

ИНЖЕНЕР- МЕХАНИК

№ 1 (62)
январь – март
2014

Республиканский межотраслевой производственно-практический журнал
Издается с июля 1998 года
Выходит один раз в три месяца

Учредитель — Белорусское общество инженеров-механиков

Главный редактор академик С.А. Астапчик

Редакционная коллегия: М.А. Андреев, В.Н. Дашков, А.М. Захарик, Д.А. Дубовик, В.Л. Колпащиков, А.А. Дюжев, Л.Н. Крупец, Г.С. Лягушев, Е.И. Медвецкий, М.Г. Мелешко, С.А. Чижик, П.Л. Мариев

Адрес редакции:

220141, Минск, ул. Купревича, 10 (ранее Жодинская, 4)

тел./ факс 203-88-80; 226-73-36

E-mail: mail@boim.by

Свидетельство о регистрации № 1132 от 21.04.1998

Подписной индекс 00139

Компьютерная верстка Н.В. Райченко

Подписано в печать 25.03.2014.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 5,6. Уч.-изд. л. 4,7.

Тираж 250 экз. Заказ №

Цена номера договорная.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика в ГНУ «Физико-техническом институте НАН Беларуси».

Лицензия ЛП № 02330/0494176 от 3.04.2009 г.

220141, г. Минск, ул. Купревича, 10.

СОДЕРЖАНИЕ

Юбилей

Академик Василий Петрович Северденко. К 110-летию со дня рождения.....2

Ласковнёв Александр Петрович. К 65-летию юбилею.....8

Разработки ученых и специалистов

Развитие теории и технологий обработки металлов давлением в Физико-техническом институте.....10

Оценка влияния частоты шим-сигнала на диапазон управления исполнительным механизмом топливоподачи ДВС.....25

Ярмарка инновационных идей 2013.....29

Рационализаторские предложения учащихся и работников учреждений, обеспечивающих получение профессионально-технического и среднего специального образования.....33

Из истории авиации

Прыжок к сверхзвуковому барьеру (продолжение).....44

АКАДЕМИК ВАСИЛИЙ ПЕТРОВИЧ СЕВЕРДЕНКО К 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

Л.И. Гурский

Сотрудник ФТИ АН БССР (1960–1993),

*а ныне — профессор кафедры «Электронная техника и технологии» БГУИР,
д.т.н., профессор, член-корреспондент по специальности «Физика твердого тела»
Отделения физики, математики и информатики НАН Беларуси*

С академиком АН БССР, профессором, доктором технических наук Василием Петровичем Северденко я познакомился в феврале 1958 года как студент 43 группы механико-технологического факультета Белорусского политехнического института. Заведующий кафедрой обработки металлов давлением Василий Петрович Северденко читал студентам 43 и 44 групп (50 человек) лекции по дисциплине «Теоретические основы прокатки». Жизнь подарила мне многолетнее общение с Василием Петровичем. С февраля 1958 года во время учебы в Белорусском политехническом институте, а с 1960 года и до смерти Василия Петровича при совместной работе в Физико-техническом институте АН БССР и в Москве в квартире на Кутузовском проспекте, в которой жила семья Василия Петровича — жена Елизавета Михайловна и младшая дочь. Старшая дочь с мужем жили отдельно.

Расскажу о наших встречах и совместной работе кратко и по порядку. В жизни каждого человека окончание школы связано с выбором дальнейшего пути, необходимостью принятия решения, которое навсегда определяет его судьбу, и естественно, это решение принимается в условиях недостаточного опыта и, как правило, с учетом опыта родителей и опыта окружающих выпускника школы людей. На выбор моего пути в значительной, определяющей степени повлияли академики АН БССР Федор Иванович Федоров, Сергей Иванович Губкин и Василий Петрович Северденко.

Встречи с этими учеными определили не только необходимость изучения физики и химии, но и выбор учебного заведения и желание стать

ученым. В 13-ой средней школе города Минска я учился хорошо и закончил школу в 1954 году с золотой медалью. Отличные отметки в школе были основанием для учителей направлять меня на школьные олимпиады по различным предметам. Кроме учебы в школе много времени у меня уходило на занятия спортом, я входил в молодежную сборную Советского Союза по легкой атлетике, занимаясь в ней тяжелыми видами — толкание ядра, метания молота и диска, метание копья. По этим видам спорта я был чемпионом БССР. Тренировки были ежедневными и длительностью, как правило, не менее трех часов, выходным днем был понедельник. Занятия в школе, подготовка к урокам, спортивные тренировки и участие в олимпиадах научили меня ценить время и правильно им распоряжаться, всегда успевать, и прежде всего, выполнить заданные на дом задания по всем урокам.

Весной 1954 года проходила на химическом факультете БГУ олимпиада по химии. В числе победителей олимпиады оказались Владимир Сергеевич Салдатов — ныне академик НАН Беларуси по химии и я. На этой олимпиаде выступили известные ученые-химики: академик АН БССР Борис Васильевич Ерофеев, доктор химических наук Григорий Лазаревич Старобинец и др. Одним из первых выступал академик АН БССР, доктор химических наук Сергей Иванович Губкин. На меня его выступление произвело неизгладимое впечатление. Он говорил о проблемах физико-химической теории пластичности, о химических процессах при пластической деформации металлов, о важности для промышленности СССР и БССР, и в частности для таких заводов

как МАЗ, БелАЗ и МТЗ, различных процессов обработки металлов давлением и о том, что в БПИ готовятся специалисты для этих и других заводов, в их числе и обучающиеся по специальности «Машины и обработка металлов давлением».

В сентябре 1954 года я стал студентом 43 группы, которая вместе с 44 группой обучалась по вышеуказанной специальности. В середине сентября для студентов этих групп, а нас было 50 человек, заведующим кафедрой обработки металлов давлением академиком АН БССР, профессором доктором химических наук Сергеем Ивановичем Губкиным была прочитана лекция о современном состоянии и перспективах развития теории пластичности и теории и практики обработки металлов давлением. Из его выступления мы узнали, что он не только заведующий кафедрой обработки металлов давлением в БПИ, но и директор Физико-технического института АН БССР и заведующим лабораторией пластичности в этом институте. В его выступлении особое внимание было уделено необходимости широкого внедрения на таких предприятиях БССР как МАЗ, БелАЗ, МТЗ и др. существующих и новых технологических процессов обработки металлов давлением, а для этого нужны высококвалифицированные специалисты. Далее он выразил уверенность, что мы таковыми станем. Но лекций Сергея Ивановича Губкина по пластичности и обработке металлов давлением нам слушать не пришлось. Сергей Иванович Губкин вскоре умер. С октября 1954 года заведующим кафедрой обработки металлов давлением был к.т.н. Михаил Адамович Барановский, который читал нам лекции по дисциплине «Листовая штамповка», лекции по дисциплине «Теория обработки металлов давлением» читал ученик С.И. Губкина к.т.н. Ефграф Иосифович Бельский. Этот курс был построен на материале учебника С.И. Губкина «Теория обработки металлов давлением». Дисциплину «Горячая ковка и штамповка металлов» читал к.т.н. Евгений Маркелович Макушок, а дисциплину «Металловедение» — к.т.н. Василий Иванович Беляев. Именно лекции этих преподавателей оказали на нас наибольшее влияние и заложили для многих студентов желание стать научными работниками.

С 1957 года кафедру обработки металлов давлением в БПИ возглавил академик АН БССР, профессор, доктор технических наук Василий Петрович Северденко, который одновременно работал директором Физико-технического института АН БССР и заведующим лаборатори-

ей пластичности в этом институте. Институт в 1957 году размещался на небольших площадях в главном здании Академии наук БССР.

Непосредственное знакомство студентов 43 и 44 групп механико-технологического факультета Белорусского политехнического института с Василием Петровичем Северденко как профессором БПИ состоялось в феврале 1958 года. Василий Петрович Северденко читал нам лекции по новой для нас дисциплине — «Основы теории прокатки». Раньше для студентов, обучающихся по специальности «Машины и обработка металлов давлением» такая дисциплина не преподавалась.

В начале 1958 года Василий Петрович Северденко организовал для студентов 43 и 44 групп БПИ экскурсию в Физико-технический институт АН БССР, где мы впервые познакомились с имеющимся в институте технологическим оборудованием и научными сотрудниками лаборатории пластичности Михаилом Ильичом Калачевым, Василием Степановичем Мурасом и другими.

По прошествии многих лет, когда с 1978 года по совместительству на 0,5 ставки профессора МРТИ, а с 2002 г. и по настоящее время на полную ставку профессора БГУИР я работаю на кафедре электронной техники и технологии и читаю лекции по дисциплинам «Физико-технологические основы процессов формирования микро- и наноструктур», «Материаловедение», «Физические основы электронно-оптической техники», «Электрокомпоненты и биомедицинские сенсоры», «Электрорадиоэлементы и устройства функциональной электроники», «Элементная база средств медицинской электроники», «Элементная база радиоэлектронных средств», «Электрокомпоненты», я с благодарностью вспоминаю педагогическое мастерство лектора Василия Петровича Северденко. Он всегда приходил к аудитории, в которой должен был читать лекцию за 5–10 минут до ее начала. Выходя из аудитории, в которой читалась предыдущая лекция, мы всегда встречались с медленно прогуливавшимся по коридору Василием Петровичем Северденко.

Василия Петровича Северденко природа наделила великолепной внешностью. Он был высокого роста — не менее 185 см, умеренной полноты. Его красивое лицо всегда было спокойным и выражало достоинство, уверенность в себе и доброжелательность к окружающим. В аудиторию Василий Петрович всегда входил через 2–3 ми-

нуты после звонка, здоровался: «Приветствую будущих специалистов по обработке металлов давлением», и не спеша усаживался за стол преподавателя, затем обращался к старостам групп и просил показать журналы, спрашивал, кто из студентов отсутствует и по каким причинам. После этого он вставал и в течение лекционного времени больше никогда за стол преподавателя не садился. Лекция всегда начиналась словами: «Не устали ли Вы от предыдущих лекций?» Получив ответ, что не устали, он кратко напоминал основное содержание предыдущей лекции, называл тему настоящей лекции и перечислял основные разделы ее содержания. После небольшой паузы произносились слова: «Итак, начнем, будьте, пожалуйста, внимательными». Первую лекцию по основам теории прокатки он начал словами: «Прокатка и волочение — это основные металлургические процессы обработки металлов давлением. Прокатка как горячая ковка и штамповка и холодная листовая штамповка является одним из самых распространенных процессов обработки металлов давлением. Прокатка является не только заготовительным процессом. Прокаткой изготавливается большое количество изделий различного профиля — рельсы, балки, уголки и т.д. К сожалению, в БССР этот вид обработки давлением не используется. Надеюсь, что с Вашей помощью будут разработаны специальные виды прокатки для машиностроительных предприятий». И он оказался прав. Сегодня на предприятиях Беларуси широко используются специальные виды прокатки и их разновидности — профильная накатка, наиболее распространенной из которых являются поперечно-клиноватая прокатка, которая впервые была использована в семидесятых годах прошлого века на Минском тракторном заводе, и многочисленные ее разновидности, а также накатка роликами профиля шлицевых валов и формирование гидродинамическим выдавливанием профиля поверхности таких изделий как шестерни, различные виды режущего инструмента и др. В освоение этих процессов значительный вклад внесли к.т.н. В.С. Мураш, к.т.н. Э.Ш. Суходрев, к.т.н. Г. В. Андреев — бывший студент 43 группы, к.т.н. В.Я. Щукин и др.

Содержание лекции Василий Петрович излагал медленно, хорошо поставленным голосом. При необходимости он извлекал из левого кармана пиджака прямоугольные листы ватмановской бумаги, на которых имелись необходимые формулировки и отдельные формулы, которыми он не перегружал свои лекции. При чтении лекций им

часто указывалось на необходимость по конкретным вопросам дальнейших исследований, например, в лекциях по определению коэффициента трения при прокатке были перечислены основные методы: метод максимального угла захвата, метод опережения, метод крутящего момента и другие, при этом всегда подчеркивались недостатки метода и необходимость дальнейших исследований. Здесь особенно необходимо подчеркнуть следующее. К четвертому курсу, когда читалась дисциплина «Основы теории прокатки», мы уже прослушали курсы по физике, математике, химии, теоретической механике, сопротивлению материалов, деталям машин и механизмов, электротехнике, и др. При этом складывалось впечатление, что эти дисциплины с научной точки зрения являются полностью сформированными, необходимо только их изучить. А Василий Петрович в каждой лекции указывал на необходимость дальнейших исследований по излагаемым им вопросам, тем самым он ориентировал студентов на необходимость научных исследований. Ему удалось привить своим студентам желание заниматься научной работой. Назову некоторые фамилии студентов Василия Петровича, которые стали известными учеными — академик Александр Васильевич Степаненко, академик Владимир Архипович Лабунин, автор этих воспоминаний — член-корреспондент Леонид Ильич Гурский, доктор технических наук Владимир Миронович Сегал, а также ряд кандидатов наук, некоторые из которых были названы выше.

В конце 1960 года я поступил в аспирантуру при Физико-техническом институте АН БССР и моим научным руководителем стал Василий Петрович Северденко. На первом собеседовании он подчеркнул, что независимо по какой специальности выполняется диссертация необходимо дальнейшее углубленное изучение физики, математики и иностранного языка, желательно английского, так как большинство ученых мира издает научные труды на английском языке. При этом он не стеснялся и говорил, что его самые большие недостатки как ученого — это недостаточное знание физики и математики и незнание английского языка.

В Физико-техническом институте АН БССР я проработал в разных должностях: аспирант, младший научный сотрудник, ученый секретарь института, старший научный сотрудник, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией конденсированных систем, заведующий отделом конденсированных систем

с декабря 1960 года и до сентября 1993 года. Но связи с ФТИ НАН Беларуси сохранены и в настоящее время я являюсь членом Совета по защите диссертаций Д 01.18.01 при ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», участвую в выполнении заданий ГПНИ Функциональные и машиностроительные материалы, наноматериалы» подпрограмма «Материалы в технике» и подпрограмма «Высокоэнергетические технологии».

Много о чем можно вспомнить. Но остановлюсь только на некоторых воспоминаниях, связанных с Василием Петровичем как ученым и человеком. В начале января 1961 года на заседании лаборатории пластичности подводились итоги исследований за 1960 год. Выступили все руководители групп: к.т.н. Михаил Ильич Калачев, к.т.н. Василий Степанович Мурас, к.т.н. Станислав Александрович Пасечный, к.т.н. Евгений Маркелович Макушок. Затем были заслушаны научные сотрудники. Мне запомнились обстоятельства, связанные с отчетом Эдуарда Ивановича Точицкого. Он говорил об исследованиях механизма пластической деформации и продемонстрировал первые электронномикроскопические снимки структуры алюминиевых пленок, полученные на электронном микроскопе «Tesla». Василий Петрович потребовал у Э.И. Точицкого рабочий журнал и начал его листать. Затем последовали вопросы: «А что Вы делали 6, 13, 20 и 27 января прошлого года?» Последовал ответ: «Э это были выходные». «Запомните у тех, кто хочет стать ученым, выходных нет!» — сказал Василий Петрович. Затем, обращаясь к Э.И. Точицкому, Василий Петрович сказал: «Вам было поручено подыскать выпускников физического факультета БГУ для направления их на преддипломную практику, а затем на работу в нашу лабораторию». Ответ Э.И. Точицкого был положительным. И вскоре в лаборатории появились Аркадий Михайлович Чапланов (ныне доктор технических наук — сотрудник ФТИ НАН Беларуси) и Вячеслав Евгеньевич Обухов (ныне кандидат технических наук — сотрудник ФТИ НАН Беларуси) Далее на такие вопросы, которые были заданы Э.И. Точицкому, пришлось отвечать аспирантам: Б.А. Каледину, С.И. Сегодняку, К.В. Брехову, В.И. Задедюрину, В.И. Елину, В.В. Клубовичу. Рабочие журналы Василий Петрович проверял постоянно как у сотрудников лаборатории пластичности, так и у сотрудников других лабораторий института.

Запомнился мне и первый ученый совет института, на котором я присутствовал. На сове-

те рассматривался отчет института за 1960 год. В повестке дня был и вопрос о переизбрании директора института (директор института академик АН БССР В.П. Северденко) на новый срок. После выступлений ряда сотрудников, рекомендовавших избрание академика АН БССР В.П. Северденко директором института на новый срок, слово попросил академик АН БССР Николай Сергеевич Акулов. В своем коротком выступлении он заявил: «Все важные научные и организационные вопросы мы рассматриваем и решаем на ученом совете института», и после паузы добавил: «я глубоко убежден, что директор нам не нужен, ну а если возникнут вопросы, которые без директора решить невозможно, то на должность директора я предлагаю себя». На ученом совете наступила тишина. Я впервые увидел расстроенного Василия Петровича. Его лицо побагровело. Но затем выступили в поддержку В.П. Северденко Евмений Григорьевич Коновалов, Михаил Николаевич Бодяко и Илья Григорьевич Некрашевич. Академик АН БССР Н.С. Акулов хитро улыбался и не настаивал на включении его кандидатуры для избрания директором института.

Ученым секретарем института в шестидесятые годы была к.т.н. Зоя Николаевна Проскурина. В обязанности ученого секретаря входило и подготовка отчетов по аспирантуре института для АН БССР. Знакомая с отчетами аспирантов, она обратила внимание на мой отчет, в котором было указано на несколько опубликованных статей, и предложила мне выполнять во время ее отпуска обязанности ученого секретаря института. Как аспирант я отпуском не пользовался по следующим причинам. Летом практически все научные сотрудники уходили в отпуск, и лаборанты лаборатории пластичности оказывались не сильно загруженными работой. Я привлекал их для подготовки образцов и других работ по теме моей кандидатской диссертации. Я согласился, и летом в 1961–1964 гг. выполнял обязанности ученого секретаря института. В конце лета 1961 года в институт потупило правительственное письмо. Необходимо было подготовить заключение института о целесообразности строительства в городе Минске заводов по производству полупроводниковых приборов. Согласно договоренности о важных документах я должен был информировать директора института В.П. Северденко, который проводил отпуск на даче в подмосковье. Я позвонил ему и получил ответ: «Я металлург, с проблемами полупроводникового производства не знаком. Готовьте к сентябрю ответ, какой Вы

считаете нужным. Я его подпишу, не читая». Положительный ответ был подготовлен. В обосновании также указывалось, что в Минске работают заводы электроно-оптической промышленности и высшие учебные заведения БГУ, БПИ и другие, специалисты и выпускники, которые будут востребованы этими заводами. Ответ был, как и обещал Василий Петрович, подписан, но после моих пояснений и вопроса: «А не собираетесь ли и Вы работать на этих заводах?»

Вскоре началось строительство в Минске заводов по производству полупроводниковых приборов, которые впоследствии были объединены в НПО «Интеграл». В 1993 году НПО «Интеграл» отмечало свое 40-летие и в докладе генерального директора НПО «Интеграл» Виктора Андреевича Емельянова было сказано, что заслуга в организации на территории Беларуси заводов по производству дискретных и интегральных полупроводниковых приборов принадлежит академикам АН БССР В.П. Северденко и Н.Н. Сироте.

Полупроводниковый завод имени Ф.Э. Дзержинского заключил свой первый хозяйственный договор по совершенствованию качества эпитаксиальных структур на кремнии в 1967 году с Физико-техническим институтом АН БССР, а исполнителями договора были к.т.н. Точицкий Э.И. и к.т.н. Гурский Л.И. И сегодня в ФТИ НАН Беларуси и мною в БГУИР выполняются работы в интересах ОАО «Интеграл», которое в декабре 2013 г. отметило свое 50-летие.

В начале 1965 года Василий Петрович назначил меня ученым секретарем института. Как ученый секретарь института я присутствовал на всех отчетах лабораторий института у директора института. Как было сказано выше, на этих отчетах Василий Петрович внимательно просматривал рабочие журналы сотрудников лабораторий. Запомнился такой случай. Слушались отчеты лаборатории, которой руководил член-корреспондент АН БССР Альберт Виктор Иозефович Вейник. Внимание Василия Петровича привлекли рабочие журналы Александра Александровича Михалевича и, особенно, Геннадия Анатольевича Анисовича. Василий Петрович попросил Г.А. Анисовича оставить ему на некоторое время его журнал с целью ознакомить с ним сотрудников других лабораторий института. Рабочий журнал остался у директора института, что вызвало волнения его автора. Беспокойство Г.А. Анисовича было обусловлено тем, что в его журнале содержались исследования, впоследствии вошедшие в его док-

торскую диссертацию. Но волнения оказались напрасными, через некоторое время рабочий журнал с благодарностью и похвалой за тщательность оформления и качественное научное содержание был возвращен в целостности и сохранности его автору. Эти факты я привожу не случайно. Систематическая научная работа, своевременное и качественное ее оформление, личные качества сотрудника, его научная эрудиция, как правило, становятся основой будущих успехов. Пройдут годы и Геннадий Анатольевич Анисович и Александр Александрович Михалевич станут академиками Белорусской академии наук. Геннадий Анатольевич Анисович возглавит Отделение ФТИ АН БССР в Могилеве, на базе которого будет организован Институт технологии металлов НАН Беларуси, а ученик Г.А. Анисовича Евгений Игнатьевич Марукович станет директором и сделает этот институт одним из лучших институтов НАН Беларуси, и будет избран академиком НАН Беларуси.

Первыми аспирантами Василия Петровича в ФТИ АН БССР, которые успешно защитили кандидатские диссертации были Борис Алексеевич Каледин и Владимир Владимирович Клубович. В диссертации В.В. Клубовича впервые при осадке металлов использовались ультразвуковые колебания. Это направление получит широкое распространение в стране и зарубежом. В.В. Клубович вскоре защитит докторскую диссертацию, и возглавит Отделение Института Физики твердого тела и полупроводников в Витебске, а затем — Институт технической акустики НАН Беларуси, созданный на базе этого Отделения, будет избран членом-корреспондентом, а затем академиком НАН Беларуси. Вскоре к руководству аспирантов в качестве одного из руководителей Василий Петрович привлек меня. Первым аспирантом был Николай Владимирович Румак, который защитил кандидатскую диссертацию по обработке металлов давлением, а затем при моем участии как научного консультанта — докторскую по специальности в области электронной техники. Н.В. Румак был избран членом-корреспондентом АН БССР. Следующие аспиранты, у которых научными руководителями были Василий Петрович и я, были Виктор Алексеевич Зеленин, Владимир Михайлович Колешко и Светлана Ивановна Петренко — все они защитили кандидатские диссертации по обработке металлов давлением, а вот докторские диссертации при моем участии как научного консультанта В.М. Колешко и В.А. Зеленин. Эти диссертации были защищены

по специальностям в области электронной техники. Не вдаваясь в подробности, отмечу, что исследование лаборатории конденсированных систем, заведующим которой был я, в области электроники и микроэлектроники Василием Петровичем не поддерживались.

В середине шестидесятых годов Василий Петрович начал готовить учебник «Основы теории прокатки». К подготовке этого учебника он привлек бывших студентов БПИ, а ныне кандидатов технических наук, сотрудников института Т.В. Калиновскую, В.М. Сегала и меня. Результаты наших исследований были использованы в этой книге, которая была опубликована в 1967 году.

Научные традиции, заложенные в организацию и выполнение научных исследований, передаются из поколения в поколение научных сотрудников, начиная с даты образования Физико-технического института 29 марта 1931 года и в настоящее время.

Выше говорилось о том, что Василий Петрович требовал от заведующих лабораторий привлекать на работу в институт выпускников физического факультета БГУ. В институт были распределены сначала Станислав Александрович Астапчик, а затем Анатолий Илларионович Гордиенко, которые по прошествии нескольких лет стали сотрудниками лаборатории термокинетики. Ими были защищены кандидатские и докторские диссертации. С.А. Астапчик и А.И. Гордиенко были избраны в разные годы членами-корреспондентами, а затем и академиками НАН Беларуси. С.А. Астапчик стал Лауреатом Государственной премии СССР, а А.И. Гордиенко — Государственной премии Республики Беларусь. С.А. Астапчик долгие годы работал директором ФТИ НАН Беларуси и

академиком-секретарем Отделения физико-технических проблем машиностроения и энергетики. Академик А.И. Гордиенко и в настоящее время является директором ФТИ НАН Беларуси.

В 1978 году Физико-технический институт АН БССР награжден переходящим Знаменем ЦК КПСС и Совета Министров СССР как победитель социалистического соревнования среди научных учреждений Советского Союза. Успехи, достигнутые институтом, не остались без внимания Президента Академии наук УССР, директора Института сварки АН УССР академика АН СССР Б.Е. Патона, который с интересом знакомился с результатами исследований ФТИ АН БССР. В 1981 г. институт награжден Орденом Трудового Красного Знамени.

Научные и организационные основы работы и успехи Физико-технического института связаны с именами его директоров — академика Целестина Леоновича Бурстина, Дмитрия Иустиновича Горина, академика Константина Васильевича Горева, академика Сергея Ивановича Губкина, академика Василия Петровича Северденко, академика Виктора Николаевича Чачина, академика Станислава Александровича Астапчика, академика Анатолия Илларионовича Гордиенко и напряженным и эффективным трудом научных сотрудников института.

Вспоминая академика АН БССР, профессора, доктора технических наук Василия Петровича Северденко, мы с благодарностью вспоминаем его заслуги в организации научных исследований в Беларуси по изучению пластичности и разработке процессов обработки металлов давлением, подготовке научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации.

ЛАСКОВНЁВ АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ к 65-летнему юбилею



Родился 23 марта 1949 г. в пос. Россоны Витебской области, белорус. В 1972 г. окончил Белорусский политехнический институт по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструмент», доктор технических наук (2004 г.). Общий трудовой стаж 41 лет: слесарь-инструментальщик (1966–1967 гг.), студент Белорусского политехнического института (1967–1972 гг.), служба в Советской Армии (1972–1974 гг.), инженер-конструктор (1974–1975 гг.), с 1975 г. по настоящее время сотрудник Физико-технического института НАН Беларуси (старший научный сотрудник, заведующий лабораторией). С 2003 г. заместитель директора по научной работе.

Ласковнев А.П. – признанный специалист по разработке методов и технологий создания и об-

работки материалов. В 1987 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в 2004 г. ему присуждена ученая степень доктора технических наук по специальности «Материаловедение в машиностроении». С 2009 г. член-корреспондент. Им внесен значительный вклад в развитие теории и технологических основ малоотходного производства композиционных материалов с использованием алюминиевых порошков. Им впервые разработаны технологические принципы многофакторного внешнего воздействия на композиционный материал для получения высоких антифрикционных свойств. Обосновано применение схемы всестороннего неравномерного сжатия для формирования материала с высокими антифрикционными свойствами и низкой пластичностью.

Установлены механизмы внешнего воздействия при высокотемпературной консолидации частиц крупных фракций. Доказано, что благодаря распаду твердых растворов, а также повышенной зернограничной энергии спекание протекает при более низких температурах, что существенно снижает усадку заготовок и позволило наладить производство пористых материалов из порошков сплавов алюминия крупных фракций, которые до этого шли после прессования на повторное расплавление.

Впервые в теории и технологии нанесения керамического покрытия на днище и камеру сгорания поршня показано, что применение флюсов с долговременным модифицирующим эффектом, прирублей с керамическими утеплителями, а затем проведение процесса анодного микродугового оксидирования с подавлением реакционной активности кремния позволяет получить защитную пленку, увеличив «живучесть» поршня в 2,5–3 раза.

Разработки получили широкое промышленное внедрение при создании объектов новой техники с экономической эффективностью более 1 млрд руб.

в год. Созданы участки на ПРУП «Минский моторный завод» по производству композиционных подшипников скольжения, производству биметаллических поршней, по переработке стружечных отходов с производством порошков, композиционных и керамических материалов. С использованием разработанных и внедренных технологий достигается экономия материальных и энергетических ресурсов.

Ласковнев А.П. член ученого совета по защите диссертаций технико-экономического совета Министерства промышленности, научно-го совета по ГППИ «Материалы в технике» и «Высокоэнергетические и ядерные технологии», член экспертного совета «Физика конденсированных систем» ФТИ НАН Беларуси.

Ласковнев А.П. автор более 150 научных работ, в том числе 2 монографий, русско-белорусского словаря по металлургическому производству, имеет 30 авторских свидетельств на изобретения и патентов РБ.

Ласковнев А.П. трижды лауреат Премии Министерства промышленности РБ в области науки и техники в номинации «Ресурсосбережение»:

за разработку и освоение серийного производства деталей двигателей из алюминиевых композиционных антифрикционных материалов с использованием ресурсосберегающих технологий (диплом № 398 от 27.12.2002);

за разработку и освоение серийного производства алюминиевых поршней для двигателей внутреннего сгорания с использованием ресур-

сосберегающих технологий (диплом №480 от 21.01.2004);

за разработку и освоение технологии переработки алюминиевых отходов (стружки, шлаков) для серийного производства алюминиевого литья и монолитных огнеупорных футеровочных материалов (диплом № 659 от 09.01.2007).

В 2013 году удостоен в составе авторов Ласковнев А.П., Волочко А.Т., Овчинников В.В. Премии Национальной академии наук Беларуси за работу «Разработка и исследование новых ресурсосберегающих технологий производства деталей для нужд отечественного моторостроения с внедрением их в производство»

Монография «Производство алюминиевых поршней высокофорсированных двигателей внутреннего сгорания» (А.П. Ласковнев, В.В. Овчинников, О.Е. Жданович).

Название глав:

1. Обзор технологии производства алюминиевых поршней для двигателей внутреннего сгорания.

2. Особенности получения поршней с нирезистовой вставкой под верхнее компрессионное кольцо для форсированных дизельных двигателей.

3. Методы контроля качества спая нирезистовой вставки с материалом поршня дизельных двигателей.

4. Технология нанесения теплозащитного покрытия методом анодного микродугового оксидирования на поверхности днища и камеры сгорания алюминиевых поршней ДВС.

5. Технология очистки промышленных стоков.

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ В ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ

Томило В.А.

ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»



*ГУБКИН
Сергей Иванович*



*СЕВЕРДЕНКО
Василий Петрович*

В 1948 г. институт возглавил академик АН БССР С.И. Губкин. Им была создана инженерная теория течения металла, положенная в основу разработки и совершенствования технологий ОМД. Под его руководством разработаны математические методы исследования процессов формообразования при прокатке, волочении, ковке и штамповке. Он ввел понятие о механических схемах деформации, создал научно-обоснованную классификацию видов обработки металлов давлением. Возглавляемый С.И. Губкиным коллектив был ориентирован на решение актуальных проблем в области теории и технологии обработки металлов давлением. Это позволило заложить мощный научный фундамент, отраженный в его многочисленных трудах, а также в трудах его учеников и последователей. Более 70 человек защитили кандидатские и докторские диссертации под руководством С.И. Губкина.



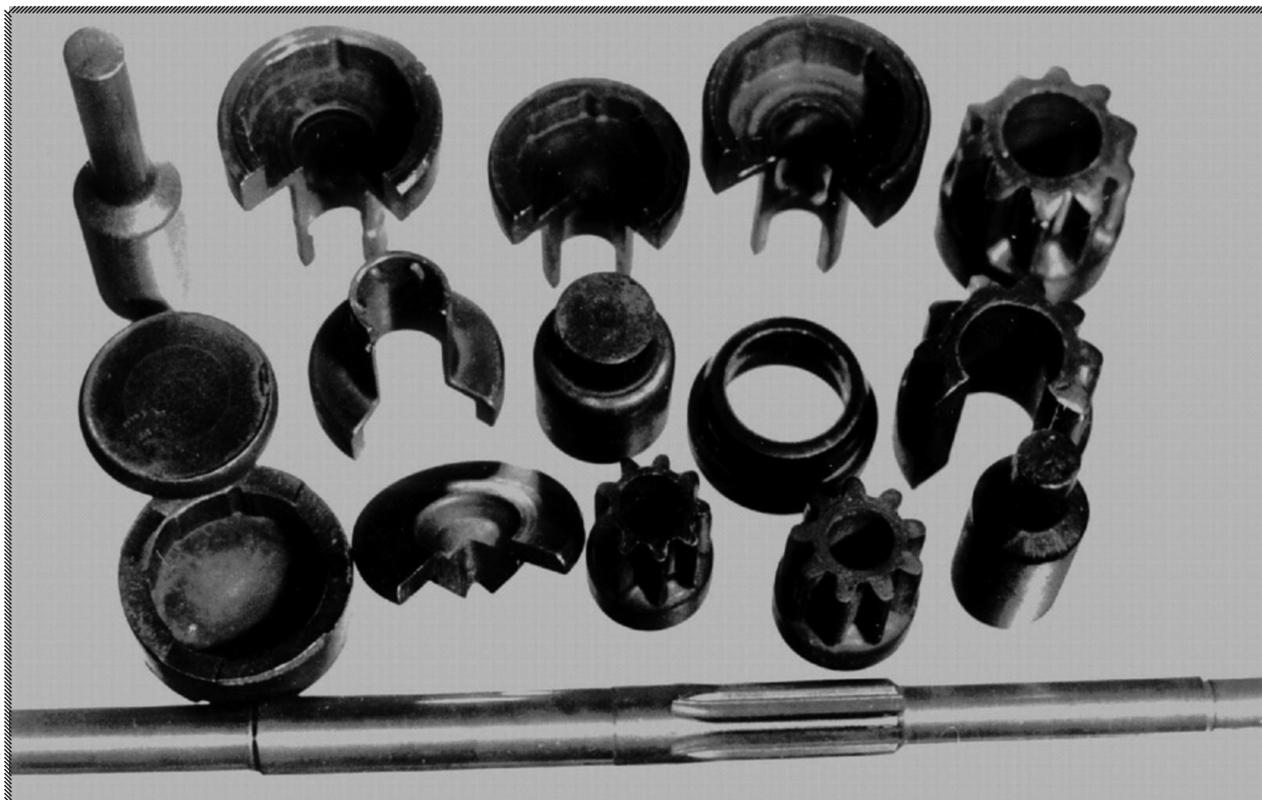
СТЕПАНЕНКО
Александр Васильевич

С 1956 г. по 1970 г. научные исследования в области теории и практики пластического деформирования металлов и сплавов проводились под руководством академика АН БССР В.П. Северденко. Вместе со своими учениками В.П. Северденко провел большой объем исследований в различных областях обработки металлов давлением. Теоретически исследовано формообразование в очаге деформации, выявлены закономерности и особенности процесса пластической деформации в зависимости от условий на контактной поверхности. Изучены силовые параметры основных процессов обработки металлов давлением, исследованы закономерности образования рельефа и структуры поверхностного слоя, а также кинетика формирования дислокационной структуры металлов. Предложен ряд новых способов обработки металлов давлением с применением ультразвуковых и низкочастотных колебаний, разработаны высокоэффективные способы изготовления деталей машин и режущего инструмента пластическим деформированием, созданы новые материалы и др.

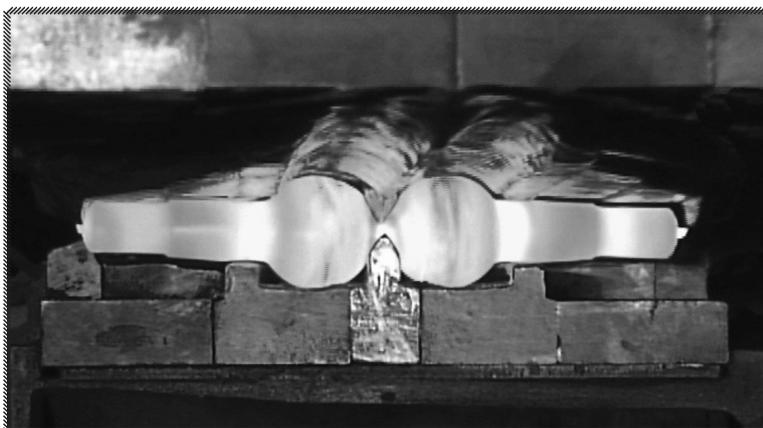
Василий Петрович Северденко лично и в соавторстве опубликовал свыше тысячи работ, среди

них 29 монографий, 2 учебника и 5 учебных пособий для высших учебных заведений.

В своей работе В.П. Северденко уделял большое внимание подготовке высококвалифицированных научных кадров. Под его руководством выполнено свыше ста пятидесяти докторских и кандидатских диссертаций. Под руководством Василия Петровича Северденко была создана и получила развитие белорусская школа обработки металлов давлением. К ее самым ярким представителям следует отнести Е.М. Макушка, А.С. Матусевича, В.М. Сегала, разработавших методику графоаналитического построения полей линий скольжения для пластической деформации, В.В. Клубовича, А.В. Степаненко, исследовавших влияние ультразвуковых колебаний на деформационные процессы, В.С. Мураса, Э.Ш. Суходрева, В.Г. Кантина, разработавших новый высокоэффективный способ горячего гидродинамического выдавливания, М.И. Калачева, показавшего возможность использования деформационного упрочнения для повышения прочности и эксплуатационных качеств изделий. Исследование связи механизмов взаимного скольжения слоев металла в процессе деформирования с эффектом упрочнения привело к созданию технологии углового выдавливания (В.М. Сегал, В.И. Копылов, В.Ф. Малышев и др.). А.В. Алифановым получены важные теоретические и прикладные результаты при исследовании процессов холодной объемной штамповки с применением теории линий скольжения и представлений о переходных областях.

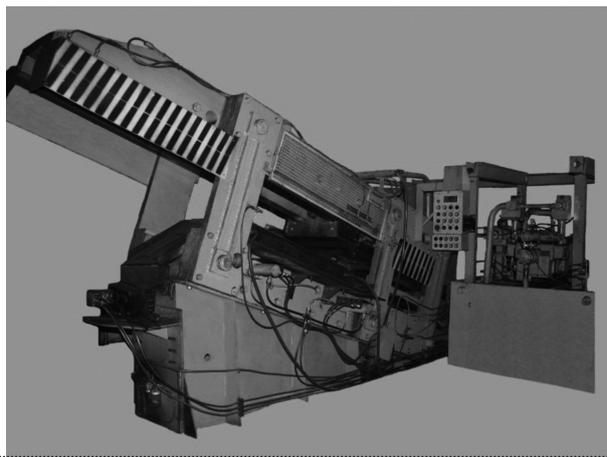


Детали автотракторного машиностроения, изготавливаемые на заводе «БАТЭ» холодной объемной штамповкой. В 1988 году присуждена Государственная премия БССР



Уже около 40 лет поперечно-клиноватая прокатка – одно из основных направлений исследований, разрабатываемых в Беларуси. Здесь разработана классическая теория поперечной прокатки, положенная в основу теории и технологии поперечно-клиноватой прокатки, проведены глубокие исследования вязкого разрушения при пластических деформациях.

Белорусская школа исследователей и технологов поперечно-клиноватой прокатки по общепринятой оценке занимает одно из лидирующих мест в мире. Косвенным подтверждением этому служит обладание институтом тридцатью процентами изобретений в мире в области поперечно-клиноватой прокатки.



Магнитоимпульсная обработка материалов (МИОМ) появилась в тематике ФТИ НАН Беларуси в 1965 г. По инициативе академика Северденко В.П.

В 1970-90 гг. были изготовлены и поставлены до полтора десятка МИУ на различные предприятия СССР в Москву, Киев, Ригу, Ереван. В Австрию была поставлена установка для комбинированного электро-разрядного и магнитоимпульсного спекания-прессования металлокерамического порошка.

В 1990-2010 гг. были организованы опытно-промышленные участки МИОМ на ОАО «МАЗ», ОАО «БелАЗ», Минском авиаремонтном заводе, оснащенные магнитоимпульсными прессами институтской разработки.

В 2005-2010 гг. разработаны базовые модели нового поколения магнитоимпульс-



ных и электрогидроимпульсных прессов (МИП, ЭГИП) на современной элементной базе, предназначенные для серийного выпуска.

На этапе освоения осуществляется выпуск установочной серии прессов, два из которых в 2009 г. переданы в промышленную эксплуатацию на ОАО «БелАЗ» и опытное производство ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси». Заинтересованность в приобретении МИП проявили РУП «Белорусский протезно-ортопедический восстановительный центр», Центр светодиодных технологий НАН Беларуси, Белорусское оптико-механическое объединение (БелОМО), ООО «Фотон» и др.

После демонстрации модели пресса на 9 Московском международном салоне инноваций и инвестиций в августе 2009 г. готовность в использовании разработок института в этой области выразили ряд предприятий России, Кореи с которыми ведутся переговоры о заключении контрактов.



ТЕХНОЛОГИИ ТОЧНОЙ ШТАМПОВКИ



*ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ТОЧНЫХ ПОКОВОК ДЕТАЛЕЙ
ОРТОПЕДИЧЕСКИХ
ИМПЛАНТАТОВ*



*ГОРЯЧЕЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ
ПРОФИЛЬНЫХ РЕЖУЩИХ
ЧАСТЕЙ КОНЦЕВОГО
ИНСТРУМЕНТА*

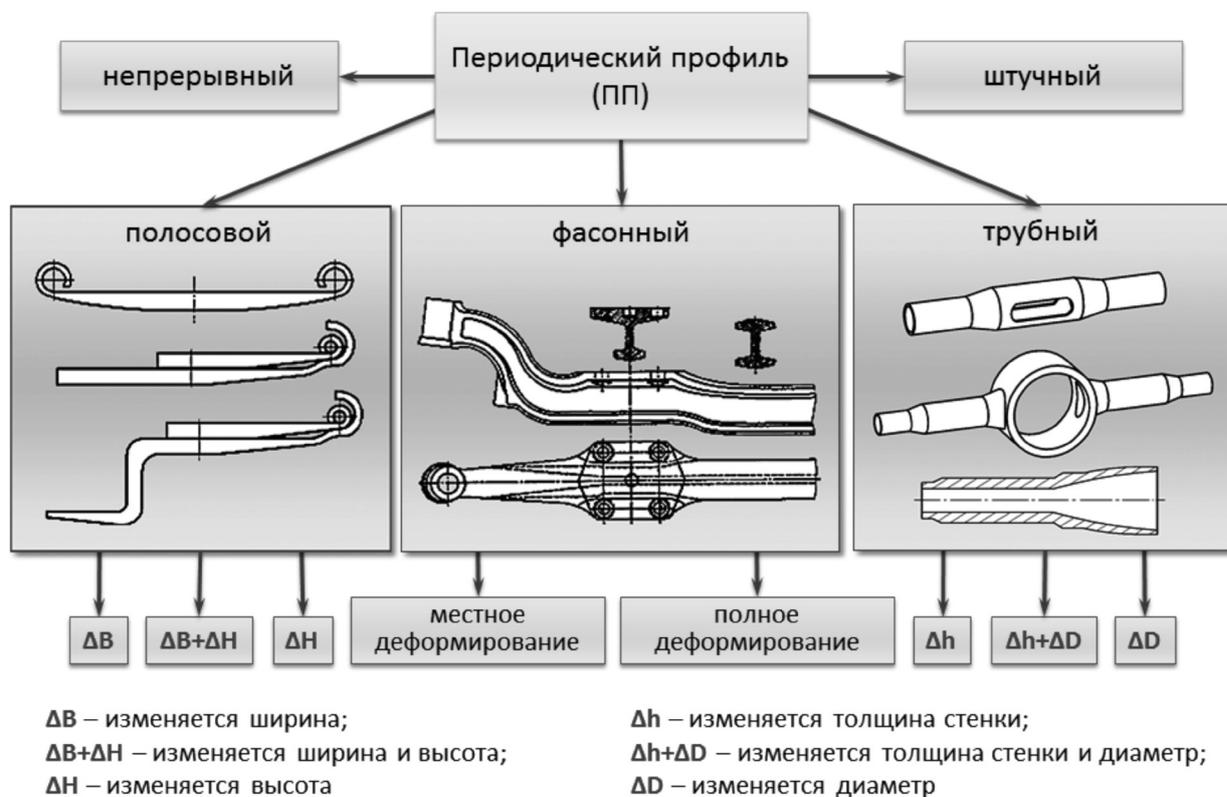


*ИЗГОТОВЛЕНИЕ
ФОРМООБРАЗУЮЩЕГО
ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА*

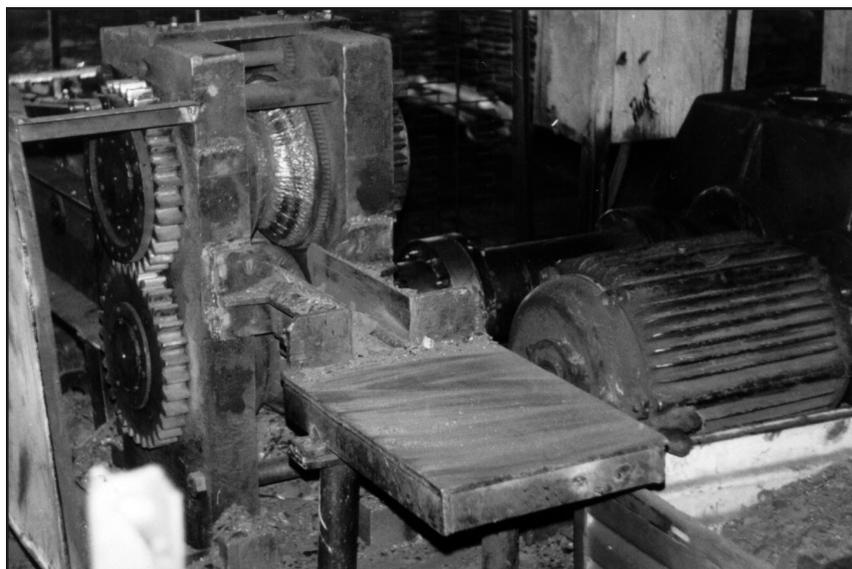


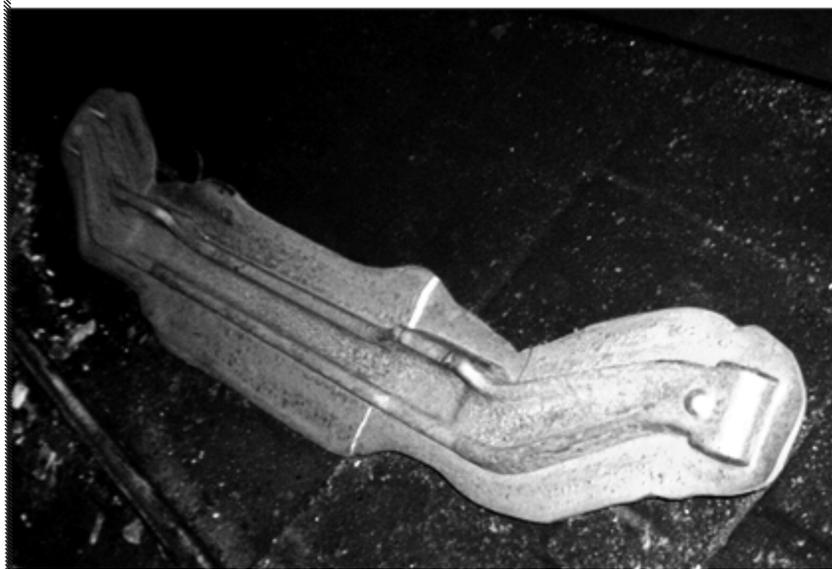
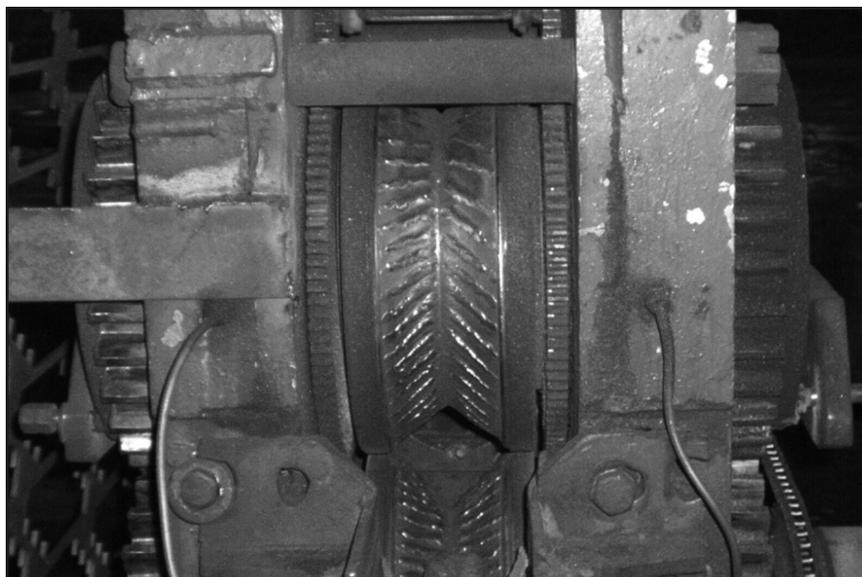
*ГОРЯЧЕЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ
ПОЛУФАБРИКАТОВ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ
ДЕТАЛЕЙ*

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ПРОФИЛИ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ



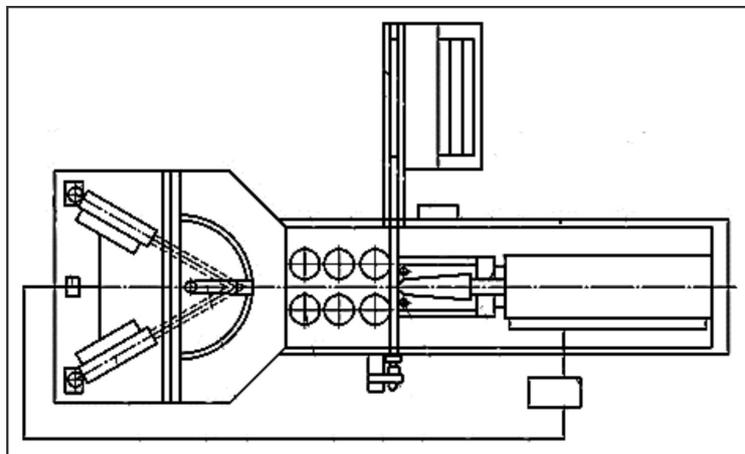
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОКАТКИ ЗАГОТОВОК БАЛКИ ПЕРЕДНЕЙ ОСИ



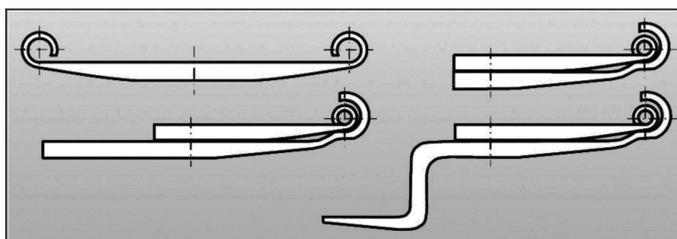


ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПРОКАТКИ ЗАГОТОВОК ПЕРЕМЕННОГО ПРОФИЛЯ

Полуавтоматическая линия МА067

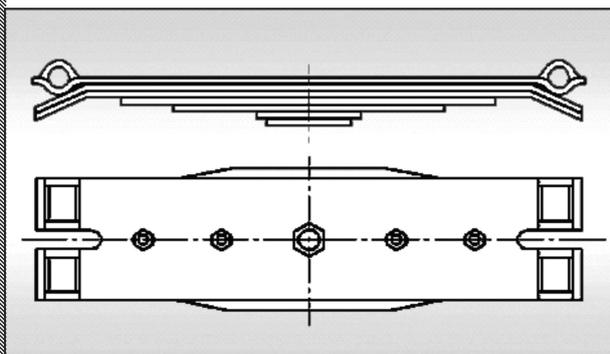


СТАН ДЛЯ ПРОКАТКИ ЗАГОТОВОК НАПРАВЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПНЕВМОПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЕЙ И ПОЛУПРИЦЕПОВ МАЗ



ЗАЩИТНЫЙ ЭЛЕМЕНТ КОРПУСА ПЛУГА ТРАДИЦИОННОЙ И НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

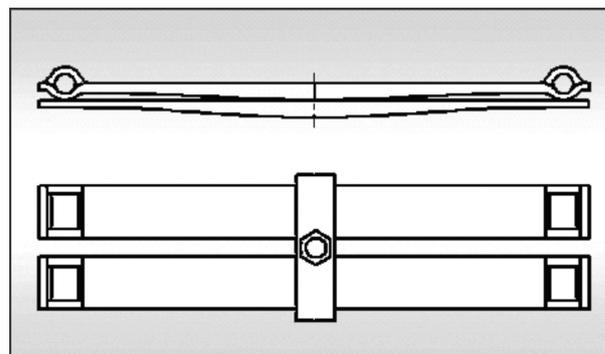
Многолистовой защитный элемент



6-7 листов толщиной 3,5 мм,
шириной 140 мм

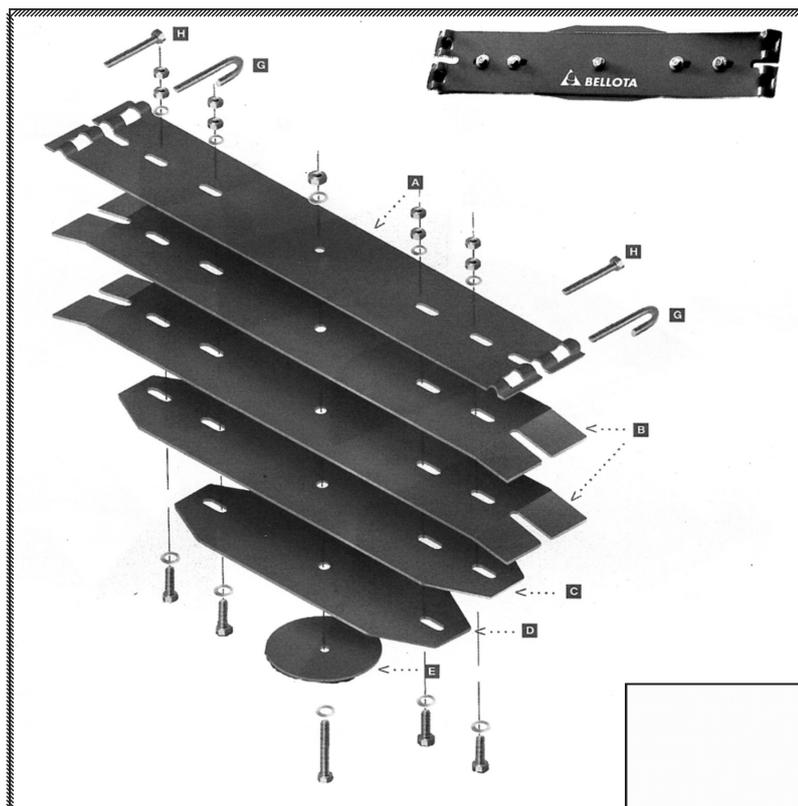


Малолстовой защитный элемент

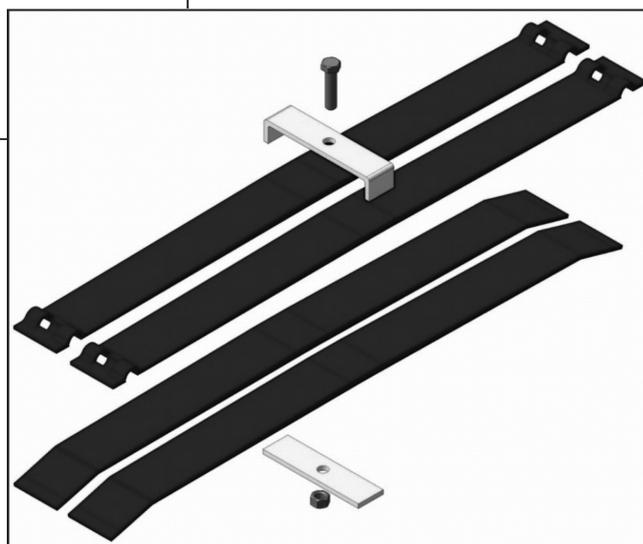


4 листа толщиной в центре 8 мм,
на концах 3,5 мм, шириной 60 мм





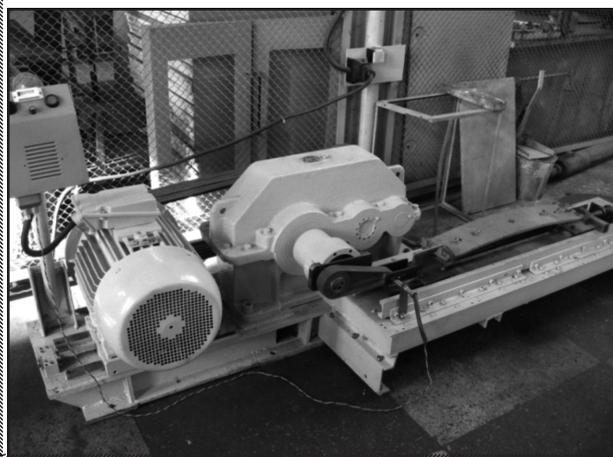
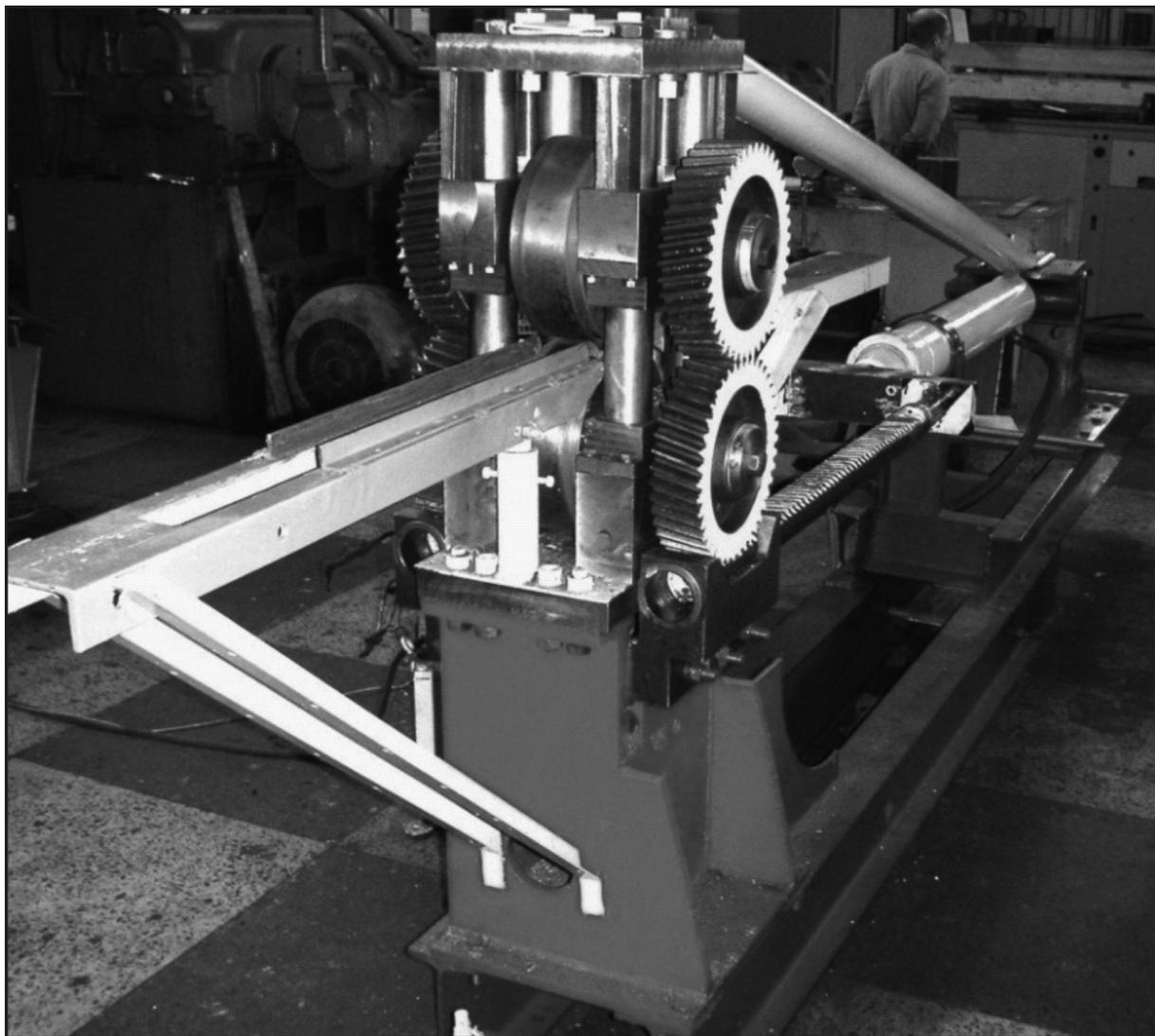
Классическая конструкция 22,0 кг



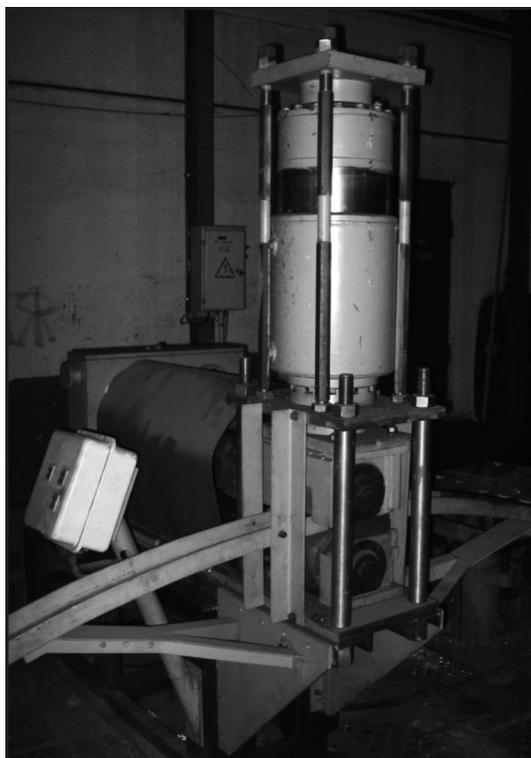
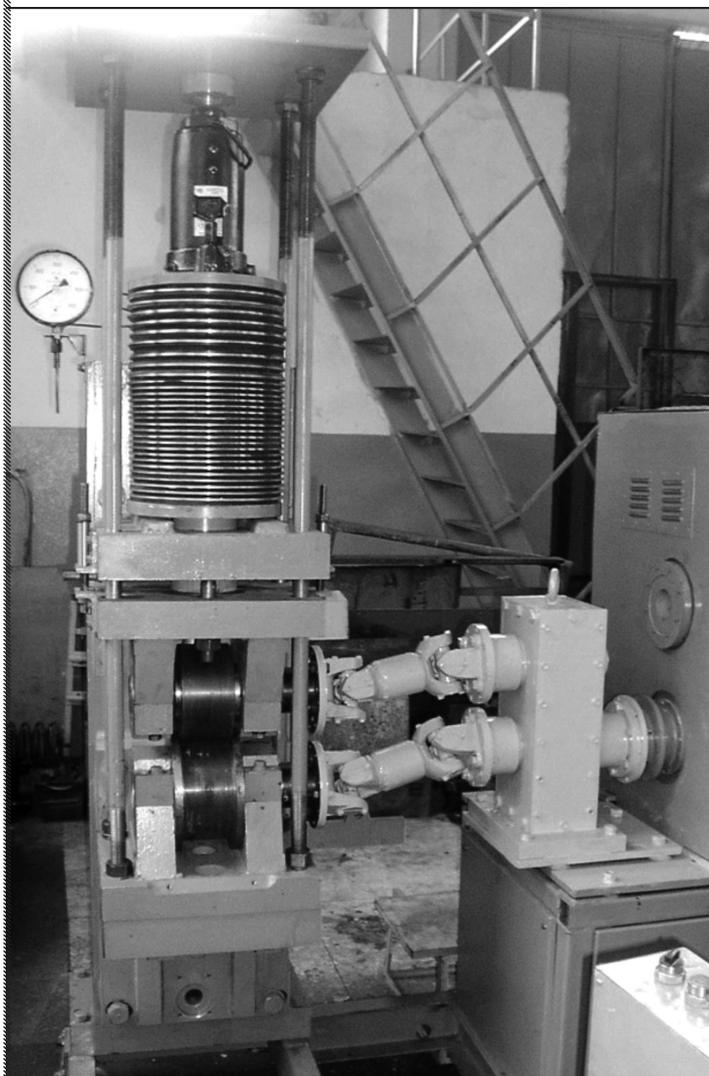
Новая конструкция 12,5 кг



**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОКАТКИ И ИСПЫТАНИЙ
ЗАГОТОВОК ЗАЩИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
КОРПУСОВ ПЛУГОВ**



**УСТАНОВКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ
АВТОМОБИЛЬНЫХ РЕССОР**



НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОМД

1. Использование комбинированных операций ОМД в рамках одного технологического процесса;
2. Фасонирование исходных заготовок;
3. Оптимизации энергосиловых параметров;
4. Использование дифференциального нагрева;
5. Совершенствование безоблойной и точной штамповки;
6. Комбинация методов ОМД и высокоэнергетических воздействий, совершенствования и интенсификации процессов пластического формообразования;
7. Совершенствование импульсных методов обработки, созданию новых технологий получения пространственных тонкостенных деталей сложной формы из сложнолегированных и редкоземельных металлов;
8. Сварка давлением деталей из однородных и разнородных металлов и сплавов при различных схемах деформирования;
9. Разработка технологий формообразования рабочих органов и упругих элементов сельскохозяйственной техники;
10. Изучение роли влияния направленного воздействия пластического деформирования и температуры на структуру и свойства материалов;
11. Развитие теоретических основ совместимости схем напряжённо-деформированного состояния с динамикой пластического формообразования;
12. Восстановление способности деформированных сталей и сплавов к дальнейшей пластической деформации.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ ШИМ-СИГНАЛА НА ДИАПАЗОН УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМ МЕХАНИЗМОМ ТОПЛИВОПОДАЧИ ДВС

В.А. Кусяк

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Согласно статистическим данным, в странах СНГ доля грузовых автомобилей и автобусов, оснащенных дизельными двигателями стандарта Euro-2, составляет 62 % от общего парка. Такие двигатели устанавливаются на некоторые модели автомобилей производства ОАО «Минский автомобильный завод» [1] и пользуются спросом в силу целого ряда преимуществ, связанных с соотношением цены – качества, ремонтпригодностью и простотой обслуживания.

Однако использование двигателей с механической топливоподачей в мехатронных системах управления силовым агрегатом ограничено наличием механической связи между педалью и рычагом регулятора топливного насоса высокого давления (ТНВД). Комплексные алгоритмы трогания с места, маневрирования и переключения передач для автоматического режима предусматривают управление исполнительными механизмами ДВС, сцепления и коробки передач без участия водителя. В частности, при реализации этих алгоритмов ЭБУ необходимо регулировать обороты двигателя независимо от воздействия водителя на педаль акселератора.

Специалисты кафедры «Автомобили» БНТУ разработали и создали пневматический привод регулятора ТНВД дизельного двигателя с механической топливоподачей. Привод имеет электронное управление и легко интегрируется в мехатронную систему управления силовым агрегатом автомобиля (рис. 1).

Основными элементами привода являются пропорциональный электромагнитный клапан 4 серии VER 3121-1 и силовой пневматический цилиндр 7 одностороннего действия, установленный на корпусе ТНВД. Шток пневмоцилиндра C85N20-40S

шарнирно соединен с рычагом регулятора ТНВД. В качестве органа управления топливоподачей используется педаль 21 с бесконтактным датчиком 19 положения. Механическая связь между педалью и рычагом регулятора отсутствует. Процесс изменения топливоподачи полностью автоматизирован. Управление пропорциональным электромагнитным клапаном 4 осуществляется ЭБУ 1 на основе широтно-импульсной модуляции. Сигнал от датчика 6 перемещения используется в качестве обратной связи на электронный блок управления.

Рабочие характеристики пневматического пропорционального клапана SMC VER 3121-1 [2] представлены на рис. 2.

Как видно из рабочей характеристики «ток – давление» (рис. 2), максимальный ток управления пропорциональным электромагнитным клапаном составляет 0,95 А, что соответствует техническим характеристикам используемого контроллера esomat R360 серии CR2500 (ifm electronic, Германия) [3, с. 56]. Максимальное регулируемое давление на выходе электромагнитного клапана (ЭМК) составляет 0,65 МПа, что также соответствует рабочему давлению в пневматической системе большегрузных автомобилей и автопоездов.

Таким образом, пропорциональный ЭМК VER3121-1 в рабочем диапазоне управляющих токов при диаметре поршня пневматического цилиндра 20 мм и номинальном давлении в пневмосистеме 0,65 МПа обеспечивает качественное управление рычагом регулятора ТНВД на всех нагрузочных режимах двигателя.

При отладке электронной системы особое внимание уделялось оценке диапазона регулирования ШИМ-сигнала, подаваемого на обмотки

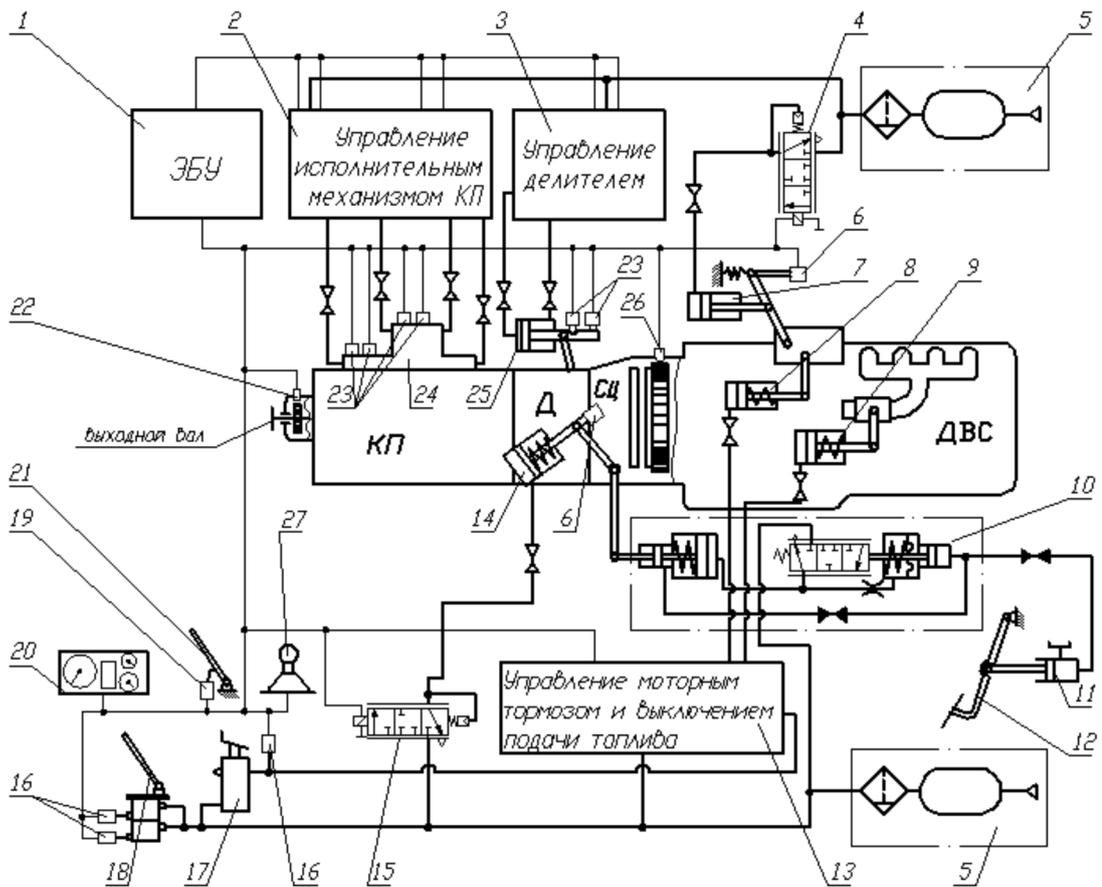


Рис. 1. Принципиальная схема мехатронной системы управления силовым агрегатом:
 1 — электронный блок; 2, 3, 13 — блок ЭМК; 4, 15 — пропорциональные ЭМК; 5 — питающая часть пневмопривода; 6, 19 — датчики перемещения; 7, 8, 9, 14, 24, 25 — исполнительные механизмы; 10, 11, 12 — гидропривод сцепления; 16 — датчики давления; 17 — кран моторного тормоза; 18 — тормозной кран; 20 — панель приборов; 21 — педаль акселератора; 22, 26 — датчики частоты вращения; 23 — концевые выключатели; 27 — селектор режимов

пропорционального электромагнитного клапана. Данная величина с одной стороны характеризует оптимальность характеристик выбранных аппаратных средств и рассчитанных геометрических параметров силовой части привода. С другой стороны, от ее величины напрямую зависит качество управления и точность регулирования.

Среди целого ряда факторов, оказывающих влияние на ширину диапазона регулирования, а это скорость перемещения педали акселератора, напряжение аккумуляторных батарей, согласованность геометрических параметров исполнительного механизма и характеристик электронных компонентов привода, наибольший эффект вызывает изменение частоты управляющего сигнала.

Для исследования влияния частоты ШИМ-сигнала на диапазон регулирования было разработано программное обеспечение, позволяющее инициализировать генератор сигналов и

в автоматическом режиме обеспечивать подачу ШИМ-сигнала различной скважности (но определенной частоты) на обмотки пропорционального электромагнитного клапана, управляющего исполнительным механизмом двигателя. В качестве обратной связи использовалось положение рычага регулятора ТНВД, фиксируемое потенциометрическим датчиком угловых перемещений МУ-615А.

На испытательном стенде [4] была проведена серия экспериментов с записью процесса перемещения рычага регулятора ТНВД в зависимости от величины ШИМ-сигнала при частотах от 150 до 250 Гц. Графическое представление результатов полунатурного эксперимента производилось с помощью средств визуализации CoDeSys V2.3 [5, с. 6–65]. Осциллограмма процесса перемещения рычага регулятора ТНВД при частоте управляющего сигнала 200 Гц приведена на рис. 3.

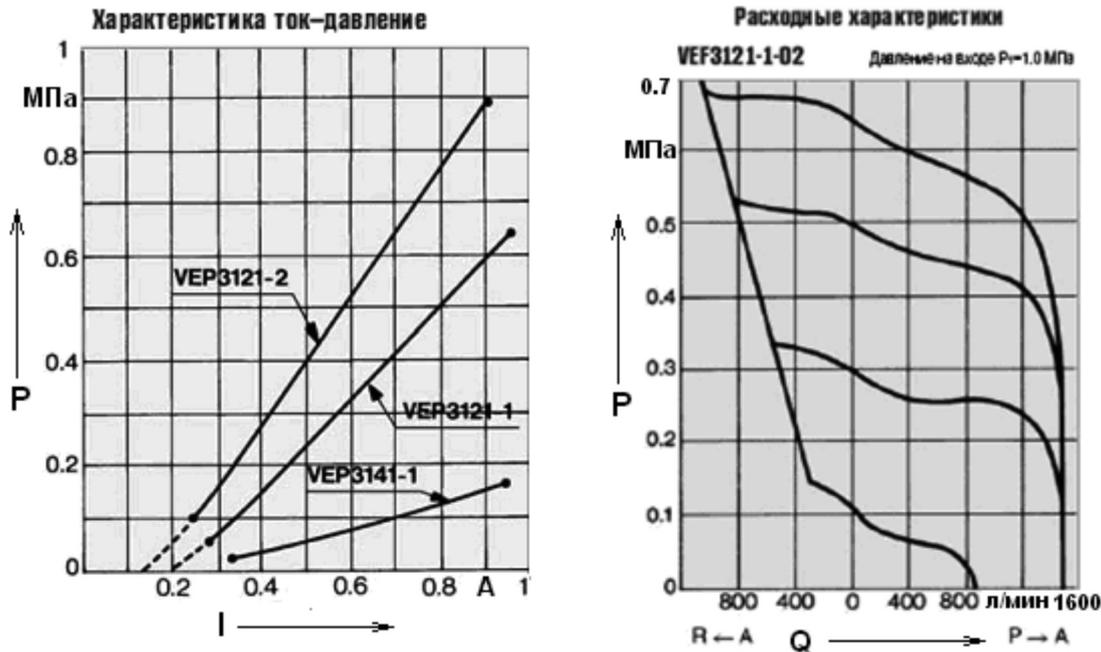


Рис. 2. Рабочие характеристики пропорциональных ЭМК серии VEP

Как показали результаты экспериментов, диапазон ШИМ-сигнала при частоте 150 Гц оказался наибольшим и составил 57,9 %. С повышением частоты наблюдается устойчивая тенденция к сужению диапазона регулирования. Так уже при 200 Гц диапазон регулирования уменьшился на 11,9 % и составил 49,1 % ШИМ. При частоте 250 Гц диапазон уменьшился на 18,5 % и составил 39,5 % ШИМ. Однако при низких частотах наблюдается повышенные потери энергии, что выражается в нагреве обмоток ЭМК. При высоких частотах характерна периодически неустойчивая работа, выражающаяся в существенном приращении величины перемещения рычага при незначительном (50-ибитном) изменении ШИМ-сигнала.

Вышеописанная зависимость изменения диапазона регулирования от частоты ШИМ-сигнала проиллюстрирована на рис. 4. Гистерезис исполнительного механизма двигателя при частоте 200 Гц редставлен на рис. 5.

Исследования характеристик исполнительного механизма при вариации частоты широтно-импульсной модуляции показали, что величина изменения тока выходного каскада ЭБУ (силовой фактор), подаваемого на обмотку пропорционального электромагнитного клапана управления топливоподачей, остается постоянной и не зависит от частоты управляющего сигнала, а, следовательно, и от диапазона регулирования. Для отрыва рычага регулятора ТНВД из крайнего поло-

жения, соответствующего минимально устойчивой частоте вращения коленвала двигателя, необходим ток на обмотке ПЭМК равный $I_{нач} = 0,31$ А. При упоре рычага регулятора в винт ограничения максимальных оборотов двигателя ток, протекающий через пропорциональный электромагнитный клапан, составляет $I_{кон} = 0,74$ А (верхняя граница токового диапазона).

Таким образом, независимо от частоты управляющего сигнала, ток выходного каскада ЭБУ (силовой фактор) варьируется от 0,31.. до 0,74 А (рис. 3), т.е. рабочий диапазон по току составляет 0,43 А. Исходя из рабочей характеристики электромагнитного клапана SMC VEP3121-1 и с учетом зоны его устойчивой работы (рис. 2), это составляет 66,15 %, что является достаточным для качественного управления процессом топливоподачи.

Выводы

Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность спроектированной мехатронной системы управления дизельным двигателем с механической топливоподачей. При этом

- диапазон регулирования по току составил 66,15 % (от 0,31..0,74 А);
- диаметр силового цилиндра — 20 мм;
- диаметр трубопровода от ПЭМК к силовому цилиндру — 6 мм;
- диаметр трубопровода от ресивера до ПЭМК — 10 мм;
- давление воздуха в контуре — 0,65 мПа

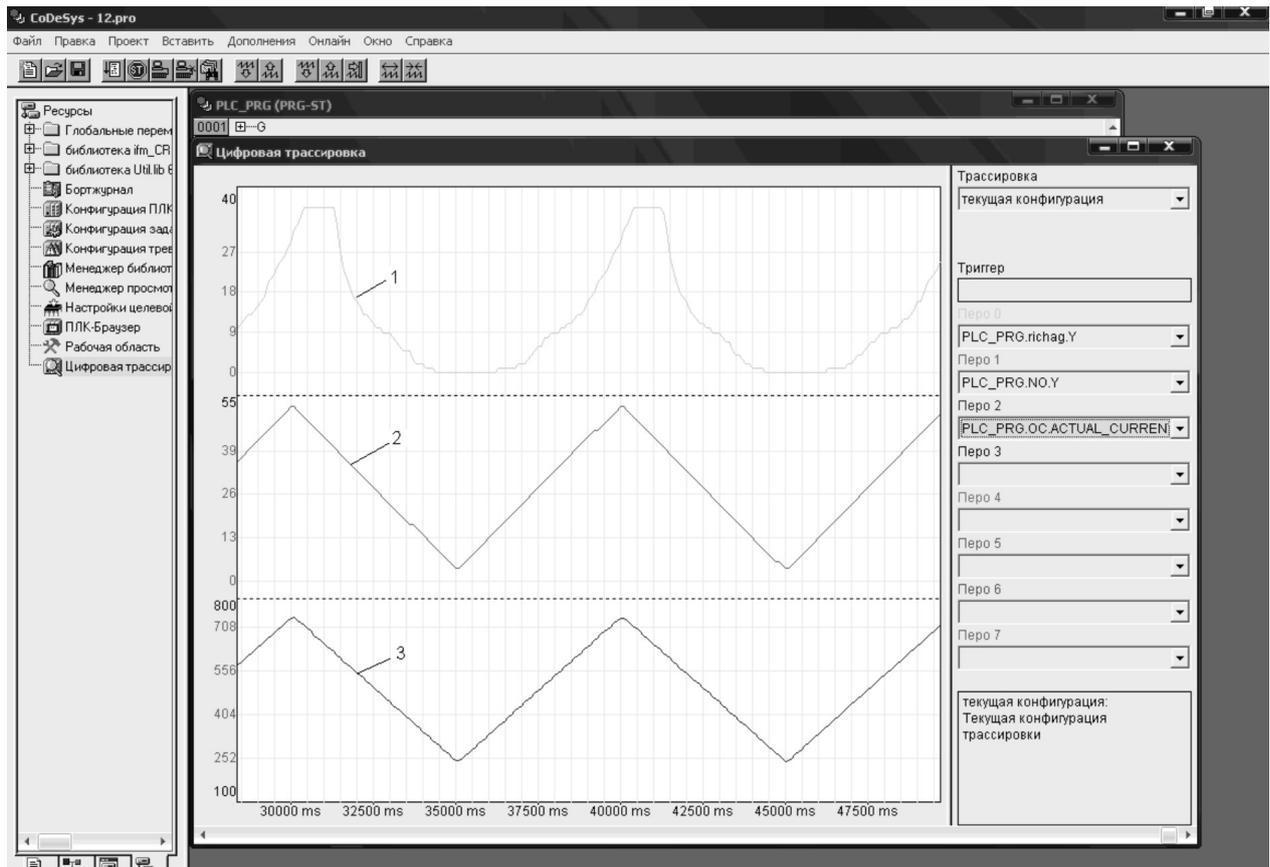


Рис. 3. Осциллограмма процесса управления рычагом ТНВД при частоте 200 Гц:
 1 — перемещение рычага регулятора ТНВД, град; 2 — величина ШИМ-сигнала, %;
 3 — ток в обмотках ПЭМК ДВС, мА

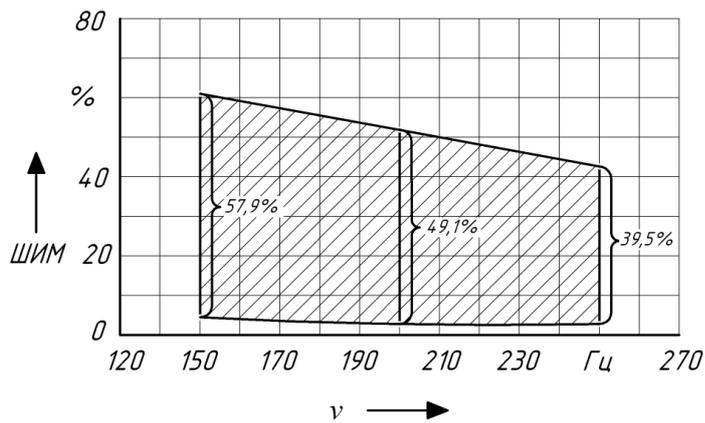


Рис. 4. Зависимость диапазона регулирования от частоты ШИМ-сигнала

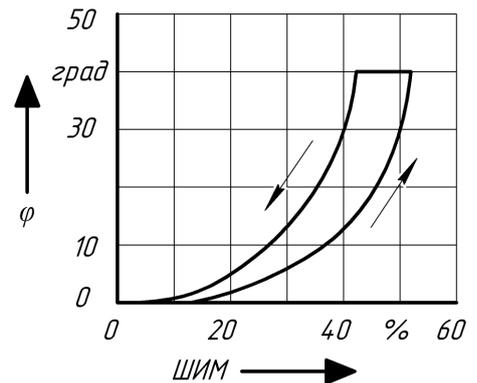


Рис. 5. Рабочая характеристика исполнительного механизма двигателя:
 φ — угол поворота рычага регулятора ТНВД, град

Исследовано влияние частоты ШИМ-сигнала на диапазон регулирования. С уменьшением частоты диапазон расширяется: изменение частоты на 50 Гц приводит к изменению диапазона регулирования ШИМ-сигнала приблизительно на 8,5..10 %. Зависимость нелинейная, индивидуальна для конкретной системы, однако общая тенденция соблюдается для мехатронных систем с различными аппаратными ресурсами.

Определена оптимальная частота ШИМ-сигнала для спроектированной мехатронной системы и диапазон его регулирования:

- частота сигнала — 200 Гц;
- диапазон регулирования – 49,1%;
- диапазон регулирования по току – 0,43 А.

Исследование характеристики исполнительного механизма показало, что с целью увеличения быстродействия системы на фазе перехода от режима максимальной топливоподачи на режим средних нагрузок в алгоритм управления целесообразно ввести фрагмент компенсации гистерезиса исполнительного механизма, что положительно скажется на качестве управления в целом.

Список использованных источников

1. Каталог автотехники МАЗ // Минский автомобильный завод [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.maz.by/upload/public%20html/files/catalogs/shassi.pdf>. – Дата доступа: 29.01.2013.
2. SMC Corporation — пневматика, гидравлика, вакуумная техника, контроллеры / Устройства для регулирования давления и расхода [Electronic resource] / © SMC Corp., 2006. – Mode of access: <http://www.smc-pneumatic.ru/seach.php?logic=org.seach=smc&tp>. – Date of access: 31.06.2012.
3. System manual ecomat mobile controller range R360 for CoDeSys from version 2.3 and target version 04.xx.xx / ifm electronics gmbh, Germany, Essen, 28.07.2006. – 396 p.
4. Интеллектуальная система управления стенда автоматизированного силового агрегата автомобиля / О.С. Руктешель [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2009. – № 4. – С. 31–36.
5. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys V2.3. – ПК «Пролог», Copyright: 3S - Smart Software Solutions GmbH, 2008. – 452 с.

ЯРМАРКА ИННОВАЦИОННЫХ ИДЕЙ 2013

Продолжение

(начало в №4(61), 2013)

ТЕХНОЛОГИИ

Технология получения высокопрочных субмикроструктурных бронз электротехнического назначения

Назначение: Получение высокопрочных субмикроструктурных бронз электротехнического назначения.

Область применения: металлургия, машиностроение, приборостроение, авиастроение.

Аннотация инновации: Разработана принципиально новая технология производства высокопрочных субмикроструктурных бронз хромовых и

хромоциркониевых бронз электротехнического назначения, основанная на применении лигатур, полученных методом реакционного механического легирования.

Преимущества: Применение технологии позволяет:

- исключить из технологического процесса производства бронз экологически опасный дли-

тельный, высокотемпературный, энергоемкий, требующий специального вакуумного оборудования этап производства лигатуры.

– уменьшить производственные расходы при выплавке бронз за счет снижения температуры плавки на 100–150 градусов и продолжительности процесса в 1,5–2 раза соответственно, повышения его экологичности.

– получить субмикроструктурные высокопрочные бронзы, позволяющие повысить стойкость изделий электротехнического назначения (электродов контактной точечной и рельефной сварки, роликов шовной сварки, губок стыковых машин и т.п.) в 1,8–2,2 раза.

– улучшить качество и надежность сварных соединений.

Инновационные аспекты: Принципиальной новизной предлагаемой технологии является использование реакционного механического легирования для производства наноструктурных модифицирующих лигатур, обеспечивающих получение субмикроструктурных высокопрочных бронз электротехнического назначения.

В отличие от аналогов – литых лигатур, получаемых длительной высокотемпературной ($t = 1650\text{--}1700\text{ }^{\circ}\text{C}$) плавкой в вакуумных печах и содержащих хром в виде грубых макровключений, механически легированные лигатуры произведены обработкой в энергонапряженном смесителе вибрационного типа шихты, состоящей из порошков меди, хрома или хрома и циркония. При обработке протекают механически активируемые структурные и фазовые превращения, в результате которых формируются композиционные материалы, имеющие нано- / субмикроструктурное строение. Разработанные лигатуры наряду с легированием эффективно выполняют роль модификаторов, и обеспечивают получение субмикроструктурных бронз, обладающих высоким комплексом физико-механических свойств

Текущая стадия развития: В Белорусско-Российском университете на базе наукоемкого предприятия создано и успешно функционирует серийное производство наноструктурных модифицирующих лигатур и на их основе субмикроструктурных бронз электротехнического назначения. Инновационный проект удо-

стоен золотой медали на конкурсе «ЛУЧШИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ И ЛУЧШАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА» в рамках Петербургской технической ярмарки 12–14 марта 2013 года. Получены 7 патентов РФ. Разработанная технология и созданное производство в Белорусско-Российском университете является законченным.

Форма сотрудничества: Совместное предприятие; продажа технологии и создание производства у Заказчика, поставка лигатуры, бронз и электротехнических изделий из них. При создании производства у Заказчика временно-стоимостную характеристику разработанного проекта можно представить следующими этапами:

– согласование задания (время – 5 %, стоимость – 1 %);

– разработка технической и технологической документации (время – 20 %, стоимость – 10 %);

– изготовление технологического оборудования (время – 50 %, стоимость – 50 %);

– пуско-наладочные работы (время – 25 %, стоимость – 14 %)

Общая длительность проекта 10–12 месяцев. Заказчику передается полный комплект технической документации и осуществляется научное и техническое сопровождение технологии на стадии ее освоения.

Ориентировочная стоимость инновации – 300 000 дол. США;

Рентабельность и сроки окупаемости затрат при постановке на производство – определяются серийностью производства.

Организация – разработчик:

ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» 221000, г. Могилев, пр-т Мира, 43, тел./факс 8 (0222) 26-61-00/22-58-21, e-mail:bru@bru.by

Авторы проекта:

Ловшенко Федор Григорьевич д.т.н., профессор кафедры «Технология металлов», 8 (029) 625-21-26, , e-mail:bru@bru.by

Ловшенко Григорий Федорович, д.т.н., профессор, проректор по учебной работе БНТУ, 8 (029) 668—68-37, e-mail:greg-Lovshenko@mail.ru

Лозиков Игорь Александрович: старший преподаватель кафедры «Технология металлов» Тел.: 8 (29) 683-18-99, E-mail: Lozikoff @ yandex.ru

Вакуумная литейная установка револьверного типа

Область применения: Малый, средний бизнес – декоративное и машиностроительное производство.

Аннотация инновации: Применение в малом и среднем бизнесе для мелкосерийного производства точных деталей из цветных сплавов и коррозионно-стойких сталей.

Преимущество: Точное мелкосерийное литье не требующее механической обработки, короткий срок от проекта до производства отливок, низкая себестоимость изделий.

Инновационные аспекты: Не требуется механическая обработка отливок, низкая себестоимость изделий.

Текущая стадия развития: Имеется экспериментальный образец. Подана заявка на патент Республики. Беларусь.

Форма сотрудничества: Прямые инвестиции для организации серийного производства. Реализация установок. При реализации передается техническая документация и осуществляется техническое сопровождение на стадии освоения.

Ориентировочная стоимость: 12–14 млн руб. Срок окупаемости 12 месяцев.

Организация–разработчик:

УО «Гомельский государственный технический университет им. П.О.Сухого», 246746 г. Гомель, пр. Октября, д.48, , тел. 8(0232)48-16-00, e-mail:rector@gstu.by

Автор проекта:

Астапенко Игорь Васильевич, к.т.н., доцент кафедры «Металлургия», тел. 8 (029) 654-00-86. e-mail: astapenko@tut.by

Нахлесточное сварное соединение с фланговыми швами

Назначение: Проведение сварочных работ в различных отраслях экономики.

Область применения: Машиностроение, строительство, транспорт.

Аннотация проекта: Нахлесточное сварное соединение с фланговыми швами содержит две детали в виде пластин, соединенные между собой двумя одинаковыми продольными угловыми сварными швами.

Преимущество: Позволяет снизить расход ресурсов на изготовление сварного соединения.

Инновационные аспекты: При сварке величина катета на сварном шве уменьшается по мере удаления от краев каждого шва к его середине. Величина в середине шва составляет 50% от соответствующей величины у краев шва.

Текущая стадия развития: Имеется макетный образец. Представлялся на XIII Республиканском слете изобретателей и рационализаторов (2013г.). Имеется патент на полезную модель №8774, зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей 04.09.2012. Применяется при выполнении сварных соединений в учреждении образования «Могилевский государственный политехнический колледж».

Форма сотрудничества: Реализация вместе с продажей лицензии на патент или уступка права на патент. При реализации передается техническая документация.

Ориентировочная стоимость 1000000 бел. руб.

Организация–разработчик:

УО «Могилевский государственный политехнический колледж», 212030, г. Могилев, ул. Первомайская, 93, тел. 8 (0222) 25-67-33, 25-30-93, E-mail: mgpkn@tut.by.

Автор проекта: Зенкевич Людмила Яковлевна.



Стенд

Устройство для производства многопереходного электропластического волочения медной проволоки

Область применения: Металлургия. Обработка металлов давлением. В кабельном производстве для изготовления кабелей связи и других электротехнических изделий.

Аннотация инновации: Устройство для производства многопереходного электропластического волочения медной проволоки включающее плиту, кронштейны с вращающимися роликами деформирующие волокна, оснащенное системой роликовых контактов для токоподвода по всему технологическому маршруту электропластического волочения.

Преимущества: Устройство многопереходного электропластического волочения медной проволоки за счет оснащения системой роликовых контактов для токоподвода по всему технологическому маршруту электропластического волочения позволяет снизить усилие на тяговом двигателе волочильного стана (30%), что уменьшает обрывность проволоки, энергетические затраты производства, износ инструмента; а также улучшает физико-механические характеристики изделия: уменьшается удельное электрическое сопротивление (8-10%), индуктивность (16%), и волновое сопротивление кабеля (2,7%), повышается добротность (8%). Улучшаются механические характеристики: повышается разрывное усилие (8,6%), увеличивается относительное удлинение (24,1%), указанные параметры отвечают ГОСТ на проволоку, при этом интенсифицируется технологический процесс, сокращается технологический цикл изготовления изделия.

Инновационные аспекты: Реализация многоходового электропластического волочения на типовых многоходовых волочильных станах с целью получения высоких служебных характеристик изделий кабельной продукции, интенсификации технологического процесса.

Текущая стадия развития: Имеются результаты лабораторных исследований. Получено решение Национального центра интеллектуальной собственности Республики Беларусь о выдаче патента на полезную модель № 9238.

Форма сотрудничества: Реализация лицензии на право использования технологии в производстве. При реализации передается техническая документация и осуществляется научное и техническое сопровождение на стадии освоения.

Ориентировочная стоимость лицензии: 50 тыс. долл. США. При необходимости, по желанию Покупателя, доработать технологию заключается договор НИОК(Т)Р.

Организация–разработчик:

УО «Мозырьский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина», 247760, Гомельская обл., г. Мозырь ул.Студенческая 28, , тел.8 (236) 32-43-14, e-mail: mozvuz@mail.gomel.by

Автор проекта:

Савенко Владимир Семенович, д.т.н., профессор, тел. 8 (236) 32-54-38, e-mail: savenko-vl@rambler.ru

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ УЧАЩИХСЯ И РАБОТНИКОВ УЧРЕЖДЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОЛУЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В учреждении «Республиканский Дом учащихся и работников учреждений профессионального образования» в мае 2013 года состоялся XIII Республиканский слет изобретателей и рационализаторов, являющийся смотром достижений учащихся и работников учреждений профессионально-технического и среднего специального образования в различных видах технического творчества, изобретательства и рационализации. Наиболее интересные рационализаторские предложения, представляют собой интересные и творческие находки, применение которых перспективно и экономически целесообразно, как в учебно-воспитательном процессе, так и в различных отраслях промышленности. Предложения размещены по разделам: машиностроение, строительство, сельское хозяйство, транспорт, приборостроение, электроника и связь, экономия энергетических и материальных ресурсов, лучшее средство обучения. Некоторые из них представляем вашему вниманию.

Раздел МАШИНОСТРОЕНИЕ

РАСТОЧНАЯ ГОЛОВКА

Расточная головка предназначена для расточки изношенных отверстий в шарнирных соединениях автотракторной техники (погрузчики, краны, экскаваторы). При большом зазоре в шарнирных соединениях происходит поломка пальца или стрелы экскаватора. С помощью расточной головки можно обработать глухие и сквозные отверстия непосредственно на рабочем месте. Для этого в изношенное отверстие вводится шпиндельный узел. С другой стороны в шпиндель вворачивается державка с инструментом (резцом). Шпиндель и державка с резцом приводится во вращение от отрезной машинки через редуктор. Перемещение инструмента в осевом направлении осуществляется через винтовую передачу рукояткой.

Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	1200×300×300
Масса, кг	45
Напряжение питания, В	220
Мощность, кВт	до 1



Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №579 от 01.03.2012, выданное УО «Барановичский государственный профессиональный лицей машиностроения».

Авторы: Дежко Николай Сергеевич – мастер производственного обучения, Демидкевич Константин Мечиславович – мастер производственного обучения, Поздняков Петр Алексеевич – мастер производственного обучения УО «Барановичский государственный профессиональный лицей машиностроения».

Адрес: 225320, Брестская обл., г. Барановичи, ул. Королика, 4.

Тел.: 8 (01643) 41-51-89.

ВИБРОПРЕСС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ

Вибропресс предназначен для изготовления тротуарной плитки в бытовых или домашних условиях. Он состоит из подвижной платформы, вибростола, гидроцилиндра, гидравлической масляной системы, электропривода, контейнера для загрузки песчано-цементной смеси. Технологические процессы в нем автоматизированы и при обслуживании требуют минимальных физических усилий. В начальной фазе работы пресса на вибростол устанавливается пластина 20×20 см и форма для тротуарной плитки, которая может меняться в зависимости от конфигурации тротуарной плитки. Затем в форму из контейнера засыпается приготовленный раствор. С помощью педали работник приводит в действие привод вибростола и смесь уплотняется. После включения масляного насоса крышка формы опускается, сдавливая уплотненную смесь до требуемой толщины. На ней установлены специальные зацепы, при помощи которых ее поднимают в верхнее положение. Спрессованная плитка остается на пластине и откладывается вместе с пластиной для дальнейшего высыхания.



Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	800×800×1400
Масса, кг	150
Напряжение питания, В	220

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №97 от 20.02.2012, выданное УО «Пинский государственный профессиональный лицей мебельного производства и автомобильного транспорта».

Авторы: Касьянов Сергей Викторович – педагог дополнительного образования, Максимчук Александр Иванович – учащийся УО «Пинский государственный профессиональный лицей мебельного производства и автомобильного транспорта».

Адрес: 225710, Брестская обл., г. Пинск, ул. Революционная, 20.
Тел.: 8 (0165) 34-70-99.

ФРИКЦИОННЫЙ ПЛАНЕТАРНЫЙ РЕДУКТОР

Фрикционный планетарный редуктор предназначен для повышения нагрузочной способности фрикционной планетарной передачи за счет обеспечения многопарного контакта с равномерным распределением нагрузки в зонах контакта и равномерности ее передачи на выходной вал.

В основе работы редуктора лежит принцип многоконтактности и применения упругих элементов.

Редуктор состоит из корпуса, в котором расположен наклонный кривошип, сателлит, выходной вал. Наклонный кривошип с входным валом связан муфтой, сателлит составляет вращательную пару с наклонным кривошипом, выходной вал связан с сателлитом угловой муфтой.

Редуктор можно использовать в качестве передачи крутящего момента и изменения частоты вращения выходного вала в приводах сервисных устройств мобильной и бытовой техники, станков и технологического оборудования.



Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм 170×210×160
 Масса, кг 10

Статус прав интеллектуальной собственности: патент на изобретение №14639, зарегистрирован в Государственном реестре изобретений 05.04.2011.

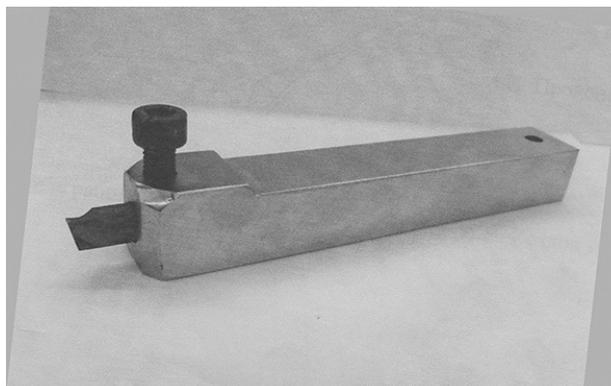
Авторы: Лябик Владимир Ильич – заместитель директора по учебно-производственной работе, Громыко Петр Николаевич – учащийся, Доконов Леонид Геннадьевич – учащийся УО «Оршанский государственный профессиональный лицей машиностроения».

Адрес: 211030, Витебская обл., г. Орша, ул. Мира, 39-а.
 Тел.: 8 (0216) 21-69-05, 21-69-06.

**КОМПЛЕКС УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ
 ДЛЯ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА**

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ДЕРЖАВКА ДЛЯ РЕЗЦА № 1

Державка для резца предназначена для установки и закрепления в ней пришедших в негодность концевых фрез с целью их дальнейшего применения при токарных работах.



Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм 25×21×155
 Масса, кг 1
 Диаметр фрезы, мм 10-12

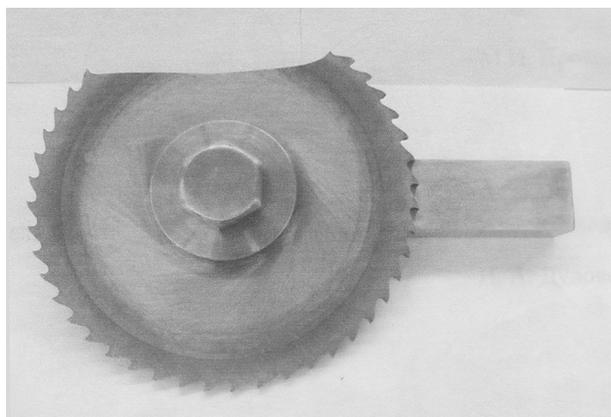
Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №70 от 20.02.2013, выданное УО «Гомельское государственное профессионально-техническое училище №152 приборостроения».

Автор: Козлов Андрей Николаевич – мастер производственного обучения УО «Гомельское государственное профессионально-техническое училище №152 приборостроения».

Адрес: 246015, г. Гомель, ул. Лепешинского, 5.
 Тел.: 8 (0232) 57-94-71.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ДЕРЖАВКА ДЛЯ РЕЗЦА № 2

Державка для резца предназначена для установки и закрепления в ней пришедших в негодность дисковых отрезных фрез с целью их дальнейшего применения в роли отрезного резца.



Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм 24×18×130
 Масса, кг 2

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №69 от 20.02.2013, выданное УО «Гомельское государственное профессионально-техническое училище №152 приборостроения».

Авторы: Козлов Андрей Николаевич – мастер производственного обучения, Дудовская Ирина Анатольевна – мастер производственного обучения УО «Гомельское государственное профессионально-техническое училище №152 приборостроения».

Адрес: 246015, г. Гомель, ул. Лепешинского, 5.
Тел.: 8 (0232) 57-94-71.

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ РЕЗЬБЫ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Приспособление предназначено для фрезерования резьбы на токарном станке. Оно состоит из державки с резьбовой фрезой, корпуса, маховика, патрона и зажимного болта.

Державка с резьбовой фрезой устанавливается в 3-х кулачковом патроне токарного станка. Основное приспособление закрепляется в резцедержателе суппорта. Заготовки устанавливаются в патроне приспособления. Маховику задается вращательное движение. Благодаря заданному движению происходит фрезерование резьбы по методу копирования.

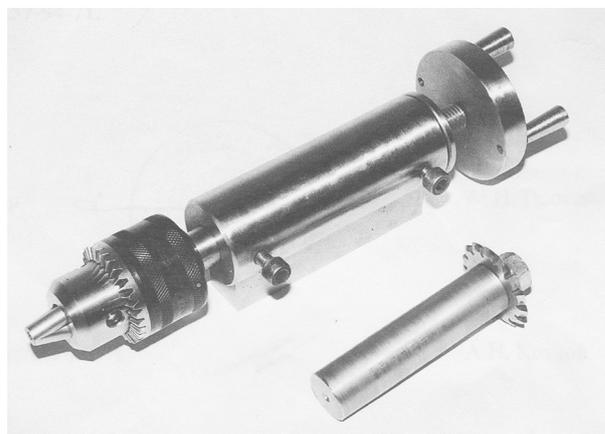
Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм 80×90×320
Масса, кг 5

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №67 от 20.02.2013, выданное УО «Гомельское государственное профессионально-техническое училище №152 приборостроения».

Автор: Козлов Андрей Николаевич – мастер производственного обучения УО «Гомельское государственное профессионально-техническое училище №152 приборостроения».

Адрес: 246015, г. Гомель, ул. Лепешинского, 5.
Тел.: 8 (0232) 57-94-71.



РОЛИК ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ БИЕНИЯ

Ролик предназначен для устранения биения заготовок, установленных на токарном станке.

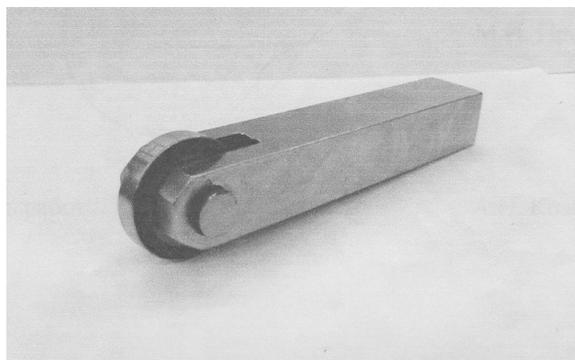
Технические характеристики:

Габаритные размеры державки, мм 22×18×120
Габаритные размеры ролика, мм 30×6
Масса, кг 0,5

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №68 от 20.02.2013, выданное УО «Гомельское государственное профессионально-техническое училище №152 приборостроения».

Автор: Козлов Андрей Николаевич – мастер производственного обучения УО «Гомельское государственное профессионально-техническое училище №152 приборостроения».

Адрес: 246015, г. Гомель, ул. Лепешинского, 5.
Тел.: 8 (0232) 57-94-71.



ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИЕ СТАНКИ

ЛЕНТОЧНЫЙ ШЛИФОВАЛЬНЫЙ СТАНОК

Станок предназначен для отделки древесины, обработки подрезанных или скошенных ребер, скругленных углов, заострения шкантов при помощи шлифовальной шкурки. Запуск станка осуществляется кнопкой пускового устройства.

При запуске ток поступает на двигатель, начинающая вращать его. Вращение двигателя передается на шкив через ременную передачу, на котором установлена шлифовальная лента. Подача заготовки на станок осуществляется вручную.

Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	43×82×90
Масса, кг	25
Напряжение питания, В	220

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №1 от 26.12.2012, выданное УО «Гомельский государственный профессиональный лицей машиностроения».

Автор: Рублев Владимир Александрович – мастер производственного обучения УО «Гомельский государственный профессиональный лицей машиностроения».

Адрес: 246029, г. Гомель, пр. Октября, 42.
Тел.: 8 (0232) 48-06-02.



СТАНОК «ДАЧНИК»

Станок предназначен для заточки ножей для рыбалки, ножей для строгального станка, различного инструмента.

Для заточки деталь закрепляется на каретке, которая перемещается по направляющим вручную. Запуск станка производится при помощи кнопки пускового устройства. Ток поступает на двигатель и начинает вращать его. Вращение передается на шлифовальный (заточный) круг. Шлифовальный круг крепится на валу электродвигателя.

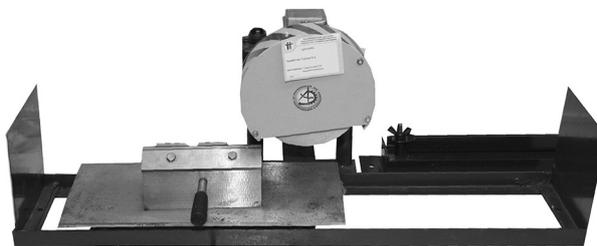
Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	98×22×47×38
Масса, кг	20
Напряжение питания, В	220

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №2 от 26.12.2012, выданное УО «Гомельский государственный профессиональный лицей машиностроения».

Автор: Рублев Владимир Александрович – мастер производственного обучения УО «Гомельский государственный профессиональный лицей машиностроения».

Адрес: 246029, г. Гомель, пр. Октября, 42.
Тел.: 8 (0232) 48-06-02.



СТАНОК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ

Станок предназначен для токарной обработки древесины, заточки инструмента, сверления и фрезерования отверстий. При заточке инструмента используется универсальная насадка со шлифовальным кругом, для сверления – сверлильный патрон.

Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	120×35×45
Масса, кг	40
Напряжение питания, В	220



Статус прав интеллектуальной собственности:

удостоверение на рационализаторское предложение №3 от 26.12.2012, выданное УО «Гомельский государственный профессиональный лицей машиностроения».

Автор: Рублев Владимир Александрович – мастер производственного обучения УО «Гомельский государственный профессиональный лицей машиностроения».

Адрес: 246029, г. Гомель, пр. Октября, 42.

Тел.: 8 (0232) 48-06-02.

СТАНОК «УНИВЕРСАЛ»

Станок предназначен для разрезания плитки, металла и распиловки древесины под различным углом. При разрезании плитки или металла используется круг с алмазным напылением, для распиловки древесины – циркулярная пила. После запуска станка вращение двигателя передается на режущий инструмент. Подача заготовки осуществляется вручную.

Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	51×65×45
Масса, кг	40
Напряжение питания, В	220

Статус прав интеллектуальной собственности:

удостоверение на рационализаторское предложение №4 от 26.12.2012, выданное УО «Гомельский государственный профессиональный лицей машиностроения».

Авторы: Рублев Владимир Александрович – мастер производственного обучения, Якушов Петр Васильевич – мастер производственного обучения УО «Гомельский государственный профессиональный лицей машиностроения».

Адрес: 246029, г. Гомель, пр. Октября, 42.

Тел.: 8 (0232) 48-06-02.



СТАНОК «МИНУТКА»

Станок предназначен для отрезания древесины (плинтус, рамка, брус) под различными углами. Подача заготовки осуществляется вручную.

Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	57×65×62
Масса, кг	30
Напряжение питания, В	220

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №5 от 26.12.2012, выданное УО «Гомельский государственный профессиональный лицей машиностроения».

Автор: Рублев Владимир Александрович – мастер производственного обучения УО «Гомельский государственный профессиональный лицей машиностроения»

Адрес: 246029, г. Гомель, пр. Октября, 42.
Тел.: 8 (0232) 48-06-02.



ЭЛЕКТРОКОЛУН-ШУРУП «БОБЕР-2»

Электроколун предназначен для раскола дров из любых пород дерева диаметром до 500 мм.

Колющим элементом колуна является клиновидный шуруп, имеющий диаметр 80 мм, длину 200 мм, шаг левой резьбы 6 мм и угол от основной оси 12°.

На валу диаметром 40 мм и длиной 450 мм установлены колющий элемент (шуруп) и двухручейный шкив с массивным маховиком, который за счет вращательной энергии способен раскалывать более толстые бревна. Электродвигатель соединен с маховиком при помощи клиноременной передачи. Регулировка оборотов на валу шурупа осуществляется за счет разных диаметров ручьев на шкивах маховика в пределах от 730-950 об/мин.

Технические характеристики:

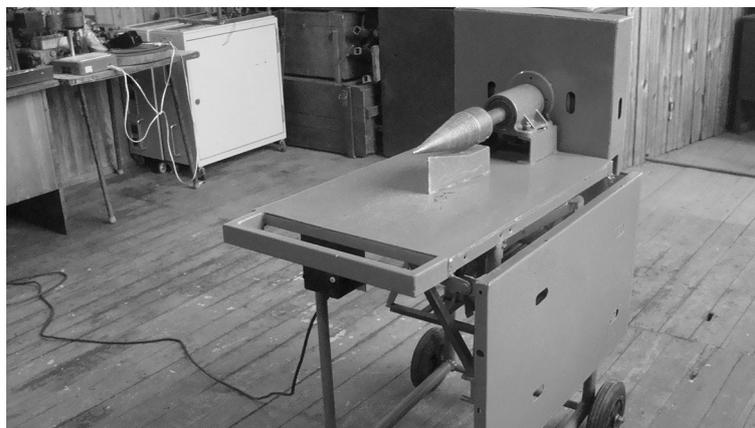
Габаритные размеры, мм	1050×800×950
Масса, кг	75
Напряжение питания, В	380/220
Мощность электродвигателя, кВт	4

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №15 от 09.01.2013, выданное УО «Скидельский государственный сельскохозяйственный профессиональный лицей».

Автор: Фурман Павел Анатольевич – педагог дополнительного образования УО «Скидельский государственный сельскохозяйственный профессиональный лицей».

Адрес: 231761, Гродненская обл., г. Скидель, ул. Октябрьская, 40.

Тел.: 8 (0152) 97-54-93, 97-59-53.



ЦЕПНАЯ ЭЛЕКТРОПИЛА

Цепная электропила предназначена для поперечной распиловки древесины диаметром до 350 мм.

Цепная электропила монтируется на вал электродвигателя напрямую или через переходную цилиндрическую втулку. Движение цепи электропилы осуществляется от шестерни, установленной на валу, по направляющей шине. Шина крепится к корпусу при помощи крепежно-натяжного приспособления. Смазка цепи электропилы подается из емкости, расположенной внутри рукоятки.

Технические характеристики:

Напряжение питания, В	230-380
Мощность, кВт	1-2,5
Частота вращения пилы, об/мин	1500-3000

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №63 от 18.03.2013, выданное УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» Технологический колледж.

Автор: Муха Василий Сергеевич – мастер производственного обучения УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» Технологический колледж.

Адрес: 230015, г. Гродно, ул. М. Горького, 84.
Тел.: 8 (0152) 43-43-23, 43-20-40.



ТРУБОГИБОЧНЫЙ СТАНОК

Трубогибочный станок предназначен для формирования под различным углом водо-, газопроводных труб из различных металлов, диаметром до 3/4 дюйма и применяется при проведении сантехнических работ.

Станок состоит из корпуса, электродвигателя, приводного механизма, гибочного устройства и пульта управления. Корпус изготовлен из стальных уголков и листового железа. На нем закреплено трубогибочное устройство, состоящее из двух роликов одинакового диаметра. Один ролик является опорным, так как участвует в формировании трубы. Ролики можно менять. Их размеры зависят от диаметра труб.

Включение электродвигателя станка и изменение направления вращения шестерни, на которой установлен гибочный ролик, осуществляется кнопкой, установленной на пульте управления.

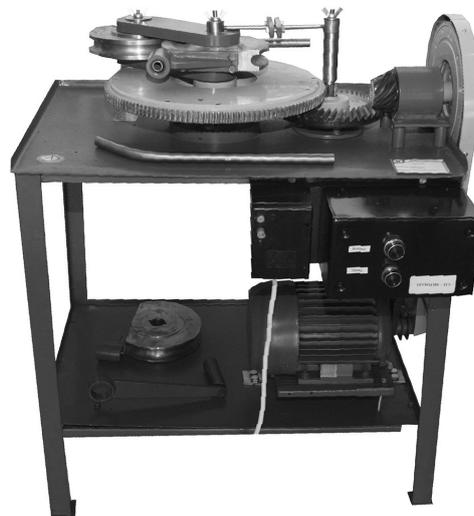
Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	800×400×700
Масса, кг	110
Напряжение питания, В	380
Мощность, кВт	1,5

Статус прав интеллектуальной собственности: патент на промышленный образец №2701, зарегистрирован в Государственном реестре промышленных образцов 04.02.2013.

Авторы: Гурло Сергей Михайлович – директор, Пацино Валерий Антонович – педагог дополнительного образования УО «Борисовский государственный колледж».

Адрес: 222120, Минская обл., г. Борисов, ул. 50 лет БССР, 4.
Тел.: 8 (0177) 74-48-77, 74-48-76.



УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЯ И ТРУБ БЕЗ РАЗРУШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ КПТ-30.100 «ВОМБАТ»

Установка используется при проведении ремонтных работ, обустройстве дренажа, прокладке сетевых коммуникаций и предназначена для изготовления каналов в грунте без вскрытия поверхности почвы, дорожного полотна, тротуарных покрытий.

Установка обеспечивает прокалывание почвы на горизонтальном участке протяженностью 30 м с диаметром канала до 100 мм. Представляет собой стальную телескопическую раму с упорными башмачками и регулировочной площадкой, обеспечивающей точность установки относительно горизонтали. Для работы установки в почве выполняют приямок, соответствующий размерам установки. Глубина приямка определяется из расчетной глубины прокладки канала. Гидравлическая система обеспечивает необходимое давление для прокола почвы с последующим протягиванием труб и расширением канала в грунте.

Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	2290×490×570
Масса, кг	125
Длина хода поршня, мм	640



Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №02-12, от 06.02.2012, выданное ГУО «Смиловичский сельскохозяйственный профессиональный лицей».

Автор: Кривоуст Артем Юрьевич – мастер производственного обучения ГУО «Смиловичский сельскохозяйственный профессиональный лицей».

Адрес: 223216, Минская обл., Червенский р-н, г.п. Смиловичи, ул. Могилевское шоссе, 1.
Тел.: 8 (01714) 2-34-64.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 1К62

Станок предназначен для выполнения разнообразных токарных работ на заготовках диаметром до 200 мм и длиной до 350 мм, а также нарезания метрических, дюймовых, модульных резьб.

Станок можно использовать для изготовления мелких деталей на станциях технического обслуживания автомобилей, в быту, на предприятиях металлообрабатывающей промышленности.

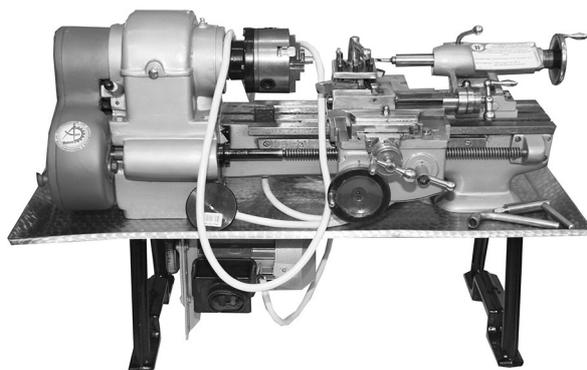
Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	820×350×520
Масса, кг	97
Напряжение питания, В	380
Мощность электродвигателя, кВт	1
Частота вращения шпинделя, об/мин	1550

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №23 от 09.01.2013, выданное УО «Минский государственный профессиональный лицей №9 автомобилестроения».

Автор: Прокопович Евгений Федорович – механик УО «Минский государственный профессиональный лицей №9 автомобилестроения».

Адрес: 220021, г. Минск, ул. Социалистическая, 9.
Тел.: 8 (017) 242-91-42, 242-91-75.



УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ОТРЕЗНОЙ СТАНОК

Универсальный отрезной станок предназначен для резки металла различного профиля и используется в ремонтных мастерских.

В нем функционально объединены две операции: отрезание материалов вулканитовым кругом и зачистка поверхностей. Станок крепится к верстаку и подключается к электрической сети. Два круга начинают вращаться при помощи электродвигателя и клиноременной передачи.

Резка металла производится равномерно без дополнительных усилий, изломов и изменения угла наклона отрезного круга относительно заготовки.

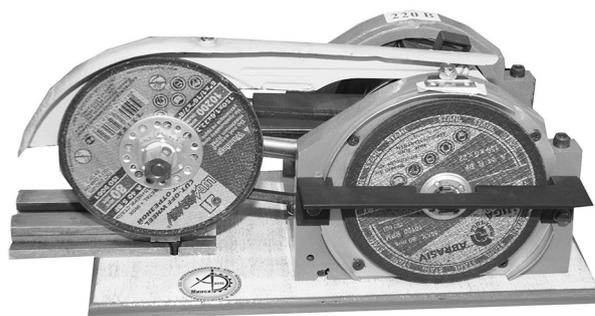
Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	300×450×250
Масса, кг	12
Напряжение питания, В	220

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №22 от 25.01.2013, выданное УО «Минский государственный лицей №9 автомобилестроения».

Автор: Харланович Евгений Арсентьевич – мастер производственного обучения УО «Минский государственный лицей №9 автомобилестроения».

Адрес: 220021, г. Минск, ул. Социалистическая, 9.
Тел.: 8 (017) 242-91-42, 242-91-75.



ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ОБРЕЗКИ И ТОРЦОВКИ ЗАГОТОВОК С ПОМОЩЬЮ ОТРЕЗНОЙ МАШИНЫ

Приспособление предназначено для обрезки и торцовки металлических заготовок под разным углом с помощью отрезной машинки.

Используемое приспособление позволяет быстро и точно разрезать трубы, профили, полосы из металла и других материалов под углом 45°-90°.

Технические характеристики:

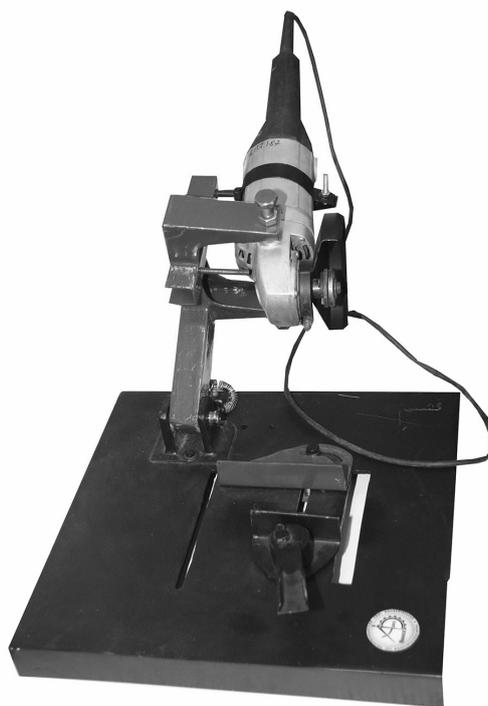
Габаритные размеры, мм	410×420×380
Масса, кг	6,2
Напряжение питания, В	220
Угол резания, градус	45 - 90
Размер разрезаемого материала, мм:	
труба	65
полоса	60×100

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №4 от 30.01.2013, выданное УО «Бобруйский государственный машиностроительный профессионально-технический колледж».

Автор: Парахневич Юрий Викторович – мастер производственного обучения УО «Бобруйский государственный машиностроительный профессионально-технический колледж».

Адрес: 213800, Могилевская обл., г. Бобруйск, ул. Гагарина, 40.

Тел.: 8 (0225) 44-20-60.



СТАНОК ОТРЕЗНОЙ

Станок отрезной предназначен для резания изделий из металла, дерева, пластмассы, камня, кирпича под углом до 45° и применяется в ремонтных мастерских, на строительных объектах при строительстве арок, каминов, фасадов зданий, а также в личном хозяйстве.

Станок представляет собой рабочий поворотный стол с нанесенной на его поверхности шкалой упора и маятникового рычага, на котором нанесена шкала в градусах для поворота рабочей части на определенный угол резания. На станке установлены электродвигатель, приводной вал с зубчатым колесом, шариковые подшипники, отрезной круг, ручка, пускатель, ножки для закрепления станка на столе. Предусмотрены: защита от случайного разрушения режущего круга и автоматическое выключение электродвигателя при возникновении чрезвычайной ситуации.

Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	450×600×480
Масса, кг	21
Напряжение питания, В	220
Частота вращения электродвигателя, об/мин	1370

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рацпредложение №2 от 07.02.2013, выданное УО «Мстиславский государственный строительный профессионально-технический колледж».

Автор: Исаенко Алексей Николаевич – мастер производственного обучения УО «Мстиславский государственный строительный профессионально-технический колледж».

Адрес: 213453, Могилевская обл., г. Мстиславль, ул. Советская, 10.
Тел.: 8 (02240) 2-17-37, 2-05-01.



РАСКАТНИК ШАРИКОВЫЙ, МНОГОРЯДНЫЙ, ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ДЕЙСТВИЯ

Пневматический раскатник предназначен для завершающей упрочняющей обработки внутренних поверхностей металлических деталей без снятия стружки путем холодного пластического деформирования металла, сохраняя точность и шероховатость предшествующей обработки.

Раскатник обеспечивает обработку внутренних поверхностей вращения в деталях (гильзы двигателей, силовые цилиндры, корпусные и др.). Значительный эффект обработки достигается в случае замены трудоемких операций хонингования, суперфиниширования и алмазного выглаживания.

Раскатник состоит из корпуса, в котором находится камера расширения с деформирующими шарами. Процесс обработки поверхности раскатником основан на принципе работы пневматического шарикового вибродвигателя. Сжатый воздух подается в камеру и деформирующие шары под давлением начинают вращаться. При вращении развивается центробежная сила, способная менять исходный микрорельеф детали и упрочнять ее поверхностный слой.

Технические характеристики:

Габаритные размеры, мм	7×190×45
Масса, кг	1,2
Частота вращения деформирующих шаров, об/мин	4000-8000

Статус прав интеллектуальной собственности: удостоверение на рационализаторское предложение №12 от 07.02.2013, выданное УО «Могилевский государственный политехнический колледж».

Автор: Дранькова Людмила Михайловна – преподаватель УО «Могилевский государственный политехнический колледж».

Адрес: 212030, г. Могилев, ул. Первомайская, 93.
Тел.: 8 (0222) 25-67-33, 25-30-93.



ПРЫЖОК К СВЕРХЗВУКОВОМУ БАРЬЕРУ

(продолжение)

Клеванец Ю.В.

Однако на взлете – посадке пилоты «Конкорда» должны были выдерживать угол атаки до 18 градусов, что, конечно, несколько затрудняло их работу и не добавляло комфорта пассажирам. Вот в качестве иллюстрации воспоминание летчика одного из экипажей предсерийного самолета Ту-144 Александра Александровича Ларина: «Когда отрываешься от земли, впечатление, что на качелях: ноги обгоняют голову». Эффект «качелей» на «Конкорде» должен был проявляться более явственно. Итак, представим различия в виде таблицы.

Самолет	Ту-144	«Конкорд»
Нос опускается		
на взлете	12 град.	5 град.
на посадке	17 град.	12 град.

Между прочим, тот же А.А. Ларин вспоминал, что разгон по ВПП Ту-144 сопровождался ощутимой перегрузкой: за 25 сек. скорость возрастала от 0 до более чем 350 км/ч.

Итак, вывод: конструкторы «Конкорда», по видимому, немало попотели над тем, чтобы оснастить свое детище «аккуратным» носиком. Это дало им возможность не прибегать к помощи сложной и тяжелой механизации для балансировки самолета на взлетно-посадочном режиме, когда нос опущен. Дальнейшими следствиями стали некоторое усложнение работы всей системы на взлете и посадке, но и, конечно, с другой стороны — экономия топлива.

Нос у Ту-144 был крупнее, что потребовало дополнительных сложных конструктивных решений, т. е. введения в конструкцию балансировочных крылышек, но эти крылышки при их нормальной работе облегчали пилотирование на взлете – посадке и позволяли использовать управляющие поверхности (элевоны) в режиме закрылков.

В результате советские специалисты подчеркивали, что Ту-144 может базироваться в 18 аэропортах СССР на существующих там ВПП без всяких доработок последних. Однако, несмотря на значительные усилия, которые были потраче-

ны на то, чтобы как-то «адаптировать» сверхзвуковой лайнер под привычные для Гражданской авиации условия работы, самолет оставался для заказчика сложным уже хотя бы потому, что, например, заход на посадку должен был проходить на скорости не менее 380 км/ч.

Продолжая разговор об аэродинамической схеме советского сверхзвукового самолета, обратим внимание на крыло. На первый взгляд оно представляет собой плоскую пластину, состоящую из двух треугольников. Однако на самом деле каждая консоль состояла из двух поверхностей (верх и низ) сложной кривизны и не похожих друг на друга. При виде спереди крыло заметно закручено вниз. При виде сбоку в сечении крыла мы увидим профиль в виде вытянутой и перевернутой латинской буквы S, т. е. передняя кромка крыла закручена вниз, а задняя вверх. Концевые сечения крыла при этом закручены сильнее, чем корневые. Это называется «аэродинамическая крутка». В литературе говорится, что по мере накопления опыта продувок в аэродинамических трубах и реальных полетов эта самая аэродинамическая крутка усиливалась от самолета к самолету и на серийных машинах более ярко выражена, чем на опытных.

На первом самолете передняя кромка крыла имела плавные очертания (в авиации говорят: крыло оживальной формы). Затем форма кромки была изменена и стала состоять из двух прямолинейных участков («крыло готической формы»). Наплавная часть крыла имела стреловидность в 76 град., консольная часть в 57. Вероятно «рубленая» форма передней кромки выбрана из стремления добиться стабильного обтекания крыла набегающим потоком на сверхзвуке. Дело в том, что на «излом» передней кромки крыла на большой скорости полета «садится» воздушный вихрь, который можно заставить играть роль аэродинамического гребня, т. е. препятствовать перетеканию воздуха от корня к концу крыла и тем самым значительно улучшить динамику машины, например, при развороте.

Надо заметить, во-первых, что в аэродинамике крыла Ту-144 были использованы исследования Р. Бартини, одного из руководителей СибНИИА. Подобным же крылом был оснащен самолет Су-100, и это, по-видимому, было использованием наработок СибНИИА. А во-вторых, советские специалисты с удовлетворением отмечали, что аэродинамическое качество (частное: коэффициент подъемной силы/коэфф. силы сопротивления) на скоростях свыше 2000 км/ч для Ту-144 был доведен до 8,1, тогда как у «Конкорда» он равнялся 7,7 (у истребителя МиГ-21, самолета нормальной схемы не более 4,5 на тех же скоростях). Т. е. отставание от евроконкурента по части дальности не было фатальным, у самолета имелась возможность для совершенствования.

Теперь перейдем ко второму пункту тезисов Туполева — к обеспечению приемлемого комфорта для пассажиров. Кроме разработки новых систем вентиляции и кондиционирования, здесь потребовались еще и новые подходы для сохранения герметичности фюзеляжа на всех режимах, ведь в полете от нагрева он становился на 300 мм длиннее, чем на земле. Т. е. конструкторам следовало учитывать наложение друг на друга двух видов циклических нагрузок: от наддува и от нагрева.

По третьему пункту тезисов, по воздухозаборникам, из литературы можно узнать только то, что они устроены так, что «подхватывают» зону повышенного давления, образованную скачком уплотнения, сходящим с крыла. Заборники оснащены внутренними управляемыми «клиньями», меняющими площадь входного сечения и перепускными створками. Два двигателя объединены одним воздухозаборником, что считалось делом рискованным. Но и здесь, по-видимому, помог опыт Су-100. Внутри воздухозаборника осуществляется переход от сверхзвукового течения к дозвуковому последовательно через 4 скачка уплотнения.

Управление самолетом типично для летательных аппаратов подобной схемы, т. е. по крену и по тангажу осуществляется элевонами, рулевыми поверхностями с двумя осями качания и с независимым приводом по каждому из каналов управления. В литературе говорится также, что элевоны могли еще и «зависать», т. е. выполняли функцию закрылков вместе с функцией рулей.

Для большого сверхзвукового самолета также необходимо предусмотреть возможность управляемого изменения положения центра тяжести. Во-первых, из-за того, что в так называемой «трансзвуковой» зоне скоростей начинает «гу-

лять» центр давления (воображаемая точка приложения подъемной силы). А во-вторых, большой скоростной самолет — это, говоря языком физики, уже тело переменной массы. Топливные баки такой машины просто огромны, их принципиально невозможно разместить строго по линии расположения центра масс. Поэтому в полете в результате выгорания топлива следует ожидать появления ненужных моментов на пикирование или на кабрирование.

В силу сказанного для Ту-144 изначально были предусмотрены «балансирующие» баки в наплывах крыла и в хвосте фюзеляжа. Топливо из одних емкостей в другие перегонялось во время полета по мере необходимости автоматически.

Два внешних двигателя НК-144 первых самолетов оснащались реверсивными створками, в последующем от реверса тяги отказались в пользу тормозных парашютов.

Основной материал конструкции — алюминиевые сплавы. Передняя кромка крыла, испытывающая наибольший нагрев, изготавливалась из титановых сплавов и стали. По мере накопления опыта полетов пришлось менять в пользу титана и материалы для других узлов и элементов конструкции: титан имеет высокий модуль упругости, а при испытаниях были выявлены высокочастотные вибрации, особенно в хвосте самолета.

5. Перейдем к истории создания. Официальное объявление о начале работ по Ту-144 последовало спустя несколько месяцев после выхода Постановления ЦК КПСС и СМ СССР, т. е. в 1964 г. Эскизный проект выполняло бюро под руководством В.И. Близнюка. Через год был готов макет самолета и показан на авиационной выставке в Ле Бурже 1965 г. Часть зарубежной прессы начала уличать русских в плагиате — мол, скопировали «Конкорд», что, как видно, подпортило настроение тандему Туполевых. Но напряженная работа продолжалась.

Андрей Николаевич настоял на организации возможности катапультирования пилотов опытных самолетов — это еще одна особенность этого проекта.

Опытные самолеты строились на Московском машиностроительном заводе «Опыт». Первый экземпляр самолета был готов в конце августа 1968 г. (по другим источникам еще в 1967 г.). Возможно, в источниках и нет расхождений, поскольку было построено всего пять опытных самолетов. Четыре были отправлены на прочностные испытания (два на статические, один на усталостные и один на усталостные с нагревом). Пятый са-

молет испытывался в полете. Поскольку летный экземпляр никто не допустил бы до полетов без результатов прочностных испытаний, то, скорее всего, и изготовлен он был позже остальных.

Итак, летную машину собрали в Москве, потом разобрали, по частям перевезли в Жуковский, снова собрали. Пока велись все эти работы, в Жуковском интенсивно испытывался самолет МиГ-21 Аналог, летательный аппарат аэродинамической схемы «бесхвостка», динамически подобный Ту-144. Интересно, что при этих испытаниях Аналог (он же МиГ-21И) показал дальность, скорость, скороподъемность лучшие, чем у серийных истребителей МиГ-21. К примеру, скорость оказалась на 300–350 км/ч выше до 2500 км/ч, что немного лучше, чем у тогдашних французских «Миражей». Все это стало возможным вследствие более «чистой» аэродинамики. Наверное, можно было бы вести речь и о серийном производстве такого варианта МиГов,

но МиГ-21 воспринимался всеми как фронтальной истребитель, для которого все-таки более предпочтительна нормальная аэродинамическая схема.

МиГ-21И активно осваивали летчики будущих экипажей Ту-144, в частности Э.В. Елян, М.В. Козлов.

В первом полете Ту-144 Елян был командиром экипажа, Козлов — вторым пилотом. На борту находились также бортиженер Ю. Т. Селивестров и инженер-испытатель В.Н. Бендеров. Полет продолжался 37 минут. Принципиальных ошибок обнаружено не было.

Но при продолжении испытаний, конечно же, выявились недостатки. С одной стороны, в июне 1969 г. первый построенный Ту-144 превысил скорость звука, что, безусловно, хорошо. С другой — четко обозначились две основные проблемы, с которыми пришлось бороться с переменным успехом до самого завершения темы. Речь идет, во-первых, о вибрациях конструкции, в осо-

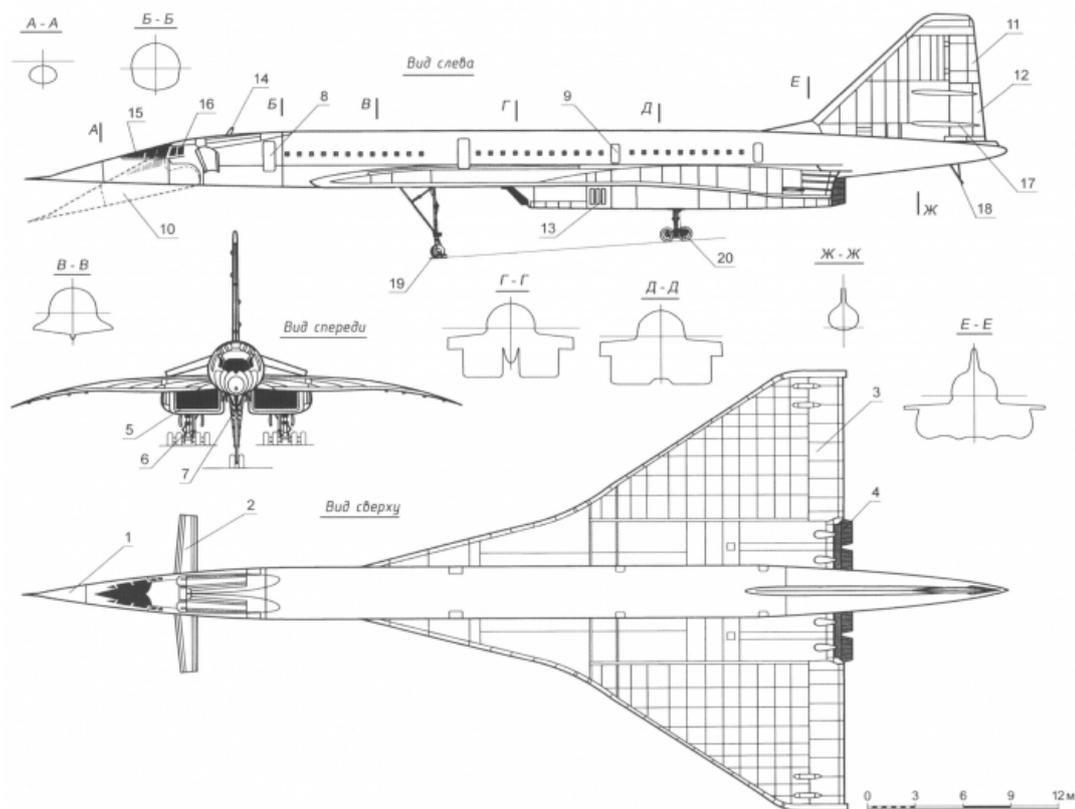


Схема Ту-144:

- 1 — обтекатель РЛС; 2 — переднее выдвижное крыло; 3 — элевоны; 4 — регулируемое сопло;
- 5 — воздухозаборник; 6 — основная опора шасси; 7 — передняя опора шасси; 8 — входная дверь;
- 9 — аварийная дверь; 10 — носовой обтекатель в посадочном положении; 11 — форкиль;
- 12 — руль направления; 13 — створки перепуска воздуха; 14 — антенна командной радиостанции;
- 15 — остекление носового обтекателя; 16 — остекление кабины пилотов; 17 — обтекатель тяги руля направления; 18 — хвостовая предохранительная пята; 19 — колесо носовой опоры шасси;
- 20 — колесо основной опоры шасси

бенности — в хвостовой части, где на колебания от обтекания сверхзвуковым потоком накладывались колебания от работы двигателей.

Во-вторых, дала себя знать неэкономичность двигателей. На максимальном газу удельный расход топлива НК-144 составлял 2,23 кг/кгс в час (тяги 20 т), а при тяге 4 т — 1,56 кг/кгс в час. При этом если двигатели выдавали 4 т тяги, самолет не выходил на заданную сверхзвуковую крейсерскую скорость.

Для сравнения: европейским специалистам удалось-таки довести удельный расход топлива на «конкордовских» двигателях «Олимп» до 1,19 кг/кгс в час в горизонтальном крейсерском полете.

В Куйбышевском КБ Н.Д. Кузнецова о недостатках НК-144 знали заранее и вели работу по их устранению. А в это время свои двигатели РД-36-51 для Ту-144 предложило КБ П. А Колесова при Рыбинском моторном заводе. РД-36-51 были дальнейшим развитием одноконтурных моторов РД-36-41, которые предназначались к установке на самолет Су-100 (о нем см. «Инженер-Механик» №1/2011). Они так же, как и НК-144, выдавали максимальную тягу в 20 т.

В июне 1969 г. вышло Постановление Совета Министров СССР о подключении к работам над Ту-144 Рыбинского моторного завода. Сверхзвуковой лайнер постепенно превращался в самый амбициозный и трудоемкий авиационный проект в Советском Союзе.

Однако и у РД-36-51 была своя «ахиллесова пята». Это недостаток ресурса. Рыбинским конструкторам также пришлось немало потрудиться над доводками и стендовыми испытаниями своего изделия.

На заводе «Опыт» в Москве был запущен в производство первый предсерийный Ту-144 (заводской №01-1), в котором учитывался опыт первых испытательных полетов. А испытания первого самолета продолжались. 25.05.1970 опытная машина достигла скорости 2150 км/ч на высоте 16300 м. Несколькими днями ранее был организован первый публичный показ нового лайнера.

В продолжение испытаний 12 ноября того же 1970 г. опытный Ту-144 в течение получаса летел на сверхзвуке и достиг при этом скорости 2430 км/ч.

Летом следующего, 1971 г., опытная машина была показана на авиасалоне Ле Бурже, где встретилась со своим конкурентом «Конкордом» она демонстрировалась также в Софии, Берлине, Ганновере, а 1973 г. ее, налетавшую 180 ч в 120 полетах (по другим сведениям в 150 полетах), разобрали на металлолом.

Первый предсерийный самолет строился с теми же двигателями НК-144, которые позволяли иметь дальность только 3250 км. Однако эта машина уже отличалась от опытной. Взлетная масса ее возросла до 190 т, т. е. увеличилась на 40 т. Изменилась форма крыла — стала «готической». Новый самолет рассчитывался на перевозку уже 150 пассажиров, тогда как опытный на 120. Основные стойки шасси были оснащены восьмиколесными тележками, двигатели разнесены от фюзеляжа, установлены передние «крылышки». Т. е. самолет № 01-1 уже имел все характерные черты Ту-144 как типа.

01-1 был построен в самом начале 1971 г. и с 01.06.1971 г. подключился к испытательным полетам. В литературе сообщается, что он был оснащен кроме обычной, гидромеханической, еще и электронной системой управления. Однако при этом отказались от системы реверса тяги.

На стапелях завода «Опыт» был заложен следующий самолет, 01-2. На нем уже ставились двигатели НК-144А с уменьшенным расходом топлива.

С 1971 г. начинаются работы по подготовке серийного производства на Воронежском авиационном заводе.

Самолет 01-1 выполнил несколько показательных полетов по городам СССР. В сентябре 1972 г. на нем был проведен пробный рейс Москва – Ташкент, время в полете 1 ч 50 мин. Однако основные проблемы Ту-144 — неэкономичность и резонансные колебания элементов конструкции так и не были побеждены. Всего 01-1 налетал 338 ч за 231 полет.

Летом 1973 г. самолет был отправлен на салон в Ле Бурже, где и потерпел катастрофу. Казалось, машина уже освоена экипажем испытателей (см. показатели налета) и поначалу ничто не предвещало беды. Демонстрационные полеты в тот день, 3 июня, начались даже несколько погусарски. Сначала летчики «Конкорда» продемонстрировали свое умение пилотировать машину на минимальной скорости, пролетев на малой высоте вдоль взлетно-посадочной полосы аэропорта на глазах у 300 тысяч зрителей. Затем этот же трюк решила повторить и советская делегация на своем Ту-144. Во время исполнения маневра сверху к советскому самолету подлетел истребитель «Мираж», пилот которого стал вести съемку работы «крылышек». Внезапно Ту-144 «просел», включил форсаж, пошел вверх крутой «горкой». Видимо, при этом были превышены допустимые нагрузки, машина начала разваливаться прямо в воздухе и упала на парижский пригород. Экипаж погиб, на земле под обломками погибли еще 7 человек. При расследовании выяснилось, что нже-



Андрей Николаевич Туполев



Борис Андреевич Ганцевский



Алексей Андреевич Туполев

нер-испытатель экипажа, генерал-майор В. Н. Бендеров во время полета стоял в проходе кабины пилотов и вел киносъемку полета. Разбитую кинокамеру нашли потом в нише под штурвалом, возможно, она стала дополнительной причиной катастрофы. Возможной причиной в литературе называют также рассогласование двух систем управления: гидромеханической и электронной.

1973 г. — уже не 1964. Изменилась конъюнктура рынков, стало резко дорожать топливо. В СССР наступала общественно-политическая осень, холодные сквознячки застоя потихоньку выдували общенародный энтузиазм минувших лет. Из жизни один за другим уходили великаны предыдущей эпохи. В 1972 г. умер и Туполев-старший, один из немногих людей в стране, кто мог спорить и с Берией и со Сталиным. Алексей Андреевич Туполев, ставший Генеральным после отца, не обладал его пробивной силой, и когда ему, новому руководителю КБ впервые дали понять, что сверхзвуковой пассажирский лайнер — это чемодан без ручки (а это случилось, скорее всего, после катастрофы), он, по-видимому, не нашел, что ответить.

Главным конструктором Ту-144 был назначен Борис Антонович Ганцевский, судя по литературе, еще менее «пробивной» человек, чем Туполев-младший.

Но работы пока продолжались. К 1972 г. был готов самолет 01-2. С 20.03.1972 он подключился к испытаниям. После длительных доводок и доработок на этой машине добились расхода топлива 1,81 кг/кгс в час на крейсерском сверхзвуковом режиме, 1,65 кг/кгс в час — на взлетном режиме. Дальность полета с этими моторами увеличилась до 3500 км. Крыло этого самолета стало еще большим по площади, а взлетная масса увеличилась до 195 т.

После катастрофы в Париже все испытания прервались, а возобновились только в конце 1973 г. К прежним большим проблемам добавилось и то, что новая электронная система управления была еще совершенно не отработана.

В декабре 1973 г. на испытания вышел первый самолет, построенный в Воронеже (№02-1). На нем стояли двигатели НК-144А. На испытаниях отработывалось функционирование пилотажно-навигационного комплекса. Следующая машина, 02-2, совершила первый полет 14.06.74 г. На ней исследовалось поведение самолета на больших углах атаки и опять же велась отработка систем. Летом 1975 г. самолет 02-2 вновь демонстрировали в Ле Бурже.

На самолете 03-1 впервые установили двигатели РД-36-51 Рыбинского завода. Очень заманчивые в части экономичности (удельный расход составлял 1,26 кг/кгс в час на сверхзвуковой крейсерской скорости), они все-таки не дотягивали до требований по ресурсу. Первый вылет машины 03-1 состоялся 30.11.1974 г. До лета 1976 г. на этом самолете проводились работы по согласованию функционирования самолетных систем и нового двигателя, а в полете 05.06.76 г. с нагрузкой в 5 т была получена дальность полета 6200 км. Рыбинские конструкторы обещали довести удельный расход топлива до 1,23 кг/кгс в час, а также оснастить свои моторы системой реверса.

В это же время был готов первый двигатель Куйбышевского завода НК-144В с удельным расходом топлива 1,4 кг/кгс в час при гораздо большем, чем у рыбинских конкурентов, ресурсе.

Т. е. заявленная дальность Ту-144 в 6500 км все-таки могла быть получена на практике.

(Окончание следует)