УДК 621.73.043

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЙ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

И.И. Завьялов[1], А. А. Александров[1], С.Д. Игнатов[1], А.В. Евстифеев[2]
[1]ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск;
[2]ОПО «Иртыш», Россия, г. Омск.

Аннотация. *Для выбора рациональных технологий изготовления шаровых пальцев автомобилей различной формы холодной объемной штамповкой, авторами предложена использовать таблицы возможных вариантов, в которые занесены схемы формоизменения исходных заготовок и полуфабрикатов на последующих операциях, и математические модели для определения оптимального сочетания количества переходов штамповки и сложности конструкции инструментов с учетом допустимых нагрузок.*

Ключевые слова*: автоматизация проектирования технологических процессов, таблицы возможных вариантов, способы деформирования, сложность конструкции инструмента, математическое моделирование.*

Введение

Современное высокопроизводительное кузнечно-штамповочное производство базируется на широком внедрении сложных переналаживаемых автоматизированных и автоматических линий, прессов с числовым программным управлением, роторных и роторно-конвейерных линий, робототехнических комплексов, а также систем автоматизированной поддержки инженерных работ. При этом внедрение процессов холодного деформирования требует еще и высоких расходов на опытно-конструкторские работы и изготовление оснастки из быстрорежущих и комплексно-легированных сталей. Использование вычислительной техники для расчета переходов технологических процессов холодной объемной штамповки (ХОШ) позволяет с высокой точностью и в короткий промежуток времени получать все необходимые измерительные, расчетные данные [1,2,3,4,5].

Решение вопроса автоматизации проектирования технологии

Базой для создания системы автоматизации проектирования может служить, без всяких оговорок, методика выбора вариантов технологических процессов с использованием таблиц возможных вариантов (ТВВ) [6], составленных из элементов классификаций конструктивно-технологических способов обработки и штампуемых изделий [7,8]. ТВВ, по сути, являются сборниками алгоритмов проектирования технологических процессов, в которые вносятся существующие и, возможно, перспективные технологии для определенного типа деталей. Рациональная технология обычно формируется в результате рассмотрения и анализа нескольких вариантов (иногда – десятков), каждый из которых включает n-е количество операций формоизменения. Наиболее ответственным и трудоемким этапом подготовки производства является выбор последовательности или совмещения операций и основных методов формоизменения, прогнозирование течения металла, силового режима и предельно допустимых деформаций, определения формы и размеров исходной заготовки. Выбранная для реализации маршрутная схема штамповки должна обеспечить наилучшие условия работы инструмента при минимальном количестве переходов формоизменения и высокий коэффициент использования материала.

В таблице 1 представлена одна из строк ТВВ штамповки деталей типа «стакан». В верхней строке, непосредственно над схемой штамповки, указаны комплексные индексы [8], которые состоят из индексов сложности верхнего и нижнего инструментов:1 – 3, 1 – 7 и т.д., индексов группы (C, M, N и т.д.) и порядкового номера способа в группе 05, 09, 01, 25 …

В ячейках нижней строки указаны номера технологий. Например, для стакана с плоским дном (шифр 0101) имеем 48 (сорок восемь) вариантов. Если номер технологии встречается в одной ячейке, то это означает,

что технология однопереходная; если в нескольких, то технология многопереходная. Рациональные варианты технологий выбираются из ТВВ исходя из минимального количества операций и наименьшей сложности инструментальных наладок. Чем меньше количество переходов штамповки, соответственно меньше трудозатраты, расход электроэнергии, стоимость штамповой оснастки.

Для каждого типа изделия (формы) отдельно считывается количество переходов возможных технологий и сравнивается между собой. Соответственно определяются отдельно суммы первых и вторых индексов сложности всех переходов штамповки. Результаты таких действий представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Строка таблицы возможных вариантов штамповки деталей типа «стакан» для детали «стакан с плоским дном» [3]

Индекс изделия	Форма изделия	1 - 3 (H01)	1 - 7 (C07)	1 - 13 (M06)	1 - 7 (N05)	1 - 3 (H01)	12 - 13 (M09)	1 - 2 (L01)	1 - 2 (L02)	1 - 2 (L05)
0101		1,7,13,17,26,31, 37,43	2,8,14,20,26,32, 38,44	3,9,13,21,27,33, 39,45	4,11,15,22,28,34, 40,46	5,11,17,23,29,35, 41,47	5,12,13,24,30, 36,42,48	7-12 31-35	13-18 37-42	19-24 43-48

Таблица 2 – Результат «фильтрации» таблицы 1

Форма изделия	Вариант	1-3H01	1-7C07	1-3H01кл	1-2L01	1-2L02	Кол-во переходов	Суммарная сложность инструмента (верх, низ)
	1						1 (2)	1-3 (2-6)
	2						1 (2)	1-7 (2-10)
	3						2	2-5
	4						2	2-9
	5						2	2-5
	6						2	2-9
	7						3	3-7
	8						3	3-11

Для автоматизации выбора рациональных технологий предлагается три блока математической модели. Первый блок модели имеет целью выбор технологии с наименьшим количеством переходов. Наименьшие значения фиксируются и подготавливаются к дальнейшему анализу.

Второй блок модели предназначен для выбора технологий с минимальной суммарной сложностью изготовления инструмента. Аналогично первому акту выбирается технология с наименьшими показателями.

Имея данные по двум математическим моделям, в третьем блоке модели (табл. 3) сравниваются полученные результаты двух расчетов на совместимость, а затем производится выбор варианта технологии, и выводятся окончательные результаты.

Таблица 3 – Третий блок математической модели

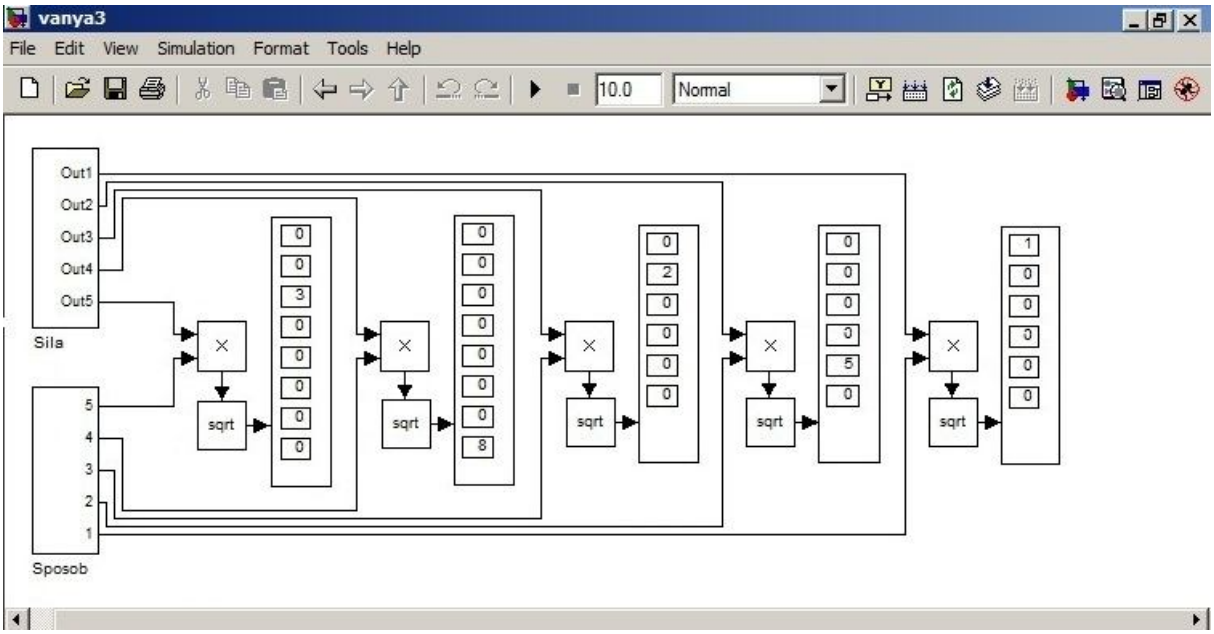
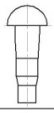
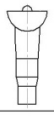


Таблица 4 – Таблица возможных вариантов технологических процессов штамповки шаровых пальцев автомобилей из сплошных заготовок

Индекс изделия	Форма изделия	Форма заготовки	1-12 F04	0-3 D01	1-3 B04	8-3 F15	0-3 D01	0-3 D01	0-3 D01	2-3 E05	4-3 A12	8-3 F14	2-3 E03
0101		Цилиндрическая	2 4	1,2 5,6 4	3	6	1,2 3,5		4		5,6		1,2 3,5,6 4
0102		Цилиндрическая	2	2 1,5	3	4	1,5 3,4	4			1 4	2 1,5 3,4	
0103		Цилиндрическая	1,2 5	1 5 3	4		1,2 3,4		5	1,2 5 3,4			
0104		Цилиндрическая	4,5	1,8	2,6,7	3			5 7		1 6		4,5 1,3,8 2,6,7
0105		Цилиндрическая	1,2	4	3		1,2	2	4	1,2 3,4			

В ТВВ (таблица 4) представлено 5 стержневых деталей типа шаровый палец. Для их штамповки могут использоваться 28 вариантов технологий с 11 формообразующими операциями.

В результате анализа технологий с использованием предлагаемых математических моделей получены следующие данные: для изделия 0101 выбран вариант технологии под номером 1, для 0102 – 5, для 0103 – 2, для 0104 – 8, для

0105 – 3, что соответствует рекомендуемым и проверенным на практике [9]. Завершающим этапом разработки технологий должны быть расчеты деформирующих сил по переходам, что позволит выбрать технологическое оборудование.

Выводы

Использование таблиц воэможных вариантов технологий, в совокупности с разработанными математическими моделями выбора оптимальных параметров перспективных технологий, позволит ускорить их внедрение в производство.

Библиографический список

1. Ланской, Е.Н. Автоматизация проектирования процессов холодной объемной штамповки и создание систем автоматизированного производства: Учебное пособие / Е.Н. Ланской, В.В. Евстифеев, В.В. Грязнов. – М.: Машиностроение, 1988. – 68 с.

2. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов / И.П. Норенков. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.

3. Евстифеев, В.В. Выбор рациональных технологий точной объемной штамповки с использованием ПЭВМ / В.В. Евстифеев, Д.Н. Присядин, А.В.Евстифеев // Механика процессов и машин: Сб. науч. тр. – Омск: Изд-во ОмГТУ. 2002. – С. 241-244.

4. Попов, В.А. Оснастка автоматизированного холоднвысадочного производства / В.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1965. – 175 с.

5. Лексутов, И.С. Компьютерное моделирование для управления качеством на этапе проектирования / И.С. Лексутов // Матер. III Всерос. научн.-практ. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Развитие дорожно-строительного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования». Омск: СибАДИ, 2008. кн. 2. – С. 69-73.

6. Евстифеев, В.В. Методика выбора вариантов технологического процесса холодной объемной штамповки: Учебное пособие / В.В. Евстифеев, В.Я. Осинных. – Омск: Изд-во ОмПИ,1973. – 73 с.

7. Евстифеев, В.В. Проектирование, анализ и расчет процессов холодной объемной штамповки: Монография / В.В. Евстифеев, А.А. Александров, И.С. Лексутов. – Омск: СибАДИ, 2009. – 184 с.

8. Евстифеев, В.В. Научное обоснование, обобщение и разработка прогрессивных технологий холодной объемной штамповки: дис. …д-ра техн. наук. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1994. – 492 с.

9. Разработка типовых процессов штамповки шаровых пальцев / В.А. Головин, А.Н. Митькин, В.В Евстифеев., И.К. Букин-Батырев // Машины и технология обработки металлов давлением и литейное производство. – Омск: Зап.-Сиб. кн. изд-во ,1971. – С. 75-79.

AUTOMATION OF CHOOSING TECHNOLOGIES OF COLD MASSIVE FORMING

I.I. Zavyalov, A.A. Aleksandrov,
S.D. Ignatov, A.V. Evstifeev

Abstract. The authors suggest to use the tables of possible variants, which contain the schemes of forming primary blanks and semi-finished products for subsequent operations and mathematical models to determine the optimal combination of number of stamping's transfer and complexity of tools' design with permissible loads for choosing rational technologies of producing ball studs of various forms' automobiles using cold forming.

Keywords: computer-aided engineering of technological processes, table of possible variants, methods of deformation, complexity of tool's design, mathematical modeling.

References

1. Lanskoj E.N., Evstifeev V.V., Grjaznov V.V. *Avtomatizacija proektirovanija processov holodnoj ob'emnoj shtampovki i sozdanie sistem avtomatizirovannogo proizvodstva: Uchebnoe posobie* [Computer-aided design of processes of cold forming and creation of automated production systems]. Moscow, Mashinostroenie, 1988. 68 p.

2. Norenkov I.P. *Osnovy avtomatizirovannogo proektirovanija: Uchebnik dlja vuzov* [Basics of computer-aided design]. Moscow, MGTU im. N.Je. Baumana, 2002. 336 p.

3. Evstifeev V.V., Prisjadin D.N., Evstifeev A.V. *Vybor racional'nyh tehnologij tochnoj ob'emnoj shtampovki s ispol'zovaniem PVM* [Choice of rational technology of the precise massive forming using a PC]. *Mehanika processov i mashin*, Omsk: Izd-vo OmGTU, 2002. pp. 241- 244.

4. Popov V.A. *Osnastka avtomatizirovannogo holodnvysadochnogo proizvodstva* [Attachments of automated cold forming production]. Moscow, Mashinostroenie, 1965. 175 p.

5. Leksutov I.S. Komp'juternoe modelirovanie dlja upravlenija kachestvom na jetape proektirovanija [Computer modeling for quality management on the stage of design]. *Mater. III Vseros. nauchn.-prakt. konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh «Razvitie dorozhno-stroitel'nogo kompleksa i stroitel'noj infrastruktury na osnove racional'nogo prirodopol'zovanija»*, Omsk: SibADI, 2008. kn. 2. pp. 69-73.

6. Evstifeev V.V., Osinnyh V.Y. *Metodika vybora variantov tehnologicheskogo processa holodnoj ob'emnoj shtampovki: Uchebnoe posobie* [Method of choosing technological process' type of cold forming: Textbook]. Omsk: Izd-vo OmPI,1973. 73 p.

7. Evstifeev V.V., Aleksandrov A.A., Leksutov I.S. *Proektirovanie, analiz i raschet processov holodnoj ob'emnoj shtampovki: Monografija* [Design, analysis and calculation of cold forming processes]. Omsk: SibADI, 2009. 184 p.

8. Evstifeev V.V. Nauchnoe obosnovanie, obobshhenie i razrabotka progressivnyh tehnologij holodnoj ob'emnoj shtampovki: dis.-ra tehn. nauk. [Scientific substantiation, generalization and development of advanced technologies of cold forming]. Moscow, MGTU im. N.Je. Baumana, 1994. 492 p.

9. *Razrabotka tipovyh processov shtampovki sharovyh pal'cev* [Development of standard processes of ball studs stumping]. V.A. Golovin, A.N. Mit'kin, V.V Evstifeev., I.K. Bukin-Batyrev. *Mashiny i tehnologija obrabotki metallov davleniem i litejnoe proizvodstvo*, Omsk: Zap.-Sib. kn. izd-vo ,1971. pp. 75-79.

Завьялов Иван Иванович (Россия, г. Омск) – аспирант кафедры АКМиТ ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Александров Александр Александрович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Игнатов Сергей Дмитриевич (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры АППиЭ ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: ISDAvvadon@mail.ru).

Евстифеев Александр Владиславович (Россия, г. Омск) – инженер ОПО «Иртыш» (644060, ул. Гуртьева, 18, e:mail: a_evstifeev@mail.ru).

Zavyalov Ivan Ivanovich (Russian Federation, Omsk) –graduate student of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5).

Alexandrov Alexander Aleksandrovich(Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of the department "Building structure" of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5).

Ignatov Sergey Dmitrievich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: ISDAvvadon@mail.ru).

Evstifeev Aleksandr Vladislavovich Russian Federation, Omsk) – engineer of OPO «Irtysh» (644060, Gyrteva, 18, e:mail: a_evstifeev@mail.ru).

УДК 656.1

РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖАТОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Н.Г. Певнев, М.В. Банкет, А.С. Бакунов
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

***Аннотация**. В статье предложены пути развития инфраструктуры использования компримированного природного газа в качестве моторного топлива на пассажирском автомобильном транспорте. Приводятся перспективы применения компрессорных заправочных модулей вблизи городских распределительных станций на газопроводах природного газа в городах со слабо развитой инфраструктурой обеспечения сжатым природным газом автомобильного транспорта.*

***Ключевые слова:** автомобильный транспорт, компримированный природный газ, автогазонаполнительные компрессорные станции, компрессорный заправочный модуль, городские распределительные станции.*

Введение

Информация, приведенная в данной статье, может быть использована при начальной стадии использования сжатого природного газа в качестве моторного топлива на автомобильном транспорте в городах, где отсутствуют в достаточном количестве стационарные автомобильные газовые наполнительные компрессорные станции. Внедрение газового топлива на автомобильном транспорте во многих странах – США, Канаде, Новой Зеландии, Бразилии, Австралии, Италии и других осуществляется с помощью эффективной кредитной и льготной налоговой политики. Для автомобилей, где используется газ, предусмотрены меньшие налоги. И государство от этого не в «накладе» - разница компенсируется снижением затрат на здравоохранение и защиту окружающей среды [1].

Порядка 20 стран изменили налоги на продажу автомобилей так, чтобы стимулировать использование автомобилей