

Ньюинжиниринг – путь обретения истинной силы для машиностроения России

Б. М. Морозов

Предложен пересмотр текущих технологических процессов с точки зрения наилучших доступных технологий на базе стратегии «ньюинжиниринга» путем создания цифровых двойников технологических процессов, формирования критериев оценки эффективности предлагаемых технологических решений и в дальнейшем формирования методики цифровой трансформации производственных компетенций всего предприятия.

Ключевые слова:

металлообрабатывающее оборудование, наилучшие доступные технологии, ньюинжиниринг, цифровой двойник технологического процесса, высокоскоростная обработка

DOI: 10.22184/2499-9407.2022.27.2.74.77

После двух лет ограничений, вызванных всемирной пандемией, и связанных с этим сбоях в поставках оборудования и комплектующих – в 2022 году промышленность России сталкивается с новыми проблемами. В условиях нарастающего санкционного давления многие вынуждены искать новые пути к спасению. Если в прежние времена разумным казалось вложение средств в расширение парка оборудования и наращивание мощностей, то нынешняя ситуация заставляет искать другие варианты решения старых и новых задач.

Рынок современного металлообрабатывающего оборудования в условиях дефицита отдельных комплектующих перестраивается крайне медленно, а стремительный рост цен и вовсе останавливает все вливания в существующие производственные мощности.

Сегодня сложился неприемлемый для экономики российского машиностроения разрыв между высокой стоимостью импортного металлорежущего оборудования (в 2–3 раза выше, чем для европейских резидентов) и его крайне низкой производительностью из-за отставания

технологических компетенций, выбора устаревших стратегий и режимов обработки, далеких от расчетных.

Потери от крайне низких уровней загрузки главных приводов станков (менее 10%) умножаются на высокую долю простоев высокопроизводительных рабочих мест при архаичных графиках работы, игнорировании доступного российского программного обеспечения (ПО) оптимизационного планирования и контроля выработки, пренебрежения методами «встроенной» подготовки производства и быстрой переналадки.

Средством для восстановления сил отечественной производственной отрасли после «продолжительной болезни» может стать «реинжиниринг» по Хаммеру и Чампи – фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов для достижения существенных улучшений в ключевых для современного бизнеса показателях результативности. В рамках такой всеобъемлющей трансформации первым шагом может и должен стать «ньюинжиниринг» – пересмотр текущих технологических процессов с точки зрения наилучших

доступных технологий (НДТ). Грамотный ньюинжиниринг позволит уменьшить в 10 и более раз время обработки большинства деталей, соответственно, увеличить объемы производства, уменьшить стоимость изделий на 30–50%, нарастить фондоотдачу, достичь высокой прибыльности инвестиций.

Ориентировочный порядок действий, которые необходимо выполнить для достижения показателей НДТ:

- создание цифрового двойника технологического процесса (ТП) средствами отечественного ПО ADEM-VX, а именно – формирование комплексной информационной модели ТП, которая соответствовала бы требованиям полноты, актуальности и непротиворечивости данных, соответствующих НДТ;
- подтверждение эффективности нового ТП в условиях реального производства, то есть получение детали в металле при достижении значительного повышения производительности оборудования;
- формирование критериев оценки эффективности предлагаемых технологических решений, а в дальнейшем, уже на их основе – формирование методики цифровой трансформации производственных компетенций всего предприятия.

Анализ типовой ситуации

Привычная скорость съема металла для алюминиевых деталей в известных примерах предприятий авиа- и автопрома составляет 1–3 г/мин на 1 кВт мощности шпинделя, для стальных деталей – 1–5 г/мин на 1 кВт.

Параметры НДТ, рекомендуемые станкостроителями и инструментальщиками, для станков с мощностью шпинделя 30 кВт – съем 3–6 кг/мин, или 0,1–0,2 кг на кВт в минуту, что в 100 раз превышает сложившуюся практику, игнорирующую снижение сил резания при росте производительности (см. «кривая Соломона»). Ресурс оборудования при этом не страдает, поскольку нагрузка на приводы станка и шпиндель не превышает 50% максимально допустимой. Таким образом, на станках средней мощности съем может достигать 180–200 кг/ч, а в некоторых случаях доходить до 400 кг/ч (для алюминия).

Таких показателей не достичь не только без современного оборудования и специализированного режущего инструмента, но и без соответствующего инструмента инженера-технолога – САМ-системы с поддержкой функций высокоскоростной и высокоэффективной обработки.

Программный комплекс ADEM-VX-2020 – российское инженерное ПО, разрабатываемое специалистами, обладающими уникальными компетенциями. Позволяет быстро, с рекордной гибкостью и низкой стоимостью проводить цифровизованную конструкторско-технологическую подготовку производства, что во много раз повышает производительность механической обработки

и многократно ускоряет как появление первой детали, так и серийное производство.

По опыту специалистов Группы компаний ADEM, удалось достигать следующих показателей: при обработке деталей из типовых конструкционных сталей – съем до 250–300 кг/ч; при обработке деталей из спецсплавов – съем 20–30 кг/ч. И это в сравнении с рекомендованным НИИТ съемом 6 кг/ч!

Для большинства деталей (до 80%) ТП токарной и фрезерной обработки может быть сгенерирован комплексом ADEM-VX в автоматическом режиме, с проработкой всех параметров ТП: формирование технологических переходов, их последующее оснащение режущим и мерительным инструментом, назначение режимов и т. д. с незамедлительной выдачей «цифрового» техпроцесса.

Учитывая инновационный характер предлагаемого подхода, введение в процессы обработки научно обоснованной измеримости для достижения уровня НДТ, более корректно этот новый процесс идентифицируется термином «ньюинжиниринг».

Специалисты Группы компаний ADEM уверены в высоком качестве технических решений, реализованных в программном комплексе ADEM-VX: он позволяет в автоматическом режиме сформировать наиболее стабильный и эффективный процесс обработки резанием на станках с ЧПУ. В противовес шаблонному подходу, характерному для зарубежных систем, в российской системе на порядок больше функциональных параметров, которыми может управлять квалифицированный технолог при разработке стратегии обработки, чтобы наиболее эффективно использовать особенности конкретного станка и инструмента, их геометрических и кинематических характеристик.

Широкое применение программного комплекса ADEM-VX при изготовлении деталей на станках с ЧПУ может быть рассмотрено как основа для «поточного» создания цифровых двойников деталей с компетенциями и параметрами на уровне НДТ.

Ньюинжиниринг механообработки позволяет в любой отрасли, на любом конкретном станке и для любой детали за один заход многократно превысить целевые показатели производительности труда, сформулированные в Национальном Проекте. Это позволяет за счет применения отечественного ПО многократно снизить «инвестиционный голод» нашей обрабатывающей промышленности; довести темп окупаемости обновления оборудования до уровня мировых стандартов; минимум на 20–30% снизить себестоимость конечных изделий; создать тысячи высокотехнологичных рабочих мест с достойной заработной платой для всех участников – конструкторов, технологов, рабочих – без существенных инвестиций.

Мы предлагаем вкладываться не в новые заводские корпуса и станки, а в компетенции, что позволит не только многократно увеличить выпуск промышленной

продукции, но и сделать это наиболее эффективно и быстро. И по большому счету – на существующих производственных мощностях осуществить полноценную реиндустриализацию для масштабного импортозамещения и диверсификации. Это позволит за несколько лет вернуть машиностроению РФ второе-третье место в мире и заместить его продукцией экспорт энергоресурсов и другого сырья.

Например, темп производства необходимых сейчас пассажирских самолетов можно увеличить в 10 раз без существенных инвестиций. Резонно ожидать, что и себестоимость каждого экземпляра уменьшится на несколько сот миллионов рублей.

Примеры выполненных работ

Показательны примеры реинжиниринга, реализованные на отечественных предприятиях.

ОАО «НАПО им. В. П. Чкалова»

Было показано, что применение САМ-модуля системы ADEM позволяет:

- сократить время обработки детали (рис. 1) приблизительно в 2,2 раза;
- практически полностью избежать трудоемкой и слесарной доработки изделия за счет повышения точности обработки;
- сократить расходы на инструмент – как за счет повышения периода стойкости инструмента, так и за счет оптимизации стратегии обработки.

Предприятие «Малая механика»

(ПАО «Ижорские заводы»)

Время изготовления патрубков энергетического реактора (рис. 2) было сокращено:

- для детали XXX.08.203 с 14 ч до 1 ч 40 мин (в 8,4 раза);
- для детали XXX.02.206 с 9,5 ч до 1 ч 10 мин (в 8,1 раза).

НИАТ

Технологи ГК ADEM разработали уникальную технологию обработки поверхностей лопаток ГТД, которая позволяла:

- сократить время чистового фрезерования на 15...20%;
- исключить последующие операции шлифовки поверхностей пера лопатки и слесарной обработки.

Центр цифровой трансформации ПАО «КАМАЗ»

В процессе оптимизации контрактной технологии изготовления серийной детали (рис. 3) время фрезерования удалось уменьшить в 2,5 раза, при модернизации оснастки – до 5 раз. Это позволило радикально улучшить экономику обработки, окупить станок за 1 млн евро менее чем за 3 года, даже при условии, что цена серийных деталей автопрома



Рис. 1. Деталь (ОАО «НАПО им. В. П. Чкалова»)



Рис. 2. Патрубок (предприятие «Малая механика»)



Рис. 3. Деталь (ПАО «КАМАЗ»)

не может быть высокой, в том числе для обработки поковки – 235 руб. / кг.

Выводы

Полученные результаты закономерны, поскольку основаны на более чем тридцатилетнем опыте российских инженеров и программистов, выходцев из предприятий ОПК, на компетенциях в области разработки и применения программного комплекса ADEM и пригодны для тиражирования.

Для реализации поставленных задач необходима разносторонняя поддержка на каждом этапе:

1. Постановка жестких целей по достижению уровня НДТ как для предприятий с госучастием, так и тех, которым оказывается господдержка.
2. Содействие в организации интенсивной подготовки и переподготовки кадров на базе технических университетов, их инженерных школ. Необходимо овладение технологией создания «цифровых двойников» ТП совместно с учебными центрами предприятий (на сегодняшний день подобный опыт имеют КАМАЗ и КАИ).

Таблица 1. Лучшие практики для стали

	Скорость съема с 1 кВт на шпинделе, см ³ / мин	Скорость съема кг / мин для 20 кВт
Фрезерование	26–29	4–4,5
Токарная обработка	15–25	2–4
Сверление отверстий	5–27	0,8–4

Реинжиниринг нужен предприятиям машиностроения с объемом производства 5 трлн руб. Опыт показывает, что на 100 млрд руб. выручки нужен один «цифровой технолог», то есть в масштабах страны есть потребность подготовки 500 высококлассных специалистов, эта задача может быть решена за 2–3 квартала.

3. Лучший критерий истины – практика. Необходимо провести массовый аудит производительности резания на имеющемся оборудовании, опираясь на данные табл. 1, рассчитать истинный уровень его загрузки,

исходя из возможности работы 20 смен в неделю с перекрытием перерывов – 8760 ч в год.

4. Целесообразно профинансировать проведение пилотных проектов с участием специалистов группы компаний ADEM и участников интенсивного обучения реинжинирингу.
5. Необходимо жестко отслеживать достижение параметров НДТ, производственные и экономические результаты проведения реинжиниринга, тиражировать опыт.
6. Во многих случаях, пока не будут завершены разработка и сертификация новых изделий, могут возникнуть проблемы сокращенного рабочего дня, неполная занятость. Потребуется развитие широкой кооперации предприятий и корректировка законодательной базы, чтобы ничего не могло помешать воплощению в практику «закона экономии рабочего времени» и бизнес-модели быстрореагирующего производства.

Автор

Борис Михайлович Морозов –

Заслуженный машиностроитель РТ, руководитель Аналитической службы ПАО «КАМАЗ»

ADEM CAD
 моделирование без границ

ADEM CAPP
 жизнь технолога еще не была проще

ADEM CAM
 технологичные решения сложных задач

ADEM PDM
 все необходимые данные в нужный момент

adem.ru

Всё, что нужно технологу