

БЕСПРЕССОВАЯ ШТАМПОВКА В СИСТЕМЕ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАГОТОВИТЕЛЬНО- ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Савченко Н.Ф., канд. техн. наук, Чистяк В.Г., канд. техн. наук,
Савченко Н.Н.

(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.

Важнейшей задачей энерго- и ресурсосбережения в машиностроении является дальнейшее повышение эффективности заготовительного производства. При этом 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. Однако в условиях рынка выбор рациональных технологических процессов, в первую очередь, в заготовительных цехах на предприятии становится многокритериальным, ограничивая оперативность принятия решений и увеличивая сроки технологической подготовки производства.

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. 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, характерные особенности проектирования технологических процессов в заготовительно-штамповочном производстве можно выделить, рассматривая заготовительно-штамповочное производство как элемент технологической системы «предприятие – продукция – рынок». Используя основные принципы развития технических систем (целостности, структурности, эволюции, полифункциональности, специализации и интеграции, учета вероятностных факторов, адаптации, изоморфизма и др.), можно выявить такие особенности проектирования технологических процессов: оперативность, неопределенность окончательных решений, взаимозависимость (принцип обратной связи).

Оперативность как особенность проектирования технологических процессов предполагает возможность использования «готовых решений» – 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 конкретной производственной ситуации. Очевидно, что выбор технологического процесса будет зависеть от хранящихся в банке данных (архиве) сведениях о: технологиях, а также о созданных для повышения информативности критериях. По сути, такая технологическая система является закрытой, не учитывающей или косвенно учитывающей интересы других элементов производственной системы. К ее важнейшим недостаткам можно, как пример, отнести отсутствие особых мотиваций для создания предпосылок повышения качества, снижения в 1,5–3 раза расхода энергии, материалов и ресурсов в других цехах. Примером может служить возникновение противоречий при замене материала (улучшение обрабатываемости резанием, но ухудшение штампуемости и др.), в вопросах повышения точности и качества полуфабрикатов и изделий, согласованиях норм рационального использования материала и электроэнергии.

В результате при автоматизированном проектировании технологических процессов в заготовительно-штамповочном производстве необходимо использовать не только технологические критерии качества, но и критерии приемлемости (совместимости) для цеха, системы цехов, предприятия, рынка и т.д., образуя в совокупности технико-экономическую систему показателей для внутрисистемного согласования вариантов выбора существующих технологий. Ее преимуществом является создание открытой, расширяющейся технологической системы, отражающей возможности внутрисистемного (заготовительный цех-система цехов) согласования вариантов выбора существующих технологий. Одним из наиболее простых

примеров внутрисистемного согласования вариантов выбора рациональной технологий может быть и оценка важнейших критериев, определяющих возможность применения существующего оборудования в системе ресурсо- и энергосберегающих технологий (КПД, КИМ, соотношение усилий, мощностей, длительности рабочего цикла и т.д.). Например, обеспечение максимального значения коэффициента использования оборудования (соотношения потребных и необходимых для работы оборудования затрат энергии) может достигаться без увеличения энергозатрат как с применением, так и при отсутствии нагревательных устройств, без или термообработки и т.д. 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 неочевидно. Так, полезные энергетические затраты при использовании универсальных прессов (особенно гидравлических) в зависимости от размеров изготавливаемых изделий могут быть, в отдельных случаях, значительно меньшей 5-10%. При этом стоимость пресса может в сотни тысяч раз превышать стоимость используемой оснастки. Ясно, что только из экономических соображений нельзя считать целесообразной необходимость замены дорогостоящих прессов, хотя в условиях конкретного производства это решение может быть и не осуществимо (например, из-за отсутствия 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, снижение или перераспределение энергозатрат. Следовательно, при разработке системы технико-экономических критериев необходимо учитывать и динамику их изменения, обусловленную, прежде всего внедрением достижений науки и техники.

Для этого разработан **символьно-функциональный метод** описания технологических схем штамповки и логические предпосылки выбора рациональных технологий. В соответствии с предложенным символьно-функциональным описанием технологий они представляются в виде стилизованных схем из линий и стрелок, отражающих направление действия формозадающих усилий на заготовку (перпендикулярно поверхности, локально, вдоль и т.д.). В таком случае в создаваемом банке данных различные значения критериев оценки технологий заготовительного производства могут задаваться в зависимости от схемы приложения нагрузок и физико-химических воздействий в определенном интервале или в виде математических зависимостей,

прогнозирующих их изменение. С учетом такого подхода выбор варианта технологического процесса в условиях неопределенности может иметь несколько логических предпосылок (ситуаций):

1. Имеющиеся решения (или решение) не являются оптимальными именно в этой производственной ситуации. В таком случае необходим поиск принципиально другой, более эффективной технологии. Подобная ситуация характерна, например, при замене прессовых методов штамповки беспрессовыми. Сложность же внедрения прогрессивных методов обуславливается не столько отсутствием достаточной информации о их технологических возможностях, сколько отсутствием критериев для оценки и применимости в условиях конкретного предприятия.

2. Предложенных решений может быть несколько, каждое из них допустимо (может существовать с тем же успехом, что и другое), но не оптимально, является компромиссным. Примером может быть получение сравнительно несложных изделий или полуфабрикатов штамповкой либо на кривошипном прессе, либо на молоте без существенного отличия изготавливаемых изделий в качестве.

3. Новое решение (технология) не ухудшает, но и не улучшает все показатели качества. Подобные варианты могут возникать при внедрении нового технологического процесса без подробной информации об области эффективного применения или ее преднамеренного искажения в условиях недобросовестной конкуренции. В результате может иметь место неоправданная замена оборудования, технологий без повышения качества и производительности труда, без экономии ресурсов.

4. Предложенное решение (технология) не может быть оценено: требует тщательной проверки, содержит элементы ноу-хау, может быть использовано только при соблюдении определенных условий или ограничений, предварительно оговоренных или нет и т.д. Примером может быть приобретение нового оборудования без специальной оснастки к нему или часто выходящих из строя комплектующих частей, что не позволяет реализовать преимущества новой технологии (производительность, качество изделий). Другим примером может считаться и отсутствие на данный период вообще технологии, отвечающей задаваемым технико-экономическим требованиям.

В результате учитывая иерархию факторов, влияющих на конкурентоспособность изделий, и элементы эволюции как изделия, так и производственного потенциала, могут быть выявлены с помощью разработанных алгоритмов рациональные технологические решения.

Предложенные подходы были реализованы для оценки возможных вариантов альтернативных технологий в заготовительно-штамповочном цеху одного из предприятий г. Харькова. Сравнивались различные

критерии (абсолютные и относительные) для существующих технологических процессов с целью нахождения взаимоприемлемого решения для совокупности цехов. На их основании был сделан вывод о целесообразности использования менее энергоёмкого оборудования, чем прессовое, но обеспечивающего достаточно высокую точность изделия, являющегося базовым в конструкции. При этом изготовление детали типа «днище» вакуумной печи (диаметр 500мм, толщина 12мм, материал сталь 12X18H10T) характеризовалось, в первую очередь, невысоким коэффициентом использования оборудования (гидравлического пресса), менее 15 %, большими затратами электроэнергии и требовало дополнительных расходов ресурсов в механическом и механосборочном цехах (времени, материалов, инструмента). С целью повышения потребительских свойств всего изделия (в данном случае вакуумной печи), его ресурса, снижения энергозатрат для всех элементов системы цехов «заготовительный – сборочный» возможность использования альтернативных решений оценивалась как логическая ситуация типа 4. В результате, несмотря на возможность изготовления изделия силами самого предприятия становится целесообразным применение новой на предприятии технологии. Это было обусловлено необходимостью повышения точности сопрягаемых изделий днище – цилиндрическая оболочка (отклонение диаметров на 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) были выявлены сравнением разработанных критериев с учетом их приоритетов. В дальнейшем преимущества беспрессовой штамповки были успешно реализованы при изготовлении партии изделий на полигоне Проблемной лаборатории ХАИ. Прогнозирование технологических возможностей импульсной беспрессовой штамповки позволило сделать выводы о необходимости дальнейшего совершенствования энергосиловых устройств с целью уменьшения в 5-10 раз стоимости энергоносителей, повышения безопасности работ. В результате были предложены новые методы штамповки с использованием газодетонационного устройства.

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.