

3. Солнечные батареи. Характеристики солнечных батарей. [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.saturn.kuban.ru/solar_battery_spec.html
4. Солдатенко В.Г. Аппаратура регулирования и контроля системы электропитания космического аппарата «Канопус-Вулкан» / В.Г. Солдатенко, В.О. Эльман, В.В. Быков, Д.В. Сергеев // Электронные и электромеханические системы и устройства: Сб. науч. тр. –Новосибирск: Наука, 2007. –С. 17-23.
5. Качин Л.А. Блок электроники для литий-ионной аккумуляторной батареи космического аппарата «Глонасс» / Л.А. Качин, В.В. Быков, В.О. Нагорный, П.О. Нагорный, М.Ю. Фалько // Электронные и электромеханические системы и устройства: Тез. докл. науч. техн. конф. молодых специалистов (10-11 апреля 2008 г.) ОАО «НПЦ «Полус». –Томск, 2008. –С. 3-4.
6. Кудряшов В.С. Система электропитания космического аппарата / В.С. Кудряшов, В.О. Эльман, М.В. Нестеришин, К.Г. Гордеев и др. Патент РФ №2396666. Заявитель ОАО «ИСС». Дата подачи заявки на изобретение 29 июня 2009 года.
7. Алексеев В.П., Карабан В.М. Математическое моделирование процессов термостойчивости в конструкциях РЭС. –Томск: ТУСУР, 2007. –С. 6-8.
8. Быков В.В., Борилов В.Н. Диагностика прочности конструкции приборов космического назначения на ранних стадиях проектирования // Контроль. Диагностика. – 2013 – №. 13. – С. 261-264.
9. Быков В.В. Обеспечение тепловых режимов силовой аппаратуры космических аппаратов // Космическое приборостроение: сборник научных трудов II Всероссийского форума школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «Космическое приборостроение» /Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – С. 41-43.

**УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА (ЧАСТЬ 1) ДЛЯ СТУДЕНТОВ
НАПРАВЛЕНИЯ 12.03.01 - ПРИБОРОСТРОЕНИЕ**

Гормаков А.Н.¹, Жарких Е.В.²

¹ Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

² Областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Томский экономико-промышленный колледж»
Россия, г. Томск, ул. Пушкина, 63, стр. 28, 634006
E-mail: gormakov@tpu.ru

**TEACHING PRACTICE (PART 1) FOR STUDENTS
DIRECTIONS 12-03-01 - INSTRUMENTMAKING**

Gormakov A.N.¹ Zharkih E.V.²

¹ Tomsk Polytechnic University
Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: gormakov@tpu.ru

² Regional state budgetary professional educational institution "Tomsk Economics and Industrial College"
Russia, Tomsk, Pushkin str., 63, buil. 28, 634050

Рассматривается роль и место учебной практики (часть 1) для студентов направления 12.03.01 – Приборостроение. Профессиональная подготовка выпускников средних школ и гимназий в разных регионах России, ближнего и дальнего зарубежья, поступивших на обучение в ТПУ, очень разнообразна. Отмечается, что профессиональными навыками и умениями в области формообразования деталей приборов и машин обладает не более десяти процентов студентов первого курса. Такое положение вещей в техническом университете не способствует формированию компетенций, необходимых будущим разработчикам новых приборов. Для устранения этого недостатка в учебные планы первого года обучения введена учебная практика (ч. 1). На практику отведено 4 недели в июне-июле. Практика проводится в производственных мастерских Томского экономико-промышленного колледжа под руководством

заслуженных мастеров производственного обучения. В результате практики студенты приобретают практический опыт выполнения слесарных, токарных и фрезерных работ. На базе ТПУ студенты знакомятся с технологиями быстрого прототипирования с использованием принтеров Picaso 3D Designer.

The role and place of practical training (part 1) for students of direction 12.03.01 – Instrument Making is observed. Vocational training of secondary and grammar schools graduates in different regions of Russia and foreign countries, entered in TPU is very diverse. It is noted that the skills and abilities in the field of forming parts of devices and machines have no more than ten per cent of first-year students. This state of affairs at the Technical University is not conducive to the formation of competencies required future developers of new devices. Training Practice (Part 1) was introduced to remedy this shortcoming in the curricula of the first year. It is given to 4 weeks for practice in June-July. The practice is carried out in the workshops of Tomsk Economics and Industrial College under the guidance of distinguished trainers. As a result of the practice students gain hands-on experience in metalworking, turning and milling operations. On the TPU basis students get acquainted with the technology of rapid prototyping with the use Picaso 3D Designer printers.

Учебная практика (часть 1) на первом курсе введена в учебные планы направления 12.03.01 – Приборостроение Томского политехнического университета с 2014 г. приема.

Многие годы в период обучения в бакалавриате студенты проходили две практики: учебную на втором курсе и производственную, на третьем курсе.

В процессе перехода направления 12.03.01 - Приборостроение ТПУ на подготовку в рамках всемирной инициативы CDIO на первом и втором курсах с 2013 года приема был введен творческий проект. Выполнение творческого проекта имеет целью развить у студентов интерес к творческой, проектной деятельности. Студенты объединяются в группы от трех до шести человек. В начале семестра, на первых встречах группа принимает решение об объекте проектирования. Причем, перед студентами стоит задача в течение 3-4 месяцев семестра довести свою идею до практической реализации – действующего макета устройства.

Практика трех прошедших лет показала, что слабым звеном большинства современных студентов является отсутствие навыков выполнения простейших обработочных операций: слесарной обработки, токарной и фрезерной обработки и др. Профессиональная подготовка в школах России, и стран СНГ имеет разную направленность. Профессиональные навыки по методам формообразования деталей приборов имеет небольшой процент выпускников школ. По этой причине при создании действующих макетов у студентов возникают проблемы, в решении которых приходится проводить дополнительные практические занятия по методам и приемам обработки материалов.

Введение учебной практики после первого курса по методам формообразования деталей является актуальной при подготовке будущих разработчиков новых поколений приборов.

В 2015 г. для студентов направления 12.03.01 – Приборостроение ТПУ была организована учебная практика (часть 1) на базе производственных мастерских Томского экономико-промышленного колледжа. ТЭПК более 50 лет осуществляет подготовку квалифицированных рабочих по профессиям слесаря, токаря фрезеровщика, контролера, слесаря КИПиА, радиомонтажника. Учебная практика направлена на приобретение навыков слесарных работ и работ на металлообрабатывающем оборудовании под руководством мастеров производственного обучения.

Студенты были разделены на три группы. Каждая группа по очереди прошла подготовку по слесарной, токарной и фрезерной обработке.

В результате учебной практики студенты **получили практический опыт:**

- ✓ выполнения слесарных работ;
- ✓ работы на фрезерных станках;
- ✓ работы на токарных станках;

умеют:

- ✓ выполнять слесарную обработку деталей по 12-14 квалитетам;
- ✓ использовать слесарный инструмент и приспособления, обнаруживать и устранять дефекты;
- ✓ выполнять размерную слесарную обработку деталей по 11-12 квалитетам;
- ✓ сверлить отверстия;
- ✓ нарезать наружную резьбу;
- ✓ выполнять пригоночные операции (шабрение и притирку);
- ✓ использовать необходимый инструмент и приспособления для выполнения
- ✓ пригоночных операций;
- ✓ читать чертежи;
- ✓ обеспечивать безопасную работу;
- ✓ обрабатывать простые детали на универсальных фрезерных станках с применением режущего инструмента и универсальных приспособлений;
- ✓ выполнять установку деталей в тисках различной конструкции;
- ✓ фрезеровать детали средней сложности и инструмента по 11-14 квалитетам на одноступенчатых горизонтальных фрезерных станках с применением режущего инструмента и универсальных приспособлений;
- ✓ обрабатывать простые детали на универсальных токарных станках с применением режущего инструмента и универсальных приспособлений;
- ✓ нарезать метрическую резьбу;
- ✓ контролировать параметры обработанных деталей;
- ✓ выполнять уборку стружки;

знают:

- ✓ технику безопасности работы на станках;
- ✓ виды режущего инструмента, его назначение и условия применения;
- ✓ устройство и правила подналадки горизонтальных фрезерных станков и токарных станков;
- ✓ правила и технологию контроля качества обработанных деталей.

Распределение учебных часов по разделам:

- ✓ Раздел 1. Слесарные работы – 40 часов;
- ✓ Раздел 2. Фрезерные работы – 40 часов;
- ✓ Раздел 3. Токарные работы – 40 часов.

Тематический план учебной практики

Слесарные работы:

✓ Требования безопасности к производственному оборудованию и производственному процессу. Основные опасные и вредные производственные факторы, возникающие при работе в мастерских. Причины травматизма. Виды травм. Пожарная безопасность. Причины пожаров, меры предупреждения. Правила поведения при пожаре.



✓ **Разметка.** Подготовка деталей и заготовок к разметке. Разметка осевых линий, кернение. Разметка контуров деталей с отсчетом размеров от кромки заготовки и от осевых линий. Разметка контуров деталей по шаблонам. Заточка и заправка разметочного инструмента.

✓ **Рубка металла.** Рубка листовой стали по уровню губок тисков, по разметочным рискам. Вырубание на плите заготовок различных очертаний на листовой стали. Заточка инструмента.

✓ **Опиливание металла.** Опиливание широких и узких поверхностей с проверкой плоскостности по поверочной линейке. Опиливание открытых и закрытых плоских поверхностей, сопряжение под углом 90 градусов. Проверка углов угольником, шаблоном, простым угломером.

✓ **Шабрение и притирка.** Подготовка плоских поверхностей под шабрение, шабрение плоских поверхностей. Проверка размеров деталей, подлежащих притирке. Ручная притирка широких и узких плоскостей.

✓ **Сверление, зенкование, зенкерование и развертывание, нарезание резьбы.** Управление сверлильным станком и его наладка. Установка и крепление заготовок. Подбор сверл. Сверление сквозных отверстий по разметке. Подбор зенковок и зенкеров. Зенкерование отверстий. Подбор разверток. Развертывание сквозных отверстий вручную. Контроль отверстий.

✓ **Нарезание резьбы.** Ознакомление с резьбонарезными инструментами (плашками, метчиками). Нарезание наружной резьбы вручную.

Фрезерные работы

✓ Инструктаж по охране труда и нормы безопасности в мастерских

✓ **Упражнения в управлении фрезерным станком.** Ознакомление с устройством фрезерного станка. Устройство фрезерных станков. Настройка станков на режимы резания. Установка машинных тисков по угольнику и индикатору на столе станка, установка режущего инструмента. Выбор параллельки, крепление заготовки, снятие пробной стружки.

✓ **Фрезерования плоских поверхностей**

Фрезерование плоских поверхностей концевыми фрезами, назначение припуска на обработку, контроль первой и второй стороны детали. Фрезерование плоских поверхностей концевыми фрезами, виды брака при фрезеровании плоских поверхностей, контроль третьей и четвертой стороны. Фрезерование плоских поверхностей торцовыми фрезами на вертикально-фрезерном станке.

✓ **Фрезерования уступов, пазов, канавок и отрезание металла.** Фрезерование сквозных пазов концевыми фрезами с цилиндрическим хвостовиком. Настройка станка на фрезерование паза

- ✓ **Фрезерование закрытых пазов концевыми фрезами** с цилиндрическим хвостовиком.
- ✓ **Фрезерование отрезными фрезами**, отрезание. Настройка станка на отрезание по упору. Виды брака и меры его предупреждения.
- ✓ **Фрезерование канавок отрезными фрезами**, контроль канавок.



Токарные работы:

- ✓ Инструктаж по охране труда и нормы безопасности в мастерских.
- ✓ **Упражнения в управлении токарным станком.** Ознакомление с устройством токарного станка. Пуск и остановка. Организация рабочего места. Установка патрона, кулачков. Установка резцов в резцедержатель. Установка заготовок в патроне. Настройка станка на заданные режимы резания. Упражнения в использовании мерительного инструмента. Снятие пробной стружки.
- ✓ **Обработка наружных цилиндрических и торцовых поверхностей.** Классификация токарных резцов. Обработка гладких цилиндрических и торцовых поверхностей. Установка заготовки в патроне. Обработка деталей с уступами. Обработка детали на заданную длину, обтачивание с применением механической подачи. Подрезание торцов и уступов. Отрезка металла. Обработка ступенчатых валов, предварительно центрованных заготовок. Контроль размеров деталей штангенциркулем. Уборка стружки.



Обработка торцовых поверхностей. Вытачивание наружных канавок. Обработка заготовок в центрах. Центрование отверстий. Подрезка торцов и высоких уступов. Контроль обработанных поверхностей.

- ✓ **Обработка цилиндрических отверстий.** Методы обработки отверстий. Режимы резания при обработке отверстий. Сверление сквозных и глухих отверстий. Рассверливание сквозных и глухих отверстий. Выполнение центровых отверстий на токарных станках. Выбор инструмента. Растачивание сквозных отверстий. Растачивание глухих отверстий с обработкой уступов и внутренних торцов. Контроль отверстий. Вытачивание внутренних канавок. Вытачивание внутренних фасок, притупление кромок. Контроль. Нарезание резьбы плашками и метчиками. Основные элементы резьбы. Таблицы для выполнения отверстий под резьбу. Подготовка отверстий для нарезания резьбы. Нарезание резьбы

плашками. Контроль резьб. Нарезание резьб метчиками. Область применения и инструменты. Виды, причины брака при нарезании резьб плашками и метчиками.



По каждому виду обработки учебные мастера оценили результаты практической работы. Студентам были вручены сертификаты о приобретении студентом навыков и практического опыта выполнения слесарных работ и работ на металлорежущем оборудовании.

Студенты групп 1Б41 и 1Б42, прошедшие данную учебную практику показали в осеннем семестре 2015/16 учебного года свободу владения методами изготовления макетов своих творческих проектов. Следует отметить, что студенты успешно применили при реализации своего проекта аддитивные технологии, изготовив большинство деталей на 3-D принтерах из ABS-пластика. Этот метод в отличие от методов обработки путем снятия стружки позволяет быстро получить прототип сконструированной детали практически без отходов, что очень важно для реализации проектов в короткие сроки.

ЗАВИСИМОСТЬ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ МОМЕНТНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ЛЕНТОЧНОЙ НАМОТКОЙ ОТ ЧИСЛА ПАР ПОЛЮСОВ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ

Долгих А.Г., Самодуров И.Н.

Научный руководитель: Мартемьянов В.М., доцент, к.т.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: ivanovatonya@tpu.ru

TAPE WINDING TORQUE MOTOR POWER CONSUMPTION DEPENDENCE FROM THE MAGNETIC SYSTEM POLE'S PAIRS

Dolgh A.G., Samodurov I.N.

Scientific Supervisor: Associate Professor, Ph.D. Martemyanov V.M.

Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: ivanovatonya@tpu.ru

В статье рассмотрена связь потребляемой мощности и числа пар полюсов магнитной системы моментного двигателя с ленточной намоткой. Ленточная намотка представляет собой спирально намотанную электропроводящую ленту на немагнитную гильзу и является заменой традиционной обмотки. Применение ленточной намотки позволяет повысить удельные характеристики двигателя. Потребляемая моментным двигателем из сети мощность зависит от сопротивления пластин, из которых состоит ленточная намотка. Представлена зависимость величин сопротивления отдельных пластин от числа пар полюсов магнитной системы двигателя. Показано, что потребляемая мощность уменьшается с увеличением числа пар полюсов.

The paper presents the interaction between the power consumption and number of the magnetic system pole's pairs in the tape winding torque motor. The tape winding is a spirally wound electroconductive tape on the non-magnetic tubular base. The tape winding changes the conventional winding. The application of the tape winding allows increasing the specific characteristics of the motor. The power consumption of the torque motor depends on the plates resistance which consist the tape winding. The dependence of the separate plates resistance