую зависимость для расчета глубины дефектного слоя по формуле:

$$\Delta = B \cdot \left(1 - \frac{400}{T_{нов}}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{V_{ист}}}, \quad (2)$$

где  $\Delta$  – глубина дефектного слоя;  $B = 0,3$ ;  $T_{нов} = \frac{q \cdot a}{\lambda \cdot V_{ист}} \int_{-H-H}^{-H+H} e^{-\xi} K_0(\xi) d\xi$ .

Наиболее рациональным способом является шлифование кругами с прерывистой рабочей поверхностью [2, 3].

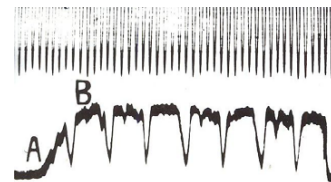


Рис. 4. Изменение температуры при обычном шлифовании плоского образца

Для рассмотрения сущности процесса прерывистого шлифования рассмотрим осциллограмму (рис. 4), на которой показано изменение температуры при обычном шлифовании плоского образца.

Из осциллограммы видно, что температура возрастает, и, достигнув максимально квазистационарного состояния, в дальнейшем практически не изменяется.

Осциллограмма записана с помощью специальной термопары, обеспечивающей непрерывный контакт термоэлектрода с деталью [4]. Установлено, что период теплового насыщения, т.е. время нагрева до квазистационарного

состояния, равно 0,01 с. Частота вращения шпинделя равно 2800...3000 об/мин, за 1 сек круг делает 50 оборотов, а 1 оборот соответствует 1/50 доле секунды. Следовательно, круг сделает полуборота и уже произойдет тепловое насыщение. Время теплового насыщения мало, но это время можно использовать для управления теплонапряженностью процесса.

Таблица 1

Расчетные значения безразмерных температур  $T^*$  и размерных температур  $T$  °C, изменяющихся по глубине поверхностного слоя

| $X$  | $T^*$ | $T$ °C | $K=T^{\circ}\text{C} / 0,505$ | $T^{\circ}\text{C} = T^* \times K$ | Глубина дефектного слоя |
|------|-------|--------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| 0    | 0,505 | 1200   | 2376                          | 1200                               |                         |
|      |       |        |                               | 960                                |                         |
|      |       |        |                               | 606                                |                         |
|      |       |        |                               | 499                                |                         |
|      |       |        |                               | 404                                | 0,2                     |
| 0,05 | 0,404 | 1000   | 1980                          | 1000                               |                         |
|      |       |        |                               | 800                                |                         |
|      |       |        |                               | 505                                |                         |
|      |       |        |                               | 416                                | 0,16                    |
|      |       |        |                               | 337                                |                         |
| 0,10 | 0,255 | 800    | 1584                          | 800                                |                         |
|      |       |        |                               | 640                                |                         |
|      |       |        |                               | 404                                | 0,10                    |
|      |       |        |                               | 333                                |                         |
|      |       |        |                               | 269                                |                         |
| 0,15 | 0,210 | 600    | 1189                          | 600                                |                         |
|      |       |        |                               | 480                                | 0,07                    |
|      |       |        |                               | 303                                |                         |
|      |       |        |                               | 250                                |                         |
|      |       |        |                               | 202                                |                         |
| 0,20 | 0,170 | 400    | 990                           | 404                                |                         |
|      |       |        |                               | 400                                | 0,05                    |
|      |       |        |                               | 252                                |                         |
|      |       |        |                               | 208                                |                         |
|      |       |        |                               | 169                                |                         |

Если на круге сделать 20 режущих выступов, то период работы 1 режущего выступа будет равен 0,001 с. Таким образом, начинается процесс резания, температура начинает расти, но она не успевает достигнуть максимального квазистационарного состояния, прерываясь за счет имеющейся впадины.

Из анализа приведенных данных видно, что температура при прерывистом шлифовании примерно на 40...50 % меньше, чем при сплошном.

**Результаты.** Установлена кинетика формирования временных термоупругих растягивающих напряжений. Показано снижение температуры при прерывистом шлифовании на 40...50 %. На основании проведенного теоретического анализа установлена аналитическая зависимость для определения глубины проникновения дефектного слоя.

**Выводы.** 1) Установлено влияние границ, препятствующих свободному распространению тепла в направлении движения теплового источника, на температуру в зоне контакта. 2) Установлено, что при шлифовании зубчатых колес на зубошлифовальных станках МААГ каждая точка боковой поверхности зуба подвергается многократному тепловому воздействию. 3) Установлена связь температуры поверхности с глубиной дефектного слоя.

#### Список литературы:

1. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общ. ред. Ф.В. Новикова и А.В. Якимова в десяти томах. – Т.7: Точность обработки деталей машин. – Одесса: ОНПУ, 2002. – 546 с.
2. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общ. ред. Ф. В. и А. В. Якимова в десяти томах. –Т.8: Оптимизация технологических процессов в машиностроении. – Одесса: ОНПУ, 2004. –509 с.
3. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общ. ред. Ф. В. Новикова и А. В. Якимова в десяти томах. – Т.6: Качество обработки деталей машин. – Одесса: ОНПУ, 2003. –716 с.
4. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общ. ред. Ф. В. Новикова и А. В. Якимова в десяти томах. – Т.2: Теплофизики резания материалов. – Одесса: ОНПУ, 2003. – 625 с.
5. Якимов А. А. Определение температуры, возникающей при зубошлифовании прерывистыми кругами на станках МААГ, 5851, 5853, работающих по нулевой схеме // Резание и инструмент в технологических системах . – Харьков: НТУ "ХПИ", 2014. – Вып. 84. – С. 236–244.
6. Якимов А. А., Якимов П. А. Тепловые процессы при зубошлифовании и влияние их на долговечность зубчатых колес // Междунар. инф.-техн. журнал "Оборудование и инструмент", 2012. – №1. – С. 68-70.



## ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ШЛИФОВОЧНЫХ ТРЕЩИН

Якимов А. А., канд. техн. наук,

Якимова О. А., Дмитриева С. Ю., Якимов П. А.

(Одесский национальный политехнический университет)

*In this paper evidence-based causes of sanding cracks, which are mainly due to the high thermal stress of the grinding process. It is shown that the most sensitive to cracking are materials having a non-uniform structure*

Вопросы возникновения шлифовочных прижогов и трещин обсуждались в работах [1, 2] и др. Однако везде анализ теплонпряженности деталей в процессе шлифования и появления на них прижогов и трещин проводили без учета структуры обрабатываемых материалов, рассматривая лишь задачи формирования температурного поля вблизи зоны контакта шлифовального круга с изделием. В статье делается попытка анализа тепловых процессов при шлифовании с учетом структуры обрабатываемых материалов.

Все материалы, применяемые в машиностроении, можно распределить на две группы. Материалы первой группы имеют однородную структуру. К ней можно отнести, например, жаропрочные сплавы аустенитного класса типа ЭИ437А, ЭИ437Б. На деталях, изготовленных из указанных сплавов после шлифования, на поверхности возникают большие термические растягивающие напряжения и, тем не менее, шлифовочные трещины не возникают.

Материалы второй группы имеют в своей структуре инородные включения в виде цементитной или иптерметаллидной сеток, раковин нитридов, пор скопления карбидов и др. К этой группе относится основная масса конструкционных сталей, магнитных и металлокерамических сплавов, цементуемых и азотируемых сталей. Для них типичным является поражение поверхности шлифовочными дефектами – прижогами и трещинами.

В появлении шлифовочных дефектов превалирующую роль играют границы неоднородных включений, препятствующие свободному отводу тепла вглубь изделия. Наличие таких границ вызывает локальную концентрацию тепла на отдельных участках поверхности и повышенную теплонпряженность. Рассмотрим характер формирования температурного поля вблизи адиабатической границы. Для математического описания поставленной задачи примем такую тепловую схему. По поверхности клина с углом  $\alpha = 90^\circ$  (рис. 1), грани

которого не пропускают тепла, движется со скоростью  $v$  в направлении ребра бесконечно длинный полосовой источник шириной  $l$ .

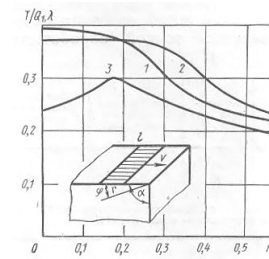


Рис. 1. Тепловая схема

Плотность теплового потока принята равномерно распределенной по поверхности источника. При сходе источника с ребра клина следует считать, что мощность  $Q_1$ , вводимая на единицу длины (Вт/м) полосового источника, уменьшается до нуля по линейному закону (в дальнейшем без существенного ограничения общности задачи будем полагать, что  $\pi/\alpha$  – целое число). Отсчет ведется от отметки, помещаемой на ребре клина. Используя метод источников [3], температуру в детали можно представить:

$$T = \begin{cases} T^*, & \rho' > 1 \\ T^* - \Delta T, & \rho' < 1; \end{cases} \quad (1)$$

$$T^* = \frac{Q_1}{\pi \cdot \lambda} \int_{\rho'-1}^{\rho'} e^{-\frac{u}{2}(\eta - \rho \cos \varphi)} K_0 \left[ \frac{u}{2} (\rho^2 + \eta^2 - 2\rho\eta \cos \varphi)^{\frac{1}{2}} \right] \cdot M d\eta; \quad (2)$$

где  $u = \frac{v \cdot l}{a}$  – безразмерная скорость источника;  $K_0$  – модифицированная функция Бесселя второго рода;  $\rho'$  – отнесенная к ширине источника безразмерная координата задней границы источника;  $\rho' = \frac{r}{l}$  – безразмерная координата, отсчитываемая от ребра клина;  $\xi, \eta$  – переменные интегрирования по области действия источника ( $0 < \xi < \eta$ ,  $0 < \eta < \rho'$ );  $\lambda$  – температуропроводность:

$$M(\rho, \eta, \varphi, a) = 1 + \sum_{n=1}^{\pi/a-1} \frac{e^{-\frac{u}{2}[\eta - \rho \cos(\varphi - 2a \cdot n)]} K_0 \left[ \frac{u}{2} (\rho^2 + \eta^2 - 2\rho\eta \cos(\varphi - 2a \cdot n))^{\frac{1}{2}} \right]}{e^{-\frac{u}{2}(\eta - \rho \cos \varphi)} K_0 \left[ \frac{u}{2} (\rho^2 + \eta^2 - 2\rho\eta \cos \varphi)^{\frac{1}{2}} \right]}; \quad (3)$$

$$\Delta T = \frac{Q_1}{2\pi\lambda} \sum_{n=0}^{\pi/a-1} \int_0^{1-\rho'} e^{-\frac{u}{2}[\eta + \rho \cos(\varphi - 2a \cdot n)]} d\eta \cdot \int_0^{\frac{1}{\xi}} e^{-\frac{u}{4} \left[ \xi + \rho^2 + \eta^2 + 2\rho\eta \cos(\varphi - 2a \cdot n) \right]} d\xi. \quad (4)$$

В формуле (2) интеграл без учета множителя  $M$  представляет собой известную табулированную функцию (3), описывающую температурное поле в полубесконечном теле, создаваемое бесконечно длинным полосовым источником в цилиндрических координатах, связанных с изделием. Множитель  $M$ ,

характеризующий влияние формы изделия, описывает накопление тепла на адиабатической стенке в направлении движения источника и зависит от координат источника и исследуемой точки. Величина  $\Delta T$  в формуле (1) дает снижение температуры при сходе источника, связанное с уменьшением вводимого потока. Наиболее теплонапряженными участками, как видно из анализа выражения (3), являются области, прилегающие к ребру клина. Значение  $M$  никогда не превышает 2 и только при  $\alpha = \pi/2$  множитель  $M$  становится равным 2 независимо от скорости и координат источника. Однако влияние множителя  $M$  на температуру в области стенки до подхода к ней источника весьма незначительно (температура имеет небольшую величину), и основной рост температуры определяется выражением  $T^* - \Delta T$ , описывающим сход источника с ребра клина.

На рис. 1 (кривые 1, 2) показано изменение температуры на шлифуемой поверхности ( $\varphi = 0$ ) вблизи адиабатической стенки и на ее границе в момент, когда источник сошел с ребра клина на 75 и 65%. Кривая 3 показывает изменение температуры под источником на участке, удаленном от ребра клина на величину  $\frac{r}{l} > 1$ . Расчеты проведены для случая шлифования стали 12X2H4A ( $\lambda = 16,7$  Вт/м·град;  $a = 3 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с) при скорости перемещения теплового источника  $v = 3$  м/мин.

Как видно, границы обрабатываемых деталей в направлении движения источника играют роль адиабатических преград, вблизи которых происходит накопление тепла. Поэтому области, расположенные вблизи таких границ, оказываются в более теплонапряженных условиях. Следует ожидать, что локализация плотности теплового потока под источником, ближе к его передней границе, приведет к еще большей теплонапряженности в области адиабатической стенки изделия.



На рис. 2 на косом срезе образца из стали 12X2H4A представлен внешний вид шлифовочного прижога. С поверхности просматривается рисунок бесструктурного мартенсита. За белым слоем, имеющим повышенное содержание аустенита (52 %), следует более темный, чем основная структура отпуса.

Микротвердость отпущенной зоны  $H_{50} = 600 - 680$  кгс/мм<sup>2</sup> и структуры, не претерпевшей изменений,  $H_{50} 750$  кгс/мм<sup>2</sup>. С поверхности наблюдается не-

которое повышение твердости до  $H_{50} = 650 - 700$  кгс/мм<sup>2</sup>. Глубина вторично закаленного слоя (белая полоска) увеличивается у края отверстия. Учитывая приведенный выше математический анализ, можно сказать, что в рассматриваемом примере поверхность отверстия действует, как адиабатическая стенка, в области которой происходит накопление тепла по мере приближения теплового источника. Это приводит к значительному повышению температуры по сравнению с отдаленными областями и, как следствие, к увеличению глубины вторичного закаленного слоя.

При изготовлении зубчатых колес иногда для упрочнения поверхностного слоя рабочих профилей зубьев применяют химико-термическую обработку – цементацию и цианирование. После шлифования на профилях зубьев возникают поверхностные шлифовочные трещины. Разрушение металла здесь связано с наличием границы цианированного слоя, которая препятствует свободному прохождению тепла вглубь изделия, концентрируя его на границе.

Из заводского опыта и исследований известно, что детали из жаропрочного сплава ЖС6К в зависимости от исходного состояния структуры имеют различную склонность к трещинообразованию. На деталях, имеющих структуру в виде твердого однородного раствора с дисперсным выделением избыточной интерметаллидной  $\alpha'$ -фазы в широком диапазоне режимов, шлифовочные трещины не возникают. Если интерметаллидная  $\alpha'$ -фаза выделяется по границам зерен в виде сетки (рис. 3), то шлифовать без трещин детали с такой структурой практически невозможно.



Рис. 3. Интерметаллидная  $\alpha'$ -фаза выделяется по границам зерен в виде сетки

При шлифовании магнитных сплавов, например, типа ЮНДК3515, шлифовочные трещины начинаются от раковин и пор. При шлифовании высокохромистых сталей типа Х12, Х12М, Х12Ф шлифовочные трещины зарождаются, как правило, в области наибольшего скопления мелких или крупных карбидов и развиваются по строчкам карбидов, вытянутых вдоль направления, проката. Карбиды, внедренные в матрицу, действуют как клинья, препятствующие расширению металла при нагревании и сжатию при охлаждении, так как коэффициент термического расширения карбидов на 30 % ниже основного металла. В результате импульсного нагрева происходит относительное перемещение матрицы и карбидов со значительными скоростями, что приводит к зарождению микротрещин.

Анализ качества поверхности вырубных штампов из стали X12, X12M свидетельствует о том, что шлифованная поверхность матрицы вблизи рабочего контура имела пониженную твердость на 5 – 7 единиц шкалы HRC по отношению к исходной твердости до шлифования HRC 60 – 62. По данным статьи [4] уменьшение твердости матрицы и пуансона с HRC 57 – 59 до HRC 48 – 51 снижает стойкость вырубных штампов из стали X12M в 30 раз. Как видно, роль качественного состояния поверхностного слоя деталей из высокохромистых сталей исключительно велика.

Замечено, что на деталях из цементируемой стали 12X2H4A, имеющей в поверхностном слое цементитную сетку, прижоги возникают при сняемом за проход при пуске  $t = 0,02 - 0,03$  мм. Отсутствие цементитной сетки уменьшает чувствительность стали к прижогам и трещинам. Детали с такой структурой можно шлифовать при прочих равных условиях со снимаемым припуском  $t = 0,05 - 0,06$  мм без прижогов.

Таким образом, анализ производственного опыта и лабораторных исследований позволяет сделать вывод, что одним из основных факторов возникновения трещин при шлифовании является высокая теплонапряженность процесса. Наиболее чувствительными к трещинообразованию оказываются материалы, имеющие неоднородную структуру. Локальные неоднородности в структуре могут играть роль термического сопротивления, препятствующего отводу тепла внутрь изделия и концентрации его в поверхностном слое. Различная степень изменения объемов разнородных включений при нагревании и последующем охлаждении должна приводить к возникновению напряжений на их границах и, в конечном счете, к образованию трещин.

Поверхности различного рода пор, пустот, раковин также играют роль термосопротивлений. Кроме того, они являются концентраторами напряжений и при резких изменениях температур становятся очагами трещинообразования.

Границы обрабатываемых деталей в направлении движения источников играют роль адиабатических преград, вблизи которых происходит накопление тепла по мере приближения к ним теплового источника. Поэтому, область вблизи такой границы оказывается в более жестких температурных условиях, чем отдаленные области. Это является причиной возникновения граничных дефектов при шлифовании, например, штампов. Аналогичную роль в создании повышенной теплонапряженности процесса играют и поверхностные раковины и поры, встречающиеся на пути продвижения шлифовального круга. Из сказанного следует, что задача ликвидации дефектов шлифования должна решаться не только на финишной операции, но и на всех

этапах технологического процесса изготовления деталей, от которых зависит формирование структуры близлежащих к шлифуемой поверхности слоев.

#### **Список литературы:**

1. Подзей А.В. Шлифовочные дефекты и пути их устранения / А.В. Подзей, А.В. Якимов. – "Вестник машиностроения", 1972. – № 3. – С. 76–78.
2. Сипайлов В.А. Исследование температурного поля при шлифовании клиновидных деталей / В.А. Сипайлов, Н.А. Ярмонов, Н.Ф. Пехлецкая. – Материалы научн.-техн. конф. "Физико-математические науки". – Пермь: Пермский политехнический институт, 1968. – С. 21–30.
3. Карслоу Г. Теплопроводность твердых тел. Пер. с англ. / Карслоу Г., Егер Д. – М.: Наука, 1964.
4. Романовский В.П. Исследование стойкости режущих инструментов универсально-сборных штампов для вырубки – пробивки / В. П. Романовский, И. Я. Мовшович, А. А. Долгов // Кузнечно-штамповочное производство, 1970. – № 6. – С. 16–19.

УДК 621.923

### **ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕРЫВИСТОГО ШЛИФОВАНИЯ**

**Якимов А. В.**, докт. техн. наук

(Одесский национальный политехнический университет)

**Новиков Ф. В.**, докт. техн. наук

(Харьковский национальный экономический университет имени С. Кузнецца)

**Новиков Г. В.**, канд. техн. наук

(Научный Центр НТК "Эльбор", г. Харьков)

*The paper describes the analytical patterns stock removal and formation of cutting temperature with intermittent grinding. The optimal conditions of intermittent grinding. Practical recommendations*

Повышение качества и производительности обработки деталей машин является важнейшим условием создания конкурентоспособной машиностроительной продукции. Это требует применения современных технологий металлообработки, в особенности на финишных операциях, где окончательно формируются параметры точности и качества обрабатываемых поверхностей [1, 2].

Перспективным направлением высококачественной обработки деталей машин и интенсификации процессов алмазно-абразивной обработки следует рассматривать прерывистое шлифование, идея создания которого состоит в периодическом прерывании контакта круга с деталью и исключении теплового насыщения поверхностных слоев обрабатываемого материала с целью уменьшения температуры резания [3]. Такой подход к управлению тепловонапряженностью процесса позволяет повысить качество обработки при одновременном увеличении производительности шлифования. Причем, эффект от прерывания контакта круга с деталью в ряде случаев значительно выше, чем от оптимизации условий обычного шлифования и т.д.

Однако при этом не всегда удастся обеспечить экономически приемлемый расход алмазного круга, что сдерживает широкое внедрение прерывистых алмазных кругов в производство. В связи с этим, на основе анализа и математического моделирования процесса прерывистого шлифования предложено новое решение, обеспечивающее снижение интенсивности износа круга при сохранении заданной производительности шлифования. В работе также раскрыты общие закономерности формирования температуры резания при прерывистом шлифровании и определены условия ее уменьшения. Приведены аналитические зависимости для определения оптимальных геометрических параметров рабочей поверхности прерывистого круга.

Характерной особенностью прерывистого шлифования является самоформирование макропрофиля рабочих выступов круга. Схема съема материала в таких условиях отлична от обычного шлифования. Рассмотрим шлифование прямоугольного образца, движущегося по нормали к рабочей поверхности круга (рис. 1,а). За период погружения впадины прерывистого круга образец переместится в радиальном направлении на величину  $h$ . Съем материала производят зерна, расположенные на передней кромке рабочего выступа. Вследствие высокой нагруженности этих зерен и интенсивного выпадения из связки, на рабочем выступе круга образуется фронтальная поверхность протяженностью  $a$ , расположенная под “углом атаки”  $\alpha$  к плоскости резания.

За период прохождения участка  $a$  скорость съема материала  $V'_{\text{дем}}$  увеличится на величину  $V_{\text{кр}} \cdot \operatorname{tg} \alpha$  и определится:

$$V''_{\text{дем}} = V'_{\text{дем}} + V_{\text{кр}} \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

где  $\operatorname{tg} \alpha = h/a$ .

Набегающий припуск  $h$  пропорционален длине впадины круга  $l_2$ . Тогда  $h = V'_{\text{дем}} \cdot \tau$ , где  $\tau = l_2 / V_{\text{кр}}$  - время погружения образца во впадину круга.

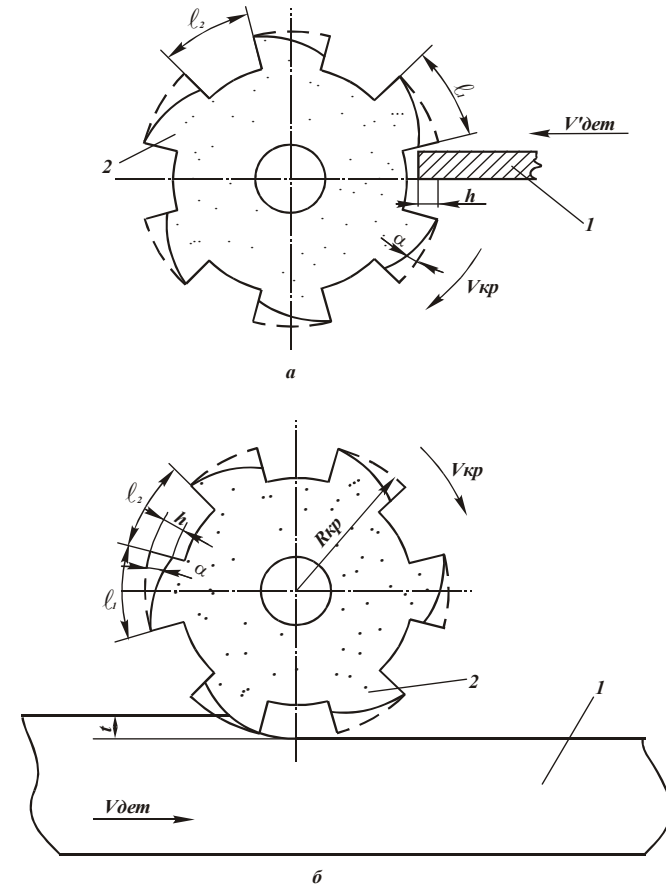


Рис. 1. Расчетная схема прерывистого шлифования: 1 – деталь; 2 – круг

Окончательно параметры  $h$  и  $V''_{\text{дем}}$  опишутся:

$$h = l_2 \cdot \frac{V'_{\text{дем}}}{V_{\text{кр}}}; \quad (2)$$

$$V''_{\text{дем}} = V'_{\text{дем}} \cdot \left(1 + \frac{l_2}{a}\right). \quad (3)$$

Максимальная вероятностная (приведенная) толщина среза  $H_{\text{max}}$  определяется [4]:

$$H_{\text{max}} = \sqrt[3]{\frac{450 \cdot \pi \cdot \bar{X}^3}{\operatorname{tg} \gamma \cdot m} \cdot \frac{V'_{\text{дем}}}{V_{\text{кр}}} \cdot \left(1 + \frac{l_2}{a}\right)}, \quad (4)$$



где  $\bar{X}$  – зернистость круга, м;  $m$  – объемная концентрация зерен круга;  $V_{кр}$  – скорость круга, м/с;  $\gamma$  – половина угла при вершине конусообразного режущего зерна.

При прерывистом шлифовании параметр  $H_{max}$  больше, чем при обычном ( $l_2 = 0$ ). С увеличением протяженности фронтального участка  $a$  множитель  $(1 + l_2/a)$  и соответственно параметр  $H_{max}$  уменьшатся (табл. 1). Наименьшее значение  $H_{max}$  достигается для  $a = l_1$ , т.е. для установившейся формы профиля рабочего выступа круга, когда фронтальный участок охватывает весь рабочий выступ круга длиной  $l_1$ . Параметр  $H_{max}$  принимает вид

$$H_{max} = \sqrt[3]{\frac{450 \cdot \pi \cdot \bar{X}^3}{tg \gamma \cdot m} \cdot \frac{V'_{dem}}{V_{кр}} \cdot \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)}. \quad (5)$$

Таблица 1

Расчетные значения  $(1 + l_2/l_1)^{1/3}$

| $l_2/l_1$             | 0   | 1    | 2    | 5    | 10   |
|-----------------------|-----|------|------|------|------|
| $(1 + l_2/l_1)^{1/3}$ | 1,0 | 1,26 | 1,45 | 1,82 | 2,23 |

Для круглого наружного (внутреннего) и плоского шлифования (рис. 1,б) параметр  $H_{max}$  с учетом зависимости  $V'_{dem} = V_{dem} \cdot \sqrt{2 \cdot t \cdot \rho}$  описывается:

$$H_{max} = \sqrt[3]{\frac{630 \cdot \pi \cdot \bar{X}^3 \cdot V_{dem} \cdot \sqrt{t \cdot \rho}}{tg \gamma \cdot m \cdot V_{кр}} \cdot \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)}, \quad (6)$$

где  $V_{dem}$  – скорость детали, м/с;  $t$  – глубина шлифования, м;  $\rho = 1/R_{кр}$ ;  $R_{кр}$  – радиус круга, м.

Представляя в зависимость (6) скорость детали  $V_{dem}$  в виде  $V_{dem} = Q/B \cdot t$ , параметр  $H_{max}$  определится

$$H_{max} = \sqrt[3]{\frac{630 \cdot \pi \cdot \bar{X}^3}{tg \gamma \cdot m \cdot V_{кр}} \cdot \sqrt{\frac{Q \cdot V_{dem} \cdot \rho}{B}} \cdot \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)}, \quad (7)$$

где  $Q$  – производительность обработки, м<sup>3</sup>/с;  $B$  – ширина шлифования, м.

Для того чтобы производительность обработки  $Q$  оставалась постоянной при заданном значении  $H_{max}$ , скорость детали  $V_{dem}$  необходимо уменьшить в  $(1 + l_2/l_1)^2$  раз. Следовательно, скорость детали  $V_{dem}$  при прерывистом

шлифовании должна быть связана со скоростью детали  $V_{dem0}$  при обычном шлифовании:

$$V_{dem} = \frac{V_{dem0}}{(1 + l_2/l_1)^2}. \quad (8)$$

Глубина шлифования  $t$  при условии  $Q = const$  должна быть связана с глубиной шлифования  $t_0$  (для круга со сплошной рабочей поверхностью):

$$t = t_0 \cdot \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)^2. \quad (9)$$

Этим обеспечивается уменьшение износа прерывистого круга до уровня износа круга со сплошной рабочей поверхностью (без уменьшения производительности обработки). Полученное решение позволяет эффективно использовать прерывистые круги с характеристикой  $l_2/l_1 > 1,5$ , которые в силу чрезвычайно интенсивного износа не получили распространения на практике, хотя обеспечивают существенное снижение температуры резания при шлифовании.

Рассмотрим общие закономерности формирования температуры резания при прерывистом шлифовании. Нестационарный тепловой режим прерывистого шлифования, сопровождающийся

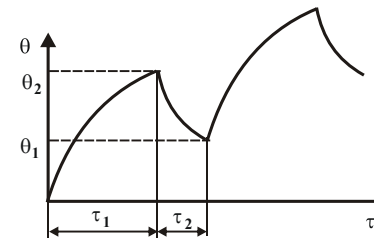


Рис. 2. Характер изменения температуры резания  $\theta$  от времени обработки  $\tau$  при прерывистом шлифовании

периодическим прерыванием контакта круга с обрабатываемой деталью, открывает принципиально новые возможности управления теплонпряженностью процесса [5]. Если длительность процесса шлифования режущих выступов прерывистого круга сделать меньше времени теплового насыщения, то температура в зоне контакта круга с обрабатываемой деталью не будет достигать своих максимальных значений и может быть ограничена.

На рис. 2 представлен характер изменения температуры от времени воздействия теплового источника. За период прохождения режущего выступа  $\tau_1$  обрабатываемая поверхность нагревается до температуры  $\theta_2^0$ . За время прерывания процесса  $\tau_2$  температура поверхности понижается до  $\theta_1^0$ . Количество тепла  $Q_1$ , необходимое для нагревания поверхности за время  $\tau_1$ , можно приравнять к количеству тепла  $Q_2$ , поглощаемому при охлаждении поверхности от  $\theta_2^0$  до  $\theta_1^0$  за время  $\tau_2$ . Параметры  $Q_1$  и  $Q_2$  определяются [6]:

$$Q_1 = q_1 \cdot \tau_1 = \sigma \cdot V_{\text{дем}} \cdot \tau_1; \quad (10)$$

$$Q_2 = q_2 \cdot \tau_2, \quad (11)$$

где  $\sigma$  – условное напряжение резания, Н/м<sup>2</sup>;  $V_{\text{дем}}$  – скорость внедрения режущих зерен в обрабатываемый металл (скорость детали), м/с;

$$q_2 = \alpha \cdot \frac{\theta_1^0 + \theta_2^0}{2}; \quad \alpha - \text{коэффициент теплоотвода.}$$

Время нагрева поверхности  $\tau_1$  определяется из выражения

$$\tau_1 = \frac{\lambda}{2 \cdot c \cdot \rho \cdot V_{\text{дем}}^2} \cdot \ln \left[ \frac{c \cdot \rho \cdot (\theta_2^0 - \theta_1^0)}{\sigma} \right], \quad (12)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности обрабатываемого материала, Вт/(м·К);  $c$  – удельная теплоемкость обрабатываемого материала, Дж/(кг·К);  $\rho$  – плотность обрабатываемого материала, кг/м<sup>3</sup>.

Время охлаждения определяется из условия  $Q_1 = Q_2$  с учетом (10) и (11):

$$\tau_2 = \frac{q_1}{q_2} \cdot \tau_1 = \frac{\lambda \cdot \sigma}{\alpha \cdot (\theta_1^0 + \theta_2^0) \cdot c \cdot \rho \cdot V_{\text{дем}}} \cdot \ln \left[ \frac{c \cdot \rho \cdot (\theta_2^0 - \theta_1^0)}{\sigma} \right]. \quad (13)$$

Зная  $\tau_1$  и  $\tau_2$  можно оценить производительность обработки  $Q_u$  за время одного цикла  $(\tau_1 + \tau_2)$ :

$$Q_u = \frac{B \cdot V_{\text{дем}} \cdot \tau_1}{(\tau_1 + \tau_2)} = \frac{B \cdot V_{\text{дем}}}{\left[ \frac{1}{V_{\text{дем}}} + \frac{2 \cdot \sigma}{\alpha \cdot (\theta_1^0 + \theta_2^0)} \right]}. \quad (14)$$

Из анализа (14) видно, что увеличить производительность цикла  $Q_u$  можно за счет увеличения скорости внедрения режущих зерен в металл  $V_{\text{дем}}$  и коэффициента  $\alpha$ , а также уменьшения условного напряжения резания  $\sigma$ .

При шлифовании кругом с прерывистой рабочей поверхностью скорость внедрения режущих зерен в металл  $V_{\text{дем}}$  возрастает на величину  $K_{np} = 1 - l_2 / l_1$  (где  $l_1$  – длина режущего выступа, м;  $l_2$  – длина выреза на круге, м). Следовательно, выражения (12) и (13) примут вид:

$$\tau_1 = \frac{\lambda}{2 \cdot c \cdot \rho \cdot V_{\text{дем}}^2 \cdot \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)^2} \cdot \ln \left[ \frac{c \cdot \rho \cdot (\theta_2^0 - \theta_1^0)}{\sigma} \right]; \quad (15)$$

$$\tau_2 = \frac{\lambda \cdot \sigma}{\alpha \cdot (\theta_1^0 + \theta_2^0) \cdot c \cdot \rho \cdot V_{\text{дем}} \cdot \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)} \cdot \ln \left[ \frac{c \cdot \rho \cdot (\theta_2^0 - \theta_1^0)}{\sigma} \right]. \quad (16)$$

Геометрический параметр прерывистого круга  $l_1$  определяется:

$$l_1 = \frac{\lambda \cdot V_{kp}}{2 \cdot c \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)^2} \cdot \ln \left[ \frac{c \cdot \rho \cdot (\theta_2^0 - \theta_1^0)}{\sigma} \right]. \quad (17)$$

После подстановки (15) и (16) в (17) получим:

$$l_2 = \frac{\lambda \cdot \sigma \cdot V_{kp}}{\alpha \cdot (\theta_1^0 + \theta_2^0) \cdot c \cdot \rho \cdot V_{\text{дем}} \cdot \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)} \cdot \ln \left[ \frac{c \cdot \rho \cdot (\theta_2^0 - \theta_1^0)}{\sigma} \right]. \quad (18)$$

Из условия целого четного числа  $n$  определяется количество режущих выступов:  $n = \frac{\pi \cdot D_{kp}}{l_1 + l_2}$ , где  $D_{kp}$  – диаметр круга.

Таким образом, в работе аналитически описаны закономерности съема припуска и формирование температуры резания при прерывистом шлифовании. На их основе определены оптимальные условия прерывистого шлифования, включая расчет режимов шлифования и геометрических параметров прерывистой рабочей поверхности круга. Даны практические рекомендации по совершенствованию процесса прерывистого шлифования.

#### Список литературы:

1. Резников А. Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов / А. Н. Резников. – М.: Машиностроение, 1981. – 279 с.
2. Евсеев Д. Г. Формирование свойств поверхностных слоев при абразивной обработке / Д. Г. Евсеев. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1975. – 127 с.
3. Якимов А. В. Оптимизация процесса шлифования / А. В. Якимов. – М.: Машиностроение, 1975. – 175 с.
4. Новиков Ф. В. Физические и кинематические основы высокопроизводительного алмазного шлифования: автореф. дис. ... докт. техн. наук: спец. 05.03.01 "Процессы механической обработки, станки и инструменты" / Ф. В. Новиков. – Одесса, 1995. – 36 с.
5. Якимов А. В. Абразивно-алмазная обработка фасонных поверхностей / А. В. Якимов. – М.: Машиностроение, 1984. – 212 с.
6. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общ. ред. Ф. В. Новикова и А. В. Якимова. В десяти томах. – Т. 2. "Теплофизика резания материалов". – Одесса: ОНПУ, 2003. – 625 с.

## О ПРИРОДЕ ШЛИФОВОЧНЫХ ТРЕЩИН

**Якимов П. А., Якимова О. А., Павлышко А. В.,** канд. техн. наук,  
**Дмитриева С. Ю.**

(Одесский национальный политехнический университет)

*The paper shows the efficiency of the use of discontinuous circles to eliminate or significantly reduce sanding defects (burn marks, cracks). This prevents metal fatigue failure due to cyclic action of cutting forces individual grains*

Исследованию причин образования шлифовочных трещин посвящен ряд трудов [1–4 и др.]. Однако сложившиеся представления о механизме действия сил при резании абразивными зёрнами и о характере разрушения металла под их действием, а также сопутствующих этому процессу эффектов, весьма противоречивы. Установлено, что растрескивание поверхности детали в процессе шлифования обусловлено возникновением напряжений, превышающих предел прочности обрабатываемого металла. Вместе с тем причины образования этих напряжений трактуются по-разному.

С повышением температуры действие внешней нагрузки будет определяться не только характером ее приложения, но и температурным режимом в поверхностном слое детали. При повышении теплового состояния поверхностного слоя шлифуемого металла необходимо учитывать, во-первых, явления отрыва, возврата и рекристаллизации и, во-вторых, фазовые превращения неустойчивых структур, например, распад твердых растворов при нагреве, и возможное образование новых пересыщенных растворов при охлаждении.

Разрушение металлов при нормальных условиях отличается от напряженного состояния металлов при повышенных температурах. Высокая температура в поверхностном слое шлифуемой детали (в контактной зоне) обусловлена превращением значительного количества механической энергии (работа резания и трения) в тепловую. При этом определение температуры в зоне резания при шлифовании встречает экспериментальные трудности, поэтому она чаще рассчитывается теоретически. Данные расчетов имеют большой разброс, что приводит к известным неточностям в суждениях о процессах, протекающих в зоне контакта абразив–деталь.

В последние годы общепринятым стал подход к трещинообразованию при шлифовании с точки зрения тепловой теории. При этом с учетом приро-

ды и особенностей шлифуемых металлов рассматриваются температурные градиенты при разных условиях обработки, возможность структурных превращений, величины остаточных напряжений и т. д. и т. п. [1, 2, 5, 6].

Однако в работе [3] была выдвинута гипотеза усталостного образования трещин. В условиях повышенных температур при шлифовании (выше 500°C), по мнению автора работы [3], причиной разрушения поверхности детали является охрупчивание под действием нагрузок вследствие циклического характера сил резания одиночных зёрен. Хотя несложно представить, что даже при температурах, указанных автором (а они занижены), аккумуляция механической энергии в металле в форме напряжений практически недостаточна для хрупкого отрыва, как бывает при усталости.

В связи с тем, что в работе [3] отрицается роль теплового фактора и структурных превращений в трещинообразовании, был повторен опыт с царапанием, описанный в работе [7]. Алмазным индентором прибора ПМТ-3 на шлифе стали ШХ15 в состоянии закалки с низким отпуском была нанесена царапина под нагрузкой 20 Г. При рассмотрении следа в виде клинообразной канавки с помощью электронного микроскопа (Х2000) на склонах ее поверхности было обнаружено значительное количество трещин и их очагов, перпендикулярных направлению движения индентора. Это еще раз подтвердило вывод [7] о разрушении металла при царапании под действием растягивающей силы. Металл в зоне царапины испытывает предельно напряженное состояние от растягивающей нагрузки, вызывающей непрерывное его охрупчивание (наклеп) вплоть до разрушения (хрупкого отрыва). При повышенных температурах, развивающихся при шлифовании, процесс охрупчивания (наклепа) сопровождается явлениями отрыва и возможной рекристаллизации металла в деформируемых объемах. При этом повышающаяся пластичность противодействует охрупчиванию. Образование очагов трещин в этом случае происходит, вероятно, по причине ползучести. На это, как на противопоставление усталостному разрушению при повышенных температурах, указывается в работе [8].

В сталях и сплавах с гетерогенной структурой [9] трещины обычно распространяются в области стыка встречных пластически деформированных зон металла. Наиболее мягкие фазы деформируются больше, причем деформация имеет характер сдвига. Сдвиги фаз распространяются не прямолинейно, а по плоскостям, имеющим наименьшее сопротивление деформации. Характер образующихся трещин в плоскости обработки подтверждает наличие эффекта сдвига в направлении, перпендикулярном к следам обработки (рис. 1).

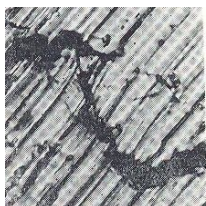


Рис. 1. Трещина в плоскости обработки

Явления сдвига указывают на концентрацию локальных напряжений по границам зерен. Шлифовочные трещины в зависимости от режимов обработки и состояния структуры материала располагаются перпендикулярно к направлению движения режущих зерен или имеют замкнутый вид (часто по границам контура наследственных зерен, сформировавшихся при высокотемпературных нагревах в процессе различных технологических операций).

Исходя из значительного количества изученных нами структур в зоне образовавшихся шлифовочных трещин, можно утверждать, что в большинстве металлов имеется контурный каркас. Будучи незаметным при микроструктурном анализе, он обнаруживается при образовании шлифовочных трещин. Последние в большинстве своем образуют рисунок чешуи, т. е. каждая трещина стремится замкнуться по известному контуру (рис. 2).

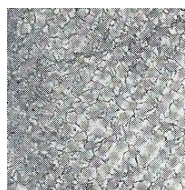


Рис. 2. Шлифовочные трещины

Каркасной диафрагмой в сплавах могут служить поры, например в металлокерамических сплавах, шлаковые и иные неметаллические включения и другие, относительно которых (если они прочнее структурной основы) или по которым (если они слабее основы) происходят сдвиги структурных частиц (фаз) под влиянием напряжений, вызванных тепловыми, структурными и фазовыми изменениями.

Сдвиговый характер разрушения поверхности металла по границам зерен вызывается еще и тем, что внутри каждого наследственного зерна содержатся зерна дисперсных продуктов распада (превращения), по-разному ориентированных по отношению к контуру наследственного зерна. Различно ориентированные зерна фаз в силу анизотропии свойств при нагревании расширяются, а при охлаждении сокращаются в объеме по-разному, что также является одной из причин возникновения напряжений.

Результаты исследований шлифования стали 16ХГТЛ кругом ЭБ25СТ1К с постоянным истинным съемом за один проход показывают, что температура в зоне резания с ростом скорости перемещения теплового источника в интервале 4–12 м/мин не уменьшается, как показано в работе [3], а, наоборот, увеличивается с 525 до 950°C.

Расчеты показали, что за 0,01–0,03 с температура в зоне контакта круга с деталью возрастает при постоянном съеме металла в зависимости от скоро-

сти продольной подачи. При шлифовании стали 16ХГТЛ со скоростью стола  $V_{ст} = 4$  м/мин скорость нагрева поверхностного слоя составляет 13 000, а скорость охлаждения 12 000 °C/с; при шлифовании же  $V_{ст} = 12$  м/мин соответственно 72 000 и 60 000 °C/с. Эти данные свидетельствуют о накоплении тепла в детали, что вызывает, как известно из практики шлифования закаленных сталей, в первом случае эффект отпуска, а во втором – эффект вторичной закалки. Известны случаи и более грубых прижогов, когда происходит оплавление металла в контактной зоне с последующим растрескиванием оплавленной поверхности. Формирование трещин в этом случае, очевидно, следует отнести к действию усадочных напряжений.

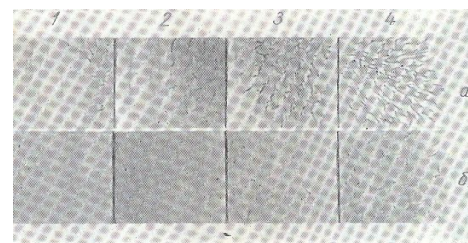


Рис. 3. Сетка трещин, выявленная методом цветной дефектоскопии:  
1 –  $V_{cm} = 3$  м/мин; 2 –  $V_{с2} = 6$  м/мин;  
3 –  $V_{cm} = 9$  м/мин; 4 –  $V_{cm} = 12$  м/мин

выявленная методом цветной дефектоскопии (рис. 3,а). После шлифования прерывистым кругом той же характеристики трещины были обнаружены только на образцах, шлифованных с продольной подачей 12 м/мин, при  $t = 0,03$  мм и  $V_{кр} = 36$  м/сек (рис. 3,б).

Аналогичную серию опытов проводили на азотируемой стали ЭИ69, шлифованной обычным и прерывистым алмазными кругами АС40Б1 – 50 % при  $V_{кр} = 35$  м/с;  $t = 0,05$  мм и различной продольной подаче. После шлифования сплошным кругом на поверхности образцов были обнаружены шлифовочные трещины, а после шлифования прерывистыми кругами их не было. Наряду с исследованиями процесса трещинообразования на цементируемых, закаливаемых и азотируемых сталях аналогичные исследования были проведены на других гетерогенных системах (сплавах Т5К10, Т15К6, Т30К4 и ЖС-6К).

Исследование процесса шлифования, например, сплава Т5К10 показывает, что температура в зоне резания с ростом скорости перемещения теплового источника от 4 до 15 м/мин увеличивается с 380 до 740 °C. После шлифования сплава Т5К10 кругами АСП16Б1 – 50 % с  $V_{кр} = 30$  м/с,  $t = 0,03$  мм,  $V_{cm} = 4; 8; 15$  м/мин и охлаждением 3 %-ым содовым раствором на всех об-

Исследования шлифования кругами с прерывистой рабочей поверхностью показали, что теплонпряженность процесса резания ими значительно меньшая, чем при шлифовании обычными кругами.

После шлифования стали 16ХГТЛ сплошным кругом ЭБ25СТ1К на всех образцах была обнаружена сетка трещин,

## ДИССЕРТАЦИИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА

**1. Якимов Александр Васильевич.** Исследование жесткости металлорежущих станков типа МААГ: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05–214 двигатели летательных аппаратов и их технология. – Москва: МАИ, 1956. – 16 с.

Работа выполнена в Московском авиационном институте. Научный руководитель: к.т.н., доц. Подзей А. В.

**2. Якимов Александр Васильевич.** Технологические основы процесса шлифования кругами с прерывистой рабочей поверхностью: Автореф. дис. ... докт. техн. наук: специальность 05–214 двигатели летательных аппаратов и их технология. – Москва: МАИ, 1970. – 42 с.

Работа выполнена в Пермском политехническом институте. Научный консультант: д.т.н., проф. Подзей А. В.

**3. Калинин Е. П.** Исследование процесса зубошлифования на станках с червячным абразивным кругом в связи с нахождением путей устранения прижогов и трещин: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 164 – Технология машиностроения. – Пермь, 1967. – 24 с.

Теоретическая часть работы выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института, экспериментальная часть – на заводе им. Я. М. Свердлова (г. Пермь). Научный руководитель: к.т.н., доц. Якимов А. В.

**4. Гольдин Г. В.** Исследование технологических факторов процесса притирки цилиндрических зубчатых колес: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 164 – Технология машиностроения. – Пермь, 1968. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института. Научный руководитель – к.т.н., доц. Якимов А. В.

**5. Головизин А. С.** Пути повышения качества поверхностного слоя при шлифовании конических колес с круговыми зубьями: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 164 – Технология машиностроения. – Пермь, 1968. – 28 с.

Работа выполнена на заводе им. Я. М. Свердлова совместно с кафедрой "Технология машиностроения" Пермского политехнического института. Научные руководители: к.т.н., доц. Якимов А. В.; к.т.н. Сипайлов В. А.

разцах, шлифованных сплошными кругами, была обнаружена сетка трещин. После шлифования прерывистым кругом трещины обнаружены только на образцах, шлифованных с  $V_{cm} = 15$  м/мин. Это объясняется, вероятно, тем, что с увеличением скорости стола уменьшается глубина проникновения высоких температур, а, следовательно, растет концентрация тепловой энергии в единице объема поверхностных слоев, что способствует большей интенсивности процессов в малых объемах с образованием более мелкой сетки выходящих на поверхность трещин. Из заводского опыта и исследований [4] известно, что сплав ЖС-6К в зависимости от исходного состояния структуры имеет разную склонность к растрескиванию поверхностного слоя после шлифования. Установлено, что на деталях, сплавы которых имеют структуру твердого раствора с дисперсионно-рассеянной в нем интерметаллидной фазой, трещины на поверхности не появляются. Однако выход таких соединений на границы кристаллитов твердого раствора способствует растрескиванию поверхности при шлифовании.

**Выводы.** 1) Исследования и практика абразивной обработки подтверждают необходимость проведения при шлифовании мер, направленных на устранение трещин за счет снижения теплонапряженности обрабатываемой поверхности. При известных условиях, определяемых температурным состоянием шлифуемых поверхностей, наложение термических и структурных напряжений способствует развитию имеющихся микроочагов трещин и разрушению поверхностных слоев с учетом структурного и фазового состава каждого конкретного металлического сплава. 2) Эффективность использования прерывистых кругов для устранения или значительного уменьшения шлифовочных дефектов (прижогов, трещин) исключает усталостное разрушение металла за счет циклического действия сил резания единичных зерен.

**Список литературы:** 1. Маталин А.А. Качество поверхности и эксплуатационные свойства деталей машин / А.А. Маталин. – М.–Л.: Машгиз, 1956. 2. Костецкий Б.И. Шлифование закаленной стали / Б.И. Костецкий. – К.: Гостехиздат Украины, 1947. 3. Михайлов А.А. Об образовании шлифовочных трещин / А.А. Михайлов // Вестник машиностроения. – 1968. – № 9. 4. Якимов А. В. Поверхностные дефекты шлифования на деталях из жаропрочных сплавов / А.В. Якимов, Ю.Н. Иванкин, В.В. Якимов // Опыт обработки жаропрочных сталей и сплавов: сб. ГОСИНТИ, 1963. 5. Подзей А.В. Определение температурного поля в деталях при шлифовании / А.В. Подзей // сб. трудов МАИ. – М.: Оборонгиз, 1960. – Вып. 129. 6. Подзей А.В. Остаточные напряжения при шлифовании и их регулирование / А.В. Подзей // Высокопроизводительное шлифование: сб. трудов. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. 7. Давиденков Н.Н. Некоторые проблемы механики материалов / Н.Н. Давиденков. – Л.: Лениздат, 1943. 8. Мортон К. Смит. Основы физики металлов. – М.: Металлургиздат, 1962. 9. Лашко Н.Ф. О предельных механических состояниях, определяемых структурой сплавов / Н.Ф. Лашко // В сб. трудов ЦНИИТМАШа. – Кн. 35. – К.–Л.: МашП, 1950.



**6. Потемкин В. И.** Исследование прерывистого шлифования инструментальных материалов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 164 – Технология машиностроения. – Пермь, 1968. – 34 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института. Научные руководители: к.т.н., доц. Якимов А. В.; к.т.н., доц. Сипайлов В. А.

**7. Ханжин Н. Н.** Исследование температурного поля при резбошлифовании: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 164 – Технология машиностроения. – Пермь: ППИ, 1968. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института. Научные руководители: к.т.н., доц. Сипайлов В. А.; к.т.н., доц. Якимов А. В.

**8. Вечер Р. И.** Исследование круглого прерывистого шлифования закаленных сталей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 164 – Технология машиностроения. – Пермь: ППИ, 1970. – 27 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института. Научные руководители: к.т.н., доц. Якимов А. В.; к.т.н., доц. Сипайлов В. А.

**9. Казимирчик Ю. А.** Исследование качества поверхности при шлифовании в связи с тепловыми явлениями, возникающими в зоне микрорезания единичного абразивного зерна: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 213 – Технология производства летательных аппаратов. – Киев, 1970. – 20 с.

Работа выполнена на кафедре "Технологии производства и ремонта летательных аппаратов и авиадвигателей" Киевского института инженеров гражданской авиации и кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института. Научные руководители: проф., д.т.н. Богомолов Н. И.; к.т.н., доц. Якимов А. В.

**10. Бояршинов Ю. А.** Разработка и исследование способов повышения качества поверхностного слоя при шлифовании высокоточных зубчатых колес: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.164 – Технология машиностроения. – Пермь: ППИ, 1970. – 19 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института. Научный руководитель: к.т.н., доц. Якимов А. В.

**11. Кигель Исаак Гершевич.** Исследование процесса шлифования твердых сплавов алмазными кругами с прерывистой рабочей поверхностью: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.164 – Технология машиностроения. – Пермь: ППИ, 1971. – 20 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института. Научные руководители: к.т.н., доц. Якимов А. В.; к.т.н., доц. Сипайлов В. А.

**12. Амбарян Р. С.** Исследование процесса шлифования прерывистыми кругами с равномерным контактом: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.171 – Теория обработки резанием. – Ереван, 1972. – 26 с.

Работа выполнена на Ереванском станкостроительном заводе имени Ф. Э. Дзержинского. Научные руководители: академик АН Арм. ССР, д.т.н., проф. Касьян М. В.; д.т.н., проф. Якимов А. В.

**13. Кудашкин В. Н.** Исследование качества поверхности при шлифовании высокопористых сталей с целью повышения стойкости вырубных штампов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.164 – Технология машиностроения. – Пермь: ППИ, 1972. – 24 с.

Работа выполнена в Пермском политехническом институте. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**14. Костин Н. В.** Исследование процесса ленточного шлифования высокопрочных и износостойких сталей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.164 – Технология машиностроения. – Пермь: ППИ, 1972. – 27 с.

Работа выполнена в Пермском политехническом институте. Научные руководители: д.т.н., проф. Якимов А. В.; к.т.н., доц. Паньков Л. А.

**15. Зуев Валентин Никитович.** Исследование некоторых возможностей повышения производительности зубошлифования на станках типа 5851: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Пермь, 1974. – 24 с., для служебного пользования.

Работа выполнена на кафедрах "Технология машиностроения" и "Автоматика и телемеханика" Пермского политехнического института. Научные руководители: д.т.н., проф. Якимов А. В.; к.т.н. Лицын Н. М.

**16. Ярмонов Николай Андреевич.** Исследование нестационарных тепловых режимов при шлифовании прерывистыми и композиционными кругами: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Пермь, 1974. – 17 с.

Работа выполнена на кафедрах "Технология машиностроения" и "Физика" Пермского политехнического института. Научные руководители: д.т.н., проф. Якимов А. В.; к.т.н., доц. Непарьян В. М.

**17. Кушков Виталий Владимирович.** Исследование процесса алмазного выглаживания с целью повышения его устойчивости и производительности: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1975. – 17 с.

Работа выполнена в Научно-исследовательском технологическом институте (г. Одесса). Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**18. Евсин Евгений Афанасьевич.** Исследование и разработка процесса скоростного алмазного выглаживания закаленных сталей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1976. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института. Научные руководители: д.т.н., проф. Якимов А. В.; к.т.н., доц. Торбило В. М.

**19. Чистяков Михаил Васильевич.** Исследование и разработка технологических методов повышения качества тонких прорезных фрез: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1977. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института. Научные руководители: д.т.н., проф. Якимов А. В.; к.т.н., доц. Суцариков А. С.

**20. Свирщев Валентин Иванович.** Исследование геометрических показателей качества процесса плоского прерывистого шлифования с учетом его динамических особенностей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1977. – 16 с.

Работа выполнена в Пермском политехническом институте. Научные руководители: д.т.н., проф. Якимов А. В.; к.т.н., доц. Потемкин В. И.

**21. Бахвалов Владимир Александрович.** Исследование влияния параметров процесса зубошлифования конусным кругом и исходного состояния материала на качество поверхностного слоя: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1977. – 16 с.

Работа выполнена в Одесском политехническом институте. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**22. Грисенко Евгений Всеволодович.** Исследование и разработка процесса шлифования труднообрабатываемых материалов абразивными лентами с прерывистой (рельефной) рабочей поверхностью: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Пермь, 1977. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**23. Маленьких Сергей Михайлович.** Исследование влияния строения вулканитовых кругов на процесс шлифования дорожек качения колец шарикоподшипников: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1978. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**24. Донсков Анатолий Сергеевич.** Исследование функциональных связей режимов алмазного выглаживания с качеством поверхности и разработка нормативных материалов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1978. – 16 с.

Работа выполнена в Пермском политехническом институте. Научные руководители: д.т.н., проф. Якимов А. В.; к.т.н., доц. Торбило В. М.

**25. Бирюков Петр Кузьмич.** Исследование и разработка путей прогнозирования качества поверхностного слоя, формирующегося при шлифовании чугуновых прокатных валков: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1978. – 19 с.

Работа выполнена в Пермском политехническом институте. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**26. Мубаракшин Ренат Музакирович.** Исследование процесса и разработка методов повышения качества и производительности профильного шлифования: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1978. – 16 с.

Работа выполнена в Одесском политехническом институте. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**27. Паршаков Александр Николаевич.** Исследование и разработка процесса шлифования с упруго-демпфирующим креплением круга: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1978. – 16 с.

Работа выполнена в Пермском политехническом институте. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**28. Ушатов Лев Викторович.** Технологическое обоснование, создание и исследование автоматической системы управления качеством обработки при зубошлифовании конусным кругом: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1979. – 15 с.

Работа выполнена в Пермском политехническом институте. Научные руководители: д.т.н., проф. Якимов А. В.; к.т.н., доц. Бояршинов Ю. А.

**29. Политов Мелентий Федорович.** Исследование и разработка технологических рекомендаций по управлению толщиной и свойствами белого слоя при шлифовании деталей класса кулачков: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1980. – 15 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научные руководители: д.т.н., проф. Якимов А. В.; к.т.н., доц. Бояршинов Ю. А.

**30. Усов Анатолий Васильевич.** Исследование влияния термомеханических явлений на качество поверхностного слоя деталей при шлифовании: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1980. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**31. Сиротин Владимир Петрович.** Исследование влияния строения и конструкции шлифовальных кругов на их режущую способность и качество поверхностного слоя шлифуемых деталей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1980. – 18 с.

Работа выполнена в Одесском политехническом институте и Волжском филиале всесоюзного научно-исследовательского института абразивов и шлифования (Волжск-ВНИИАШ). Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**32. Ларшин Василий Петрович.** Исследование производительности шлифования резьбы ходовых винтов и разработка технологических предпосылок для автоматизации процесса: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1980. – 16 с., для служебного пользования.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**33. Борисов Вадим Андреевич.** Исследование и разработка технологического процесса разрезания крупногабаритных заготовок абразивными кругами большого диаметра: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1981. – 16 с.

Работа выполнена в Одесском политехническом институте и в Уральском филиале всесоюзного научно-исследовательского института абразивов и шлифования (УралВНИИАШ). Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**34. Стефаненков Петр Николаевич.** Исследование и разработка способа нанесения регулярного рельефа на поверхность шлифовального круга при правке за счет возбуждения автоколебаний правящего инструмента: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1982. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**35. Соловьева Людмила Павловна.** Исследование и разработка процесса доводки полукруглого профиля резьбы деталей шариковых винтовых пар: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1982. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**36. Наумов Анатолий Константинович.** Технологические предпосылки прогнозирования эксплуатационных параметров и управления процессом обработки тонкостенных прецизионных втулок: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1984. – 20 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Севастопольского приборостроительного института и кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**37. Шамлиев Виктор Константинович.** Технологические основы управления точностью шлифования нежестких валов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1984. – 18 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Севастопольского приборостроительного института и кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**38. Рахмани Абдул Кудус.** Производительность и качество поверхности при глубинном шлифовании деталей из высокохромистых сталей кругами с прерывистой рабочей поверхностью: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1984. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**39. Шарков Василий Александрович.** Повышение производительности и качества заточки режущих инструментов кругами, импрегнированными

контактным способом: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1985. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**40. Анельчик Владимир Дмитриевич.** Повышение эффективности шлифования деталей с молибденовым покрытием: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1986. – 16 с.

Работа выполнена в Одесском политехническом институте. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**41. Наддачин Валерий Борисович.** Волнистость плоской поверхности, шлифованной прерывистыми кругами, и управление ее параметрами: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1987. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**42. Сазонов Игорь Петрович.** Обеспечение качества поверхностного слоя при шлифовании деталей с диффузионными покрытиями: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1987. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**43. Ковальчук Евгений Николаевич.** Бесцентровое высокопроизводительное шлифование крестовин с циклом за оборот ведущего круга: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1988. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**44. Спирин Владимир Алексеевич.** Повышение качества обработки сложнопрофильных зубчатых деталей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1989. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Станки и инструменты" Пермского политехнического института и кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**45. Соколов Виктор Флаевич.** Повышение точности шага резьбы ходовых винтов качения при многоиточном резьбошлифовании: Автореф.

дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1989. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**46. Новиков Григорий Васильевич.** Повышение эффективности алмазно-искрового шлифования деталей с высокопрочными покрытиями: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1990. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Автоматизация и комплексная механизация машиностроения" Харьковского политехнического института. Научный руководитель: к.т.н., доц. Беззубенко Н. К.

**47. Коротков Владимир Степанович.** Повышение точности контурного фрезерования на станках с ЧПУ на основе оптимизации решений траекторных задач: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1990. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Оборудование и технология роботизированного производства" Днепродзержинского индустриального института им. М. И. Арсеничева. Научные руководители: д.т.н., проф. Якимов А. В.; д.ф.-м.н., проф. Лигун А. А.

**48. Буюкли Иван Михайлович.** Повышение эффективности периферийного планетарного шлифования деталей из конструкционных материалов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1990. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**49. Мокронос Лев Дмитриевич.** Повышение производительности и точности нарезания внутренних трапецеидальных резьб: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1991. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института и кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института. Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**50. Якимов Алексей Александрович.** Повышение эффективности прерывистого шлифования деталей, закаленных до высокой твердости: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1991. – 16 с.

Работа выполнена в Одесском политехническом институте. Научный руководитель: д.т.н., проф. Сухоруков Ю. Н.

**51. Мещанинец Анатолий Андреевич.** Повышение эффективности процесса шлифования хромированных покрытий: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1992. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Пермского политехнического института и в Хмельницком ПО "Термопластавтомат". Научный руководитель: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**52. Линчевский Павел Адамович.** Тонкое растачивание в структуре технологических операций обработки точных отверстий: Автореф. дис. ... докт. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса, 1993. – 35 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научный консультант: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**53. Ткаченко Борис Олегович.** Повышение стабильности высокопроизводительного финишного резьбошлифования прецизионных ходовых винтов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОПИ, 1994. – 16 с.

Работа выполнена на кафедре "Технология машиностроения" Одесского политехнического института. Научные руководители: д.т.н., проф. Якимов А. В.; к.т.н., докторант Ларшин В. П.

**54. Ніца Анатолій Миколайович.** Підвищення ефективності чорнового шліфування великогабаритних деталей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОДПУ, 1994. – 16 с.

Роботу виконано на кафедрі "Технологія машинобудування" в Одеському державному політехнічному університеті. Науковий керівник: д.т.н., проф. Якимов О. В.

**55. Ларшин Василий Петрович.** Интегрированная технологическая система шлифования сложнопрофильных деталей (на примере резьбошлифования): Автореф. дис. ... докт. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОГПУ, 1995. – 33 с.

Работа выполнена в Одесском государственном политехническом университете. Научный консультант: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**56. Новиков Федор Васильевич.** Физические и кинематические основы высокопроизводительного алмазного шлифования: Автореф. дис. ... докт.

техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Одесса: ОГПУ, 1995. – 36 с.

Работа выполнена в Харьковском научно-производственном объединении "Прогресс" и НТК "Абразив". Научный консультант: д.т.н., проф. Якимов А. В.

**57. Свиричев Валентин Иванович.** Технологические основы и обеспечение динамической стабилизации процессов шлифования: Автореф. дис. ... докт. техн. наук: специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения. – Ижевск, 1997. – 16 с.

Работа выполнена в Пермском государственном техническом университете.

**58. Ткаченко Валерій Павлович.** Підвищення ефективності технології прецизійної обробки ущільнювальних кілець із композиційного матеріалу на основі реліту: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Харків: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", 2004. – 21 с.

Роботу виконано в ВАТ завод "Потенціал" Міністерства промислової політики України (м. Харків). Науковий керівник: д.т.н. Новіков Ф. В.

**59. Марчук Віктор Іванович.** Технологічні основи забезпечення якості робочих поверхонь кілець роликопідшипників: Автореф. дис. ... докт. техн. наук: спеціальність 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса, 2004. – 36 с.

Роботу виконано в Луцькому державному технічному університеті. Науковий консультант: д.т.н., проф. Якимов О. В.

**60. Дитиненко Станіслав Олександрович.** Підвищення ефективності технології фінішної обробки циліндричних поверхонь твердосплавних виробів: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Харків, 2005. – 20 с.

Роботу виконано на кафедрі "Техніка та технології" Харківського національного економічного університету. Науковий керівник: д.т.н. Новіков Ф. В.

**61. Ліщенко Наталя Володимирівна.** Забезпечення бездефектного високопродуктивного різьбошліфування ходових гвинтів на основі комп'ютерної діагностики процесу: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2006. – 24 с.

Роботу виконано на кафедрі "Технологія машинобудування" Одеського національного політехнічного університету. Науковий керівник: д.т.н., проф. Ларшин В. П.



**62. Шкурупій Валентин Григорович.** Підвищення ефективності технології фінішної обробки світловідбиваючих поверхонь деталей із тонкого листа і стрічок: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2006. – 21 с.

Роботу виконано на кафедрі "Техніка та технології" Харківського національного економічного університету. Науковий керівник: д.т.н. Новіков Ф. В.

**63. Яценко Сергій Михайлович.** Підвищення ефективності технології фінішної обробки деталей пар тертя поршневих насосів: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2006. – 21 с.

Роботу виконано в ВАТ "Харківський завод Гідропривід" Міністерства промислової політики України (м. Харків). Науковий керівник: д.т.н. Новіков Ф. В.

**64. Ковальчук Олександр Миколайович.** Оптимізація структури і параметрів операцій шліфування відповідальних валів приводів шахтних конвеєрів: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2008. – 21 с.

Роботу виконано в ВАТ Харківський машинобудівний завод "Світло шахтаря" Міністерства промислової політики України (м. Харків). Науковий керівник – д.т.н. Новіков Ф. В.

**65. Іванов Ігор Євгенович.** Технологічне забезпечення точності і стабільності виготовлення різбових отворів у балонах в умовах масового виробництва: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Маріуполь: Приазовський державний технічний університет, 2008. – 21 с.

Роботу виконано на кафедрі "Технологія машинобудування" Приазовського державного технічного університету (м. Маріуполь). Науковий керівник: д.т.н. Новіков Ф. В.

**66. Макаров Сергій Миколайович.** Підвищення ефективності механічної обробки деталей з використанням полімервмісних МОТЗ: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 – технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2008. – 24 с.

Роботу виконано на кафедрі "Технологія машинобудування" Одеського національного політехнічного університету. Науковий керівник: д.т.н., проф. Сошко О. І.

**67. Рябенков Ігор Олександрович.** Підвищення ефективності фінішної обробки деталей гідроапаратури на основі вибору раціональної структури і параметрів операцій: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2009. – 21 с.

Роботу виконано в Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут" та на Державному підприємстві Харківський машинобудівний завод "ФЕД" Міністерства промислової політики України. Науковий керівник: д.т.н., проф. Новіков Ф. В.

**68. Кленов Олег Станіславович.** Технологічне забезпечення бездефектної обробки деталей гідроапаратури на фінішних операціях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2011. – 21 с.

Роботу виконано в ТОВ Фірма "ДіМерус Інженерінг", м. Харків. Науковий керівник: д.т.н., проф. Новіков Ф. В.

**69. Анділахай Володимир Олександрович.** Підвищення ефективності шліфування наплавлених контактних поверхонь великогабаритних деталей металургійного призначення: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Маріуполь: ДВНЗ "ПДТУ", 2011. – 21 с.

Роботу виконано на кафедрі "Технологія машинобудування" в ДВНЗ "Приазовський державний технічний університет". Науковий керівник: д.т.н., проф. Новіков Ф. В.

**70. Нежебовський Володимир Вікторович.** Технологічне забезпечення якості обробки зубчастих коліс приводів шахтних конвеєрів на операціях зубошліфування: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2011. – 21 с.

Роботу виконано в ВАТ Харківський машинобудівний завод "Світло шахтаря" Міністерства промислової політики України. Науковий керівник: д.т.н., проф. Новіков Ф. В.

**71. Бережний Роман Анатолійович.** Підвищення ефективності фінішної обробки внутрішніх циліндричних поверхонь деталей редукторів: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2011. – 20 с.

Роботу виконано в ВАТ Харківський машинобудівний завод "Світло шахтаря" Міністерства промислової політики України. Науковий керівник: д.т.н., проф. Новіков Ф. В.

**72. Полянський Володимир Іванович.** Технологічне забезпечення якості та продуктивності механічної обробки отворів в деталях гідроапаратури: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Маріуполь: ДВНЗ "ПДТУ", 2012. – 21 с.

Роботу виконано в ТОВ "Імперія металів", м. Харків. Науковий керівник: д.т.н., проф. Новіков Ф. В.

**73. Жовтобрюх Валерій Олексійович.** Підвищення ефективності механічної обробки деталей гідравлічних систем шляхом вибору раціональних параметрів операцій за критерієм собівартості: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Маріуполь: ДВНЗ "ПДТУ", 2012. – 21 с.

Роботу виконано в ТОВ Технічний Центр "ВаріУс", м. Дніпропетровськ. Науковий керівник: д.т.н., проф. Новіков Ф. В.

**74. Анділахай Олександр Олександрович.** Наукові основи ефективної оздоблювальної абразивної обробки деталей затопленими струменями: Автореф. дис. ... докт. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2013. – 47 с.

Роботу виконано на кафедрі "Технологія машинобудування" в ДВНЗ "Приазовський державний технічний університет" Міністерства освіти і науки України. Науковий консультант: д.т.н., проф. Новіков Ф. В.

**75. Якимов Олексій Олександрович.** Технологічне забезпечення якості поверхневого шару зубів високоточних зубчастих коліс при шліфуванні: Автореф. дис. ... докт. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2015. – 50 с.

Роботу виконано в Одеському національному політехнічному університеті. Науковий консультант: д.т.н., проф. Лебедев В. Г.

**76. Брижан Тетяна Михайлівна.** Забезпечення точності лезової та абразивної обробки отворів у деталях гідравлічної апаратури: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2015. – 21 с.

Роботу виконано на кафедрі "Технологія машинобудування" в ДВНЗ "Приазовський державний технічний університет". Науковий керівник: д.т.н., проф. Новіков Ф. В.

**77. Мелентьєв Руслан Юрійович.** Підвищення точності форми отворів в деталях з вуглепластика: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеса: ОНПУ, 2017. – 23 с.

Роботу виконано на кафедрі "Технологія машинобудування" Одеського національного політехнічного університету. Науковий керівник: д.т.н., проф. Ларшин В. П.

**78. Ліщенко Наталя Володимирівна.** Підвищення продуктивності профільного зубошліфування на верстатах з ЧПК на основі адаптації елементів технологічної системи: Автореф. дис. ... докт. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Харків: НТУ "ХПІ", 2018. – 44 с.

Роботу виконано в Одеській національній академії харчових технологій. Науковий консультант: д.т.н., проф. Ларшин В. П.

*Перечень диссертационных работ по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, которые выполнены на кафедре "Приборостроение" Луцкого национального технического университета и защищены под научным руководством докт. техн. наук, профессора Марчука Виктора Ивановича, как продолжение научной школы, основанной профессором Якимовым Александром Васильевичем:*

**79. Денисюк Віктор Юрійович.** Технологічне забезпечення формоутворення поверхонь тіл обертання в умовах серійного виробництва: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2004. – 16 с.

**80. Кайдик Олег Леонтійович.** Технологічне забезпечення точності виготовлення кілець карданних підшипників в адаптивних технологічних системах шліфування: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2005. – 16 с.

**81. Заблоцький Валентин Юрійович.** Підвищення якості оброблення кілець роликотпідшипників на токарно-автоматних операціях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2006. – 16 с.

**82. Лапченко Юрій Сергійович.** Технологічне забезпечення експлуатаційних характеристик кілець роликотпідшипників: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2007. – 16 с.

**83. Михалевич Володимир Теофілович.** Технологічне забезпечення точності деталей роликотпідшипників в умовах автоматизованого переналагоджувального виробництва: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009. – 16 с.

**84. Мороз Сергій Анатолійович.** Забезпечення мікротопографії кілець роликотішлипників на основі зміцнювально-вигладжувальної технології: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 16 с.

**85. Пташенчук Віталій Віталійович.** Підвищення продуктивності та якості оброблення торців кілець роликотішлипників методом переривчастого шліфування: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 16 с.

**86. Чалий Василь Дмитрович.** Технологічне забезпечення якості робочих поверхонь кілець роликотішлипників на операціях безцентрового шліфування: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Луцьк: ЛНТУ, 2012. – 16 с.

**87. Лук'янчук Юрій Анатолійович.** Забезпечення якості та ефективності шліфування тіл кочення роликотішлипників в умовах переналагоджувального виробництва: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Луцьк: ЛНТУ, 2013. – 16 с.

**88. Ткачук Анатолій Анатолійович.** Підвищення зносостійкості поверхонь кочення роликотішлипників методами зміцнювального вигладжувального оброблення: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Луцьк: ЛНТУ, 2014. – 16 с.

**89. Приступа Станіслав Олексійович.** Підвищення ефективності операцій механічного оброблення кілець роликотішлипників за енергетичними критеріями: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Луцьк: ЛНТУ, 2014. – 16 с.

**90. Равенець Леся Миколаївна.** Підвищення ефективності технології шліфування кілець роликотішлипників в умовах переналагоджувального виробництва: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Луцьк: ЛНТУ, 2015. – 16 с.

**91. Ештеві Абдулсалам Мусбах Хаддуд.** Технологічне забезпечення якості та точності шліфування кілець роликотішлипників в умовах переналагоджувального виробництва: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Луцьк: ЛНТУ, 2017. – 16 с.

**92. Марчук Ірина Вікторівна.** Технологічне забезпечення параметрів якості поверхонь обертання кілець роликотішлипників на операціях механічного оброблення: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність: 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2012. – 16 с.

Науковий керівник: д.т.н., проф. Ларшин В. П.

## **ЯКИМОВ АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ В ВОСПОМИНАНИЯХ КОЛЛЕГ, ДРУЗЕЙ И УЧЕНИКОВ**

**ЯКИМОВ А. В. – ИЗВЕСТНЫЙ УЧЕНЫЙ, ОСНОВАТЕЛЬ ШКОЛЫ  
ПО ТЕПЛОФИЗИКЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ,  
ПРЕКРАСНЫЙ ПЕДАГОГ**



Профессор Усов А. В.



Профессор Дашенко А. Ф.

Александр Васильевич Якимов, Заслуженный деятель науки и техники Украины, Лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, доктор технических наук, профессор – известный ученый, организатор науки, основатель школы по теплофизике механической обработки, прекрасный педагог. Его имя хорошо известно среди специалистов и ученых, студентов по исследованиям, монографиям, учебникам, научным статьям, посвященным проблемам технологии машиностроения.

Среди процессов, присущих механической обработке, важное место принадлежит тепловым явлениям. Тепловые процессы протекают во всех без исключения элементах технологических систем, оказывая существенное влияние на уровень нагрева элементов системы, на контактные явления трущихся пар, на качество поверхностного слоя. Работоспособность деталей машин существенно зависит от качества поверхностного слоя, формирующегося на всех технологических операциях, начиная с получения заготовки и кончая финишными методами размерной обработки, которые сопровождаются выделением большого количества тепла.

Александр Васильевич Якимов и его ученики занимались теплофизическим анализом технологических операций с целью управления тепловыми процессами в технологических системах, что способствовало повышению

качества ответственных изделий, надежности и долговечности механизмов и машин.

Появление Александра Васильевича в стенах Одесского политехнического университета на кафедре технологии машиностроения вместо предыдущего заведующего, не менее маститого ученого, Заслуженного деятеля науки и техники Украины, доктора технических наук, профессора Маталина Андрея Александровича, способствовало продолжению научных исследований и их внедрению в народное хозяйство.

Якимов Александр Васильевич был членом Экспертного Совета ВАК Украины по машиностроению, председателем Специализированного Ученого совета по защитах докторских и кандидатских диссертаций, членом НМК Министерства образования и науки Украины.

Благодаря Александру Васильевичу, в Одесском национальном политехническом университете до сих пор продолжает существовать школа его учеников, эффективно занимающихся научной деятельностью в области теплофизических процессов механической обработки.

Мы искренне благодарны судьбе за знакомство с Александром Васильевичем и возможность продолжать заниматься научными проблемами, которые он обозначил в своей научной деятельности.

*Лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники,  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой высшей математики и моделирования систем  
Одесского национального политехнического университета  
Усов А. В.*

*Лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники,  
Заслуженный деятель науки и техники,  
доктор технических наук, профессор,  
Директор Машиностроительного института  
Одесского национального политехнического университета  
Дашенко А. Ф.*

## МНОГОГРАННЫЙ УЧЕНЫЙ И ИНТЕЛЛИГЕНТНЫЙ ЧЕЛОВЕК



Мое первое знакомство с изобретениями и статьями, автором которых был Александр Васильевич Якимов, состоялось в начале семидесятых годов прошлого столетия. После окончания Одесского политехнического института я был направлен в Одесское специальное конструкторское бюро специальных станков, где принимал участие в разработках гаммы плоскошлифовальных станков средних типоразмеров, а также специальных обдирочно-шлифовальных станков. Такие станки изготавливались на Воронежском и Липецком станкостроительных заводах, где мне приходилось участвовать в испытаниях опытных образцов перед государственной приемкой. Одновременно учился в заочной аспирантуре Экспериментального научно-исследовательского института металлорежущих станков (ЭНИМС).

Я был свидетелем того, что уже тогда ученые ЭНИМСа и работники станкозаводов проявляли большой интерес к предложенному Александром Васильевичем Якимовым новому научному направлению в шлифовании – обработке прерывистыми шлифовальными кругами.

Вот почему известие о переходе А. В. Якимова в Одесский политехнический институт на должность заведующего кафедрой технологии машиностроения мною было воспринято как правильный выбор достойного преемника выдающегося ученого-технолога профессора Андрея Александровича Маталина, который до этого на протяжении 10 лет возглавлял эту кафедру.

Личное знакомство с Александром Васильевичем Якимовым состоялось в 1982 году после моего перехода на кафедру металлорежущих станков Одесского политехнического института. Тогда подготовка инженеров по специальности технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты осуществлялась на кафедрах технологии машиностроения и металлорежущих станков. Ежегодно после окончания защит студентами дипломных проектов на кафедре технологии машиностроения проводились совместные методические семинары, которые вел профессор А. В. Якимов или доцент Я. Д. Колкер. Меня удивляло то, что Александр Васильевич глубоко разбирался в вопросах не только технологического, но также конструкторского и инструментального обеспечения производства. Однажды на мой вопрос, от-

куда у него такие обширные знания, Александр Васильевич рассказал о том, как он начинал свой трудовой путь конструктором на заводе в городе Перми, а затем работал преподавателем на кафедре станков и инструментов в Запорожском машиностроительном институте. Было очень интересно услышать яркие эпизоды его деятельности в те годы.

В середине восьмидесятых годов прошлого столетия в Одесском политехническом институте проявилась тенденция назначать на должности деканов только профессоров. Тогда руководителем механико-технологического факультета стал Александр Васильевич Якимов. Из общения с ним в этот период у меня сложилось мнение, что административная деятельность его не очень увлекала и после сравнительно недолгого пребывания на должности декана, он смог в полной мере заниматься научной и педагогической работой. При проведении лекционных занятий профессор А. В. Якимов стремился передать знания студентам, проявляя высокую эрудицию в рассматриваемых предметных областях. Плодотворной была его деятельность во главе специализированного ученого совета по защите диссертационных работ, в котором было представлено несколько специальностей.

В конце девяностых годов прошлого столетия я работал над докторской диссертацией, где исследовал стохастические процессы в приводах шлифовальных станков. По вопросам влияния нестабильности режимов обработки на качество шлифуемых поверхностей неоднократно обращался за консультацией к А. В. Якимову и получал от него ценную информацию.

Научные работы профессора Александра Васильевича Якимова получили признание научно-технической общественности в стране и за рубежом. Он был избран действительным членом (академиком) Инженерной академии Украины. На собраниях Одесского отделения Инженерной академии Украины мне неоднократно приходилось слышать, как высоко оценивали его научную деятельность коллеги из разных высших учебных заведений и предприятий города Одессы. Его книги всегда выставлялись во время презентаций и конференций, которые проводились Одесским отделением Инженерной академии Украины.

В высшей степени интеллигентный человек, своим доброжелательством и всегда хорошим настроением Александр Васильевич Якимов вызывал уважительное отношение к себе со стороны друзей, коллег и студентов.

*Заведующий кафедрой металлорежущих станков, метрологии и сертификации Одесского национального политехнического университета, доктор технических наук, профессор Тихенко В. Н.*

## **АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ ЯКИМОВ В МОЕЙ БЛАГОДАРНОЙ ПАМЯТИ!**



Я, начинающий научный сотрудник Украинского научно-исследовательского института металлов (УкрНИИМет), познакомился с Якимовым А. В. в конце 70-х – начале 80-х годов прошлого века по его книгам, статьям, поскольку объектом моих исследований и практических работ являлся процесс обдирочного шлифования – самый распространенный процесс зачистки проката от поверхностного дефектного слоя.

Освоение выпуска качественной металлопродукции настоятельно требовало внедрение эффективных процессов зачистки различных видов проката, создание специального оборудования и инструмента. Обдирочное шлифование, удаляя дефектный слой, не должно вносить дефекты, присущие шлифованию и, прежде всего, не должно приводить к нежелательным внутренним напряжениям и трещинообразованию в зачищаемом прокате при высоких температурах в зоне шлифования.

Меня вдохновила идея прерывистого шлифования, разработчиком которой и "проводником" в машиностроении был профессор Якимов А. В. – большой ученый, создавший свою школу исследователей и учеников на базе Одесского политехнического института.

Теоретические и экспериментальные исследования процесса обдирочного шлифования, выполненные мною и моими коллегами в УкрНИИМете, позволили реализовать в металлургии процессы и инструмент для прерывистого (осциллирующего) обдирочного шлифования.

Одним из таких процессов явилось шлифование самоосциллирующим абразивным инструментом. Процесс был реализован в созданных нами на его основе специальном обдирочно-шлифовальном оборудовании.

Работы УкрНИИМета продолжены в Украинском научно-техническом центре металлургической промышленности "Энергосталь", куда вошел УкрНИИМет. Таким образом, научное наследие профессора Якимова А. В. приобрело дальнейшее развитие.

*Генеральный директор ГП "УкрНТЦ "Энергосталь", доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники Украины, Лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники Сталинский Д. В.*



## ВРЕМЯ И БРЕМЯ ДОСТИЖЕНИЙ



Профессор  
Долматов А. И.



Профессор  
Сорокин В. Ф.



Доцент  
Третьяк В. В.

Время 70–80-х годов прошлого столетия все чаще вспоминается как целая эпоха новых разработок, которые начинаются словами "Впервые в мире". Это и результаты "космической гонки" двух сверхдержав и время "холодной" войны, требующей скорейшего использования новых прогрессивных технологий, оборудования, оснащения и материалов. Практически ежегодно создавались, в конечном счете, новые изделия – от уникальных космических ракет и оружия до бытовых изделий. Важно отметить и то, что в авиационной промышленности новые технологии и конструкции самолетов и вертолетов в значительной степени базировались на трудах ученых известнейших в то время Вузов страны, двух московских – МАИ и МВТУ им. Н.Э. Баумана – и харьковского – ХАИ.

Именно в это время и начинается творческая деятельность Якимова Александра Васильевича, выпускника моторостроительного факультета МАИ, в будущем профессора Одесского политехнического университета, доктора технических наук. Очень логично, что технологические задачи, которые решались в тот и последующие периоды Александром Васильевичем были априорно и все время связаны с авиационной промышленностью, острейшие проблемы которой возникали в тот сложнейшей и бурный период. Тогда особенно ярко проявилась интересная, во многом самобытная методика творчества в разработанном Александром Васильевичем методе прерывистого шлифования, который можно считать образцом решения задач металлообра-

ботки. Эффективность новой технологии достигалась благодаря возможности существенного снижения силы и температуры резания и обеспечения высококачественной бездефектной обработки деталей машин без уменьшения производительности обработки. Именно применение прерывистого шлифования позволяет решить проблему улучшения экологии производства, которая в настоящее время приобретает особо важное значение в связи с техническим перевооружением предприятий и улучшением условий работы для рабочих.



В Харьковском национальном аэрокосмическом университете при преподавании специальных технологических дисциплин достойное место уделяется как истории создания новой технологии, так и методике поиска новых технологических решений. Студентам интересны не только красочные "портреты" достижений, но и особенности создания новых технологий, среди создателей которых по праву достойное место принадлежит и Якимову Александру Васильевичу.

*Заведующий кафедрой технологий производства авиационных двигателей  
Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского "ХАИ"  
доктор технических наук, профессор Долматов А. И.*

*Декан факультета авиационных двигателей Национального  
аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского "ХАИ",  
доктор технических наук, профессор кафедры  
технологий производства авиационных двигателей Сорокин В. Ф.*

*Доцент кафедры технологий производства авиационных двигателей  
Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского "ХАИ"  
кандидат технических наук Третьяк В. В.*

## В ПАМЯТЬ ОБ АЛЕКСАНДРЕ ВАСИЛЬЕВИЧЕ ЯКИМОВЕ, БОЛЬШОМ УЧЕНОМ И ПЕДАГОГЕ

Обращаясь к Александру Васильевичу в сборнике "Сучасні системи технологій у машинобудуванні" в 2015 году я признавался ему в любви и уважении и память о нем никогда не оставит меня. Я его ученик на многих этапах своей жизни.

Я очень хорошо помню конец 50-х годов прошлого столетия, когда я – студент Запорожского машиностроительного института слушал лекции Александра Васильевича по металлорежущим станкам. Перед моими глазами четкая картина, когда Александр Васильевич – молодой преподаватель с большой копной светлых волос, стоит у доски и рисует на ней кинематическую схему вертикального многошпиндельного полуавтомата. Я был в ужасе: как можно это запомнить!



Профессор Сизый Ю. А. оппонирует кандидатскую диссертацию Ткаченко В. П.

Прошли годы после окончания в 1961 году института, и я стал членом научного коллектива кафедры резания материалов Харьковского политехнического института. И здесь мне посчастливилось "встретиться" с Александром Васильевичем, но не как с преподавателем, а как с автором многих статей и книг, как ученым, создавшим свое направление в области науки о резании материалов в таком сложном ее приложении, как шлифование.

Меня объединяла с Александром Васильевичем не общая аудитория, где он у доски, а я за партой, а желание поиска путей повышения эффективности процесса шлифования. Именно процесс шлифования, теплофизика его и динамика стали основными объектами моих научных интересов, которым Александр Васильевич отдал многие годы своей научной деятельности.

Изучая работы Александра Васильевича, я увлекся теплофизическими аспектами процесса шлифования и, в некоторой степени, подобного ему процесса фрикционной резки и упрочнения. Мне приятно сознавать, что я был как-то замечен Александром Васильевичем, и он пригласил меня рецензировать его книги. Мой первый аспирант защищался у Александра Васильевича в Одесском политехническом институте в 1992 году.

Особенно "плотно" мы контактировали на традиционных конференциях в г. Харькове на заводе "ФЭД". Это были прекрасные форумы науки и практики, одним из организаторов и вдохновителем которых был Александр Васильевич. Эти конференции, контакты на них объединяли ученых Украины и других стран, объединяли вокруг проблем обработки резанием и технологии машиностроения.

Важнейшим фактором этого объединения явилось десяти томное издание "Физико-математическая теория процессов обработки материалов в технологии машиностроения". Трудно что-либо подобное найти в истории прикладных наук на Украине.

Занимаясь различными аспектами процесса шлифования и других процессов, меня все время вдохновляла идея прерывистого шлифования глубоко исследованного Александром Васильевичем применительно к чистовому шлифованию.

Применив к описанию нагрева шлифуемой поверхности понятие быстро движущегося источника тепла, получено решение, позволившее достаточно точно для практики выявить взаимосвязь параметров прерывистой поверхности круга с режимами шлифования, обеспечивающее эффективное снижение максимальной температуры нагрева шлифуемой поверхности.

Идея прерывистого шлифования нашла применение и в обдирочном шлифовании, которое выполняется по "упругой схеме", т.е. с постоянным усилием прижима круга к зачищаемой поверхности.

Если в "жесткой" схеме шлифования глубина шлифования задается и "удерживается" механизмом врезания при разрыве контакта круга с шлифуемой поверхностью, то при "упругой" схеме опускание круга на прокат удерживается только силой инерции качающейся шлифовальной бабки.

Исследование имитационным моделированием динамической системы прерывистого обдирочного шлифования показали, что колебания глубины шлифования при принятых на практике условиях его реализации не превышает допустимое отклонение ее от заданных техническими требованиями на операцию зачистки.

Возможность применения прерывистого обдирочного шлифования из условий динамики, позволила реализовать его основное преимущество – уменьшение максимальной температуры шлифования (зачистки) поверхности проката, которая ограничивается условиями трещинообразования в поверхности зачищаемого проката при последующей чистовой, холодной прокатке – калибровке.

Я, надеюсь, что идея прерывистого шлифования будет долго вдохновлять и других исследователей на его совершенствование и применение.

Сказанное выше – это мое признание в любви и уважении к Александру Васильевичу Якимову, память о котором будет долго жить в сердцах его учеников и последующих поколений исследователей и практиков технологии машиностроения.

*Профессор НТУ "ХПИ",  
доктор технических наук, профессор Сизый Ю. А.*

### **СВІТЛІЙ ПАМ'ЯТІ ЗАСЛУЖЕНОГО ДІЯЧА НАУКИ І ТЕХНІКИ, ДОКТОРА ТЕХНІЧНИХ НАУК, ПРОФЕСОРА ЯКИМОВА ОЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬОВИЧА**

16 березня 2019 року сповнилося б 94 роки з дня народження видатного вченого в галузі машинобудування, академіку інженерної академії України, заслуженому діячеві науки та техніки, доктору технічних наук, професору Якимову Олександр Васильовичу.

Кожен з нас на своєму життєвому шляху зустрічав людей, які спричинили значний вплив на перебіг нашого становлення, світоглядного зростання та вдосконалення. Звичайно до таких людей в першу чергу ми відносимо наших батьків, старших братів чи сестер, друзів, колег по роботі, наставників тощо.

Для мене такою знаковою людиною, після моєї мами, яка взяла на себе основний тягар мого виховання, бо мій батько помер коли мені виповнилось 10 років, став назавжди дорогий мені і близький Олександр Васильович Яки-

мов, який став для мене і батьком, і братом, і другом, і наставником, і колегою з спільних наукових інтересів. І це не перебільшення, бо згадуючи через роки про нашого наставника – вченого світового значення, академіка Олександра Васильовича, серце огортається сумом неоціненної втрати і щемлячим болем за минулими хвилинами спілкування з цією надзвичайною людиною.



Професор Марчук В. І.

Моє перше знайомство з Олександром Васильовичем відбулося в 1984 році в Одесі на кафедрі технології машинобудування тоді Одеського політехнічного інституту (ОПІ). Після закінчення навчання в аспірантурі Львівського політехнічного інституту ми з моїм колегою по навчанню Анатолієм Павловичем Гусєвим зі своїми завершеними кандидатськими дисертаціями поїхали до Одеського політехнічного інституту вивчити можливість подання наших кандидатських дисертацій до захисту в спеціалізованій вченій раді за спеціальністю "Технологія машинобудування". У Львові, де ми навчалися в аспірантурі, такої спеціалізованої ради не було, а в Київському політехнічному інституті в існуючій спецраді була велика черга дисертантів до захисту.

Не зважаючи на те, що ми прийшли на прийом до Олександра Васильовича, як завідувача кафедри технології машинобудування, вперше, однак зу-

стрів він нас досить привітно, з проявом максимальної уваги до незнайомців і надзвичайно дружелюбно. Пізніше було ще багато зустрічей з колективом кафедри і її завідувачем професором Якимовим О. В., попередній захист наших кандидатських дисертацій, а в червні 1986 року відбувся мій захист кандидатської дисертації після виправлення багатьох зауважень, що були висловлені на кафедрі під час попереднього захисту. Я завжди з вдячністю і приємністю згадую ті далекі часи наших приїздів до Одеської політехніки, де успішно розвивались досить потужні наукові школи за науковими напрямками технології машинобудування, машинознавства, деталей машин, теорії машин і механізмів тощо.

Дякуючи Олександру Васильовичу між Одеським політехнічним інститутом і Луцьким індустріальним інститутом зав'язалась тісна співпраця з наукової і науково-методичної діяльності. Будучи головою навчально-методичної комісії Міністерства освіти і науки України, Олександр Васильович запропонував до складу цієї поважної комісії залучити і представників нашого Луцького індустріального інституту. Ця робота в НМК продовжувалася багато років.

Я надзвичайно вдячний Олександру Васильовичу за наукове консультування в рамках виконання моєї дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, успішний захист якої відбувся в жовтні 2004 року. Тільки мені відомо скільки дорогоцінного часу Олександр Васильович витрачав на керівництво дисертаційними роботами аспірантів і здобувачів наукових ступенів.

Розвиваючи наукові напрямки та ідеї Олександра Васильовича в Луцькому НТУ була створена наукова школа з технологічної динаміки під керівництвом автора цих рядків. Результати діяльності нашої наукової школи є захисти 15-ти дисертацій (сторінки 235–236) за вище згаданим напрямком досліджень.

Ми переконані, що добрі справи і наукові ідеї, започатковані Олександром Васильовичем Якимовим, будуть продовжені наступними молодими науковцями, а світла пам'ять про визначного науковця, людини прекрасної душі назавжди житиме в наших серцях і в нашій пам'яті.

*Завідувач кафедри "Приладобудування"  
Луцького національного технічного університету,  
доктор технічних наук професор Марчук В. І.*

## ИСТОРИЯ ОДНОГО ПИСЬМА

*Уважаемый Василий Петрович!*

*Вы допущены к сдаче вступительных экзаменов, которые будут проводиться в первых числах октября. Аспирантура Вам пришлет официальное приглашение. Приезжать специально на собеседование не целесообразно.*

*По поводу реферата. После успешной сдачи экзаменов – до начала занятий в аспирантуре напишите реферат. Тему реферата уточним при личной беседе.*

*С уважением, Якимов*

*11.09.75*

На конверте указан адрес: Пермь, ул. 9 мая, дом 15, кв. 214, Ларшину Василию Петровичу.



Исполнилось более 40 лет со времени направления в мой адрес этого письма. Тогда профессору Якимову А. В. – моему будущему научному руководителю – было 50 лет. В своем обращении к коллективу кафедры технологии машиностроения Одесского национального политехнического университета 20 марта 2015 года профессор Якимов А. В. сказал: "Мне 90 лет. Много это или мало? По количеству болезней, свалившихся на меня, это много, очень много; по количеству сделанного для науки – мало".

Тогда, в 1975 году, я еще не представлял, как сложится моя только что начавшаяся самостоятельная жизнь. Ленинский стипендиат, недавно защитивший (на английском языке) диплом по специальности "автоматика и телемеханика" на тему "Программно-вычислительное устройство" я был распределен на одно из лучших в Перми предприятий – Пермское агрегатно-конструкторское бюро. Я побывал на этом предприятии, узнал условия жизни и быта его сотрудников и ... направился в Одессу, в Одесский политехнический институт, к профессору Якимову А. В. Помню, как Александр Васильевич говорил: "Приехал мальчик с котомкой за плечами учиться... ну как Ломоносов ...".

Надо отдать должное Якимову А. В. С первых дней сотрудничества с ним мой интерес к научному творчеству не затухал, несмотря на отсутствие у меня опыта теоретических и экспериментальных исследований, на многочисленные творческие неудачи, отсутствие положительных результатов в поиске направления и своего пути в науке. Тема диссертации менялась каждый год в

зависимости от очередного эксперимента или прочитанной статьи. Но было интересно, и этот интерес поддерживался во мне научным руководителем, который в самом начале аспирантуры написал мне первую главу еще не осознанной мной диссертации, но дорога (как я понимаю это сейчас) была им для меня открыта.

Прошло три года. На календаре 1978 год, а я только-только осознал, что объект моих исследований – технология шлифования резьбы ходовых винтов с применением одно- и многониточных резьбошлифовальных кругов. Были изготовлены приборы для контроля шлифовочных прижогов, апробировано несколько систем автоматического управления процессом резьбошлифования, выполнены теоретические расчеты, опубликованы первые статьи и получены авторские свидетельства, все было интересно. Но закончился срок аспирантуры и меня распределили в соответствии с действующим в те годы положением об аспирантуре. Распределили в г. Запорожье. Я направился на это предприятие (НИИ трансформаторостроения) и добился отсрочки для завершения диссертации в Одессе. Тогда управление кадров министерства электротехнической промышленности направило меня в г. Нововолынск на новый станкозавод, который тоже предоставил мне возможность уехать в Одессу. Но московское управление кадров было непоколебимо, начальник отдела управления кадров сказал мне, что, несмотря на отсрочки, которые мне предоставили мои работодатели (для завершения работы над диссертацией), меня все равно заберут из Одессы и направят на очередное предприятие, каких было много на просторах Советского Союза, например, направят в Кемеровскую область.

И тогда в Москву, в отдел управления кадров, приехал профессор Якимов А. В., который добился отсрочки для своего аспиранта с целью завершения работы над кандидатской диссертацией. Научный руководитель верил в меня, и я до сих пор за это ему признателен.

Сегодня, рассказывая студентам об увлечении наукой, я каждый раз вспоминаю, как профессор Якимов А. В. поддерживал во мне этот неиссякаемый интерес к научному творчеству. Он сам жил этим интересом, он его излучал, он заражал им своих учеников. Кандидатскую диссертацию я защитил в 1980 году, прослушал лекции профессора Якимова А. В. по технологии машиностроения и ... опять занялся наукой, вместо того, чтобы стать преподавателем. Только в 1995 году после защиты докторской диссертации я начал преподавательскую деятельность. Якимову А. В. было 70 лет, но он, как и

прежде, был одержим наукой. Эта одержимость присутствовала в нем до последних дней жизни.

Профессор Якимов А. В. подготовил 55 кандидатов (я был сороковым) и 6 докторов технических наук (я был пятым). Память о нем я сохранию на всю жизнь.

*Профессор Одесского национального политехнического университета,  
доктор технических наук Ларшин В. П.*

## МОЕМУ УЧИТЕЛЮ АЛЕКСАНДРУ ВАСИЛЬЕВИЧУ ЯКИМОВУ !



"Эпохой Александра Васильевича Якимова" многие из нас называют время творческого созидания и воплощения в жизнь прекрасных технических решений выдающегося ученого-технолога, доктора технических наук, профессора Якимова Александра Васильевича. Всех, кто знал Александра Васильевича, всегда поражали его глубокие знания в различных областях науки и техники, будь то технологии машино- и авиастроения, материаловедение, механика и теплофизика, математика в самом высоком ее проявлении – в математической физике. Он всю жизнь был связан с производством, внедрял свои разработки и выносил оттуда все новые и новые практические задачи, которые предстояло решать ему самому и его ученикам. И у него все получалось – благодаря настойчивости, могучему таланту, знаниям и любви к своему делу. Желанием добиться успеха в творческой работе он буквально заряжал своих учеников и соратников. В него верили, на него равнялись, брали с него пример с таким же упорством добиваться достижения поставленных целей.

Я впервые познакомился с работами Александра Васильевича, работая в 1977–1979 годах инженером на Харьковском инструментальном заводе после окончания Харьковского политехнического института. Тогда завод специализировался на изготовлении сложных резьбообразующих режущих инструментов, главным образом, круглых плашек диаметром 3 ... 52 мм. После термической обработки плашек возникали термические деформации их внут-



ренной резьбы, что снижало точность нарезания плашками наружной резьбы на обрабатываемых деталях. Для устранения этого отрицательного явления была предложена новая технология – притирка резьбовых поверхностей плашек специальными притирами с алмазоносным слоем, нанесенным электрогальваническим методом. Технология оказалась перспективной, однако требовала новых технических решений. Три года работы на заводе я был занят разработкой этих решений. Большую помощь в этом оказали мне работы профессора Якимова А. В., посвященные изучению влияния параметров рабочей поверхности шлифовального круга на качество, точность и производительность обработки. Благодаря установленным им законам расположения режущих зерен на рабочей поверхности круга, удалось разработать модель оптимального алмазоносного слоя притира для притирки резьбы в плашках. Оказалось, что наиболее эффективным решением является создание алмазоносного слоя, состоящего из двух зернистостей. Алмазные зерна большей зернистости должны снимать основную часть металла, а алмазные зерна мелкой зернистости – уменьшать микронеровности на обрабатываемой поверхности и исключать нежелательный контакт металла с никелевой связкой притира. В результате был разработан эффективный технологический процесс, позволивший кардинально решить проблему повышения точности и работоспособности круглых плашек, применявшихся главным образом на авиационных предприятиях при изготовлении деталей из высокопрочных пластичных сталей и сплавов. Разработанный технологический процесс притирки внутренней резьбы в круглых плашках был внедрен на Харьковском инструментальном заводе (который в то время производил 24 млн. этих инструментов в год), а также еще на 4 инструментальных заводах, которые занимались изготовлением инструментов для нарезания наружных резьб.

Для более детального ознакомления с технологиями профессора Якимова Александра Васильевича, главного инженера Дрожина В. Ф. и меня командировали на научно-технический семинар в Одесский политехнический институт (1 – 4 сентября 1978 года), который проводился под руководством Александра Васильевича. Мне понравился доклад Александра Васильевича с четкой констатацией проблем алмазно-абразивной обработки и методов их решения. Приведенные примеры эффективного внедрения в производство разработанных им и его учениками новых технологий прерывистого шлифования были впечатляющими. Запомнилось, с каким вдохновением он рассказывал об особенностях структурных изменений и появлении температурных

дефектов в поверхностных слоях обрабатываемых металлов после шлифования. Поражали его материаловедческие знания применительно к тепловым процессам при шлифовании, а также новые подходы к устранению прижогов и микротрещин на обрабатываемых поверхностях за счет применения прерывистого шлифования и эффективных технологических сред, импрегнирования абразивных кругов и т.д. Помню, с каким восторгом воспринимали выступление Александра Васильевича все присутствующие, а их было немало – с разных предприятий, научно-исследовательских, проектных и учебных институтов большой страны. Многие участники семинара задавали вопросы и получали на них лаконичные исчерпывающие ответы. Он был блестящим оратором, умел ясно, четко, кратко и ярко выразить свою мысль, да еще добавить шутку-прибаутку, которая сразу открывала глаза на поставленный вопрос.

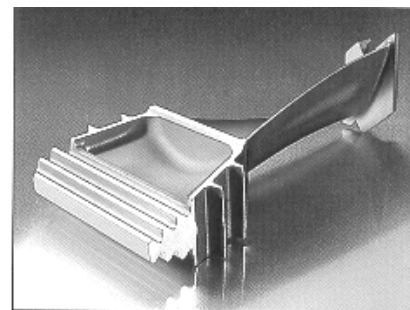
На семинаре был представлен Дрожиным В. Ф. и наш доклад об алмазно-абразивной притирке резьбовых поверхностей в круглых плашках. Во время доклада Александр Васильевич обменивался мнениями с рядом сидевшим с ним, тогда еще доцентом Новоселовым Ю. К., приехавшим из Барнаула и готовившимся к защите своей докторской диссертации. Позже я узнал, что Александр Васильевич был одним из его научных консультантов. Судя по их реакции, тема нашего доклада их заинтересовала, и они задали много вопросов. Так, Новоселов Ю. К. до тонкостей пытался разобраться, как получены математические уравнения, описывающие законы распределения алмазных зерен на рабочей поверхности притира и параметры шероховатости обработанной поверхности. С чем-то он был не согласен, и мы с ним еще долго дискутировали в перерыве семинара, а затем еще и на берегу Черного моря, куда переместился, по сути, наш весь семинар, проходивший в теплые солнечные, почти летние дни. Александр Васильевич тогда тоже задал интересные вопросы, и мы с гордостью рассказали, как использовали его научные работы при создании новой технологии. Чувствовалось, что он остался доволен. Таким мне запомнился Александр Васильевич 2 сентября 1978 года в прекрасной солнечной Одессе "бархатного сезона", когда еще можно было насладиться и результатами научных дискуссий и волнами Черного моря. Незабываемое время знакомства с Александром Васильевичем Якимовым и с Одесским политехническим институтом – одним из крупнейших центров технологической науки.

Логическим продолжением Одесского семинара стало оппонирование профессором Якимовым А. В. моей кандидатской диссертации по тематике

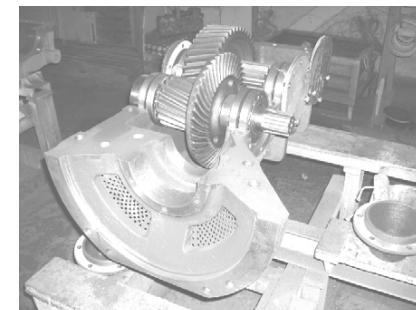
алмазного шлифования изделий с прерывистыми поверхностями, защита которой состоялась 1 ноября 1984 года в Киеве в Институте сверхтвердых материалов АН Украины. Своими замечаниями при предварительном рассмотрении кандидатской работы на кафедре технологии машиностроения в г. Одессе Александр Васильевич помог существенно улучшить качество работы, а в дальнейшем – после защиты кандидатской диссертации – научил меня новым интересным подходам в решении технологических задач научными методами. Он показал важную и особую роль математики в получении практических результатов, четко разделил близкие по смыслу специальности "Технология машиностроения" и "Резание металлов" и решаемые в каждой из них задачи. Раскрыл огромные возможности специальности "Технология машиностроения", поскольку моя кандидатская диссертация была посвящена совершенствованию процессов резания и в меньшей мере затрагивала вопросы технологии машиностроения. Многолетняя плодотворная научная работа с Александром Васильевичем и его педагогический и научный талант позволили мне под его руководством подготовить и защитить в 1995 году в Одесском государственном политехническом университете докторскую диссертацию на тему: "Физические и кинематические основы высокопроизводительного алмазного шлифования".

Он всегда следовал своим принципам и требовал от меня при подготовке диссертационной работы широкого общения с ведущими технологическими школами, занимавшимися решением вопросов, связанных с темой диссертации. Благодаря настойчивости Александра Васильевича, я докладывал фактически готовую диссертационную работу в 1988 – 1991 гг. в крупнейших научных технологических школах, руководимых профессором Корчаком С. Н. в Челябинском политехническом институте, профессором Худобиным Л. В. в Ульяновском политехническом институте, профессором Королевым А. В. в Саратовском политехническом институте, профессором Ямниковым А. С. в Тульском политехническом институте, а также в Одесском и Харьковском политехнических институтах, Институте сверхтвердых материалов НАН Украины, ЭНИМСе. Детально обсуждал работу с академиком Ящерицыным П. И., профессорами Евсеевым Д. Г., Новоселовым Ю. К. и многими другими ведущими учеными-технологами. В результате обсуждений диссертационная работа стала выглядеть весомее, и была успешно защищена в Одесском государственном политехническом университете, за что я очень благодарен Александру Васильевичу.

После защиты диссертации наше сотрудничество с Александром Васильевичем не закончилось, а получило новое и еще более эффективное развитие. Благодаря Александру Васильевичу были решены вопросы широкого практического внедрения наших научных разработок в производство. Это относится к эффективным технологиям алмазного шлифования и другим технологиям абразивной обработки, которые были внедрены на многих предприятиях в течение более 30-летнего нашего сотрудничества (фото).



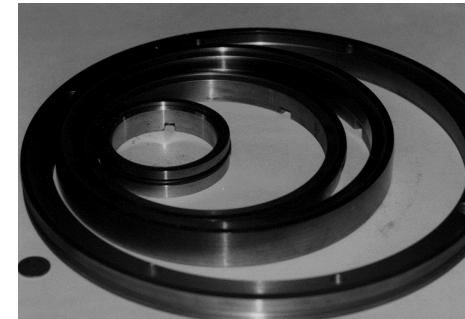
Турбинная лопатка



Зубчатые колеса



Детали пары трения



Кольца из релита

Фотографии деталей, изготовленных, из труднообрабатываемых материалов, после шлифования

В 1999 году Александр Васильевич предложил с целью популяризации технологической науки проводить научно-технические конференции у нас в Харькове – в сердце машиностроения Украины – на машиностроительном заводе "ФЭД". Руководство завода (Генеральный директор Жданов А. А. и

главный инженер Фадеев В. А.) с интересом поддержало это предложение и принимало активное участие в проведении конференций "Физические и компьютерные технологии".

С участием Якимова А. В. была проведена 21 конференция. Каждый раз все мы, участники конференций, с нетерпением ожидали приезда Александра Васильевича в Харьков. И он нам дарил эту радость своим присутствием, выступал на конференциях с интересными докладами. Он открывал нам новые горизонты технологической науки, показывал новые связи теории и практики, помогал внедрять свои разработки в производство. За это мы ему очень благодарны. Многие участники конференций впоследствии защитили диссертации и стали кандидатами и докторами наук. Несомненно, в этом заслуга и Александра Васильевича, который своими вопросами, ответами и выступлениями передавал творческой молодежи свои знания и практический опыт.



Ларшин В. П., Якимов А. В. и Новиков Ф. В. в Харькове

Александру Васильевичу очень нравился наш город Харьков. Он часто останавливался в гостинице "Харьков". Утром прогуливался по центральной площади, по Саду Шевченко. Однажды попал на книжный рынок и был ошеломлен обилием научной и научно-популярной литературы, приобрел для се-

бя достаточно много фундаментальных книг энциклопедического и технологического характера. Рассказывал, что в Харьков часто приезжал в 1950-е годы, занимаясь организацией производственной практики студентов на Харьковском тракторном заводе и других промышленных предприятиях. Тогда он работал доцентом в Запорожском индустриальном институте. Харьков всегда поражал его высочайшим уровнем науки и производства. Поэтому не случайно он выбрал Харьков для проведения Международных научно-технических конференций, чтобы все участники конференций, особенно из других городов, могли узнать мощь Харьковского индустриального центра.



Якимов А. В. в президиуме и среди участников конференции  
на Харьковском машиностроительном заводе "ФЭД"  
в декабре 2003 года





Якимов А. В. и Новиков Ф. В. за праздничным столом

Благодаря Александру Васильевичу, в рамках проводимых на заводе "ФЭД" конференциях, под его редакцией было подготовлено 10-томное фундаментальное научное издание под общим названием "Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения". В нем обобщены современные научные представления о металлообработке и технологии машиностроения, сформулированы условия их дальнейшего развития.



Надо сказать, что для Александра Васильевича подготовка научных кадров была главным смыслом его жизни. Более 50 воспитанников Александра Васильевича стали кандидатами и докторами наук. Многие из них имеют уже своих учеников – кандидатов и докторов наук. Мне тоже очень повезло, поскольку я также ученик Александра Васильевича. Я этим дорожу и стараюсь развивать его научные идеи. Так, подготовленные и изданные совместно с Александром Васильевичем монографии, учебники и учебные пособия стали отправной точкой для моей дальнейшей работы. За последние годы с моим участием вышла из печати серия монографий, посвященных современным технологиям машиностроения, опыту технического перевооружения предприятий новым высокоэффективным металлообрабатывающим оборудованием и инструментами зарубежного производства.

Александра Васильевича более трех лет нет с нами, но он по-прежнему своим творческим научным наследием помогает нам решать сложные научные и производственные задачи, готовить молодых ученых, вдохновляет на написание интересных статей, монографий и учебников, вселяет уверенность в развитии отечественной технологической науки и производства.

*Профессор Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця, доктор технических наук Новиков Ф. В.*

#### **УЧЕНЫЙ И ПЕДАГОГ ЯКИМОВ АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ – ВОСПОМИНАНИЯ ИЗ КУРСКА**

*...Знание только тогда знание,  
когда оно приобретено усилиями  
своей мысли, а не памятью...*

*Л. Н. Толстой*

Нам кажется, что высказывание Великого писателя задолго до сегодняшнего дня прозорливо изречено для Великого технолога-машиностроителя Александра Васильевича Якимова.

Все им заслуженные титулы, упомянутые в его честь уже не раз, не продуктивно повторять – тавтология. Именно его знания приобретены усилиями его мысли, трудолюбием, да еще, следует добавить, его феноменальной памятью (извините за смелость – противоречие Л. Н. Толстому).

Многие годы профессор Якимов А. В. являлся руководителем больших научных педагогических коллективов, обучал и воспитывал молодых ученых и студентов. Под его руководством защитили докторские и кандидатские диссертации многие ученые.

Он признанный авторитет в области технологии машиностроения и металлорежущих станков, алмазного шлифования, теплофизики механической обработки.

Все его труды поражают научным предвидением, доходчивостью, простотой изложения сложных технических вопросов, подтверждением теории практическим экспериментом.



Малыхин В. В., Ларшин В. П., Якимов А. В. и Новиков С. Г.

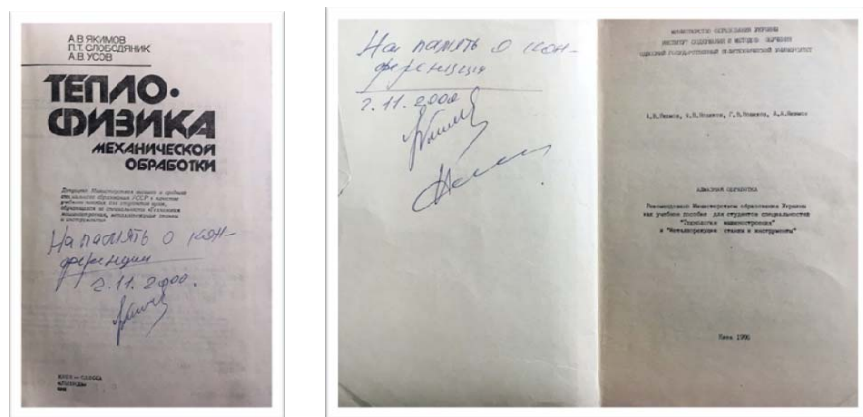
Нам посчастливилось познакомиться с Якимовым А.В. во время участия в одной из первых научных конференций в г. Харькове, организатором которых он был.

После заслушивания и обсуждения докладов конференция плавно трансформировалась в кулуарные беседы, в которых произошло дополнительное сближение, что позволило проконсультироваться, не побоимся этих слов, с Мэтром и Корифеем науки по различным техническим проблемам. А "меркантильный" для нас интерес выразился в подаренные учебные пособия.

В учебном пособии "Теплофизика механической обработки" рассмотрены тепловые процессы при лезвийной и абразивной обработке, а также в



металлорежущих станках. Описаны методы аналитического и экспериментального исследования тепловых процессов. Изложены рекомендации по снижению теплонапряженности процессов, протекающих в технологической системе. Приводятся приемы расчета температурных полей и оценки погрешностей обработки.



Учебные пособия с дарственными надписями профессора Якимова А. В.

Особенностью работы "Алмазная обработка" является последовательное изложение в систематизированном виде физических закономерностей процесса обработки алмазными инструментами, разработки математических моделей, устанавливающих связь физических параметров процессов электрохимического, алмазно-искрового и прерывистого шлифования с производительностью процесса.

После этого встречи повторялись многократно и имели multifunctional выход на последующие технические воззрения, благодаря мудрым советам профессора Якимова А. В. Так было разрешено противоречие: почему в случае расположения абразивного зерна в органических связках до сих пор считается доминирующим только простейшее возвратно-поступательное утопание зерна "туда-сюда" по одной из Декартовых осей координат с учетом только одной составляющей  $P_y$  силы резания, хотя в одной плоскости с указанной силой действует вторая составляющая  $P_z$ . Поэтому, с учетом сказанного, предложено представлять движение зерна как сложное плоскопараллельное (сумма двух движений: поступательного совместно с поворотом). Данная гипотеза нашла полное понимание и большую поддержку у вопрошаемого.

Предложенная нами физическая модель алмазно-абразивного зерна в органических связках объясняет возможность его утопания в процессе шлифования и вырывания из мягкой органической связки, выведены аналитические зависимости, определяющие положения в органических связках зерна с учетом его износа под действием радиальной и тангенциальной составляющих, а также силы трения между зерном и обрабатываемым материалом. Данная разработка защищена патентом РФ на полезную модель.

Также созданы модели удержания абразивных зерен в металлических связках шлифовальных кругов и аналитическое определение усилий, возникающих в связках под действием указанных выше сил.

Это позволило создать несколько конструкций устройств с виброгасящими свойствами и способ отделочной обработки изделий, а также экспресс – способы выбора параметров шлифования обрабатываемого материала микро-резанием единичными зернами в металлических или органических связках (получено 5 патентов РФ на изобретение).

Указанные наработки позволили выпустить монографию "Теория и практика алмазно-абразивного шлифования".

Но, только шлифованием дело не ограничилось, пора переходить к лезвийной обработке. Рекомендации Якимова А. В. позволили разработать линейку демпфирующих токарных резцов с варьируемой жесткостью, позволяющих существенно повысить их стойкость, качество обработки конструкционных материалов и другие эксплуатационные характеристики. Результаты: 11 патентов РФ на изобретения и монография "Инструментальное обеспечение процессов механической обработки твердыми сплавами и композитами".

Следует отметить, что рецензентом указанных монографий и соавтором всех разработок является один из Учеников с большой буквы Александра Васильевича – доктор технических наук, профессор Новиков Федор Васильевич. Благодарим его за совместное непоколебимое сотрудничество и многолетнее всеукрепляющееся знакомство.

Следует добавить, что в общении с коллегами, аспирантами и студентами Якимова А. В. отличали благожелательность, широта познаний, возможность мягкого напутствия, исходя из большого жизненного опыта, неиссякаемое чувство юмора, позволяющее быть душой любой компании.

Нам, к сожалению, в силу объективных обстоятельств, не довелось участвовать в чествовании 90-летнего юбилея Якимова Александра Васильевича, хотя поздравление было заготовлено, но, все же, возьмем на себя сме-

лось привести выдержку из несостоявшегося поздравления, учитывая поговорку: лучше поздно, чем никогда:

\* \* \*

До г. Курска дошла "мова"  
Что 90 "років" у проф. А. В. Якимова....

Однако что-то в это не верится, пока,  
Ведь ему на вид нет сорока,

А по остроте ума он выглядит еще моложе,  
На зависть даже молодежи.

Поверим, но 90 в истории лишь миг,  
Какое-то одно мгновенье...  
Для юбиляра же – рубеж, чтоб посмотреть чего достиг  
И каковы в дальнейшем намерения...

\* \* \*

P.S. Многоуважаемый Александр Васильевич!  
Желаем Вам Пермьского здоровья,  
Уральских богатырских сил,  
Дружите с Верой и Любовью,  
И ангел, чтоб у Вас гостил.

Продолжайте грызть наук гранит,  
Как делали всегда поныне.  
Пусть Бог на века сохранит  
Ваше достоинство и Имя.

Наше воспоминание – Светлая память об ученом с мировым именем, отличном педагоге и человеке с энциклопедическими знаниями Александре Васильевиче Якимове.

*Заведующий кафедрой ЧОУ ВО "Региональный открытый социальный институт" (г. Курск), кандидат технических наук, доцент Новиков С. Г.*

*Доцент ФГБОУ ВО "Юго-Западный государственный университет" (г. Курск), кандидат технических наук Малахов В. В.*

## ОБЪЕДИНИВШЕМУ НАУКУ И ПРОИЗВОДСТВО ...



Научно-технические конференции, которые проводились у нас в Харькове на заводе "ФЭД", начиная с 2000 года, под научным руководством профессора Якимова А. В., оставили глубокий след своей необычностью, поскольку они объединили науку и производство в непростое время – после длительного застоя экономики, когда только начали возрождаться промышленные предприятия. Мне очень повезло, я участвовал во всех конференциях, где лично познакомился с Александром Васильевичем. Нас

познакомил профессор Новиков Федор Васильевич, выпускник кафедры "Динамика и прочность машин" Харьковского политехнического института, который успешно продолжил свой научный путь с Александром Васильевичем и вместе с ним организовал и проводил на заводе "ФЭД" интересные конференции.

Выступления Александра Васильевича отличались глубоким пониманием физико-химических явлений, происходящих при механической обработке материалов, высоким уровнем математической подготовки, широтой практического опыта эффективного применения новых технологий в производстве. Профессор Якимов Александр Васильевич был выдающимся ученым-технологом, и это чувствовалось при общении с ним, хотя бы со стороны харьковских ученых-специалистов, которые стремились попасть на конференции, проводимые на заводе "ФЭД", чтобы увидеть и услышать Александра Васильевича. Он был признанным и авторитетным ученым среди специалистов. Мы это видели, когда он приезжал в Харьков на конференции с новыми научными идеями и предложениями по их воплощению в жизнь.

Александр Васильевич навсегда останется у нас в памяти прекрасным человеком и ученым, посвятившим свою жизнь развитию науки, производства и подготовке в университетских стенах научных и производственных кадров.

*Заведующий кафедрой "Теоретическая механика" НТУ "ХПИ", доктор технических наук, профессор Морачковский О. К.*

**ЯКИМОВУ АЛЕКСАНДРУ ВАСИЛЬЕВИЧУ,  
КЛАССИКУ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Мы Вас благодарим за вклад в науку,  
За подготовку кадров для страны,  
Способность оценить и актуальность,  
И уровень научной новизны!  
Практическая ценность беспримерна  
И ярок творческий Ваш путь ...

*Кафедра технологии машиностроения и металлорежущих станков НТУ "ХПИ"*

**ОТ ПЕРМЯКА – СОЛЕННЫЕ УШИ – ЗЕМЛЯКУ**



Профессор Пермяков А. А.

С Прикамья начинается Урал.  
Так с малой Родины Вы начали движенье  
К вершинам мастерства сквозь рудники труда,  
Открытий россыпи и копи заблужденья.

Надежней, чем бойцы на Чусовой,  
Как соль-пермянку Вы выпаривали знание.  
В потоке времени-реки Вы сплавщик барок-книг  
На стрежневой струе наук про шлифование.

Заслуги, почести и принято считать –  
В родном Отечестве не может быть мессии,  
Но все же хочется Вам многое сказать,  
Ведь Ваша Родина – Хребет Евразии.

*Заведующий кафедрой технологии машиностроения  
и металлорежущих станков НТУ «ХПИ»,  
доктор технических наук, профессор Пермяков А. А.*

**С ПЕРВОЙ ВСТРЕЧИ**



Впервые я встретился с Александром Васильевичем Якимовым в декабре 1988 года, когда приехал в Одессу для консультаций по поводу своей кандидатской диссертации. В то время он был заведующим кафедрой технологии машиностроения и деканом механико-технологического факультета Одесского политехнического института.

Одесса в это время года уже не так красива, как, скажем, летом или в бархатный сезон. Предстояла серьезная научная дискуссия с профессором Волощенко А. П., которого я знал только по статьям.

Поэтому я ехал в Одессу с "боевым" настроением, даже не думая об отдыхе.

Не зря говорят " ... готовься к худшему, а надейся на лучшее ...". Одесса встретила меня хорошей погодой. Одесский Политех оказался рядом с гостиницей Аркадия, в которую меня поселили, да и до моря было рукой подать ...

Знакомство с кафедрой у меня началось со знакомства с Александром Васильевичем Якимовым. И вместо пяти минут "формального общения и разговоров о том, кто и где находится, и как его найти ..." мы общались больше часа. Говорили об Одессе и Харькове. Он очень тепло вспоминал встречи в ХПИ с профессорами Тимофеевым Ю. В. и Грабченко А. И. Встреча была полезной и с научной точки зрения. Состоялся обмен мнениями о роли количественных критериев в оценке эффективности технологических процессов на различных этапах их проектирования. Александр Васильевич поддержал мой взгляд на данную проблему и утвердил меня в мысли о том, что профессор Волощенко А. П. будет хорошим союзником в моих научных изысканиях.

В дальнейшем мы неоднократно встречались в Харькове и других городах Украины на научно-технических конференциях и методических комиссиях, и всегда Александра Васильевича Якимова отличали тактичность в личных отношениях, умение неспеша выслушать собеседника, дать взвешенный совет.

*Заведующий кафедрой "Интегрированные технологии машиностроения" им. М.Ф. Семко НТУ "ХПИ",  
доктор технических наук, профессор Шелковой А. Н.*

### ВОСПОМИНАНИЯ О ЯКИМОВЕ А. В.



Удивительно обаятельный и доброжелательный человек, профессионал на поприще высшего образования, в военные годы – ас в опаснейшей боевой профессии, успевший так много сделать и в мирной жизни – Александр Васильевич Якимов. Окончание школы совпало практически с началом Великой Отечественной Войной, так что учебу пришлось продолжить уже после Победы! Как бы продолжая военную специальность, поступил на моторный факультет Московского авиационного института, где получил образование инженера-механика в области авиадвигателестроения. В 1956 году в МАИ он успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему "Исследование жесткости металлорежущих станков типа МААГ". После окончания аспирантуры в 1956 году был направлен на работу в Запорожский машиностроительный институт, где работал сначала старшим преподавателем (с 1956 по 1958 годы) и по совместительству заместителем декана механико-технологического факультета.

Под руководством А.В. Якимова формируется ставшая вскоре известной в СССР и за рубежом научная школа по прерывистому шлифованию и управлению качеством поверхности. Но главное – это признание сотен студентов и многочисленных коллег на просторах стран бывшего СССР и зарубежья.

*Профессор кафедры "Интегрированных технологий машиностроения" им. М.Ф. Семко НТУ "ХПИ", доктор технических наук Узунян М. Д.*

### ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА ЯКИМОВА А. В.



Профессора **Якимова Александра Васильевича** за большие заслуги в области чистовой обработки прерывистым шлифованием труднообрабатываемых материалов и воспитанием большой Одесской научной школы ученых по праву можно назвать "Уральским самородком", где он родился и вырос.

Создание и проведение им совместно с его другом профессором Новиковым Федором Васильевичем 23-х Международных научных конференций на заводе ФЭД в Харькове явилось великим финальным подвигом в последние годы его жизни. На базе научных работ ими издан 10-томный выпуск **"Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения"**, который является обширным обобщением научных знаний ряда ученых в области дальнейшего совершенства технологии машиностроения.



Коломиец В. В., Скобло Т. С., Новиков Ф. В.,  
Круговой Н. А. (главный технолог завода "ФЭД")  
на конференции на заводе "ФЭД" (сентябрь 2010 г.)

Профессора **Якимова А.В.** по его работам можно условно сравнить с **Великим деревом – КЕДРОМ**, возле которого вырос большой кедровник (его ученики, профессора и академики).

Можно уверенно сказать, что свою жизнь **Он** полностью отдал великой технической науке, за что его помнят ученые на Украине и в ряде развитых стран мира.

*Профессор Харьковского национального технического университета  
сельского хозяйства имени Петра Василенко,  
доктор технических наук Коломиец В. В.*

### **ПРОФЕССОР ЯКИМОВ А. В. – СОЗДАТЕЛЬ ОБРАЗЦОВОЙ И НЕПОВТОРИМОЙ НАУЧНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ**

Имя профессора Якимова А. В. широко известно у нас в Украине и за рубежом. Он автор высокоэффективного технологического процесса прерывистого шлифования, открывшего новые представления о достижении высококачественной обработки деталей машин из прочных материалов. Он автор многочисленных учебников, учебных пособий и монографий о законах технологии машиностроения и путях повышения качества, точности и производительности механической обработки. Он автор новых теоретических подходов к математическому моделированию и оптимизации технологических процессов, один из родоначальников современной теории теплофизики абразивной и лезвийной обработки материалов, позволившей получить принципиально новые математические решения по управлению тепловыми процессами при шлифовании. Под его руководством разработаны и внедрены в производство чрезвычайно эффективные технологические процессы прерывистого и ленточного шлифования деталей авиационной техники, получившие затем широкое распространение и в других отраслях промышленности. Под его научным руководством подготовлено и защищено более 50 кандидатских и докторских диссертаций его учениками, впоследствии ставшими известными учеными, профессорами и руководителями предприятий. Но основная заслуга профессора Якимова А. В. состоит в том, что он создал образцовую и неповторимую научную технологическую школу, которая своими научными достижениями открыла новые перспективы создания современной наукоемкой

машиностроительной продукции, способной конкурировать на самых значимых мировых рынках.



Руководитель ИТЦ группы компаний "ВариУс",  
кандидат технических наук Жовтобрюх В. А.

В настоящее время наша компания ИТЦ "ВариУс" (г. Днепр) внедряет на предприятиях Украины новые высокооборотные металлорежущие станки с ЧПУ типа "обрабатывающий центр" зарубежного производства, в которых фактически заложены многие технические решения профессора Якимова А. В., связанные с повышением производительности и качества механической обработки. При автоматизированном программировании станков с ЧПУ также мы используем решения профессора Якимова А. В., изложенные в его уже многие годы востребованных учебниках: "Технология автоматизованого машинобудування", "Технология машиностроения" и др.





Высокопроизводительный двухшпиндельный токарный обрабатывающий центр PUMA 2100MS с приводным фрезерным инструментом (ось С) и контр-шпинделем ("DOOSAN").

Создателями управляющих программ для станков с ЧПУ являются выпускники политехнических институтов Украины, которые учились по учебникам профессора Якимова А. В. Поэтому память о великом ученом – профессоре Якимове А. В. всегда будет жить в наших сердцах и вселять уверенность и надежду в процветании нашей страны.

*Руководитель Инженерно-Технического Центра группы компаний "ВариУс", кандидат технических наук Жовтобрюх В. А.*

### ЧЕЛОВЕК С ГЛУБОКИМИ ПОЗНАНИЯМИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА



Прошло 11 лет после защиты (19 апреля 2008 года) моей кандидатской диссертации в Одесском национальном политехническом университете, официальным оппонентом которой был профессор Якимов А. В. На протяжении всей подготовки диссертации к защите он участвовал в ее обсуждении на кафедре технологии машиностроения, советовал, как можно ее усилить и сделать более привлекательной с научной и практической точек зрения.

Александр Васильевич был прекрасным специалистом и меня, коренного производственника, поражали его знания о металлах и их поведении при термической и механической обработках. Очень запомнилось его выступление на защите моей диссертации, когда он с материаловедческих позиций с большой глубиной познания прокомментировал состояние поверхностных слоев деталей шахтного редуктора после их шлифования, обозначил пределы изменения параметров режима резания, при которых возможно образование прижогов, микротрещин и появление брака обработки. Достичь такого уровня познания очень сложных по физической природе процессов, происходящих при обработке металлов, можно лишь в результате многолетней и плодотворной исследовательской работы, которую на протяжении более 50 лет проводил профессор Якимов А. В.



Ковальчук А. Н. в цехе ПАО "Свет шахтера"

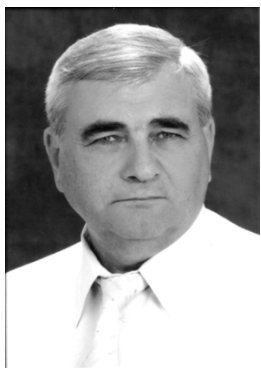
Александр Васильевич много рассказывал о своей производственной деятельности – ведь начинал он свой жизненный путь токарем на заводе в Перми, работал за станком и хорошо знал проблемы производства. Очень интересовался состоянием дел на нашем Харьковском машиностроительном заводе "Свет шахтера". Спрашивал, на каких шлифовальных операциях не удастся обеспечить требования по качеству обработки. Особенно его интересо-

вали операции зубошлифования. У нас на заводе в то время действительно были проблемы с зубошлифованием по производительности и качеству обработки. Александр Васильевич давал мне советы по улучшению технологии зубошлифования, да и в целом по обеспечению качества при металлообработке, за что ему большая благодарность.

В настоящее время наш завод занят изготовлением новых образцов техники для шахтного оборудования. Для этого приобретены современные зарубежные металлорежущие станки с ЧПУ, обеспечивающие высокую производительность и качество обработки. Также большое внимание уделяется измерениям параметров точности производимой продукции, для чего была приобретена современная контрольно-измерительная машина, позволяющая, например, более точно измерять размеры крупногабаритных зубчатых колес после их металлообработки. Технологи завода, решая проблемы производства, часто обращаются к книгам и учебникам профессора Якимова А. В. и всегда находят в них ответы.

*Председателем правления ПАО "Свет Шахтера",  
кандидат технических наук Ковальчук А. Н.*

#### ПАМЯТИ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА



Научные публикации А. В. Якимова, отличающиеся обстоятельностью и логичностью изложения, задолго до личного знакомства с автором вошли в наши конспекты лекций по дисциплинам, относящимся к специальности технология машиностроения. Опубликованные работы об особенностях шлифования, в частности, о прерывистом шлифовании способствовали прорыву в решении проблем ограниченной производительности и качества обработанной поверхности и могли быть доведены до сведения студентов и инженерно-технических работников производственной сферы.

С Заслуженным деятелем науки Украины, Лауреатом Государственной премии Украины, доктором технических наук, профессором Александром Васильевичем Якимовым, с замечательным, доброжелательным, высокоэру-

дированным человеком посчастливилось познакомиться очно на конференциях, ежегодно проводимых на базе кафедры технологии машиностроения Одесского национального политехнического университета. В последствии довелось встречаться на заседаниях специализированного ученого совета по защите кандидатских и докторских диссертаций в Одесском национальном политехническом университете, во время которых можно было убедиться во всесторонней компетентности Александра Васильевича от космических техники и технологий до шахтных (подземных).

Быть знакомым с Якимовым Александром Васильевичем – большая честь для каждого из нас.

Светлая память об Александре Васильевиче останется в наших сердцах.

*Заведующий кафедрой "Технология машиностроения"  
ГВУЗ "Приазовский государственный технический университет",  
доктор технических наук, профессор Андилахай А. А.*

#### АЛЕКСАНДРУ ВАСИЛЬЕВИЧУ ЯКИМОВУ – УЧИТЕЛЮ УЧИТЕЛЕЙ, УЧЕНОМУ И ЧЕЛОВЕКУ

*Наука есть ясное познание истины,  
просвещение разума, непорочное  
увеселение жизни, ... везде верный и  
безотлучный спутник.*

*М. В. Ломоносов*



Среди отечественных технологов-шлифовщиков много достойных имен. Каждый из них решал и решает самые разные научные проблемы.

Решение теплофизических задач шлифования в первую очередь связано с именем Александра Васильевича Якимова.

Заслуженный деятель науки Украины, Лауреат Государственной премии Украины, перечень его заслуг занял бы не одну страницу. Однако главное то, что А. В. Якимов – Ученый, ученый с большой буквы. Он – это сотни научных работ, десятки изобретений и патентов.

Обладая энциклопедическими знаниями и богатым научным опытом, Александр Васильевич заботливо выращивал молодые кадры. Среди его учеников известные доктора наук, такие как В. П. Ларшин, Ф. В. Новиков и др., десятки кандидатов наук, которым он дал путевку в жизнь.

Трудно перечислить все те вопросы, которые рассматривались А. В. Якимовым, ученым-шлифовщиком широчайшего профессионального диапазона. Это и математическое моделирование процессов прерывистого шлифования, и обеспечение качества поверхностного слоя при обработке фасонных поверхностей, и автоматическое управление шлифованием, и много-много что еще.

В личной встрече с Александром Васильевичем на одной из конференций, которую вспоминаю с огромной благодарностью за его советы и пожелания, имел возможность убедиться, насколько это выдающийся ученый и прекрасный человек.

*Профессор кафедры технология машиностроения  
и металлорежущие станки НТУ "ХПИ",  
доктор технических наук Степанов М. С.*

#### **АЛЕКСАНДРУ ВАСИЛЬЕВИЧУ ЯКИМОВУ**



Александр Васильевич Якимов считается величайшим ученым современности, классиком мирового уровня! Благодаря трудам Александра Васильевича технология машиностроения поднялась до уровня академической науки. Александр Васильевич Якимов заслуженный деятель науки Украинской ССР, лауреат Государственной премии Украинской ССР, академик инженерной академии Украины, доктор технических наук, до конца 2014 года – профессор кафедры "Технология машиностроения" Одесского национального политехнического университета.

Александр Васильевич Якимов прекрасный Человек, обаятельный, отзывчивый, добрый, вдумчивый, талантливый, гениальный ученый.

Родился в небольшом российском городке в Пермской области. Биография начиналась, как у большинства мальчишек из рабочих семей: школа-

семилетка, механический техникум. Закончил Московский авиационный институт и поступил в аспирантуру. После аспирантуры преподавал в Запорожском машиностроительном институте. Вернулся в Пермь, был сразу назначен заведующим кафедрой "Технология машиностроения" политехнического института, защитил докторскую диссертацию на тему "Технологические основы процесса шлифования кругами с прерывистой рабочей поверхностью".

В 1974 году пройдя по конкурсу, был назначен на должность заведующего кафедрой "Технология машиностроения" Одесского политехнического института.

И вот как раз, работая в те годы на Краматорском заводе тяжелого станкостроения, у нас появились серьезные проблемы по обеспечению качества изготовления высокоточных цилиндрических зубчатых колес 4-6 степени точности ГОСТ 1643-81 для привода тяжелых токарных станков. В поисках решения вопроса через ВНИИТЭМР, ЭНИМС, изучения трудов в библиотеке ГПНТБ впервые познакомились с выдающимися трудами Александра Васильевича Якимова. И на протяжении около 40 лет использовались основополагающие научные рекомендации по обеспечению качественного зубошлифования высокоточных зубчатых колес. Технологическое обеспечение параметров поверхностного слоя шлифованных зубчатых колес на основе исследований Александра Васильевича заложило надежный фундамент в изготовлении украинской машиностроительной продукции и позволило вывести в лидеры наше машиностроение.

Александр Васильевич опубликовал более 400 научных работ, 78 авторских свидетельств и патентов, что говорит не только о теоретической ценности его исследований, но и о практической значимости. Внедрение его изобретений давало большой экономический эффект.

Несомненно, больше всего А. В. Якимов любил работать с людьми. Сам Александр Васильевич не раз говорил, что научно-технический прогресс и воспитание инженера неотделимы друг от друга. К преподавательской работе он относился со всей серьезностью. Студенты и аспиранты отзывались о нем так: «Преподаватель энциклопедического кругозора с академической глубиной знаний». Был блестящим преподавателем. Самые сложные вещи излагал доступно. Учебники писал лаконично – их было немало (около 20): "Технология машиностроения", "Теоретические основы резания и шлифования", "Оптимизация процесса шлифования", "Прерывистое шлифование", "Качество изготовления зубчатых колес" и другие.



Профессор Ключко А. А.

Александр Васильевич Якимов вместе с известным ученым Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця доктором технических наук, профессором Новиковым Федором Васильевичем и учеными-технологами Украины и России издал основополагающий 10-томник по физико-математической теории процессов обработки материалов и технологии машиностроения, который является настольной книгой ученого, студента, производственника.

*Профессор кафедры технологии машиностроения и металлорежущие станки НТУ "ХПИ", доктор технических наук Ключко А. А.*

#### О ЗАМЕЧАТЕЛЬНОМ ЧЕЛОВЕКЕ, ПЕДАГОГЕ И УЧЕНОМ ЯКИМОВЕ АЛЕКСАНДРЕ ВАСИЛЬЕВИЧЕ



Мне посчастливилось познакомиться с профессором Якимовым Александром Васильевичем в далеком 1984 году в Киеве в Институте сверхтвердых материалов на защите кандидатской диссертации моего старшего брата Новикова Ф. В., официальным оппонентом которой был Александр Васильевич. Тогда, после окончания в 1980 году Харьковского политехнического института по специальности "Колесные и гусеничные машины", я работал мастером в цехе 150 по изготовлению корпусов изделия "Завода транспортного машиностроения имени В. А. Малыше-

ва" (г. Харьков). Затем, работая инженером Харьковского инструментального завода, начал заниматься подготовкой диссертационной работы по технологии машиностроения, совершенствуя процессы шлифования деталей, изготовленных из труднообрабатываемых материалов с применением прогрессивного метода алмазно-искрового шлифования, разработанного в Харьковском политехническом институте. Конечно, главным "шлифовщиком" на Украине был Якимов А. В., и я поехал к нему в Одессу на консультацию. Он очень серьезно и внимательно отнесся к моей работе, несколько дней мы с ним беседовали, обсуждая ее основные моменты. Несомненно, для меня, молодого начинающего специалиста, это были незабываемые дни. Александр Васильевич многому меня научил, помог сформировать мою работу, подсказал, что надо доработать и на чем сосредоточить внимание, помог сформулировать научные положения и выводы. На мой взгляд, в целом работа ему понравилась, и он предложил после выполненных доработок защищать ее в Ученом совете Одесского политехнического института. В апреле 1990 года кандидатская диссертационная работа на тему "Повышение эффективности алмазно-искрового шлифования деталей с высокопрочными покрытиями" была защищена.

Большую помощь в подготовке защиты диссертации оказал мне коллектив кафедры технологии машиностроения Одесского политехнического института, где предварительно я работу докладывал и она обсуждалась. Особенно хотелось бы отметить профессора Линчевского П. А., доцентов Гусарева В. С., Наддачина В. Б., Кремнева Г. П.

В то время кафедрой руководил профессор Якимов А. В., и она была мощным научным центром. Кафедра ежегодно проводила, да и сейчас проводит, научно-технические семинары, на которые всегда приезжало много специалистов. Польза от их проведения очень большая. Все мы, участники семинаров, с замиранием сердца слушали выступления профессора Якимова А. В., к которому с большим уважением относились и поседевшие ветераны машиностроения, и молодые специалисты.

Чего только стоил выход Александра Васильевича в заводскую среду! Когда проходили научно-технические конференции на Харьковском машиностроительном заводе "ФЭД", он часто посещал цеха завода. Инженерно-технические специалисты завода, узнав, что Александр Васильевич в их стенах, с большим удовольствием шли на встречу с ним и с интересом рассказывали о своих технических проблемах. Александр Васильевич всегда давал по-

лезные советы, поскольку он сам был производителем, прошел большой жизненный путь от токаря и шлифовщика, работая за станком на заводе, до доктора технических наук, профессора и академика. Производственный опыт, как он всегда говорил, помогал ему "двигать" научные разработки.

Начиная с 1980-х годов, я был непрерывно связан с Александром Васильевичем, вначале при подготовке и защите кандидатской диссертации, а затем совместными научно-производственными работами. Под его научным руководством на многих заводах нами были внедрены очень эффективные технологические процессы шлифования алмазными и абразивными кругами самых разнообразных изделий из металлических и неметаллических труднообрабатываемых материалов, таких как твердые сплавы, высокопрочные стали, наплавочные материалы, керамики, природные алмазы (при огранке в бриллианты), техническое стекло, хрусталь и т.д.



Природный алмаз до обработки и после огранки в бриллиант

За 30 лет плодотворного сотрудничества с Александром Васильевичем были подготовлены и изданы учебные пособия и учебники по проблемам обработки материалов и технологии машиностроения:

Високопродуктивне шліфування: навчальний посібник / О. В. Якимов, Ф. В. Новіков, Г. В. Новіков, О. О. Якимов. – К.: ІСДО, 1995. – 180 с.;

Теория и прогрессивные технологии глубинного алмазного шлифования: учебное пособие / А. В. Якимов, Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, А. А. Якимов. – Харьков, 1995. – 102 с.;

Алмазная обработка: учебное пособие / А. В. Якимов, Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, А. А. Якимов. – Киев: ІСДО, 1996. – 167 с.;

Тепловые и механические процессы при резании металлов: учебное пособие / Ф. В. Новиков, А. А. Якимов, С. Г. Зимин, Г. В. Новиков, В. А. Вайсман. – Одесса: ОГПУ, 1997. – 179 с.;

Тепловые процессы при обычном и прерывистом шлифовании: учебное пособие / А. В. Якимов, Б. О. Ткаченко, С. Г. Зимин, А. А. Якимов, Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков. – Одесса: ОГПУ, 1998. – 272 с.;

Качество и производительность абразивно-алмазной обработки: учебное пособие / А. В. Якимов, Ф. В. Новиков, А. А. Якимов, Г. В. Новиков. – Одесса: ОГПУ, 1999. – 212 с.;

Теоретические основы резания и шлифования материалов: учебное пособие / А. В. Якимов, Ф. В. Новиков, А. А. Якимов, Г. В. Новиков, Б. С. Серов. – Одесса: ОГПУ, 1999. – 450 с.;

Теоретические основы технологии машиностроения: учебник / А. В. Якимов, Ф. В. Новиков, А. А. Якимов, Г. В. Новиков, Н. И. Решетнев. – Одесса: ОНПУ, 2002. – 491 с.

Технологія машино- та двигунобудування: підручник / О. В. Якімов, Ф. В. Новіков, В. М. Тонконогий, О. О. Якімов, Г. О. Оборський, В. П. Ларшин, Г. В. Новіков, Ю. М. Кривошопка. – Одеса: ОНПУ, 2005. – 720 с.

Технологические процессы изготовления высокоточных деталей гидро- и пневмоаппаратуры: учебное пособие / А. В. Якимов, Ф. В. Новиков, Е. В. Грисенко, В. П. Ларшин, А. А. Якимов, Г. В. Новиков; Под общ. ред. проф. А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2006. – 328 с. (Физические и компьютерные технологии).

Технологія автоматизованого машинобудування: підручник / О. В. Якимов, В. С. Гусарев, О. О. Якимов, П. А. Линчевский, Ф. В. Новіков, Г. В. Новіков, В. П. Ларшин. – Одеса: ОНПУ, 2005. – 410 с.

Технология машиностроения: учебник / А. В. Якимов, Ф. В. Новиков, П. А. Линчевский, В. П. Ларшин, Е. В. Грисенко, А. А. Якимов, А. В. Фадеев, Г. В. Новиков. – Одесса: ОНПУ, 2012. – 693 с.

Я также принял участие в подготовке 10-томного издания "Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения" под научным руководством Александра Васильевича.

Якимов Александр Васильевич был настоящим моим научным руководителем. Его знания и опыт помогли мне стать квалифицированным специалистом, за что я ему всегда благодарен. Для меня Александр Васильевич навсегда останется Учителем!

*Технический директор Научного Центра "НТК "Эльбор" (г. Харьков),  
кандидат технических наук Новиков Г. В.*



## УМЕНИЕ ПОДУМАТЬ ВМЕСТЕ И ВЫКРИСТАЛЛИЗОВАТЬ НАПРАВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



Профессор Якимов Александр Васильевич, запомнился мне как яркая, творческая личность. Этот талантливейший человек обладал умением быстро и полезно для собеседника выделить наиболее существенные вопросы в любой проблемной ситуации. Мне посчастливилось советоваться с ним в той области металлообработки, которая ему была относительно малознакомой, так как относилась больше к заготовительному производству. При этом круг во-

просов касался, в основном труднопонятных даже для специалистов, проблем специализированных методов импульсной обработки, таких, как обработка металлов взрывом, их безопасность, возможности внедрения, перспективы.



Якимов А. В., Ларшин В. П. и Савченко Н. Ф.

Александр Васильевич буквально на второй-третьей минуте понял проблему и предложил очень интересные направления усовершенствования импульсной обработки. К ним он отнес возможности создания малогабаритных мобильного типа комплексов, разработку новых, нетрадиционных источников импульсной энергии и, как результат, более широкие возможности усовершенствования методов импульсной обработки и управления параметрами внешней загрузки. Его очень глубокие по сути рекомендации автором использовались в последующем для разработки импульсных гибких систем, а также технологических процессов с использованием пневмогазовых смесей для создания квазистатического и импульсного, взрывного воздействия на металлы и сплавы.

*Доцент Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук Савченко Н. Ф.*

## АЛЕКСАНДРУ ВАСИЛЬЕВИЧУ ЯКИМОВУ И НАШИМ КОЛЛЕГАМ В ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ, С БЛАГОДАРНОСТЬЮ



С Александром Васильевичем Якимовым мне выпало познакомиться первым ноябрьским днем 1984 года, по случаю защиты кандидатской диссертации Федором Новиковым, моим одногодком и соратником по и донине неоконченной мною аспирантуре на тогдашней кафедре резания материалов и режущих инструментов харьковского политеха, в послееаспирантурье поддерживающим меня в науке всю последующую мою борьбу за право работать на ней, и в самой работе. Во многом благодаря Федору, Федору Васильевичу мне удалось утвердиться со временем как действительному научному сотруднику и испытать непреходящее удовлетворение и, одновременно, стимул к работе эффективно работоспособными результатами и реальным признанием своих трудов научной общесственностью. Но это стало потом. А тогда был тихий, солнечный день, успешная защита диссертации и приятный вечер в добросердечной профессиональной компании ... Обстоятельства собственно защиты едва всплывают, их перекрывает память волны начавшегося наемдни прилива теплого южного воздуха. Пора золотой осени еще не отошла, и местами на тротуарах негромким шелестом под ногами звучала ее музыка...

Надо сказать, что в привлечении внимания Александра Васильевича Якимова, тогда заведующего кафедрой технологии машиностроения Одесского политехнического института, к трудам, а через это и к последующему участию в профессиональном становлении Федора Васильевича Новикова, ныне профессора Харьковского национального экономического университета, автор этих строк имеет некоторое отношение. Вскорости после назначения в 1980 году из аспирантуры на должность заведующего лабораторией по штату учебно-вспомогательного персонала ("по рекомендации" собранной в кабинете заведующего партийной группы кафедры – на трехлетний срок, увы, упорством руководства растянувшийся более чем вдвое) мне пришлось участвовать в практической организации стажировки Марка Аркадьевича Гликсона, в

ту пору старшего преподавателя кафедры металлорежущих станков и инструментов Пермского политехнического института. Марк Аркадьевич, ввиду видимых им моих трудностей с самореализацией в науке, контролируемо заслоняемой хлопотами по соревновательному развитию кафедры в преддверии сулящего государственное признание векового юбилея вуза (1985 год), тем не менее, деликатно посоветовал ни в коем случае не приостанавливать профессиональное самообразование, и предложил поддержку в опубликовании результатов аналитических исследований процесса шлифования, с некоторыми из которых мне удалось его ознакомить. Воспользовавшись этим предложением, при поддержке и ведущем соавторстве Ф. В. Новикова удалось последовательно опубликовать несколько принципиальных статей в издаваемом Пермским политехническим институтом межвузовском сборнике научных трудов "Совершенствование процессов абразивно-алмазной и упрочняющей технологии в машиностроении". Три статьи в этом сборнике: об износе алмазного круга (1987), условиях его самозатачивания (1984) и шероховатости поверхности при глубинном шлифовании (1983), были опубликованы как раз в период моего "партийного" отлучения от научно-исследовательской работы.

Не сомневаюсь, что Александр Васильевич, будучи коренным пермяком, и на одесской орбите оставался профессионально внимательным к происходящему и выходящему в печать и свет в Пермском политехническом институте, в котором почти 15 предшествующих своему одесскому периоду лет проработал доцентом и заведующим кафедры технологии машиностроения.

Надо сказать, что впоследствии мне не раз доводилось сталкиваться с работами М. А. Гликсона, высококвалифицированного методиста и специалиста-практика. Случилось и воспользоваться логистикой его изобретения "Датчик для измерения шероховатости и управления процессом обработки" (Авторское свидетельство СССР 1618996, совместно с Владимиром Александровичем Ивановым, заведующим кафедрой металлорежущих станков и инструментов Пермского политехнического института во введении в нынешний век). Воспользуюсь случаем и благодарственно поклонюсь здесь Марку Аркадьевичу и всем причастным пермякам за поддержку в трудное время.

... Успешная защита диссертации Ф. В. Новиковым 1 ноября 1984 года пришлась не только на 100-й год в истории Харьковского политехнического института, но и на первый день 50-го года заведующего выпускающей кафедры Анатолия Ивановича Грабченко, став достойным подарком обоим будущим

юбилярам, вузу и человеку, заслужившим в 1985 году высокое государственное признание: Харьковский политехнический институт – орден, Анатолий Иванович Грабченко – почетное звание. За нашим банкетным столом неоднократно вспоминались оба, и картинками из прошлого, и предвкушением будущего.



Беззубенко Николай Кириллович, Дубина Николай Иванович, в дальнейшем мой преемник на должности заведующего лабораторией, и автор этих строк.

Общение за столом с самого начала было непринужденным, открытым и доброжелательным. Большая наука как-то быстро уступила место тонкому юмору. Николай Кириллович, Анатолий Николаевич и оба оппонента по очереди блистали остроумием. Молодежь по большей части внимала, но Александр Васильевич время от времени с подкупающей простотой взбадривал нас вопросами, начинающимися вступительным: "А как вы думаете...", при этом с озорной улыбкой приглядываясь к испрашиваемому в ожидании ответа. Ни тени высокомерия или провокации к чинопочитанию. Здоровая профессиональная семья, в которой естественно уважение и внимание старшим, но еще более – внимание старших младшим, внимание умное и душевное. После ухода Николая Кирилловича из нашей компании к поезду на родную ему Брянщину безоговорочной ее душой стал Александр Васильевич. Мне тогда особенно запомнилось, как выверено точно и ясно, и притом без видимого напряжения формулировал он в застолье свои суждения по совершенно разным поводам. С редким сочетанием явственной масштабности личной образованности и культуры с располагающей ненавязчивостью и скромностью.



Национальный технический университет "ХПИ"

С того времени мне частенько вспоминается мое первое открытие Александра Васильевича Якимова. И внимая тем, у которых, не как на уроках жизни от Александра Васильевича, учишься еще и тому, чего не следует себе позволять. И при встречах с ним, и при чтении его книг, отличаемых строгой ясностью изложения и отсутствием лишнего, как в трудах великих зодчих эпохи Возрождения. Александр Васильевич явил мне пример потрясающе талантливому трудо- и жизнелюбию. Но возьму на себя смелость предполагать, что источник его редкой широты и глубины вклада в развитие машиностроительной технологической науки, как и взыскательности к результатам своего труда, не сколько от природных дарований, какими он щедро оказался наделен, как Урал самоцветами, сколько все же от упорной работы и над предметами своих изысканий, и над собой.

Потому с высоты своего то ли уже, то ли пока более чем сорокапятилетнего стажа в науке и практике машиностроения, с совмещения со второго курса, с 1973 года, учебы с работой в СПКБ по тематике выпускающей кафедры технологии машиностроения и металлорежущих станков (Александр Васильевич Якимов уже 10 лет как заведует кафедрой технологии машиностроения в Пермском политехническом институте) и донныне, будучи признанным научной общественностью профессионалом, за рубежом введенным в Научный совет по надежности и долговечности механических систем (Университет имени Константина Бранкузи, Румыния, с 2008 года) и в приглашенные ученые-лекторы (НИЯУ "МИФИ", Россия, с 2013 года), особой честью для себя считаю приглашение к участию и соавторство в двух томах (т. 6: Качество обработки деталей машин; т. 9: Проектирование технологических процессов в машиностроении) фундаментального десяти томного издания нынешнего века "Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения", выпущенного Одесским нацио-

нальным политехническим университетом под совместной редакцией дорогих мне коллег – харьковчанина Новикова Федора Васильевича и одесского пермяка Якимова Александра Васильевича.

Доступность, отзывчивость, доходчивость – всегдашние достоинства Александра Васильевича. Общение с ним делает людей лучшими. Он заслуженно почитаем и любим. Почитаем не только в смысле уважения, но и буквально. В моей небольшой домашней профессиональной библиотеке – многокнижье от Александра Васильевича Якимова. Всегда с уверенностью обращаюсь к нему, и всякий раз получаю необходимую поддержку. "Вечерняя Одесса" по случаю 90-летия Александра Васильевича Якимова и по собственному опыту личных общений с видимым удовольствием пишет о нем: "Классик технологии машиностроения, возвысивший ее до уровня академической науки ... Самые сложные вещи излагает доступно... Удивительно интересный собеседник". Мне посчастливилось неоднократно испытывать обаяние личности и ясность профессионализма Александра Васильевича, и каждый раз с удовольствием утверждаться в том же.

Одногодок моего отца-фронтовика, и тем мне по-особому близкий, Александр Васильевич Якимов тоже никогда и нигде не искал легких путей. Как и он, свою военную стезю в грозные сороковые связал с небом. А потом сумел найти и постичь свое мирное небо в технологии машиностроения, нередко решая задачи, которые до него никто не замечал.

Александр Васильевич Якимов и сегодня с нами – в трудах учеников и последователей, в нашей памяти, в своих зачитываемых студентами и дипломированными профессионалами книгах, во всемирной паутине интернета, в прогулках по университету в Перми и в развитии кафедры в Одессе – исторических рубриках университетских сайтов Пермского национального исследовательского и Одесского национального политехнических университетов.

Спасибо, alma-mater, Московскому авиационному институту. Спасибо Перми и Одессе. Спасибо, Александр Васильевич. За то, что остались, уйдя. Памятуя Александра Васильевича Якимова, с особой остротой чувствуешь это на тех же уютных аллеях меж университетских корпусов по-соседству с Отрадой и Малым Фонтаном в Приморском районе Одессы. И, верно, то же – в живописном Сосновом Бору в Перми, в Закамье, принявшем городок аэрокосмического факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета и в его составе кафедру Александра Васильевича Якимова, ныне с современной аббревиатурой ИТМ – инновационные технологии машиностроения, которым он замечательно посвятил всю свою профессиональную деятельность.

*Старший научный сотрудник НТУ "ХПИ" Гуцаленко Ю. Г.*



## ВОСПОМИНАНИЯ О ВСТРЕЧАХ С АЛЕКСАНДРОМ ВАСИЛЬЕВИЧЕМ ЯКИМОВЫМ



Дитиненко С. А. на конференции на заводе "ФЭД" (сентябрь 2010 г.)

С Александром Васильевичем Якимовым меня познакомил мой научный руководитель – профессор Новиков Ф. В. в 2000 году во время проведения второй Международной научно-технической конференции "Физические и компьютерные технологии" на Харьковском машиностроительном заводе "ФЭД". В разговоре Александра Васильевича ознакомили с выполняемой мною диссертационной работой на тему: "Повышение эффективности технологии финишной обработки цилиндрических поверхностей твердосплавных изделий" по специальности "Технология машиностроения". Новиков Ф. В. охарактеризовал меня как специалиста, проработавшего длительное время на заводе "ФЭД" и прошедшего путь от токаря, токаря-расточника, сменного мастера, старшего мастера до начальника технологического бюро цеха. Александр Васильевич с интересом все это выслушал и задал мне вопросы по существу работы, поскольку ему понравилось, что работа имеет хороший практический выход и уже внедрена в инструментальном цехе завода "ФЭД". Он подробно расспросил меня о сути достигнутого эффекта предлагаемого технологического процесса шлифования алмазным кругом на металлической связке с плосковоершинными зернами. Отметил, что и его аспиранты занимались подобными вопросами, однако применительно к шлифованию обычными абразивными кругами и при этом также добивались уменьшения высоты микронеровностей на обрабатываемых поверхностях.

В тот день Александр Васильевич уезжал поездом в Одессу и пригласил меня "договорить" о работе вечером на Южном вокзале. Более получаса мы с ним беседовали о практических результатах диссертационной работы. Его очень удивило, что алмазным кругом на металлической связке можно получить 10 класс чистоты при обработке твердосплавных изделий и тем самым исключить последующую трудоемкую операцию доводки алмазным порошком. В разговоре он вспомнил о своей работе в юности на машиностроительном заводе в его родном городе Пермь.

Впоследствии я часто встречался с Александром Васильевичем во время его пребывания в Харькове на конференциях. Он живо интересовался прохождением моей диссертационной работы и желал творческих успехов.

Александр Васильевич тесно дружил с Дудко Петром Дмитриевичем – профессором нашей кафедры "Техника и технологии", замечательным человеком, участником героической обороны Севастополя в годы Великой Отечественной войны, большим ученым, одним из основоположников науки об абразивной обработке материалов. Петр Дмитриевич часто рассказывал интересные эпизоды встреч с Александром Васильевичем, рассказывал о его работах по созданию прерывистого шлифования и эффективности применения этого прогрессивного метода шлифования на предприятиях, поскольку сам был крупным специалистом в области абразивной обработки.



Профессор Дудко Петр Дмитриевич

Александр Васильевич Якимов – всемирно известный ученый и я благодарен судьбе, что она подарила мне возможность познакомиться с ним, бе-

седовать о моей диссертационной работе, слушать его советы. Воспоминания о встречах с Александром Васильевичем сохранились у меня на всю жизнь, а его советы и рекомендации по дальнейшему развитию научных разработок стали отчасти девизом моей жизни, которые я стараюсь по мере возможности неукоснительно выполнять и передавать студентам.

*Доцент Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук Дитиненко С. А.*

### УЧИТЬСЯ НИКОГДА НЕ ПОЗДНО, ЕСЛИ ЕСТЬ ТАКИЕ УЧИТЕЛЯ



Савченко Н. Ф., Шкурупий В. Г., Крюк А. Г., Дитиненко С. А.,  
Товстопплет А. К. (заместитель главного технолога завода "ФЭД")  
на конференции на заводе "ФЭД" (сентябрь 2010 г.)

Утверждение о том, что "Век живи и век учись" не подлежит сомнению, тем более для тех, кто, воплощает в практику абстрактные чертежи в "живые" детали, узлы и машины. В этом мы, технологи-практики, неоднократно убеждались. Нечего греха таить – иногда, действуя второпях, без обращения к науке, принимали решения наугад, что впоследствии возвращалось бумерангом и сказывалось на результатах в производстве, которые, к сожалению,

иногда бывали отрицательными. И все же, решая эти проблемы, мы всегда обращались к научным достижениям. Чрезвычайно удачным стало предложение главного инженера ГП ХМЗ "ФЭД" Фадеева В. А., профессора Якимова А. В. и докт. техн. наук Новикова Ф. В. проводить на базе нашего завода ежегодные международные научно-практические конференции с привлечением ученых и производственников. На одной из конференций в 2000 году я впервые познакомился с профессором Якимовым А. В., и он подарил мне авторскую книгу "Теплофизика механической обработки" со своим автографом. Я знал Александра Васильевича, как главного технолога Украины (так мы уважительно его называли), а я в то время был главным технологом завода "ФЭД", что, очевидно, послужило сближению наших взглядов в решении проблем производства с участием научных достижений всемирно известного Одесского политехнического университета. Книга, которую подарил мне Александр Васильевич, это не только учебник для студентов, а главным образом - путеводитель для инженеров-технологов Украины, и не только. В нем вскрыты глубинные процессы, происходящие в металле при его обработке. Эти процессы не воспринимаются наглядно, поэтому для их понимания учебник объясняет происходящее и дает ответы практикам о том, что необходимо предпринять, чтобы технологический процесс резания, а, следовательно, и качество изделия были оптимальны. Все мы хорошо знаем, что при металлообработке, вследствие деформации, образуется стружка, обрабатываемый материал и режущий инструмент, взаимно сопротивляясь, нагреваются. Однако при этом температурный фактор от недостатка наших знаний и умения не учитывается.

Как крупный ученый в области технологии машиностроения, профессор Якимов А. В. не только в этой проблеме, но и во многих других создал фундаментальные знания для инженерно-технических работников, что является неоценимым вкладом в развитие науки и производства. Результаты его работ нашли воплощение в производстве завода "ФЭД". К ним можно отнести: внедрение прерывистого шлифования; шлифование импрегнированными кругами; пути устранения шлифовальных прижогов и др. Надеюсь, еще долго технологи-практики завода "ФЭД" будут вспоминать Александра Васильевича Якимова, и пользоваться его научными трудами.

*Ведущий технолог ГП ХМЗ "ФЭД"*  
*Товстопплет А. К.*



**ЯКИМОВ АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ – ВЫДАЮЩИЙСЯ  
ОРГАНИЗАТОР НАУКИ И ПЕДАГОГ**



Александр Васильевич Якимов один из наиболее выдающихся и ярких ученых в области механической обработки материалов на Украине. Им создана научная школа и разработано учение по финишным методам алмазно-абразивной обработки деталей машин, изготовленных из различных конструкционных сталей, металлов и сплавов. Им была предложена, разработана и внедрена новаторская идея прерывистого шлифования, признанная во всем мире.

Результаты его теоретических работ и научных исследований, представленные в многочисленных монографиях, статьях и патентах, обладают ярко выраженной и принципиальной научной новизной, отображают приоритет украинской науки в области абразивно-алмазной обработки и общей технологии машиностроения.

Александр Васильевич известен как выдающийся организатор науки и педагог. Он возглавлял кафедру "Технологии машиностроения" в Одесском политехническом институте более 15 лет. Им опубликованы учебные пособия и учебники по различным курсам, также, он читал курсы дисциплин для бакалавров, специалистов и магистров. Якимов А. В. подготовил 55 кандидатов и 6 докторов наук.

Внедрение разработок Якимова А. В. на моторостроительных и станкостроительных предприятиях послужило обоснованием присвоения ему множества почетных званий. Память о нем и его трудах навсегда останется в наших сердцах.

*Профессор кафедры "Технология машиностроения  
и металлорежущие станки" НТУ "ХПИ",  
доктор технических наук Хавин Г. Л.*

**ЯКИМОВ О. В. – КЕРІВНИК НАЙПОТУЖНІШОЇ ШКОЛИ  
МАШИНОБУДІВНИКІВ**



Професор Якимов О. В. – видатний український науковець в області машинобудування. Він займався педагогічною діяльністю, організовуючи наукові конференції. Якимов О. В. здійснював зі своїми учнями виїзні конференції, пропагував наукові досягнення в галузі машинобудування. Це найбільш плідні в його житті роки. Він визначний український учений, громадянин, науковий керівник та вчитель. Цей видатний науковець за часи незалежності України сформував найпотужнішу школу машинобудівників.



Шкурупій В. Г. після захисту кандидатської дисертації  
в Одеському національному політехнічному університеті (2006 р.)

Непохитна принциповість ученого Якимова О. В. одне з найвидатніших явищ для учених самостійної України. Його позиція, його життя, його виступи викликали захоплення. Необхідно відмітити принциповість у відстоюванні

своїх ідей. Цей чоловік думав тільки про те, щоб дати вичерпні знання в своїй області і таким чином виховати послідовників його ідей. Його благородна мета виховати нове покоління машинобудівників, які б досягли нових звершень в економічному розвитку України здійснилась. Він цього досяг і таким чином здійснив свій трудовий подвиг.

*Доцент Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця, кандидат технічних наук Шкурупій В. Г.*

### ВОСПОМИНАНИЯ О ЯКИМОВЕ А. В.



Каждому человеку эпоха предъявляет свои требования, не сообразуясь с тем, способен ли он им соответствовать. Поэтому уровень достижений человека может служить мерой такого соответствия и той гармонии, которая достигнута этим человеком в обществе людей. Под этим углом зрения личность Александра Васильевича Якимова высвечивается многочисленными гранями его яркого таланта.

Под руководством Якимова А.В. были созданы и оснащены необходимым оборудованием, приборами, наглядными пособиями и вычислительной техникой учебные лаборатории и кафедры вузов Запорожья, Перми и Одессы.

Благодаря настойчивости и целеустремленности Якимов А. В. смог заинтересовать и объединить вокруг себя большой коллектив научных работников, нацелив их на решение единой комплексной проблемы – "Разработка технологии прерывистого шлифования". Такое объединение ученых подняло уровень научно-исследовательских работ. Большинство из этих работ, пользуясь спросом в промышленности, получили признание в стране и повсеместно внедряются на машиностроительных предприятиях. Все, кому довелось сотрудничать Александром Васильевичем, попадали в окружение удивительной ауры этого замечательного Человека, надолго сохраняли теплоту встреч с ним.

*Доцент кафедры информационных компьютерных технологий и математики Украинской инженерно-педагогической академии, кандидат технических наук Стрельчук Р. М.*

### СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ЯКИМОВ АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ – УЧЕНЫЙ, ПЕДАГОГ, УЧИТЕЛЬ! .....                                                     | 3   |
| ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА И ЕГО НАУЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА .....                           | 18  |
| ВОСПОМИНАНИЯ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА В ИЗЛОЖЕНИИ СЫНА ЯКИМОВА АЛЕКСЕЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА .....                 | 30  |
| КАДРЫ ИЗ ФИЛЬМА О ЯКИМОВЕ АЛЕКСАНДРЕ ВАСИЛЬЕВИЧЕ .....                                                            | 88  |
| ЛИТЕРАТУРА О ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА .....                                            | 100 |
| УКАЗАТЕЛЬ ПЕЧАТНЫХ РАБОТ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА .....                                                     | 111 |
| АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА ..... | 154 |
| ПОСЛЕДНИЕ СТАТЬИ, ПОДГОТОВЛЕННЫЕ С УЧАСТИЕМ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА .....                                  | 198 |
| ДИССЕРТАЦИИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ЯКИМОВА АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬЕВИЧА .....                                                    | 221 |
| ЯКИМОВ АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ В ВОСПОМИНАНИЯХ КОЛЛЕГ, ДРУЗЕЙ И УЧЕНИКОВ .....                                       | 237 |

НАУКОВО-ІНФОРМАЦІЙНЕ ВИДАННЯ

**ПРОФЕСОР  
ЯКИМОВ ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ  
ТА ЙОГО НАУКОВА ТЕХНОЛОГІЧНА ШКОЛА**

**Під загальною редакцією проф. Ф. В. Новікова**

*(Російською мовою)*

Відповідальний за випуск **Новіков Ф. В.**

В авторській редакції

Підписано до друку 06.06.2019.

Формат 60х84/16. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 17,21.

Наклад 300 прим. Заказ № 175.

Видавництво та друкарня ПП «Ліра ЛТД».

49107, м. Дніпро, вул. Наукова, 5

Свідоцтво про внесення до Держреєстру

ДК № 6042 від 26.02.2018.