

УДК 658.512.2

Деятельность проектно-конструкторского отдела на современном металлургическом предприятии

Смирнов Дмитрий Викторович

dikenasmir@yandex.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены практические аспекты деятельности проектно-конструкторского отдела (ПКО) на современном металлургическом производстве. На примере ООО «Промсорт-Калуга» рассмотрен полный цикл работ — от создания 3D модели и конструкторской документации до практической реализации проекта. Проанализированы ключевые задачи ПКО: реинжиниринг импортного оборудования и разработка новой оснастки. Обсуждаются возможности повышения эффективности работы отдела за счет внедрения современных технологий, таких как 3D-сканирование и интеграции искусственного интеллекта в CAD-системы.

Ключевые слова: проектно-конструкторский отдел, металлургическое предприятие, реинжиниринг, КОМПАС-3D, 3D-сканирование, CAD, ИИ в проектировании

Activity of the design and engineering department at a modern metallurgical enterprise

Smirnov Dmitrii Viktorovich

dikenasmir@yandex.ru

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. The article examines practical aspects of the design and engineering department's work at a modern metallurgical enterprise. Using the example of Promsort-Kaluga LLC, the full cycle of operations is considered — from the creation of 3D models and design documentation to the practical implementation of the project. The key tasks of the department are analyzed: reverse engineering of imported equipment and development of new tooling. The possibilities of improving the department's efficiency through the introduction of modern technologies, such as 3D scanning and the integration of artificial intelligence into CAD systems, are discussed.

Keywords: design and engineering department, metallurgical enterprise, reverse engineering, KOMPAS-3D, 3D scanning, CAD, AI in design

Введение. В условиях необходимости оперативного обновления и поддержания парка технологического оборудования деятельность проектно-конструкторских подразделений на промышленных предприятиях приобретает важную роль [1]. ПКО выступает связующим звеном, обеспечивающим техническую готовность и развитие производства. Особую актуальность эта работа имеет на металлургических предприятиях с непрерывным циклом производства, где простои оборудования крайне затратны, а большая часть технологических линий, как правило, импортного производства, что создает зависимость

от иностранных поставщиков запасных частей. В этой связи задачи реинжиниринга и локализации производства критически важных узлов выходят на первый план. Целью данной работы является анализ практической деятельности проектно-конструкторского отдела на современном металлургическом предприятии, описание полного цикла создания оснастки, выявление узких мест в существующих процессах и оценка перспектив внедрения современных технологий проектирования для повышения эффективности работы отдела. Объектом исследования выступило ООО «Промсорт-Калуга» — современный электрометаллургический завод, специализирующийся на выпуске сортового проката для строительной отрасли. Практическая значимость работы заключается в формулировке конкретных предложений по оптимизации работы инженерно-технических служб предприятий аналогичного профиля.

Материалы и методы. Исследование проводилось на основе данных, полученных в ходе прохождения производственной практики в проектно-конструкторском отделе ООО «Промсорт-Калуга». Основным методом работы являлся анализ существующих процессов и инструментов, используемых отделом для решения производственных задач. В качестве примера практической реализации был рассмотрен проект разработки открываемого направляющего устройства (желоба) для сброса обрезки после кривошипных ножниц прокатного стана. Проектирование осуществлялось в российской САД-системе КОМПАС-3D, которая является основным инструментом конструкторов на предприятии [2]. Процесс реинжиниринга включал снятие размеров с физического образца с помощью традиционного измерительного инструмента (штангенциркуль, микрометр, угломер) и изучение имеющихся иностранных монтажных чертежей общего вида. Для анализа перспективных направлений развития применялись методы сравнительного анализа и обобщения информации о современных тенденциях в области САД/CAE-систем и аддитивных технологий. Сбор информации осуществлялся путем непосредственного участия в проектной деятельности, интервьюирования сотрудников ПКО и анализа внутренней технической документации предприятия.

Результаты. Анализ деятельности ПКО ООО «Промсорт-Калуга» позволил выявить две основные задачи: реинжиниринг импортного оборудования и разработка новой оснастки. Полный цикл работ по проекту, например, направляющего устройства, включает несколько этапов.

Первым этапом является проектирование. На основе технического задания и замеров в КОМПАС-3D создается 3D-модель и комплект конструкторской документации (сборочные чертежи, чертежи деталей, спецификации). Процесс начинается с создания параметрической 3D-модели сборки, что позволяет наглядно проверить сопрягаемость деталей, рабочие ходы механизмов и избежать коллизий на ранней стадии. Затем на основе модели генерируются ассоциативные чертежи, что обеспечивает их автоматическое обновление при внесении изменений в модель. Особое внимание уделяется проработке спецификаций, так как они являются основным документом для заказа материалов и комплектующих.

Второй этап — изготовление. Ввиду отсутствия на предприятии цеха с полным циклом изготовления (имеются лишь разрозненные ремонтные участки), сложные узлы передаются на специализированные сторонние предприятия-подрядчики. ПКО координирует изготовление и проводит приемку. На данном этапе критически важным становится качество конструкторской документации: она должна быть однозначно понята технологами и рабочими стороннего предприятия. Любая неточность ведет к браку, задержкам и дополнительным затратам.

И заключительный третий этап — это внедрение. Изготовленное изделие монтируется на оборудование силами ремонтных служб завода. Специалисты ПКО при необходимости участвуют в пусконаладке, анализируют работу узла в реальных условиях и, в случае выявления недостатков, вносят коррективы в документацию. Это создает цикл непрерывного улучшения конструкции.

Основным инструментом является CAD-система КОМПАС-3D. Оборудование для 3D-сканирования в отделе отсутствует, что замедляет процесс реинжиниринга сложно профильных деталей.

Обсуждение. Полученные результаты демонстрируют эффективную, но имеющую резервы для оптимизации, модель работы ПКО, адаптированную к реальным производственным условиям. Внедрение 3D-сканирования позволило бы совершить качественный скачок в этой области. Как отмечается в исследованиях, современные портативные 3D-сканеры способны существенно ускорить процесс обратного проектирования [3]. Технология позволяет быстро захватывать геометрию сложных деталей, включая свободные формы и поврежденные поверхности, и создавать на их основе высокоточные полигональные модели (STL) или параметрические CAD-модели (STEP, IGES). Это исключает человеческий фактор при обмере, обеспечивает полное соответствие цифровой модели физическому объекту и позволяет выявлять деформации и износ, невидимые невооруженным глазом. Для реинжиниринга изношенных узлов прокатного стана это особенно ценно, так как появляется возможность не просто скопировать деталь, а оптимизировать ее конструкцию, усилив критичные участки, еще на этапе проектирования.

Дальнейшим шагом повышения эффективности является интеграция инструментов искусственного интеллекта (ИИ) в CAD-системы. Решения, подобные mecabot от nTopology, демонстрируют потенциал ИИ в автоматизации рутинных операций, таких как подбор стандартных изделий (болтов, подшипников) из баз данных, простановка допусков и посадок в соответствии с ГОСТами и типовыми технологическими процессами, а также проверка моделей на соответствие правилам проектирования [4]. Более продвинутым направлением является генеративный дизайн, где система на основе заданных ограничений (нагрузки, материалы, габариты) предлагает множество альтернативных вариантов конструкции, часто с оптимизированными под нагрузку органическими формами, которые было бы сложно спроектировать традиционными методами. Это позволило бы инженерам

ПКО сосредоточиться на решении более сложных и творческих задач, таких как компоновка сложных узлов, выбор оптимальных материалов и методов упрочнения, что повысит общую производительность и инновационность отдела.

Безусловно, внедрение таких технологий сопряжено с многими трудностями, включая значительные капитальные затраты на оборудование и программное обеспечение, необходимость обучения персонала и интеграции новых процессов в существующие регламенты. Однако, учитывая стратегическую важность обеспечения технологической независимости и снижения издержек, инвестиции в модернизацию ПКО являются экономически обоснованными в среднесрочной перспективе. Таким образом, современные технологии выступают не как замена инженерной мысли, а как мощный усилитель компетенций инженеров-конструкторов, выводя работу ПКО на качественно новый уровень, соответствующий современным вызовам.

Заключение. Деятельность проектно-конструкторского отдела на ООО «Промсорт-Калуга» имеет выраженную практическую направленность и является ключевым элементом в обеспечении бесперебойной работы и технологического развития металлургического производства. Основным инструментом является российская САД-система КОМПАС-3D, позволяющая эффективно решать задачи реинжиниринга и разработки новой оснастки. Ключевой особенностью является организация полного цикла создания изделия — от разработки документации до координации изготовления внешними подрядчиками и внедрения, что требует от инженеров ПКО не только конструкторских, но и координационных навыков.

Проведенный анализ показал пути повышения производительности конструирования на производственных предприятиях. Перспективы развития деятельности ПКО напрямую связаны с внедрением современных цифровых технологий. Использование 3D-сканирования позволит существенно ускорить и повысить точность процесса оцифровки существующих изделий. Интеграция инструментов искусственного интеллекта в среду проектирования открывает путь к автоматизации рутинных операций (подбор стандартов, расчет допусков) и использованию методов генеративного дизайна для создания оптимизированных конструкций. Эти меры позволят высвободить интеллектуальный потенциал инженеров для решения более сложных задач, что в конечном итоге повысит скорость реагирования на запросы производства, снизит затраты на обслуживание оборудования и усилит технологический суверенитет предприятия. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку конкретных методик внедрения указанных технологий в практику работы инженерных служб металлургических предприятий.

Список источников

- [1] Капустин Н.М., Лукашук В.С. Реинжиниринг технологического оборудования машиностроительных производств. Москва, Машиностроение, 2020, 256 с.
- [2] Официальный сайт САПР КОМПАС-3D. URL: <https://kompas.ru/> (дата обращения 15.08.2025).
- [3] Что может сделать 3D-сканирование для реверс-инжиниринга? URL: <https://www.3d-scantech.com/ru/what-3d-scanning-can-do-for-reverse-engineering/> (дата обращения 15.08.2025).
- [4] nTopology Platform. Generative Design Software. URL: <https://ntopology.com/> (accessed 15.08.2025).