



*А.А. Фролов<sup>1</sup>, А.Л. Белоусов<sup>2</sup>, В.П. Белоусова<sup>1</sup>  
Вологодский государственный университет<sup>1</sup>,  
Финансовый университет при Правительстве РФ<sup>2</sup>*

## **ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕСА КАК ЗНАЧИМЫЙ ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕТАЛЛУРГИИ**

Решение проблемы обеспечения конкурентных преимуществ продукции машиностроения и металлургии актуализирует исследования, связанные как с проблематикой расширения поля, так и с проблематикой содержательного наполнения научно-технологического взаимодействия отраслей, обеспечивающего развитие перспективных производственных технологий в условиях цифровой трансформации бизнеса. Авторами проведен анализ сдерживающих факторов и необходимых условий для развития технологий и организации производства спеченных порошковых изделий как результата междисциплинарной деятельности, объединяющей фундаментальные и прикладные инженерные знания в области металлургии и машиностроения.

Цифровая трансформация бизнеса, научно-технологическое взаимодействие, организация производства спеченных изделий.

Одним из важнейших решений для создания условий цифровой трансформации бизнеса и продвижения потенциала цифровых технологий стало утверждение Программы развития цифровой экономики в Российской Федерации до 2035 года. Промышленные предприятия РФ активно вовлекаются в данный процесс, осваивают инструменты и подходы концепции «Индустрия 4.0», ориентированной на формирование новой конкурентной среды и коренные технологические преобразования в ведущих отраслях производства.

Цифровая трансформация бизнеса предполагает смену ведущего способа координации хозяйствующих субъектов, обеспечивает условия для расширения поля и содержательного наполнения научно-технологического взаимодействия отраслей, обеспечивающего развитие перспективных производственных технологий.

Задача ускорения цифровой трансформации, стоящая перед машиностроительным сектором, обеспечивающим прочие сектора экономики основными производственными фондами, особенно актуальна. Цифровизация технологий основного производства и цифровая трансформация бизнес-процессов являются необходимыми условиями повышения конкурентоспособности продукции машиностроения – отрасли, отличающейся технико-технологической сложностью производимой продукции и многооперационностью характера производства продукции.

Отводя значимую роль цифровым технологиям, необходимо выявлять и исследовать направления технико-технологических изменений, обладающих потенциалом производства продукции с конкурентными преимуществами. Это позволит предприятию усилить конкурентные позиции, повысить результативность производственно-технологических систем и эффективность инвестиционных вложений [1].

Анализ инновационных разработок в области совершенствования технологий, применяемых при производстве широчайшей номенклатуры продукции современного машиностроения, позволяет утверждать об определенной консервативности и технологической инерционности предприятий в контексте физической формы применяемых материалов.

Технологии механической обработки литых железоуглеродистых сплавов, легированных сталей и сплавов цветных металлов, полученных методами плавильной металлургии, не позволяют существенно влиять на коэффициент полезного использования материала, а соответственно, и на снижение металлоемкости продукции, на расширение ее номенклатуры, отличающейся значимыми конкурентными преимуществами по параметрам потребительских свойств.

Научно-производственный опыт Европейских стран, Японии, США и нашего ближнего соседа – Республики Беларусь – свидетельствует, что технологии изготовления определенной номенклатуры заготовок, деталей и изделий из диспергированных (порошковых) материалов являются достойной внимания и перспективной альтернативой по отношению к технологиям, ориентированным на обработку компактных (литых) материалов методами обработки резанием [3]. При этом увеличение объемов производства порошковых изделий и расширение области их применения в значительной степени обеспечиваются инновационными технологиями.

На рисунке 1 приведены примеры номенклатуры спеченных деталей из порошковых материалов.

Применение технологий порошковой металлургии обеспечивает получение деталей с заданными геометрическими параметрами, механическими и эксплуатационными свойствами и с возможностью дальнейшей механической и термической обработки, гальваники и сварки.



Рис. 1. Примеры спеченных деталей из порошковых материалов

Особо следует отметить уникальную особенность технологий порошковой металлургии, связанную с возможностью изготавливать материалы с заданной пористостью, в частности при производстве самосмазывающихся подшипников скольжения (рис. 2.)

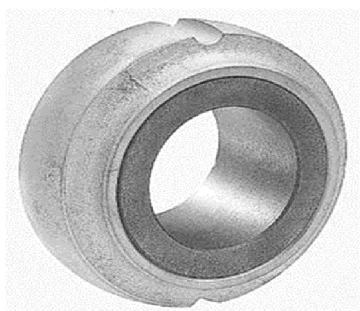


Рис. 2. Подшипник скольжения с втулкой из спеченного пористого материала

Смазочное масло выходит из пор при повышении температуры в подшипнике в ситуации высокой скорости скольжения, защищая от быстрого изнашивания или задира трущихся поверхностей. При охлаждении подшипника (при снятии нагрузки, уменьшении скорости скольжения) лишнее смазочное масло обратно всасывается в капилляры вкладыша или втулки подшипника из спеченного пористого порошкового материала.

Производство спеченных порошковых деталей (или порошковая металлургия в машиностроении) является результатом технологического взаимодействия металлургии и машиностроения. Американский исследователь И. МакГрат отмечал, что «основным направлением междисциплинарной работы является объединение соответствующих знаний для решения серьезной проблемы» [4, с. 7]. Проецируя данное определение на производство спеченных деталей, можно утверждать, что эта область науки и техники, охватывающая производство металлических порошков и

изделий из них, является наглядным примером результата междисциплинарной деятельности, объединяющей научно-технические фундаментальные и прикладные инженерные знания в области металлургии и машиностроения [6].



Рис. 3. Результаты научно-производственного взаимодействия отраслей

Немногочисленные российские специализированные предприятия порошковой металлургии сегодня постепенно формируют свою индивидуальную рыночную нишу реализации продукции. Следует отметить, что широта номенклатуры и объемы производства спеченных изделий и инструментов на специализированных предприятиях порошковой металлургии в РФ сегодня не обеспечивают в полной мере потребности автомобильной, станкостроительной и инструментальной промышленности, сельскохозяйственно-го машиностроения.

При этом необходимо отметить, что в настоящее время наметилась положительная тенденция производства металлических порошков в условиях специализированных предприятий плавильной металлургии или их подразделений [2]. Но для решения задачи

производства востребованной высокотехнологичной продукции из порошковых материалов представляется оправданным активизировать и развитие технологий изготовления спеченных изделий в условиях неспециализированных предприятий машиностроения.

Очевидно, что реализация обозначенных направлений производства высокотехнологичной продукции требует расширения научно-технологического взаимодействия металлургии и машиностроения, опирающегося на высокий интеллектуальный и производственный потенциал отраслей (рис. 3). Важно отметить, что осуществляемая сегодня цифровая трансформация бизнеса особо значима в контексте создания условий для активизации процессов взаимодействия отраслей.

Вологодская область относится к немногочисленным регионам, на территории которых производится продукция порошковой металлургии. На базе машиностроительного центра «ССМ-Тяжмаш» ПАО «Северсталь» реализуется производство железного порошка в промышленных масштабах методом распыления потоком сжатого воздуха (RZ-процесс). Для производства порошков используется чугун доменного производства ПАО «Северсталь». Перспективы расширения областей применения порошковых изделий связаны с использованием сложнотермически устойчивых порошков. Легированные порошки используются в производстве высокоточных деталей, получаемых путем прессования и спекания, для машиностроения, автопрома и нефтегазовой промышленности. На предприятии освоен метод диффузионно-восстановительного отжига механической смеси порошков на основе железного порошка с дисперсными добавками, содержащими легирующие элементы.

В стратегии развития компании ПАО «Северсталь» заложено расширение порошкового направления, в том числе для 3D-печати. Предполагается производство десятков разных по составу металлических порошков.

Как известно, интеллектуальный потенциал представляет собой взаимосвязанную систему информационно-интеллектуальных, творческих и профессионально-квалификационных ресурсов. Именно поэтому предприятие активно решает вопросы опережающей подготовки инженерных кадров, способных заниматься разработкой новых составов порошковых материалов, в частности, организуя на высоком уровне обучение по программе профессиональной переподготовки в области технологий синтеза металлических одно- и многокомпонентных порошков для порошковой металлургии и аддитивных технологий. Программа переподготовки по данному направлению разработана по заказу Фонда инфраструктурных и образовательных программ (ФИОП) группы РОСНАНО. Разработкой занимался Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова (ИМЕТ РАН) Российской академии наук (подведомственная организация Министерства науки и высшего образования Россий-

ской Федерации). Инициатор программы – ПАО «Северсталь» [5].

Для организации производства спеченных изделий в условиях неспециализированных машиностроительных предприятий также требуются инженерные кадры с соответствующими компетенциями. Необходимо отметить, что федеральные государственные образовательные стандарты предусматривают возможность включения в учебные планы подготовки бакалавров и специалистов для инженерной деятельности в машиностроительной отрасли вариативных дисциплин, формирующих компетенции в области актуальных для региона направлений технологического развития. Тем самым обеспечивается возможность и для решения вопросов подготовки инженерных кадров, компетентных в области технологий производства спеченных изделий, владеющих навыками разработки данных технологий.

### Литература

1. Белоусов, А. Л. Вопросы развития промышленного комплекса в аспекте реализации специальных инвестиционных контрактов / А. Л. Белоусов // Управление пространственным развитием территорий: глобальные тренды и региональные приоритеты. Материалы научно-практической конференции. – 2019. – С. 138–140.
2. Белоусова, В. П. Предпринимательская концентрация в инновационно-ориентированной производственной сфере: факторы влияния / В. П. Белоусова, А. А. Фролов, А. Л. Белоусов // Вестник Южно-Российского государственного университета. – № 1. – 2020. – С. 24–31.
3. Белоусова, В. П. О роли вариативных дисциплин в формировании компетенций бакалавров в области инженерного бизнеса / В. П. Белоусова // Глобализация экономики и российские производственные предприятия : материалы 13-ой Международной научно-практической конференции (Новочеркасск, 18–20 мая 2015 г.) : в 2 частях / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова. – 2015. – Ч. 1. – С. 47–49.
4. McGrath, Earl J. Interdisciplinary studies: An integration of knowledge and experience / McGrath, Earl J. // Change: The Magazine of Higher Learning. – 1978. – Vol. 10. – P. 6–9.
5. ФИОП поддержал подготовку специалистов по синтезу металлических порошков для аддитивных технологий. – URL: [https://www.cnews.ru/news/line/2020-11-24\\_fiop\\_podderzhal\\_podgotovku](https://www.cnews.ru/news/line/2020-11-24_fiop_podderzhal_podgotovku) (дата обращения: 28.11.2020). – Текст : электронный.
6. Фролов, А. А. Междисциплинарный подход в инженерном образовании как фактор развития технологического взаимодействия металлургии и машиностроения / А. А. Фролов, В. П. Белоусова // Научно-технический прогресс в черной металлургии – 2019: материалы IV Международной научной конференции. – Череповец : ЧГУ, 2019. – С. 211–216.

*A.A. Frolov<sup>1</sup>, A.L. Belousov<sup>2</sup>, V.P. Belousova<sup>1</sup>  
Vologda State University<sup>1</sup>,  
Financial University under the government of the Russian Federation<sup>2</sup>*

**DIGITAL BUSINESS TRANSFORMATION  
AS A SIGNIFICANT FACTOR OF INFLUENCE ON THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC  
AND TECHNOLOGICAL INTERACTION OF ENGINEERING AND METALLURGY**

Solving the problem of ensuring the competitive advantages of mechanical engineering and metallurgy products actualizes research related to both the expansion of the field and the content of the scientific and technological interaction of industries, which ensures the development of promising production technologies in the context of digital business transformation. The authors analyzed the constraining factors and necessary conditions for the development of technologies for the production of sintered powder products as a result of interdisciplinary activities that combine fundamental and applied engineering knowledge in the field of metallurgy and mechanical engineering.

Digital transformation of business, scientific and technological interaction, technologies for the production of powder materials and sintered products.