

**Новиков Ф.В., докт. техн. наук**  
**Савченко Н.Ф., канд. техн. наук**

*(г. Харьков, Украина)*

The methods of increase of efficiency in procuring manufacture are considered

Современное машиностроительное производство становится все более многономенклатурным, требующим разработки особых подходов к проектированию технологических процессов.

Еще в 1986 г. на международном совещании в Магдебурге [1] как сложные задачи, стоящие перед технологией машиностроения, отмечались задачи такие особенности многономенклатурного производства как острая проблема, с одной стороны, снижения себестоимости, а, с другой, усложнение и, в ряде случаев, исчерпание возможностей ресурсо- энергосбережения. Это обусловлено тем, что до 85 % изделий в мировом масштабе выпускают в условиях единичного и мелкосерийного производства (ЕМП), себестоимость которого в среднем пока в 5 раз выше массового. 70% деталей, обрабатываемых на станках, выпускают малыми партиями (от 2 до 200 штук) в широкой номенклатуре (до 4000 типов). Частая смена объектов производства требует сокращения сроков освоения новой продукции, что невозможно без решения сложных задач интенсификации производственных процессов при условии снижения энергозатрат на их проведение.

Существующие решения [2-3] в качестве ресурсо - энергосбережения предусматривают увеличение габаритов изделий, использование электрофизических методов обработки, включая и импульсные варианты силового воздействия на заготовку. Вместе с тем, и использование импульсных технологий вызывает определенные трудности, прежде всего, относящиеся к вопросам качества изделий (равномерности утолщений стенок, наличию дефектов типа гофров, а для композитных заготовок – расслоений). Поэтому повышение эффективности мероприятий по ресурсо – и энергосбережению обуславливает необходимость дальнейших поисков прогрессивных технологических процессов. С этой целью, используя такие критерии, как максимальные габариты изделий, напряженно-деформированное состояние, относительная сложность (относительная глубина детали и гибкость) проведен анализ и установлены ограничения для существующих методов изготовления заготовок (групповые методы изготовления изделий) или полуфабрикатов, которые отражены в таблице. Приведенные данные свидетельствуют о наличии целого комплекса ограничений в выборе прогрессивных методов формообразования изделий и полуфабрикатов. В частности, при выборе стратегии предприятия в условиях рынка возникновение

осложнений в повышении качества и точности изделий, в особенности, в результате энергетического кризиса не может быть преодолено без оценки совокупности критериев, разработанных с учетом принципов системного подхода (таких как структурности, целостности, эволюции, адаптации, учета вероятностных факторов и др.).

Таблица

Технологические возможности существующих методов изготовления изделий

Способ изготовления деталей и полуфабрикатов	Напряженное состояние при формоизменении заготовки	Максимальные значения факторов			
		гибкости	диаметра, м	относительной глубины	утонения в опасном сечении, %
1	2	3	4	5	6
I. Штамповка на прессе жестким инструментом (для деталей двойной кривизны внешняя нагрузка действует локально)	плоское	не более 100 – 200	2,5	0,5	10 – 20 распределение не равномерное
	объемное				20
II. Беспрессовая штамповка с использованием гидроэластичных пуансонов:	равномерное распределение утонений				
1) гидравлическая (равномерно распределенная внешняя нагрузка);	плоское	не более 200 – 400	любой	0,2 – 0,5	20 – 40
	объемное: по пуансону или в пакете	1000	0,5 – 1,2	0,5 – 0,7	20
2) импульсная внешняя нагрузкой: а) равномерно распределенной по поверхности заготовки без и с регулированием длительности действия; б) с изменением характера распределения внешней нагрузки на поверхности заготовки	объемное	1000	2 – 3	0,4 – 0,5	20
	плоское	1000 и более	не ограничено	любая	20

3) раздача сварных полуфабрикатов		1000 и более	не ограничено	любая	20
III. Выколотка	объемное	500 – 600	до 2 -3	0,22	10
IV. Обкатка	объемное	200 – 400	до 5	0,2-0,7	20 – 40
V. Обтяжка по пуансону	плоское	1000	2 – 6	0,25	20 – 30
VI. Метод ПМН	объемное	1000	любое	0,22	20 – 30

Сложность определения наиболее рациональных (оптимальных по одному или совокупности критериев) 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. 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).

В целом оценку состояния техники и технологии в цехе или на предприятии с позиций ресурсо – энергосбережения можно оценить, используя комплекс относительных и абсолютных показателей. Так, уровень прогрессивных технологических процессов к их общему объему может характеризовать наукоемкость и объем прогрессивных технологий. Его значение даже в наукоемких производствах в настоящее время в среднем составляет 65%. Другие показатели – коэффициент охвата стандартными и типовыми техпроцессами (во многих случаях не более 0,2), средний возраст (15 и более лет), удельный объем продукции, полученной прогрессивными технологическими процессами (0,55...0,60) – также косвенно могут отражать состояние и направления работ в области ресурсо – и энергосбережения [1].

Рассмотрим в общем виде распределение потоков энергии в технологической системе (станок, производственный участок, цех или предприятие, рис. 1). С позиций системного подхода процессы, происходящие в системе, могут быть описаны как совокупность энергетических потоков различной природы (электрическая, тепловая, механическая и др.).

Эффективные условия ресурсо- и энергосбережения и снижения непроизводительных потерь сырья и энергии могут быть сформулированы как:

$$\sum(Q_{1j} + Q_{2k} + Q_{3l} + Q_{4m}) \rightarrow \min \quad (1)$$

$$Q_5 \rightarrow \min \quad (2)$$

$$Q_6 \rightarrow \min \quad (3)$$

$$Q_{j\dots m} \rightarrow \min \quad (4)$$

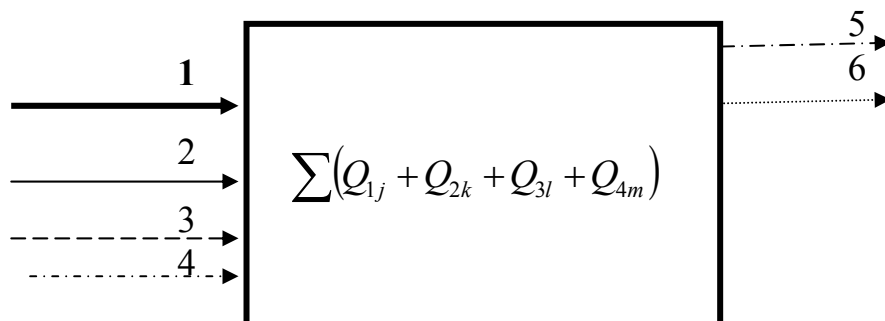


Рис. 1. Принципиальная схема энергопотоков в цехе (на предприятии):  
 1 – электроэнергия; 2 – сжатый воздух; 3 – гидропоток;  
 4 – топливо (горючий газ, жидкое топливо);  
 5 – вторично используемая энергия; 6 – безвозвратно потерянная часть энергии (из-за конвекции, излучения и др.);  
 $j, k, l, m$  – соответственно количество единиц оборудования в зависимости от вида подводимой энергии

Важным выводом из этих соотношений можно считать то, что эффективное снижение ресурсов необходимо предусматривать на стадии проектирования по комплексному снижению энергозатрат – на заготовительных, формообразующих, операциях, механических и завершающих операциях, сборочных и эксплуатационных. В отличие от существующих подходов такие решения могут считаться комплексным решением. Однозначное, безусловно, решение представляется сложным процессом, так как 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.

В определенной степени многообразии различных вариантов может быть оценено в соответствии с предложенными подходами:

- 1) решение эффективное в определенной ситуации:  $P \in A(a, b, v, \dots)$ ;
- 2) предложенное решение не является оптимальным именно в этой ситуации:  
 $P \notin R(a, b, v, \dots) \subset N(m, n, p, \dots)$ ;
- 3) предложенное решение эффективное, но не оптимальное:  $P \cup R \notin N$ ;
- 4) предложенное решение не ухудшает, но и не улучшает использование источников энергии:  $P \cup P(a_1, a_2, \dots)$ ;
- 5) предложенные мероприятия не могут быть заранее оценены:  $P \notin \emptyset$ , то есть (требуют детальной проверки, не существует надежного оснащения приборов или технологий, возможны для использования лишь в определенных

условиях или могут, в принципе, проявляться случайно как стечение обстоятельств (в соответствии с принципом синергизма)).

Такие подходы позволяют провести классификацию возможных вариантов технологий изготовления изделий и разработать банк прогрессивных решений, используя систему противоречий (стоимость- ресурс, габариты изделий – качество и т.д.). Процесс формирования структурных схем новых технологий можно разделить на этапы синтеза принципиальных структурных решений и параметрического синтеза, особо выделив роль формообразующих операций.

Количество вариантов может в последующем уменьшаться, используя как экспертные системы, так и методы физико-ситуационного моделирования.

### Литература

1. Гибкая автоматизация единичного и мелкосерийного производства в машиностроении. – Л.: О-во «Знание» РСФСР, ЛО, ЛДНТП, 1990.-32 с.
2. Состояние и развитие гибких производственных систем // Труды международного совещания (г. Магдебург, 1985). – М.: МЦНТИ, 1986.
3. Степанов В.Г., Сипилин П.М. и др. Гидровзрывная штамповка элементов судовых конструкций. – Л.: Судостроение, 1966.– 292 с.
4. Мошнин Е.Н. Технология штамповки крупногабаритных деталей. – М.: Машиностроение, 1973. –240 с.
5. Савченко Н.Ф. Изготовление крупногабаритных емкостей и резервуаров // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2003. – Вип.18. – С. 179-182.