



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРОМЫШЛЕННОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ВИРТУАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье представлены элементы решений, необходимые для эффективной кластеризации технологической подготовки производства на основе виртуальных предприятий. Рассматривается технологический аспект промышленной кластеризации, который необходимо воплотить для успешной промышленной кластеризации, осуществляемой в рамках единого информационного пространства, построенного на основе PLM-системы.

Промышленная кластеризация, виртуальные предприятия, САРР-системы.

В настоящее время на территории Российской Федерации работает огромное количество небольших машиностроительных предприятий, образовавшихся на месте обанкротившихся крупных промышленных заводов. Данные организации в массе своей обладают весьма ограниченными технологическими возможностями и устаревшей инфраструктурой подготовки производства. Создание устойчивых кооперационных связей в форме промышленного кластера с единым информационным пространством на основе виртуального предприятия решило бы обе эти проблемы.

Формирование промышленного кластера – многогранный и многоступенчатый процесс, способный принести немалую пользу даже не будучи законченным. Он особенно эффективен при кооперировании малых индустриальных предприятий. В первую очередь потому, что небольшие организации банально неспособны обеспечить сколь-либо широкую номенклатуру технологических решений сами по себе, а следовательно, возможность разделить сложный заказ с другим заводом является вопросом не дележа прибыли, но самой возможности выполнения данного заказа. И пусть подобного рода сотрудничество может осуществляться без какого-либо объединения, сугубо в виде договора между независимыми агентами, формирование устойчивой кооперационной связи несомненно повысит эффективность работы всех участников кластера [1, 2].

Технологический аспект промышленной кластеризации осуществляется в рамках единого информационного пространства, построенного на основе PLM-системы «Лоцман» от корпорации «Аскон» как наиболее перспективном программном продукте для существующей на российском рынке среды [3, 4]. В качестве основы промышленного кластера предлагается САРР-система «Вертикаль» от корпорации «Аскон».

После осуществления конструкторской подготовки производства и получения технологами законченного пакета конструкторской документации осуществляется проектирование технологических маршрутов в САРР ТП – следующая ступень подготовительного периода. К задачам автоматизированной технологиче-

ской подготовки производства (ТПП) относятся определение методов и способов обработки деталей, выполнение требований технологичности изготовления изделия и сборки конструкции.

Процесс технологической подготовки производства начинается с момента получения задания на проектирование, продолжается при управлении технологическими изменениями и оформлением заявок на разработку средств технического оснащения (приспособлений, оснастки). Сюда входят разделы по проектированию управляющих программ (УП) для оборудования с ЧПУ и финальный этап сдачи задания.

Поддержка технологической подготовки производства обеспечивается наличием многопрофильных, структурированных и постоянно расширяющихся баз данных [5]. Их накопление и пополнение с целью привязки к конкретному предприятию происходит непосредственно в процессе работы. Распределение ролей для участников проекта с соответствующим уровнем доступа позволяет осуществить первый уровень защиты от несанкционированного проникновения.

САРР ТП обеспечивает:

- многовариантность при проектировании типового/группового ТП;
- выбор станочного парка, инструментария, оснастки, приспособлений, универсального и специализированного измерительных средств;
- расчет режимов металло- и термообработки, гальваники, лакокраски, сборки, сварки;
- расчет себестоимости, нормирование материальных и трудовых затрат;
- создание комплекта технологических документов.

САРР-платформа «Вертикаль» построена на принципах и условиях коллективного инжиниринга комплексных проектов в реальном времени, что обеспечивается единым информационным пространством на основе виртуального предприятия [6, 7]. Для созданных объектов реализована ассоциированная связь атрибутов ТП с параметрами графических материалов (эскизов и чертежей) САД-приложения, в качестве которого, для обеспечения минимальных проблем с

совместимостью, предлагается использовать «Компас-3D». Все изменения атрибутов в графических материалах приводят к модификациям связанных параметров ТП.

Допускается возможность и обратного характера – обновление атрибута в графическом документе как ответ на правки в ТПП [5, 8]. Например, в автоматическом режиме осуществляется перерасчет отклонений, классов допусков и других зависимых величин как отклик на корректирование номинала параметра.

Автоматизированная технологическая подготовка производства позволяет выбрать станочное оборудование и его количество, привести перечень инструментов и оснастки, сопроводив этот список операционным эскизом детали. Это дает возможность провести эффективный инструментальный контроль как на стадии выполнения, так и по завершении перечня всех операций.

На принципе многоуровневой структуры из операций и переходов, оборудования и оснастки, а также необходимых технологических объектов образуется дерево ТП. В ходе разработки ТП детали/сборочной единицы формируется структурированная информация с различными уровнями, где отображаются все основные элементы ТПП: данные об изделии (3D-модель, чертежи, спецификации и др.), маршруты обработки и выполнения операции. Это позволяет быстро комбинировать объекты ТП, реализуя требуемую технологию обработки детали/сборочной единицы, электронные модели изделий которой всегда является корневым элементом дерева ТПП.

В ходе ТПП определяются численность и состав персонала, требования к его квалификации, а также указываются сопровождающие атрибуты, необходимые для достижения планируемых производственных показателей [9, 10]. На базе САPP-платформы участники проекта разрабатывают технологические процессы всех видов: единичный, типовой/групповой и сборки изделия.

Полученные данные оформляются в виде заранее согласованного пакета технологической документации, затем дистанционно визируется всеми вовлеченными участниками кластера посредством системы «Лощман» и передается на следующий этап разработки.

К сожалению, российские предприниматели в массе своей не выглядят заинтересованными в формировании промышленных кластеров даже в аспекте единой информационно-технологической кооперации. Несмотря на очевидные достоинства данного подхода, необходимость долгосрочных инвестиций и значительной степени доверия между участниками входит в резкое противоречие с сформировавшейся на территории РФ традиции крайне малого горизонта бизнес-планирования и низкого уровня общественной сплоченности. Единственным рациональным выходом из создавшегося положения выглядит активное вовлечение в процесс промышленной кластеризации локальных и федерального правительств – в качестве инвесторов и/или гарантов, способных снизить опасность бизнесменов.

Литература

1. Булавин, В. Ф. Политика цифровых технологий на малых машиностроительных предприятиях / В. Ф. Булавин, В. В. Яхричев, А. С. Степанов – doi: 10.18698/0536-1044-2019-9-35-45 // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2019. – № 9. – С. 35–45.
2. Булавин, В. Ф. Цифровые технологии в малом бизнесе машиностроительной отрасли / В. Ф. Булавин, В. В. Яхричев // САПР и графика. – 2018. – № 6. – С. 52–55.
3. Кошутин, Д. В. Выбор PLM-системы при использовании интеграционной методики построения виртуального предприятия / Д. В. Кошутин. – Текст : электронный // Современные инновации в науке и технике : сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции. – 2018. – С. 104–106. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_34920314_88376138.pdf (дата обращения: 27.10. 2021).
4. Кошутин, Д. В. Виртуальное предприятие на основе PLM-системы «Лощман» в виде многоагентной системы / Д. В. Кошутин. – doi: 10.21822/2073-6185-2020-47-2-75-85 // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2020. – № 2. – С. 75–85.
5. Цифровой формат подготовки приборостроительного производства. Ч. II. Технологический этап / В. Ф. Булавин, Т. Г. Булавина, В. В. Яхричев, А. С. Степанов. – doi: 10.17586/0021-3454-2020-63-3-250-256 // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2020. – № 3. – С. 250–256.
6. Кошутин, Д. В. Пример разработки изделия в виртуальном предприятии на основе PLM-системы лощман в рамках основных компонентов решения Ас-кон. – Текст : электронный // Управление качеством на этапах жизненного цикла технических и технологических систем : сборник научных трудов Всероссийской научно-технической конференции. – 2019. – С. 396–398 – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_38524696_66757790.pdf (дата обращения: 27.10. 2021).
7. Кошутин, Д. В. Применимость виртуального предприятия на основе PLM-системы «Лощман» в рамках технологической подготовки производства / Д. В. Кошутин // Современные материалы, техника и технология : сборник научных трудов Всероссийской научно-технической конференции. – Курск, 2018. – С. 217–219.
8. Булавин, В. Ф. Валидация САД-продуктов в малых предприятиях машиностроительного сектора / В. Ф. Булавин, Т. Г. Булавина, В. В. Яхричев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2017. – № 5. – С. 64–72.
9. Bulavin, V. F. Digital space of small enterprises in engineering / V. F. Bulavin, T. G. Bulavina, A. S. Stepanov // Proc. ICIE, 2020. – Springer – 2021. – P. 462–468.
10. Digital support of production small business preparation in engineering / V. F. Bulavin, T. G. Bulavina, V. V. Yahrchev, A. S. Stepanov. – doi:10.1088/1742-6596/1399/3/033045 // J. Phys.: Conf. Ser., 2019. – № 3. – art. 033045.

D.V. Koshutin
Vologda State University

**TECHNOLOGICAL ASPECT OF INDUSTRIAL CLUSTERIZATION
ON THE BASIS OF A VIRTUAL ENTERPRISE**

The article presents the elements of solutions required for effective clustering of technological preparation of production based on virtual enterprises. The author describes the technological aspect of industrial clustering which must be implemented for successful industrial clustering, carried out within a single information space, built on the basis of a PLM system.

Industrial clusterization, virtual enterprises, CAPP systems.