

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

УДК 378.046.41

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И СТАЖИРОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

RELEVANT DIRECTIONS OF ADVANCED TRAINING AND INTERNSHIP FOR TECHNICAL SPECIALISTS

Соломахо В.Л., Ракицкий А.А., Соколовская В.В.

Solomakho V., Rakitsky A., Sokolovskaya V.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Представлен опыт взаимодействия Белорусского национального технического университета с предприятиями реального сектора экономики: интеграция образования, науки, производства.

The experience of interaction between Belarusian National Technical University and enterprises of the real sector of economy is presented revealing integration of education, science and production.

Стратегия развития экономики с ориентацией на инновационные инструменты ее совершенствования, предполагает наличие современного персонала, обладающего необходимым комплексом знаний, позволяющих обеспечить эффективное применение технологий V–VI технологических укладов.

Требуемый высокий уровень квалификации может быть достигнут персоналом, имеющим необходимую профессиональную академическую подготовку, обладающим достаточным опытом практической работы в соответствующей области техники и постоянно совершенствующим свои знания в системе дополнительного образования взрослых.

Говоря о подготовке специалистов для технической области реального сектора экономики, необходимо отметить, что бурный технико-технологический прогресс, направленный на совершенствование продукции и повышение её качества, наблюдающаяся тенденция к дифференциации знаний и узкой специализации персонала, создаёт дополнительные трудности при организации повышения его квалификации.

Республиканский институт инновационных технологий проводит повышение квалификации и стажировки руководящих работников и специалистов организаций, предприятий и учреждений образования технического профиля (специалистов) как Республики Беларусь, так и зарубежных стран. Многолетний опыт работы в этой сфере позволил накопить определенный фонд современных знаний и передовых технологий, анализ которых позволил сформулировать приоритетные направления дополнительной подготовки специалистов и положить его в основу содержательной части формируемых образовательных программ, а также необходимой учебно-программной документации. Практические результаты такого анализа, связанные с формированием образовательных программ для подготовки специалистов в актуальной для нашей республики отрасли – машиностроении, представлены на рисунке.



Приоритетные направления повышения квалификации специалистов в области машиностроения

Реализация подготовки специалистов осуществляется с использованием широко известного в методике блочно-модульного подхода к формированию профессиональной информации. В рамках каждого направления разрабатываются образовательные модули – независимые, автономно представляемые части образовательного направления, обеспечивающие специалиста знаниями и умениями, формирующими его профессиональную компетентность. Это позволяет использовать основную особенность модульного обучения, состоящую в том, что программа повышения квалификации формируется «под заказ» из модулей, каждый из которых имеет самостоятельное значение, включает в себя целевую программу и методические инструменты, обеспечивая тем самым достижение поставленных образовательных целей.

Приведем содержание отдельных модулей в соответствии с образовательными направлениями, представленными на рисунке.

1 Новые материалы и методы их получения

1.1 *Новые методы и программные средства технологической подготовки производства.* Программа посвящена подготовке слушателей к профессиональной деятельности в области технологической подготовки производства, а именно: проектированию, экспертизе и оптимизации технологических процессов изготовления типовых деталей и узлов с использованием программных средств автоматизации проектирования, проектированию средств технологического оснащения, подготовке управляющих программ для оборудования с ЧПУ.

Программа содержит три базовых элемента, обеспечивающих повышение квалификации инженеров-технологов в направлениях использования новых технологий современного машиностроительного производства, новых методик и программных средств проектирования технологических процессов, документооборота, инженерного анализа, экспертной оценки и оптимизации технологических процессов.

1.2 *Современные материалы и перспективные технологии их обработки.* Рассматриваются вопросы получения и обработки перспективных материалов на основе титана, никеля, алюминия, фазовые и структурные превращения при различных видах обработки, физико-механические и специальные свойства. Принципы легирования и разработка современных сплавов, их структура и свойства. Изучаются фазовые и структурные превращения, происходящие при термической, термомеханической и химико-термической обработке, технология термоводородной обработки, поверхностная обработка материалов концентрированными потоками энергии. Рассматриваются теоретические и технологические аспекты различных методов получения порошков, формирования и спекания порошковых и композиционных материалов на основе ме-

таллов и керамики, их структура, свойства и области применения.

1.3 *Современные технологии в производстве изделий из полимерных композиционных материалов.* Программа направлена на повышение квалификации специалистов в области новых и перспективных типов полимерных композиционных материалов, использования новых технологий современного машиностроительного производства, новых методик и программных средств проектирования технологических процессов, инженерного анализа, экспертной оценки и оптимизации технологических процессов. Программа содержит три базовых элемента: 1 – Современные и перспективные полимерные композиционные материалы; 2 – Перспективные методы, технологии и технологические процессы производства деталей из полимерных композиционных материалов; 3 – Сборка и ремонт деталей и изделий из полимерных композиционных материалов.

1.4 *Получение отливок из легких алюминиевых и магниевых сплавов на основе высокотехнологичных инновационных процессов.* Современные методы получения качественного литья из алюминиевых сплавов. Получение бездефектных отливок из алюминиевых сплавов на машинах литья под давлением. Дефекты отливок. Контроль технологического процесса. Подготовка шихты для получения качественных литых заготовок из алюминиевых сплавов и расчет литниково-питающей системы. Современные методы получения качественного литья из магниевых сплавов. Леггирующие элементы, их концентрация и влияние на литейные и механические свойства. Области применения в промышленности магниевых сплавов. Прогнозирование механических свойств изделий с использованием компьютерной программы «ANSYS». Контроль качества продукции.

1.5 *Современные методы получения качественного литья из алюминиевых сплавов.* Неметаллические включения и газы в расплавах на основе алюминия. Их классификация. Влияние неметаллических включений и газов на технологические и эксплуатационные свойства алюминиевых сплавов. Современные технологии рафинирования алюминиевых сплавов. Перспективные направления очистки алюминиевых сплавов от неметаллических включений и газов. Оборудование для рафинирующей обработки расплавов на основе алюминия. Влияние морфологии структурных составляющих алюминиевых сплавов на свойства литых заготовок. Модифицирование расплавов на основе алюминия. Современные технологии модифицирования алюминиевых сплавов. Перспективные направления развития модифицирования.

Модели машин под давлением. Режим работы машин под давлением. Эксплуатация пресс-форм и машин. Меры безопасности при литье под давлением. Контроль технологического процесса. Дефекты отливок.

Шихтовые материалы для алюминиевых сплавов. Металлургическая переработка вторичного алюминийсодержащего сырья. Особенности плавки алюминиевой стружки. Контроль качества продукции.

1.6 *Формовочные материалы и смеси, прецизионные методы литья.* Формовочные материалы и смеси. Физико-механические свойства. Приборы, оборудование для проведения испытаний физико-механических свойств формовочных материалов и смесей. Динамические методы уплотнения литейных форм. Классификация динамических методов уплотнения литейных форм. Анализ конструктивной схемы пневмоимпульсного уплотнения литейной формы. Анализ технологии газоимпульсной формовки. Изучение технологии пескодувного и пескострельного уплотнения литейных форм и стержней.

Изучение принципа работы многоплунжерной головки для уплотнения формовочных смесей, принципов конструирования смесеприготовительного и формо-

вочного оборудования. Литейно-модельные оснастки. Технология изготовления модельных комплексов из пластполимерных материалов.

Специальные виды литья: формирование свойств отливок, разработка технологических процессов получения отливок, выбор необходимого вида литья. Литье в оболочковые формы. Литье в кокиль. Современное оборудование для литья в кокиль. Литье по выплавляемым моделям. Разработка модельной оснастки. Современные технологии производства отливок из сплавов под низким и высоким давлением. Обоснование выбора модифицирующей обработки расплава для получения заданной структуры.

1.7 Получение заготовок путем совмещения литья и прессования. Специальные виды литья: формирование свойств отливок, разработка технологических процессов получения отливок, выбор необходимого вида литья. Литье в оболочковые формы. Литье в кокиль. Современное оборудование для литья в кокиль. Литье по выплавляемым моделям. Разработка модельной оснастки. Современные технологии производства отливок из сплавов под низким и высоким давлением. Обоснование выбора модифицирующей обработки расплава для получения заданной структуры.

Технология нанесения на детали машин защитных покрытий методами плазменного, газотермического и лазерного напыления. Методы электроимпульсного спекания пористых изделий из порошков тугоплавких металлов. Методы получения металлических порошков и изделий из них. Теория и практика поперечно-клиновой и продольной прокатки. Специальные способы обработки материалов давлением.

1.8 Состояние и перспективы производства изделий из высокопрочного чугуна с повышенными эксплуатационными свойствами. Перспективы применения чугуна с шаровидным графитом для отливок ответственного назначения. Теоретические основы сферолитной кристаллизации графита в высокопрочных чугунах. Методы сфероидизирующей обработки чугуна с шаровидным графитом. Анализ основных технологических операций получения чугуна с шаровидным графитом с повышенными эксплуатационными свойствами.

Использование нанодисперсных порошков соединений активных элементов в составах модификаторов и лигатур с целью повышения их эффективности при внепечной обработке высокоуглеродистых сплавов на основе железа.

1.9 Современные и перспективные технологии производства элементов конструкций и изделий из полимерных композиционных материалов. Основные тенденции развития материаловедения полимерных композитов в XXI веке (обзор и прогноз). Методы расчета, проектирования и изготовления деталей из ПКМ. Ознакомление с современным оборудованием и методами испытаний ПКМ: атомно-силовая микроскопия; сканирующая электронная микроскопия; растровая электронная микроскопия; нано-трибометрия. Ознакомление с возможностями оборудования и технологиями изготовления: углеродных наноматериалов (фуллеренов, нанотрубок и др.) как функциональных компонентов ПКМ; высокопрочных композитов на основе терморезистивных полимерных связующих; полимерных волокнисто-пористых фильтроэлементов для очистки воздуха, газов, воды и пищевых жидкостей; легкопрочных изделий из ПКМ для летательных аппаратов, деталей машино- и приборостроения; мономолекулярных пленок, тонкопленочных 3D структур, электролюминоесцентных материалов для устройств органической электроники для освещения и отображения информации; функциональных тонкопленочных покрытий.

1.10 Композиционные материалы и покрытия. Композиционные материалы, структура и свойства. Композиционные материалы с металлической матрицей. Углеродные волокна и композиционные материалы на их основе. Особенности изготовления деталей трения. Применение композиционных материалов с металлической

матрицей, нанопорошков. Экономические проблемы разработки и применения композиционных нанопорошков. Рациональные способы нагрева. Энергосбережение при закалке токами высокой частоты. Специальные устройства локальной термообработки. Способы и методы упрочнения деталей формообразующих инструментов. Технологические методы создания композиционных материалов и покрытий.

1.11 *Новые металлические материалы, перспективные технологии их получения и обработки.* Методы расчета, проектирования и изготовления деталей. Динамический прочностной анализ с элементами разрушения объектов специального назначения: взрывное воздействие; связанные термомеханические и другие воздействия. Компьютерное моделирование процессов закалки сталей. Моделирование процессов плазменного нанесения покрытий. Производство высокопрочных конструкционных порошковых изделий сложной формы для машиностроения и приборостроения; биметаллов и композиционных многослойных металлических материалов; алмазного инструмента для обработки и резки камня и строительных материалов; тепловые трубы; композиционных порошков для нанесения термо-, коррозионно- и износостойких покрытий. Технология и оборудование: скоростной электротермообработки; продольно-поперечной и поперечно-клиновой прокатки; магнитно-импульсной упрочняющей обработки изделий; точной штамповки деталей машин и ортопедических имплантатов; гидроударной штамповки. Модификация металлов и сплавов: высокоскоростным потоком твердых частиц; электронным и лазерным лучом; ионно-лучевой обработкой; химико-термической обработкой. Нанесение функциональных защитных покрытий: вакуумным осаждением; газотермическими способами; лазерной обработкой; электроискровым легированием.

2 Технологические машины и оборудование

2.1 *Технологические машины, технологии, оборудование машиностроительного и сварочного производства. Автоматизация и управление в технических системах.* Технологии виртуальных испытаний станков и оптимизации их несущих систем. Возможности современных систем ЧПУ для технологического оборудования. Современное инструментальное обеспечение металлорежущих станков с ЧПУ. Ознакомление со станочным парком, спецификой технологий, современным оборудованием с ЧПУ, используемым предприятием, составом и структурой CAD/CAM/CAE - процессов. Оборудование и технологии восстановления и упрочнения детали машин методами газотермического напыления и лазерной резки и сварки. Управление инновационными проектами на производстве. Автоматизация технологических процессов электрофизической и электрохимической обработки материалов. Промышленные технологии сварочного производства. Передовой опыт организации и автоматизации сварочного производства. Рекомендации по выбору оптимальных оборудования и технологий восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся деталей горнодобывающей, энергетической и других областей промышленности.

2.2 *Автоматизация и управление технологическими процессами.* Ознакомление с комплексом программных средств для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства фирмы «Интермех» (SEARCH, IMPROJECT, CFDMECH-3D, TECHCARD). Система Fracture CAM фирмы «Delcam». Технологии восстановления и упрочнения детали машин методами газотермического напыления и технологиями лазерной резки и сварки. Особенности управления инновационными проектами. Методы разработки инновационных идей. Учет рисков в инновационных проектах. Автоматизация технологических процессов электрофизической и электрохимической обработки материалов. Ознакомление с технологиями виртуальных испытаний машиностроительных конструкций. Ознакомление с мето-

диками преподавания студентам CAD/CAM/CAE-процедур.

Ознакомление с системами быстрого прототипирования и их применения в учебных Целях современным оборудованием с ЧПУ, состав и структура интегрированных САПР.

2.3 Работоспособность и надежность машин. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства. Расчеты деталей машин по критериям работоспособности и надежности. Определение расчетных напряжений и учет динамических составляющих. Практика проектирования технологической оснастки машиностроительного производства. Колебания в машинах и методы их устранения. Динамические модели механических систем. Управление механической колебательной системой. Крутильные колебания валов. Свободные и вынужденные колебания. Коэффициенты динамичности. Механические колебания в механизмах машин. Кулачковые механизмы, механизмы с упругой муфтой. Колебания в зубчатых механизмах. Принципы вибрационного перемещения. Вибрационные транспортеры. Определение жесткостных и диссипативных параметров упругих элементов машин. Измерение вибраций и оценка вибробезопасности машин. Экспериментальное определение частот собственных колебаний элементов машин на вибростенде. Исследование собственных колебаний механической системы с двумя степенями свободы. Исследование параметрических колебаний механической системы с рычажным механизмом. Исследование фрикционных автоколебаний.

Определение эффективности виброизоляции машин. Определение параметров и анализ эффективности динамического виброгасителя. Проектирование приводов машин с использованием компьютерных программ.

3 Информационные технологии и программные средства технологической поддержки производства

3.1 Повышение эффективности работы инженерных кадров в современной информационной среде. Обучающие технологии, применяемые в процессе повышения квалификации инженеров. Использование автоматизированной системы управления учебным процессом. Возможности системы управления обучением (LMS – Learning Management System). Методы, алгоритмы, программные средства виртуального проектирования динамики мобильных наземных объектов.

3.2 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. Компьютерная подготовка станков с ЧПУ. Теория и практика трехмерного моделирования (CAD) в машиностроении. Изучение вопросов 3 D-моделирования металлорежущих станков и их последующего виртуального испытания (CAE). Опыт статических и динамических расчетов станков методом конечных элементов (МКЭ). Изучение теории и практики управления вибрациями и кинематикой машин. Знакомство с современными виброизмерительными комплексами. Изучение подходов к оптимизации структур технологических машин.

3.3 Моделирование конструкций и систем на основе конечно-элементного подхода с использованием современных научных и промышленных CAE – пакетов. Основы моделирования конструкций и систем на основе конечно-элементного подхода с использованием современных научных и промышленных CAE – пакетов. Создание сложных технических моделей с использованием зарубежных программных продуктов. Опыт оптимизации материальных и нематериальных процессов создания цепочки ценности на производстве. Практическое использование CAE – пакета ANSYS. Инновационные разработки университета.

4 Инженерная экология и энергетический менеджмент

4.1 Технологии и оборудование по обезвреживанию экологически опасных отхо-

дов. Природоохранные требования для промышленных предприятий Республики Беларусь. Использование микроволновых технологий для создания экологически безопасных производственных технологий (сушка и (или) стерилизация сырья и готовой продукции). Технологии и оборудование обезвреживания опасных отходов (на примере фармацевтических и медицинских отходов), технологии и оборудование для очистки технологических жидкостей моющие растворы, СОЖ, сточных вод от нефтепродуктов. Контроль, аудит, сертификация в области обращения с опасными отходами. Современные технологии в области радиационной безопасности и охраны здоровья.

4.2 *Энергосбережение и энергетический менеджмент.* Проблемы эффективного и рационального использования топлива и энергии. Перспективные направления энергосбережения. Условное топливо. Первичное топливо. Удельный расход топлива на выработку тепловой и электрической энергии. Обобщенные энергозатраты промышленного предприятия. Расчет обобщенных энергозатрат промышленного предприятия. Направления энергосбережения. Перечень энергосберегающих мероприятий. Энергосбережение в общественных зданиях. Энергосбережение на котельной. Составление комплекса мероприятий для локального потребителя ТЭР. Этапы выполнения энергосберегающих мероприятий. Принцип и особенности работы ветроэнергетической установки, солнечной батареи, гелиоколлектора, гидроэлектростанции, биогазовой установки. Расчет энергетического потенциала ГЭС. Составление технико-экономического обоснования для ГЭС.

Нормативно-правовые основы энергосбережения. Перечень основных документов в сфере энергосбережения и возобновляемых источников энергии. Технические нормативные правовые акты. Технические кодексы установившейся практики. Государственная политика в сфере энергосбережения. Задачи Департамента по энергоэффективности и других государственных структур и учреждений. Организация энергосбережения в Республике Беларусь. Нормирование ТЭР. Основные подходы. Технико-экономическое обоснование энергосберегающего мероприятия. Структура расчета. Основные подходы. Развернутое и сокращенное ТЭО. Имеющиеся утвержденные методики расчетов. Расчет себестоимости производства энергии на энергоисточнике. Обоснование инвестиций в энергосберегающее мероприятие.

5 Организация, управление и экономика производства

5.1 *Использование современных энергоэффективных технологий на промышленных предприятиях.* Современные технологии производства электрической и тепловой энергии. Организация эффективного топливоиспользования. Влияние на окружающую среду. Современное оборудование и технологии для производства энергии из возобновляемых энергетических ресурсов. Сервисное обслуживание энергооборудования. Современные материалы и технологии диагностики, ремонта оборудования. Политика предприятия в области энергосбережения. Технические мероприятия по реализации программы энергосбережения. Должностные обязанности специалистов выполняющих энергоаудит на предприятии. ТНПА в вопросах энергоаудита. План проведения энергетического обследования предприятия Изучение перечня и особенностей применения измерительного оборудования, используемого при проведении энергоаудита предприятия (организации).

5.2 *Организация машиностроительных производств и рабочих мест на принципах бережливого производства с применением современных информационных технологий.* Задачи, принципы и эффективность бережливого производства. Прогрессивные процессы формообразования поверхностей. Процессный подход в СМК, Цикл PDCA. Современные методы контроля качества на производстве. Инструменты и методы бережливого производства и их реализация на предприятиях Республи-

ки Беларусь. Построение информационной инфраструктуры для реализации инструментов бережливого производства на промышленных предприятиях. Построение единого информационного пространства. Опыт внедрения технологии бережливого производства на предприятии. Опыт оптимизации материальных и нематериальных процессов создания цепочки ценности на предприятии.

5.3 Автомобильные перевозки и транспортная логистика. Организация грузовых перевозок на автомобильном транспорте. Организация перевозки пассажиров автомобильным и городским транспортом. Автоперевозки опасных грузов. Международные автомобильные перевозки. Международные пассажироперевозки. Организация и проектирование логических систем на транспорте. Международная логистика. Оперативное управление транспортными потоками и их оптимизация, формирование транспортных коридоров. Организация и управление дорожным движением. Обеспечение безопасности выполнения автомобильных перевозок грузов и пассажиров. Инвестиционное проектирование на транспортном предприятии. Экономика транспортного предприятия. Финансы транспортного предприятия.

5.4 Трансфер технологий. Диффузия промышленной и педагогической практик. Особенности трансфера технологий в Республике Беларусь. Нормативно-правовая база, регулирующая трансфер технологий в стране. Сделки и процессы трансфера технологий. Характерные черты рынка объектов интеллектуальной собственности. Трансфер объектов промышленной собственности. Сделки в процессе трансфера технологий. Техническая помощь. Промышленная кооперация. Совместные предприятия Инжиниринг. Франчайзинг. Лизинг. Центры трансфера технологий. Инновационная инфраструктура. Технопарки. Роль и место менеджмента инноваций в современной экономике. Выход на рынок конкурентоспособного продукта как результат инновационной деятельности и менеджмента инноваций. Механизмы мотивации и стимулирования инновационной деятельности в организации.

5.5 Повышение эффективности систем электроснабжения производственных объектов. Режимы работы и технико-экономические характеристики силовых трансформаторов систем электроснабжения промышленных предприятий. Оперативный контроль достоверности измерительной информации в системах электроснабжения промпредприятий.

Для подготовки востребованных современной экономикой специалистов Республиканский институт инновационных технологий использует не только ресурсы Белорусского национального технического университета, но и привлекает специалистов институтов Национальной академии наук Беларуси, промышленных предприятий (ОАО «БелАЗ», ОАО «МАЗ», ОАО «Минский моторный завод», ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «БЕЛКОММУНМАШ», ЗАО «Штадлер Минск», завода «Дормашмет», ОАО «АМКОДОР», ОАО «ММЗ имени С.И. Вавилова», ОАО «Минский НИИ Радиоматериалов», ОАО «Приборостроительный завод Оптрон»), а также Института ядерных проблем БГУ, Инновационной ассоциации «Республиканский центр трансфера технологий», Минского городского технопарка и др.

Совершенствование методического обеспечения учебного процесса, опора на лучшие примеры организации отечественного производства, несомненно, способствуют повышению качества подготовки специалистов.