

# 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: 10.22184/2499-9407.2023.33.4.66.69

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

\* На правах рекламы.

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, удавалось 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 НИИАТ 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 ХХХ.08.203 с 14 ч до 1 ч 40 мин (в 8,4 раза);
- для детали ХХХ.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



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



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



Рис. 3. Деталь  
(ПАО «КАМАЗ»)

обработки, окупить станок за 1 млн евро менее чем за 3 года, даже при условии, что цена серийных деталей автопрома не может быть высокой, в том числе для обработкиковки – 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»

Таблица 1. Лучшие практики для стали

	Скорость съема с 1 кВт на шпинделе, см <sup>3</sup> / 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

ТП совместно с учебными центрами предприятий (на сегодняшний день подобный опыт имеют КАМАЗ и КАИ). 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»



**ТЕЛЕГРАММ КАНАЛ**  
**НАУЧНОГО ИЗДАТЕЛЬСТВА**  
**ТЕХНОСФЕРА:**

- Онлайн репортажи с крупнейших выставок отрасли
- Анонсы мероприятий с участием технических экспертов отрасли
- Скидки на журналы издательства до 25%
- Конкурсы и розыгрыши от ведущих компаний
- Книжные новинки и презентации новых выпусков журналов

**Подписывайтесь** и оставайтесь в курсе главных событий научно-технической сферы

