

ПРИМЕНЕНИЕ ГРУППОВОГО МЕТОДА ПРИ ОДНОВРЕМЕННОЙ, ДВУСТОРОННЕЙ И СООСНОЙ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ В СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Татьяна Вакарелска, Пламен Угринов

Аннотация: Статья посвящена применению группового метода при одновременной, двусторонней и соосной обработке отверстий в сварных конструкциях, а также новых технологий для автоматизированных процессов. Актуальность обусловлена внедрением инноваций в области технологий и структур. Выполнено группирование деталей сложных форм, подлежащих обработке. На основе анализа изделий улучшен технологический маршрут их производства. Результаты исследования полезны для фирм и организаций, участвующих в разработке и реализации проектов автоматизации.

Ключевые слова: группирование деталей, одновременная двусторонняя обработка соосных отверстий, сварные конструкции, технологический маршрут, метод, безразмерный коэффициент.

1. Введение

Уровень жизни государства зависит прежде всего от развития промышленности и степени автоматизации. Для достижения высокого стандарта жизни техника, технологии и степень автоматизации должны быть на высоком уровне. Предметом исключительной важности является производство продукции с меньшими затратами человеческих ресурсов при высоком качестве. Это становится возможным путем ежегодного внедрения инновационных технологий и оборудования.

Поднятие уровня автоматизации и технологии – актуальная задача предприятий. В настоящее время болгарские фирмы ощущают острую нехватку инженерных кадров, способных разрабатывать и внедрять новые инженерные проекты.

Объектом исследования данной работы является разработка новой высокоэффективной технологии для окончательной механической обработки сварных конструкций типа колонн, состоящей из ряда операций, как растачивание, обработка торцовых поверхностей, сверление и фрезерование.

В ходе исследования решались следующие задачи [3]:

- Анализ технологического процесса;
- Анализ конструкции изделий;
- Разработка технико – экономического задания на проектирование нового технологического процесса для одновременной, двусторонней и соосной обработки отверстий в сварных конструкциях;
- Проектирование нового технологического процесса;
- Проектирование экспериментальной установки;
- Проектирование режущего инструмента;

- Проектирование технологического оборудования;
- Выпуск экспериментальной установки;
- Пробное производство;
- Экспериментальное тестирование продукции;
- Разработка методов контроля качества продукции.

Производство сварных конструкций само по себе достаточно сложно и требует специализированных технологий и оснастки. Кроме того, к изделиям нужно относиться осторожно ввиду их больших габаритов, большой массы и неправильной формы.

2. Группирование деталей.

На первом этапе выполнялся анализ существующего технологического процесса для обработки деталей типа "колонна", в ходе которого определилась номенклатура изделий, подходящих для обработки с применением нового технологического процесса, проанализированы технологический маршрут, технологическая и инструментальная оснастка, способы базирования и закрепления [3].

Вне зависимости от многообразия конструкций, детали обладают множеством размерных, точностных и технологических признаков, которые могут быть объединены в отдельные группы (Рис. 1). При группировании учитываются габаритные размеры, определяющие тип оборудования и размеры технологической оснастки. Учитывается сходство геометрической формы обрабатываемых поверхностей, их точность и шероховатость, однородность заготовок и экономический эффект.

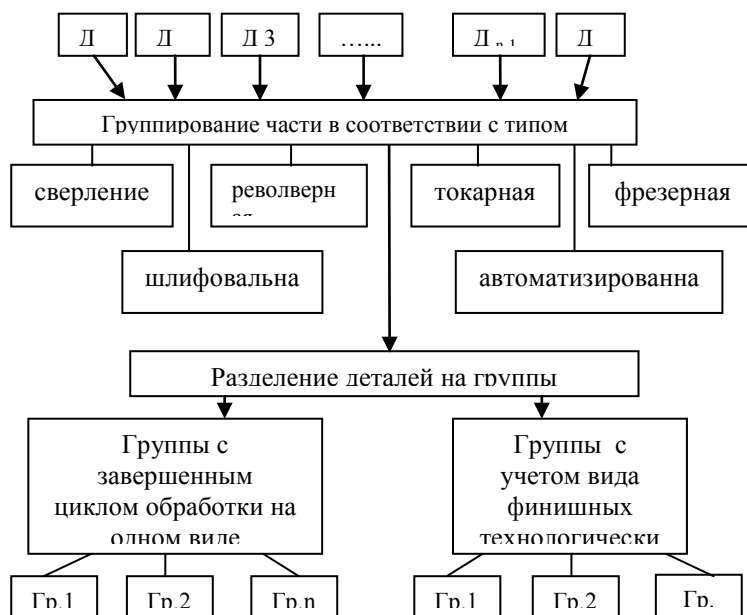


Рис.1 Классификация деталей в зависимости от вида обработки и общности технологического процесса

Способ группировки деталей является основой для использования упрощенных методов нормирования расходов на группу деталей, т.е. создает устойчивый набор материальных запасов, внедрение специальных методов хранения материалов и контроль. Применение способа сопровождается большим объемом подготовительных работ, как: группирование деталей, разрабатывание технологического процесса, модернизация оборудования, создание специализированных машин, автоматизация процессов.

Большой габарит- характерный признак всех исследуемых изделий. Габаритные размеры меняются в широких пределах, но могут быть разделены на три основные группы в зависимости от конфигурации:

◊ Первая группа - размеры А, В и С изменяются следующим образом: А- от 544 [мм] до 1180 [мм]; В- от 1870

[мм] до 2454 [мм]; С от 477 [мм] до 1017 [мм]. Детали имеют гладкие и ступенчатые отверстия.

◊ Вторая группа – А- от 1485 [мм] до 2197 [мм], В- от 1570 [мм] до 2125 [мм]. Детали имеют гладкие и ступенчатые отверстия.

◊ Третья группа – А- от 1215 [мм] до 2065 [мм]. Детали имеют только гладкие отверстия.

На фиг.2 показан типопредставитель изделий типа „колонна” [2]. Для трех групп деталей важным требованием обработки является достижение необходимой соосности и точности отверстий. Первая группа деталей содержит отверстия следующих диаметров: Ø 50; Ø 60; Ø 65 и Ø80 [мм], вторая- Ø 45; Ø 55; Ø 60; Ø 65; Ø 80 и Ø85 [мм], третья- Ø 35 и Ø45 [мм] [2].

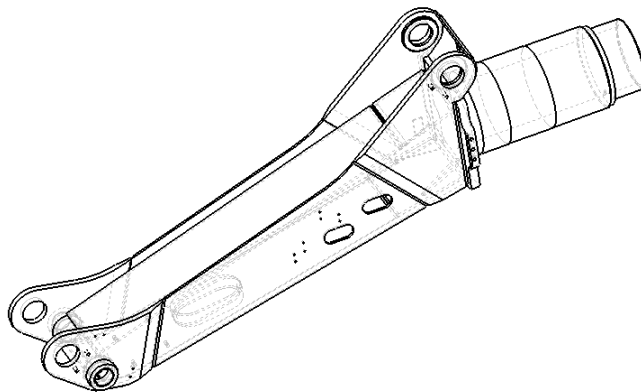


Рис.2 3D модель детали типа "колонна"

При выборе оптимального варианта можно использовать качественную и количественную оценку [1]. При проведении качественного анализа учитываются преимущества и недостатки каждого из вариантов по заданным критериям. В этих случаях возможен выбор рационального варианта и очень редко- оптимального. Более точен количественный анализ, основывающийся на двух методах- балловых оценок и безразмерных коэффициентов.

Выполнен анализ технологичности конструкции изделий на основе разработанной подходящей методики и количественно определена технологичность конструкции колонн.

Применение методологии рейтинговых оценок, разработанной кафедрой "ADP", позволило получить $b = 25$, что свидетельствует о том, что детали относятся к третьей степени сложности автоматизации, которая осуществляется трудно

$$b_{cp} = \frac{29.1 + 20.1 + 23.1 + 18.1 + 18.2 + 29.1 + 29.1 + 29.1 + 27.1 + 20.1 + 21.2}{13} = \frac{302}{13} = 23,23$$

3. Вариантность решений технологического процесса и выбор оптимального варианта.

Подготовительно-заключительное и машинное время, требуемые для выполнения основных операций, большие. Усилия направлены на их сокращение, что отразится соответственно на увеличении производительности.

На основе критического анализа разработана новая технология для одновременной, двусторонней и соосной обработки отверстий в сварных конструкциях, обеспечивающая высокое качество колонн. Более конкретно- спроектирован новый технологический процесс, включающий маршрутную технологию- варианты и выбор рационального варианта. При оценке вариантов маршрутного технологического процесса выдвигаются следующие критерии: производительность, длительность цикла, степень концентрации операций, степень автоматизации и

коэффициент технического использования рабочих позиций [4, 5].

Типовой технологический маршрут состоит из следующих конкретных операций: установка изделия в приспособлении по базам "А" и "В", выверка детали; растачивание отверстия "А"; растачивание отверстия "Б"; растачивание отверстия "С"; сверление двух отверстий "Х"; сверление двух отверстий "У"; фрезерование поверхности "А"; сверление 3 отверстий в поверхности "А"; ручная слесарская - создание фаски $1 \times 30^\circ$ на отверстиях "Б"; зачистка острых кромок и заусенцев [3].

В табл. 1 показан новый технологический маршрут для одновременной, двусторонней и соосной обработки отверстий в сварных конструкциях, обеспечивающая высокое качество изделий типа "колонн".

Таблица 1 Типовой технологической маршрут

Номер операции	Название операции	Диаметр [mm]	Длина [l]	Время [min]	
10	Установка детали в приспособлении по базам "А" и "В"	-	-	4	
20	Выверка детали	-	-	25	
30	Растачивание отверстия "А"	Черн	59	10	0,32
		Чист	60	10	0,34
40	Растачивание отверстия "Б"	Черн	49	48	2,46
		Чист	50	48	1,35
50	Растачивание отверстия "С"	Черн	59	46	1,44
		Чист	60	46	1,55
60	сверление двух отверстий "Х"	Ц	10,5	5	0,2
		П	8,5	8	0,3
70	сверление двух отверстий "У" фрезерование поверхности "А"	Ц	10,5	5	0,2
		П	8,5	8	0,3
80	сверление 3 отверстий в поверхности "А"	50	160 x 30	2,5	
90	ручная слесарская – создание фаски 1x30° на отверстия "Б";	Ц	12,5	5	0,39
		Г	10,3	32	2,22
100	зачистка острых кромок и заусенцев	-	-	2	
110	Самоконтроль	-	-	3	
120	Заполнение индивидуальной контрольной карты	-	-	-	
130	Освобождение детали	-	-	5	
140	Зачистка приспособления и стола станка	-	-	8	
150	Зачистка стружек после черного растачивания отверстий А и Б, смена инструмента	-	-	6	
160		-	-	14	

Легенда: Черн – черновая обработка, Чист – чистовая обработка, Ц – центральное отверстие, П – прохода отвор Г – глухое отверстие

Использован метод безразмерных коэффициентов для количественного анализа и оценки вариантов (табл.2). В

$$\begin{aligned}
 K_1 &= \lambda \\
 K_2 &= t_{ц} / t_{ц0} \\
 K_3 &= (1 - K_D) \\
 K_4 &= K_A \\
 K_5 &= K_{ТИ}
 \end{aligned}$$

где:

$$\begin{aligned}
 \checkmark \lambda &= Q_a / Q_0 \\
 \checkmark t_{ц} &= t_m + t_{снн}
 \end{aligned}$$

где: $t_{ц}$ – цикловое время; t_p – машинное время; $t_{снн}$ – вспомогательное неперекрываемое время; $t_{ц0}$ – цикловое время существующего технологического процесса;

Q_a – производительность автоматизированного процесса;

Q_0 – производительность существующего технологического процесса.

$$\checkmark K_D = N_{т0} / N_{рп}$$

где: $N_{т0}$ – число технологических операций; $N_{рп}$ – число рабочих позиций.

$$\checkmark K_A = K_a \cdot 100 [\%]$$

качестве безразмерных коэффициентов могут быть использованы следующие показатели:

$$K_a = \frac{t_a}{t_0} = \frac{t_a}{t_a + t_{рвч}}$$

$$t_a = \sum_{i=1}^n t_{ai}$$

$$t_{рвч} = \sum_{i=1}^n t_{рвчи}$$

$$t_0 = \sum_{i=1}^n (t_{ai} + t_{рвч i})$$

където: t_0 - общо време работи автоматизиращей техники за исследуемый период; n - число структурных единиц; t_{ai} - время автоматической работы i -ой структурной единицы; $t_{рчi}$ - време ручной работы i -ой структурной единицы.

$$\checkmark K_{\text{ТП}} = T_p / (T_p + T_B + T_{\text{обс}})$$

где: T_p - время нормальной работы; T_B - время на восстановление; $T_{\text{обс}}$ - время на обслуживание.

Таблица 2 Количествени значения безразмерных коэффициентов

$V_i \backslash K_i$	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_{O_i}
V_1	2	2	0,33	0,5	0,6	0,396
V_2	2	2	0,32	0,45	0,55	0,316
V_3	2	2	0,3	0,47	0,52	0,293

$$\max \{ K_{O_i}, i = 1 \div m \} = \max \{ 0,396; 0,316; 0,293 \} = 0,396$$

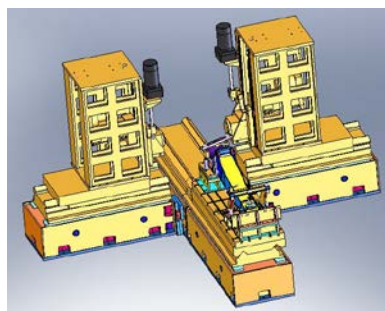
Разработаны варианты маршрутной технологии. Из полученных результатов выполненных оценок отдельных вариантов маршрутного технологического процесса в качестве оптимального выбран первый вариант маршрутной технологии, у которого максимальный обобщенный коэффициент $K_{O1} = 0,396$.

4. Экспериментальная установка для одновременной, двусторонней и соосной обработки отверстий в сварных конструкциях.

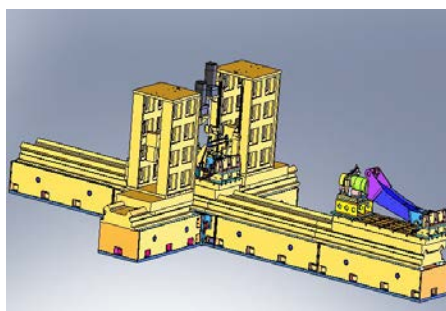
Предложены три варианта экспериментальной установки для одновременной, двусторонней и соосной обработки отверстий в сварных конструкциях (фиг. 3).

Обработка производится на установке, разработанной на основе станка с ЧПУ. Оптимальным является вариант I, оценка выполнена методом безразмерных коэффициентов - максимальный обобщенный коэффициент $K_{O1} = 0,278$ (рис.3).

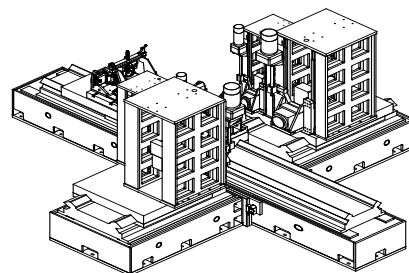
Выполнен анализ требований к точности и качеству выпускаемых изделий. Контроль полей допусков отверстий после окончательной механической обработки показал, что они не выходят за пределы 0.03 [мм] - 0.075 [мм]. Все контролируемые параметры (отклонение осей отверстий относительно горизонтальной плоскости, отклонение относительно основания в горизонтальной плоскости и др.) в большинстве случаев отвечают требованиям к точности. Размеры попадают в поля допусков.



а)



б)



в)

Рис.3 Варианты: а) – I-ый вариант – две колонны и два шпинделя; б) – II-рой вариант – две колонны и два шпинделя, с двумя приспособлениями для базирования и закрепления; с) – III-тий вариант – как первый вариант, но с четырьмя шпинделями

Выполнен анализ обработанных по новой технологии изделий типа „колонн” на экспериментальной специализированной установке – значительно повышено качество, брак сведен к минимуму (около 0,5 %) при 15 % по старой технологии. Себестоимость уменьшена на 14,45 [лв.] т.е. приблизительно на 1,2 %.

5. Выводы.

- Выполнено группирование изделий типа „колонна” при одновременной, двусторонней и соосной обработке отверстий в сварных конструкциях.
- Выполнен анализ технологичности конструкции на основе разработанной подходящей методики и выбран оптимальный технологический маршрут.
- Разработана новая автоматизированная технология для одновременной, двусторонней и соосной обработки отверстий в сварных конструкциях, генерированы и оценены три варианта и выбран наиболее оптимальный.

Литература:

[1] Чакърски Д., Т. Вакарелска, В. Станков, А. Райков, Промислени работи, роботизирани технологични модули и системи - част 1 и 2, С., ИК на ТУ, София, 2003г.

[2] Чакърски Д., Т. Вакарелска, Р. Димитрова, П. Томов, И. Янакиев, Г. Хаджикосев, В. Станков, Нова автоматизирана технология за едновременно, двустранна и съосна обработка на отвори в заварени конструкции на изделия тип „колонни”, Научни известия на НТС по Машиностроене, год. XIII., бр.10/93, XV-та МНТК „АДП-2006”, ноември, 2006.

[3] Проект ИФ.02-63/13.12.2005 г. Нова автоматизирана технология за едновременно, двустранна и съосна обработка на отвори в заварени конструкции на изделия тип „колонни”.

[4] Чакърски Д., Г. Хаджикосев. Автоматизация на дискретното производство. ИК на ТУ – София, 2008.

[5] Чакърски, Д. и к-в, Комплексна автоматизация на дискретното производство, ИК на ТУ - София, 2010

Информация об авторах:

Татяна Асенова Андонова-Вакарелска., кандидат технических наук, доцент, кафедра «Энергетика и машиностроение» в КЕЕ, Технический университет - София, Республика Болгария, София, бул. "Климент. Охридский" № 8, e-mail: yakarelska@tu-sofia.bg

Пламен Угринов Угринов, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Энергетика и машиностроение» в КЕЕ, Технический университет - София, Республика Болгария, София, бул. "Климент. Охридский" № 8, e-mail: ugrinov_mmcpcu@yahoo.com