

К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Савченко Н.Ф., канд. техн. наук, Павиченко В.П.
(г. Харьков, Украина)

In the article some approaches to the choose of the progressive technologies in the preparing production were proposed and the advantages of special methods of stamping were emphasized.

В настоящее время, несмотря на наличие высокоэффективных технологий [1 – 3], при разработке технологии обработки большинства изделий преобладает дифференцированный подход, когда, по сути, изготовление изделий регламентируется существующими нормами контроля их качества, в ряде случаев, только на отдельных операциях. В результате в процессе эксплуатации возможно появление так называемых скрытых дефектов. Также сложны становятся и вопросы дальнейшего повышения эффективности производства с позиций энерго- и ресурсосбережения в машиностроении. Существенное значение приобретает не только повышение точности изготавливаемых деталей и полуфабрикатов, но и использование мало энергоемких технологических процессов. В результате снижение энергозатрат и ресурсосбережение обуславливают необходимость комплексного подхода к использованию имеющегося на предприятии производственного потенциала. Так, повышение точности изготовления полуфабрикатов при использовании прогрессивных технологических процессов в заготовительном производстве не только повышает коэффициент использования материала, но и эффективность применения прогрессивного оборудования в механических и механосборочных цехах, снижение затрат и повышение конкурентоспособности продукции в целом. Поэтому системные вопросы проектирования технологии изготовления становятся все более актуальными, требуют выработки методологии проектирования, разработки комплексных критериев оценки их эффективности.

Однако в условиях рынка выбор рациональных технологических процессов, в первую очередь, на заготовительных цехах и предприятии становится многокритериальным, ограничивая оперативность принятия решений и увеличивая сроки технологической подготовки производства. Поиск же рациональных технологических процессов требует зачастую всестороннего анализа массива альтернативных решений, особенностей их применения и подтверждения в последующем их эффективности. Очевидно, что только с позиций системного подхода, учитывая иерархию факторов, влияющих на конкурентоспособность изделий, и элементы эволюции как изделия, так и производственного потенциала, могут быть выявлены рациональные технологические решения. В общем случае, рассматривая заготовительно-штамповочное производство как элемент технологической системы «предприятие-продукция- рынок» и используя основные принципы развития технических систем (например, целостности, структурности, эволюции, полифункциональности, специализации и интеграции, учета вероятностных факторов, адаптации, изоморфизма и др.), можно выделить несколько характерных особенностей проектирования технологических процессов в заготовительно-штамповочном производстве: оперативность, неопределенность окончательных решений, взаимозависимость (обратной связи). Оперативность как особенность проектирования технологических процессов предполагает возможность использования технологий, достаточно хорошо известных, например, для данного производства или из нормативной документации, то есть заведомо используемых без риска или при его минимальной вероятности изготовления некондиционных полуфабрикатов или изделий. В этом случае выбор технологического процесса как практически безальтернативное решение известен и будет рационален именно в этой производственной ситуации: $P \in A (|a_i|, |b_j|, |v_k|, \dots)$, где a_i, b_j, v_k, \dots и другие определяют соответственно возможности существующих и достаточно апробированных технологий, технологические критерии качества, критерии приемлемости (совместимости) для цеха, системы цехов, предприятия, рынка и т.д., образуя в совокупности технико-экономическую систему показателей, отражающих возможности внутрисистемного (заготовительный цех-система цехов) согласования вариантов выбора существующих технологий.

Основой создания гибких технологических систем будет групповой технологический процесс, рассматриваемый с единой позиции «заготовка – деталь – сборочное изделие». Если по методу типизации технологических процессов основным признаком классификации является конструкторская принадлежность объекта обработки, то по методу группирования основным признаком классификации являются применяемые средства технологического оснащения с целью создания максимального эффекта (повышение конкурентоспособности изделия). Метод группирования также дает возможность сокращения сроков и уменьшения затрат на технологическую подготовку производства.

К мероприятиям по групповой обработке и сборке изделий относятся классификация объектов обработки и выбор технологического процесса для группы объектов, проектирование групповой технологической оснастки, модернизация и создание специального технологического оборудования, организация групповых потоков и групповых технологических линий, а также систем оперативно-календарного планирования.

Групповые технологические процессы применяются в условиях мелкосерийного и среднесерийного производств с неустойчивой номенклатурой изготавливаемых объектов. Основные способы типизации техно-

логических процессов следующие.

Типизация непосредственно технологических процессов без учета разнообразия деталей производства, когда за основу берется технологический процесс, находит применение для заготовительных производств, а также для специальных видов производств, например, гальванических.

Типизация технологических процессов, основанная на классификации деталей, когда за основу берется реальная деталь, наиболее распространена в механообрабатывающих цехах машиностроительных и приборостроительных заводов.

Типизация на базе сочетания типового технологического процесса с классификацией реальных деталей как конкурентоспособного изделия, удовлетворяющего запросам конкретного потребителя, характеризуется наибольшей гибкостью, так как в этом случае появляется возможность регулирования содержания типовых операций путем их корректирования в зависимости от производственной ситуации и изменений, вносимых в конструкцию детали.

Одним из наиболее простых примеров необходимости внутрисистемного согласования вариантов выбора существующих технологий может быть и оценка важнейших критериев, определяющих возможность применения существующего оборудования в системе ресурсо- и энергосберегающих технологий. Примером может быть и обеспечение, в первую очередь, максимального значения коэффициента использования оборудования (соотношения потребных и необходимых для работы оборудования энергозатрат), а также максимального соотношения возобновляемых ресурсов ко всем затраченным или обеспечения приемлемых значений соотношения машинного и подготовительно-заключительного времени, требующего определенных затрат ручного труда (или к такту выпуска изделий). Комплекс критериев в совокупности образует технико-экономическую систему показателей, определяющих требования к выбору той или иной технологии изготовления изделий или полуфабрикатов.

Обобщающим критерием эффективности деятельности коллектива на производстве с наукоемкой продукцией может быть принят критерий оценки экономической эффективности:

$$K_{эф} = \Phi \left(\frac{П_{ПР2}}{П_{ПР1}}; \frac{K_{P2}}{K_{P1}}; \frac{T_{\delta}}{T_H}; \left(\frac{M_{\phi}}{M} \right)_{\delta}; \left(\frac{M}{M_{\phi}} \right)_H; \frac{П_{\delta}}{П_H}; k_p \right)^{\beta}$$

где $П_{ПР2}$ и $П_{ПР1}$ – соответственно габариты новых и существовавших изделий как показатель обновления ассортимента продукции;

K_{P2} и K_{P1} – показатели безопасности использования нового (комплексного) и базового технологического процесса;

T_H , T_{δ} – производительность работ для различных вариантов изготовления детали (нового и базового);

$П_H$, $П_{\delta}$ – приведенные затраты по новому (предлагаемому) и базовому (общепринятому в данном типе производства) технологическим процессам;

M_{δ} , M_H – соответственно масса детали и заготовки;

k_p – критерий ресурса;

β – показатель степени, характеризующий динамичность созданной системы управления подготовкой производства.

В том случае, если по одному из частных критериев, например, k_p , характеризующему изменение требований к ресурсу, имеющийся состав технологических процессов не обеспечивает заданные параметры производства, то поиск решений продолжится с последующей их при необходимости корректировкой. В качестве временного показателя оценки эффективности производственных функций можно также использовать и показатель периода окупаемости затрат.

Выбор одной из возможных технологий без системного подхода и взаимного согласования требований к получаемому результату, естественно, может только частично удовлетворять всем критериям. Например, удовлетворять заготовительное производство по производительности, валовому объему выпуска продукции и, в целом, не удовлетворять механосборочный цех или какой-то другой, хотя в явном виде такое несоответствие может быть и не очевидно. Так, эффективность использования универсальных прессов (особенно гидравлических) в зависимости от размеров изготавливаемых изделий может быть, в отдельных случаях, начитально меньшей 5-10%, если оценивать соотношение потребных усилий для штамповки и номинального (паспортного значения). При этом стоимость прессы может в сотни тысяч раз превышать стоимость используемой оснастки. Ясно, что из этих соображений становится целесообразной необходимость замены дорогостоящих прессов, хотя в условиях конкретного производства это решение может быть и не осуществимо (отсутствие другого, менее мощного или менее дорогостоящего, по соображениям качества изготовления изделий и т.д.). В то же время для других цехов (например, механических) эти соображения могут быть несущественными, главным могут представляться соображения точности и качество полуфабрикатов. Следовательно, становится необходимым, кроме разработки системы технико-экономических критериев учитывать и динамику их изменения, обусловленную, прежде всего внедрением достижений науки и техники. В таком случае в создаваемом банке данных о критериях выбора технологий заготовительного производства их значения могут задаваться в определенном интервале или в виде математических зависимостей, прогнозирующих их изменение. Тогда при выборе стратегии предприятия в условиях рынка возникновение осложнений, в особенности, в результате энергетического кризиса может быть преодолено после оценки совокупности критериев, разработанных с учетом принципов системного подхода. В результате становится возможным расширение представлений о возможности использования аль-

тернативных технологий (в частности, их внедрения на предприятии или, что может быть значительно эффективнее, использования по контракту как услуги сторонних организаций). Сложность определения наиболее рациональных (оптимальных) решений состоит в том, что можно считать все, как существующие, так и вновь предлагаемые технологические процессы не эффективными или условно таковыми, что выявляется только после анализа их влияние на длительность эффективного периода эксплуатации изделия. Примером их использования может быть поиск высокоэффективных технологий, рассматриваемых как совокупность альтернативных технологических процессов. Используя рассмотренные логические предпосылки для оценки возможных вариантов альтернативных технологий и сравнивая различные критерии для существующих технологических решений (как правило, с использованием прессового оборудования), можно было прийти на примере одного из предприятий г. Харькова к выводу об отсутствии взаимоприемлемого решения для совокупности цехов. Это обуславливалось (деталь типа «днище» вакуумной печи), в первую очередь, невысоким коэффициентом использования оборудования (гидравлического пресса) в заготовительно-штамповочном цехе (менее 15 %) и большими затратами электроэнергии, а также дополнительными расходами (времени, материалов, инструмента) в механическом и механосборочном цехах с целью повышения потребительских свойств всего изделия (в данном случае вакуумной печи), увеличения точности сборки конструкции. В результате, несмотря на возможность изготовления изделия силами самого предприятия становится целесообразным использование неиспользуемых на предприятии технологий (логическая ситуация типа 4). Это обуславливалось необходимостью повышения точности сопрягаемых изделий днище – цилиндрическая оболочка (отклонение диаметров в 5 % после сборки (сварки) приводит к повышению напряжений в процессе эксплуатации на 22 – 25 %). К решениям, удовлетворяющим систему цехов (заготовительный-механический-механосборочный), в дальнейшем были отнесены методы беспрессовой штамповки, в частности с использованием импульсных источников энергии. Ее преимущества (гибкость, малые капитальные и энергетические затраты, высокая точность изготовления изделий) в дальнейшем были успешно реализованы изготовлением партии изделий.

Таким образом, разработанные предпосылки проектирования технологических процессов в заготовительных цехах позволят, используя разработанные алгоритмы анализа, поиска и синтеза технологий в заготовительных цехах, автоматизировать поиск рациональных решений с позиций системного подхода, повысив конкурентоспособность продукции, ее качество.

Тогда при выборе стратегии предприятия в условиях рынка возникновение осложнений, в особенности, в результате энергетического кризиса может быть преодолено после оценки совокупности критериев, разработанных с учетом принципов системного подхода. В результате становится возможным расширение представлений о возможности использования альтернативных технологий (в частности, их внедрения на предприятии или, что может быть значительно эффективнее, использования по контракту как услуги сторонних организаций). Сложность определения наиболее рациональных (оптимальных) решений состоит в том, что можно считать все, как существующие, так и вновь предлагаемые технологические процессы не эффективными или условно таковыми, что выявляется только после анализа их влияние на длительность эффективного периода эксплуатации изделия. Поэтому с целью автоматизации взаимосогласованного выбора рациональных технологических процессов в условиях интегрирования производства в рынок проведены следующие работы: можно считать целесообразным создание банка данных для типовых представителей деталей заготовительного производства, содержащем описание массива технико-экономических критериев, и автоматизированного поиска приемлемых технологических решений.

Литература

1. Степанов В.Г., Сипилин П.М. и др. Гидровзрывная штамповка элементов судовых конструкций. – Л.: Судостроение, 1966. – 292 с.
2. Савченко Н.Ф. О проектировании техпроцессов гидровзрывной тонколистовой штамповки-вытяжки крупногабаритных деталей типа днищ. Импульсная обработка металлов давлением: Сб. статей под ред. канд. техн. наук В. К. Борисевича. – М.: Машиностроение, 1977. – С. 51–56.
3. Мошнин Е.Н. Технология штамповки крупногабаритных деталей. – М.: Машиностроение, 1973. – 240 с.