

Об опыте разработки программы повышения квалификации в области порошковой металлургии

Н. Г. Крашенинникова, С. Я. Алибеков

Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола

Аннотация: Анализируется опыт создания и апробации программы повышения квалификации в области производства изделий из микро- и нанопорошков, направленной на решение обострившейся в последние годы проблемы квалификационного дефицита, испытываемого предприятиями порошковой металлургии. Образовательная программа разработана Поволжским государственным технологическим университетом при поддержке Фонда инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО и предназначена для обучения инженерного состава трех направлений: инженеров-технологов, разрабатывающих технологические процессы производства порошковых изделий, инженеров-конструкторов – разработчиков технологической оснастки и производственного персонала, организующего и контролирующего производство изделий из металлических порошков. Особенностью программы является модульная структура, позволяющая обучающимся выбирать индивидуальную траекторию обучения. Программа включает общепрофессиональный цикл и три профессиональных модуля, освоение которых позволяет сформировать требуемые специалистам профессиональные компетенции. Один из модулей реализуется в дистанционном режиме с использованием технологии электронного обучения. Преимуществом программы является также ориентированность на практику: она предусматривает большой объем лабораторных и практических занятий, а также практику на профильных предприятиях. Для оценки работоспособности программы повышения квалификации и, в случае необходимости, ее корректировки была проведена апробация программы на пилотной группе слушателей. Апробация программы подтвердила ее эффективность и возможность успешного использования для повышения квалификации специалистов, занимающихся разработкой и реализацией процессов получения изделий из металлических порошков.

Ключевые слова: образовательная программа повышения квалификации; производство изделий порошковой металлургии из микро-и нанопорошков; модульная структура, дистанционное обучение; электронный учебный курс; практикоориентированность, квалификационные дефициты.

В принятой 6 июня 2020 года Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 г. и на период до 2035 г., к приоритетным отраслям отнесены машино- и автомобилестроение [1]. В настоящее время многие предприятия машиностроительного комплекса испытывают острый кадровый дефицит в квалифицированных инженерно-технических работниках. В полной мере это

отпросится и к организациям, занимающимся производством деталей из металлических порошков.

Порошковая металлургия является одной из перспективных и быстро развивающихся технологий производства изделий из металла, поскольку позволяет не только получать детали сложной формы и высокой размерной точности с гораздо меньшими по сравнению с другими технологиями энергозатратами, но и создавать принципиально новые материалы, которые другим путем получить трудно или вообще невозможно. В последнее время особое внимание к этой технологии привлечено в связи с развитием нанотехнологий, поскольку порошковая металлургия является одним из основных методов получения консолидированных наноматериалов.

Технология порошковой металлургии является высокорентабельной, обеспечивая значительное уменьшение расхода материалов, трудоемкости изготовления металлических изделий, возможность полной автоматизации производства. Кроме того, развитие этой технологии способствует снижению загрязнения окружающей среды вредными выбросами и шлаками.

В связи с этим, порошковая технология имеет огромный потенциал устойчивого развития. Непрерывно увеличивается производство металлических порошков и изделий из них. По существующим оценкам [2], годовой объем производства металлических порошков в мире в настоящее время составляет около 1,2 млн. т.

Порошковая металлургия – наукоемкая технология, ее успешное развитие требует постоянного расширения ассортимента изделий, разработки новых материалов с заданными эксплуатационными свойствами, современных высокоэффективных методов компактирования порошков, развития научной базы. Все это невозможно без достаточного уровня квалификации специалистов предприятий, реализующих технологические процессы изготовления порошковых деталей.

На сегодняшний день имеется устойчивый кадровый запрос профильных предприятий на повышение квалификации сотрудников, занимающихся разработкой и внедрением технологических процессов порошковой металлургии. Часто эти специалисты не имеют профильного образования и обладают недостаточным для успешного выполнения своих трудовых функций уровнем компетенций в области порошковой металлургии и материаловедения. В частности, это подтвердило проведенное учеными Поволжского государственного технологического университета (ПГТУ) исследование квалификационных дефицитов предприятий порошковой металлургии города Йошкар-Олы (ОАО «ОКТБ Кристалл», ООО «Наномет», ЗАО «Метма»).

Для ликвидации этих квалификационных дефицитов преподавателями ПГТУ по заказу и при поддержке Фонда инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО [3, 4] разработана образовательная программа повышения квалификации в области разработки и производства изделий порошковой металлургии из многокомпонентных нано- и микропорошков.

Программа предназначена для обучения инженерного состава следующих направлений:

- инженеры-технологи производства порошковых изделий – разработчики технологических процессов производства изделий порошковой металлургии из многокомпонентных нано- и микропорошков (целевая группа ЦГ-1),
- инженеры-конструкторы – разработчики технологической оснастки для производства изделий порошковой металлургии из многокомпонентных нано- и микропорошков (ЦГ-2),

- производственный персонал, организующий и контролирующий производство изделий порошковой металлургии согласно разработанным технологическим процессам (ЦГ-3).

Разработанная программа ориентирована на повышение квалификации специалистов АО «ОКТБ Кристалл» и ООО «Наномет» (г. Йошкар-Ола), а также других предприятий, реализующих технологию изготовления изделий порошковой металлургии из микро- и нанопорошков.

Программа включает общепрофессиональный цикл и три профессиональных модуля (каждый из них рассчитан на определенную целевую группу), освоение которых позволяет сформировать требуемые профессиональные компетенции.

Цель учебных дисциплин общепрофессионального модуля – дать слушателям общие сведения, необходимые для последующего изучения профессиональных модулей. Он состоит из двух междисциплинарных курсов, один из которых является инвариантным и реализуется в дистанционном режиме с использованием технологии электронного обучения.

Междисциплинарный курс МДК 0.1 продолжительностью 22 часа, посвящен изучению методов формования микро- и нанопорошков и реализован в формате электронного учебного курса (ЭУК). Использование компьютерных технологий позволяет более наглядно и доступно изложить учебный материал, предоставляет обучающимся возможность изучать его в индивидуальном режиме в удобное время, что принципиально важно для программ дополнительного профессионального образования [5-7].

Разработанный ЭУК соответствует требованиям кроссплатформенной совместимости и функционирует как на компьютерах, так и на мобильных устройствах. Он включает десять тем (модулей) [8]:

1. Классификация методов формования металлических порошков.

2. Основные закономерности процесса прессования.
3. Практика прессования в закрытых пресс-формах.
4. Изостатическое прессование.
5. Методы формования длинномерных изделий.
6. Инжекционное формование.
7. Шликерное формование.
8. Импульсное формование.
9. Вибрационное формование.
10. Методы получения компактных наноструктурированных материалов.

Модули ЭУК содержат учебные элементы следующих типов:

- теоретический материал,
- тесты для самоконтроля (с неограниченным числом попыток) после каждого логически завершённого фрагмента темы,
- итоговое тестирование по каждой теме (с ограниченным числом попыток).

После изучения фрагмента теоретического материала обучающийся должен выполнить тесты для самоконтроля, по окончании темы – итоговый тест по всем фрагментам, входящим в данную тему.

После изучения всех тем слушатель проходит итоговое тестирование по междисциплинарному курсу в целом.

Помимо ЭУК, общепрофессиональный модуль включает междисциплинарный курс МДК 0.2 «Оценка качества выполнения технологических операций процесса производства изделий порошковой металлургии из микро и нанопорошков», предназначенный для инженеров-технологов (разработчиков технологических процессов производства изделий порошковой металлургии) и специалистов, организующих и

контролирующих производство изделий порошковой металлургии согласно разработанным технологическим процессам (ЦГ- 1, 3).

В рамках модуля рассматриваются вопросы, касающиеся влияния свойств исходных материалов и параметров технологического процесса на структуру и свойства изделий из микро- и нанопорошков, видов брака порошковых изделий, путей его предупреждения. Продолжительность этого модуля, включающего лекции, лабораторные и практические занятия, составляет 14 часов. По окончании его изучения проводится промежуточный контроль в форме теста.

Профессиональный цикл включает три профессиональных модуля, каждый из которых является инвариантным для одной из целевых групп.

Профессиональный модуль ПМ 01 предназначен для повышения квалификации инженеров-технологов производства порошковых изделий – разработчиков технологических процессов производства изделий порошковой металлургии из многокомпонентных нано- и микропорошков (ЦГ-1) и включает два междисциплинарных курса:

- МДК 01.01 Методы получения и свойства микро- и нанопорошков,
- МДК 01.02 Технологические процессы производства изделий порошковой металлургии из микро и нанопорошков.

В рамках этих курсов рассматриваются методы получения и свойства металлических порошков, технология производства порошковых изделий с заданными физико-механическими свойствами, методы компьютерного проектирования технологических процессов порошковой металлургии.

Необходимые знания и умения обучающиеся приобретают в ходе лекций, практических и лабораторных занятий. Для приобретения опыта практической деятельности предусмотрена практика на профильных предприятиях в условиях реального производства.

Оценка качества освоения программы модуля включает промежуточный контроль в форме тестирования и итоговую аттестацию – выполнение проектного задания.

Для промежуточного и итогового контроля создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений основным показателям результатов профессионального модуля: тесты для оценивания промежуточных результатов, типовые задания для суммирующего оценивания ПК [9].

По результатам итогового контроля формируется оценочное суждение о достижении образовательных результатов профессионального модуля – профессиональных компетенций в формате «сформирована \ не сформирована».

Порядок перевода оценочных баллов в оценочное суждение определяется в оценочных средствах.

Общая продолжительность модуля ПМ 01 составляет 78 часов.

Профессиональный модуль ПМ 02 «Оснастка для изготовления изделий из микро- и нанопорошков» продолжительностью 76 часов предназначен для специалистов целевой группы ЦГ-2 – инженеров-конструкторов – разработчиков технологической оснастки для производства изделий порошковой металлургии из многокомпонентных нано- и микропорошков.

В рамках междисциплинарного курса рассматриваются вопросы проектирования технологической оснастки для различных методов прессования изделий из металлических порошков, методы компьютерного проектирования пресс-форм. Опыт практической деятельности



приобретается обучающимися в процессе прохождения практики на профильном предприятии.

Оценка качества освоения программы модуля так же, как и модуля ПМ 01, включает промежуточный контроль освоения МДК в форме теста и итоговую аттестацию в форме проектного задания.

Третий профессиональный модуль ПМ 03 «Контроль процесса производства изделий порошковой металлургии из микро и нанопорошков» ориентирован на повышение квалификации производственного персонала, организующего и контролирующего производство изделий порошковой металлургии согласно разработанным технологическим процессам. Он посвящен изучению средств и методов измерений геометрических параметров изделий из микро- и нанопорошков, а также методов и средств определения их физико-механических характеристик.

Продолжительность модуля ПМ 03 – 61 час.

Образовательный процесс реализуется в очной форме с использованием традиционных образовательных технологий: лекций, практических и лабораторных занятий.

Программа имеет практико-ориентированный подход [10-11]. В рамках каждого профессионального модуля предусмотрена практика на предприятиях, специализирующихся на изготовлении изделий из металлических порошков.

Для промежуточного и итогового контроля разработаны фонды оценочных средств: тесты для оценивания промежуточных результатов, типовые практические задания для суммирующего оценивания профессиональной компетенции [12].

Нормативный срок обучения по образовательной программе составляет: ЦГ-1 – 114 часов, ЦГ-2 – 98 часов, ЦГ-3 – 97 часов. Из них 22

часа для всех целевых групп – обучение в формате дистанционного обучения с использованием ЭУК.

Разработанная образовательная программа повышения квалификации была апробирована на пилотной группе слушателей в количестве 16 человек.

Для оценки работоспособности образовательной программы был проведен анализ степени достижения конечных образовательных результатов по данным оценивания профессиональных компетенций выпускников, полученных с использованием разработанных и согласованных на первом этапе проекта оценочных средств в составе программы. Все обучающиеся успешно завершили обучение и продемонстрировали сформированность запланированных в рамках соответствующих модулей программы образовательных результатов.

С целью оценки удовлетворенности слушателей результатами и содержанием пилотного обучения, по его окончании был проведен опрос в форме анонимного анкетирования. Его результаты свидетельствуют об удовлетворенности обучающихся степенью соответствия программы специфике деятельности и актуальным потребностям развития предприятия, востребованности приобретенных профессиональных компетенций, степенью соответствия содержания практических, лабораторных занятий и практик решаемым (либо перспективным) производственным задачам, степенью новизны полученной информации, достаточности и доступности учебно-информационных материалов по различным видам учебной работы.

Положительная оценка результатов повышения квалификации специалистов была дана и руководством предприятий в ходе полуструктурированного интервью.

Было отмечено, что соответствующие профессиональные компетенции получены обучающимися в полной мере и отвечают результатам обучения, первоначально заявленным в программе, компенсируя квалификационные

дефицита работников предприятий для реализации новых трудовых функций и видов профессиональной деятельности. Подчеркнуто также, что повышение квалификации специалистов способствовало появлению новых идей по модернизации производства. Достигнутые по завершении программы результаты позволили довести уровень компетентности специалистов до позиций, требуемых для эффективного решения производственных задач на конкретных рабочих местах.

Таким образом, апробация программы подтвердила ее эффективность и возможность успешного использования для повышения квалификации специалистов, занимающихся разработкой и реализацией процессов получения изделий из металлических порошков. Преимуществами программы являются:

- модульная структура, позволяющая использовать программы профессиональных модулей автономно, как самостоятельные образовательные продукты в рамках краткосрочного повышения квалификации специалистов предприятий,
- ориентированность на практику (большой объем лабораторных и практических занятий, практика на профильных предприятиях).
- возможность изучения значительной части материала в дистанционном формате без отрыва обучающихся от производственной деятельности.

Разработанная образовательная программа будет интересна инженерно-техническому персоналу производственных организаций, занимающемуся разработкой и изготовлением изделий из металлических порошков, а также профессорско-преподавательскому составу, аспирантам и студентам профильных вузов.



Литература

1. Бодрова Е.В., Фиговский О.Л. Как обеспечить экономический рост и активизацию инновационных процессов в РФ: точки зрения // Инженерный вестник Дона. 2021. № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6977.
2. Гиршов В.Л., Котов С.А., Цеменко В.Н. Современные технологии в порошковой металлургии: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010. - 385 с.
3. Голуб Г.Б., Коган Е.Я., Посталюк Н.Ю., Прудникова В.А. Кадровое обеспечение новых технологий: разработка образовательных программ по заказу работодателя: методическое пособие / под общ. ред. Е.Я. Когана. Москва: Федеральный ин-т развития образования, 2014. 71 С.
4. Голуб Г.Б., Коган Е.Я., Прудникова В.А. Парадигма актуального образования // Вопросы образования. 2007, № 2 С. 20–42.
5. Игнатьев С.А., Слесарев С.В., Федюков С.В., Терехова М.А. Вопросы использования информационных технологий в высших учебных заведениях // Инженерный вестник Дона. 2018, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5171.
6. Рощина С.И., Суханова К.А., Абрахин С.И., Прусов Е.С. Разработка платформы онлайн-обучения для реализации дополнительных профессиональных программ // Образование. Наука. Научные кадры. 2019, № 1. С. 184-187.
7. Закабунин А. В., Ферябков А. В., Батурина Н. А., Филькин В. П. Особенности использования дистанционных образовательных технологий при реализации программ дополнительного профессионального образования // Профессиональное образование в современном мире. 2016. Т. 6, № 1 С. 60–65.

8. Крашенинникова Н. Г., Алибеков С. Я., Фетисов Г. П. Основы технологии порошковой металлургии: учебное пособие. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. 286 с.
9. Голуб Г.Б., Фишман И.С. Принципы и порядок разработки контрольно-измерительных материалов для оценки квалификаций на основе профессиональных стандартов в сфере наноиндустрии: методическое пособие / под общ. ред. Е.Я. Когана. Москва: Унив., 2015. 83 с.
10. Thomas R., Parsons D., Barry J., Rowe V. Employer co-funded training in the UK. Current practice and policy considerations // Education + Training. 2007, vol. 49, no. 2, pp. 112–125. DOI 10.1108/00400910710739478.
11. Harmon P. Business Process Reengineering with Objects - Part 2. ObjectOriented Strategies, 1995. vol.5, no 1, pp.1-13.
12. Фишман И.С., Голуб Г.Б.; Компетентностно-ориентированное образование: оценка результатов / под ред. Е.Я. Когана. Москва: Федеральный ин-т развития образования, 2015. 142 с.

References

1. Bodrova E.V., Figovskij O.L. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021. № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6977.
 2. Girshov V.L., Kotov S.A., Cemenko V.N. Sovremennyye tekhnologii v poroshkovej metallurgii [Modern technologies in powder metallurgy]: ucheb. posobie. SPb.: Izd-vo Politexn. Un-ta, 2010. - 385 p.
 3. Golub G.B., Kogan E.Ya., Postalyuk N.Yu., Prudnikova V.A. Kadrovoe obespechenie novy`x tekhnologij: razrabotka obrazovatel`ny`x programm po zakazu rabotodatelya [Staffing of new technologies: development of educational programs by order of the employer]: metodicheskoe posobie, pod obshh. red. E.Ya. Kogana. Moskva: Federal`ny`j in-t razvitiya obrazovaniya, 2014. 71 p.
-

4. Golub G.B., Kogan E.Ya., Prudnikova V.A. Voprosy` obrazovaniya. 2007, № 2 pp. 20–42.
5. Ignat`ev S.A., Slesarev S.V., Fedyukov S.V., Terexova M.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5171.
6. Roshhina S.I., Suxanova K.A., Abraxin S.I., Prusov E.S. Obrazovanie. Nauka. Nauchny`e kadry`. 2019, № 1. pp. 184-187.
7. Zakabunin A.V., Feryabkov A.V., Baturina N. A., Filkin V. P. Vocational education in the modern world. 2016. Vol. 6, No. 1 pp. 60-65.
8. Krasheninnikova N. G., Alibekov S. Ya., Fetisov G. P. Osnovy` texnologii poroshkovej metallurgii [Fundamentals of powder metallurgy technology]: uchebnoe posobie. Joshkar-Ola: PGTU, 2016. 286 p.
9. Golub G.B., Fishman I.S. Principy` i poryadok razrabotki kontrol`no-izmeritel`ny`x materialov dlya ocenki kvalifikacij na osnove professional`ny`x standartov v sfere nanoindustrii [Principles and procedure for the development of control and measuring materials for the assessment of qualifications based on professional standards in the field of nanoindustry]: metodicheskoe posobie, pod obshh. red. E.Ya. Kogana. Moskva: Univ., 2015. 83 p.
10. Thomas R., Parsons D., Barry J., Rowe V. Employer co-funded training in the UK. Current practice and policy considerations. Education + Training. 2007, vol. 49, no. 2, pp. 112–125. DOI 10.1108/00400910710739478.
11. Harmon P. Business Process Reengineering with Objects. Part 2. ObjectOriented Strategies, 1995, vol.5, № 1, pp.1-13.
12. Fishman I.S., Golub G.B.; Kompetentnostno-orientirovannoe obrazovanie [Competence-oriented education]: oценка rezul`tatov, pod red. E.Ya. Kogana. Moskva: Federal`ny`j in-t razvitiya obrazovaniya, 2015. 142 p.