

Секция МАШИНОСТРОЕНИЕ
Подсекция ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

25-26 апреля 2017г., 16 00, ауд. 140 ГК
Научный руководитель – Балашов А.В., к.т.н., доцент
Секретарь – Иконников А.М.

СОДЕРЖАНИЕ

1. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ПЛАНОВ КОНТРОЛЯ НА ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ ГРАНИЦАХ
Баранов Н. С. - студент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент
2. ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА И ЯВЛЕНИЯ КАВИТАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ
Белоусов Е.В. - студент, Некрасов В.Н. - к.т.н., доцент
3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ГИЛЬЗ ПАТРОНОВ
Бочаров Д. А. - магистрант, Леонов С. Л. - д.т.н., профессор, Федоров Ю.В. – к.т.н., доцент
4. ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАБОТ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ВНЕДРЕНИИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ РОТОРНЫХ ЛИНИЙ ПУТЁМ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ Q-Form и Deform-3D
Бурнашев Ю.П. - студент, Кряжев Ю.А. - к.т.н., доцент
5. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ РЕЗАНИЕМ ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ
Курасов А.А. – студент, Воеводина М.А. - к.т.н., доцент
6. РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО ПРОТЕЗА РУКИ НА ОСНОВЕ ГИДРОПРИВОДА
Гладышук А.А. - студент, Некрасов В.Н. - к.т.н., доцент
7. АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УРОВНЯ ЦЕХА/УЧАСТКА ДЛЯ ГРУППЫ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ
Яковлев Д. В., Т. А. Аскалонова доцент, к. т. н.
8. ФРЕЗЕРОВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ НА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ
Джумаев Ш. – магистрант, Леонов С.Л. – д.т.н, профессор.
9. ВЛИЯНИЕ РАЗНОСТЕННОСТИ ЗАГОТОВКИ НА ВЫБОР МИНИМАЛЬНО НЕОБХОДИМОЙ ДЕФОРМАЦИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ДОРНОВАНИЕ ВСЕГО ОБЪЕМА
Ильиных Г.Г. - студент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент
10. ВЛИЯНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ СОПРЯГАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА КАЧЕСТВО ЗАПРЕССОВКИ
Катковский О.И. – студент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент
11. ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ РОНДОЛЕЙ
Комаров Д.А. - студент, Животикова О.Е. – студент, Некрасов В.Н. - к.т.н.
12. ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИЖИМНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СБОРКИ-СВАРКИ ЭЛЕМЕНТОВ РАМЫ ГРУЗОВОГО ВАГОНА
А.А. Котыхов, В.Н Бувеч, к. т. н., доцент

13. ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЙ-МАГНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХМИНИАТЮРНОГО ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ
А.О. Катасонов, А.А. Григорьев, К.А. Муравлев, В.Н. Маликов, А.Ю. Филимонова, Д.Ю. Репетун
14. МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МИКРОСКОПА
Соломин Д.Е. - магистрант, Животикова О.Е. - студент, Черепанова Е.В. - доцент
15. РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МИКРОСКОПА ЗА СЧЕТ ОСНАЩЕНИЯ ЕГО ЦИФРОВОЙ КАМЕРОЙ
Животикова О.Е. - студент
16. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЖЕКТОРНЫХ СВЕРЛ ПУТЕМ ДИФфуЗИОННОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ ТВЕРДОГО СПЛАВА
Мурадов Т.И. - магистрант, Хоменко В.А. - д.т.н., профессор, Федоров Ю.В. – к.т.н., профессор
17. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ХОНИНГОВАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА
С. А. Наполов, Т. А. Аскалонова к. т. н. доцент
18. НАЗНАЧЕНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЛОЖНО-ПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ
Негруленко Д. Н. – магистрант, Маркова М. И. - к. т. н., доцент
19. ОБЗОР СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ОСЕСИМЕТРИЧНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ
Никишин Р. В. – студент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент
20. ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА
Пастухович Д.Ю. - студент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент
21. ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ОПЕРАЦИЯХ СВЕРЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКА
Попазов В.А. - магистрант, Маркова М.И. - к. т. н., доцент
22. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГИЛЬЗЫ ПАТРОНА
Пугин А.Е. – магистрант, Щербаков Н.П. – к.т.н., профессор
23. ПРОБЛЕМА ТОЧНОСТИ НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ В СОВРЕМЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ
Пушкина Е.К.– студент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент
24. РАЗРАБОТКА МАЛОГО РОБОТА МАНИПУЛЯТОРА
Животикова О.Е. - студент
25. КЛАССИФИКАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАДПИСЕЙ
Соломин Д.Е. – студент
26. ПАРАМЕТРЫ РАССЕЯНИЯ РАЗМЕРОВ ЗАМЫКАЮЩЕГО ЗВЕНА ПРИ СЕЛЕКТИВНОЙ СБОРКЕ МЕТОДОМ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ
Сорокин К. С. – магистрант, Панов А. А – к. т. н., доцент
27. ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПОРШНЕВОГО ПАЛЬЦА СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.
С. В. Титаренко, Т. А. Аскалонова, к. т. н., доцент
28. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТНО-СИЛОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ХОЛОДНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ В ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКЕ
Щербинин Д.С. - студент, Горин Е.Ю. – аспирант, Кряжев Ю. А. - к.т.н., доцент
29. БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ
Юдин В.С. – магистрант

- 30. **СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ**
Юдин В.С. - магистрант
- 31. **АЛГОРИТМ РАЗУЗЛОВАННЯ**
Ярин Д. А. – магистр, Смолёнова А. Д. - магистр, Леонов С. Л. - д. т. н., профессор
- 32. **АНАЛИЗ КИНЕМАТИКИ ДВИЖЕНИЯ ПУЛИ И СЕРДЕЧНИКА ПРИ ВНЕДРЕНИИ
В ПРЕГРАДУ**
Ящкин С. А.. - студент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ПЛАНОВ КОНТРОЛЯ НА ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ ГРАНИЦАХ

Баранов Н. С. - студент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Низкая информативность контроля по альтернативному признаку препятствует оперативному управлению технологическим процессом. Поэтому одной из основных задач при использовании контроля по альтернативному признаку является разработка методов, повышающих оперативность контроля.

Недостатком контроля на трехсигмовых границах является малая вероятность ($p = 0,27\%$) выхода значений контролируемого параметра за эти пределы и, соответственно, малое количество изделий, параметры которых выходят за границы $\pm 3\sigma$. Это приводит к тому, что малые случайные отклонения приводят к большим изменениям при проведении любых статистических оценок.

Согласно [1], любое распределение непрерывной случайной величины, отличное от равномерного, имеет ограниченный интервал области определения распределения, в котором сосредоточено не менее 90% возможных значений случайной величины. Для нормального распределения он определяется, как $\sigma\sqrt{2\ln 2} \approx 4,133\sigma$. Это означает, что в интервале $(-2,066\sigma; +2,066\sigma)$ сосредоточена основная часть распределения, которая составляет 95,5% значений нормально распределенной величины.

В работах [2, 3, 4] предложен метод сужения границ контроля и показано, что суженные до $\pm(1...2)\sigma$ (где σ - среднее квадратическое отклонение контролируемого параметра) от центра поля допуска границы контроля являются наиболее информативными.

В работе [3] доказано, что математическое ожидание альтернативного среднего квадратического отклонения соответствует среднему квадратическому отклонению для двухсигмовых границ контроля. Поэтому оценку дисперсии контролируемого параметра целесообразнее проводить на границах $\pm 2\sigma$. В работе [6] показано, что альтернативное выборочное среднее хорошо согласуется со средним арифметическим на двухсигмовых границах контроля. Поэтому для контроля предпочтительней выбрать двухсигмовые границы. В работах [4, 5] решается задача оптимизации ширины суженного допуска и показывается, что наилучшее сужение допуска соответствует величине $\pm 2\sigma$.

Границы, более узкие по сравнению с трехсигмовыми, будем называть предупредительными границами контроля. Необходимые объемы выборок при этом могут быть снижены в несколько раз без ухудшения достоверности результатов контроля [3]. При этом вид распределения, как правило, предполагается нормальным, что допустимо для большинства практических случаев.

Разработаем методику расчета двухступенчатых информационных планов контроля на предупредительных границах.

Пусть заданы приемочный и браковочный уровни дефектности $q_n = q_0$ и $q_b = q_1$, риски поставщика α и потребителя β ; поле допуска $\Delta = [a; b]$, величина которого кратна $\pm k\sigma$. В дальнейшем будем считать, что $\sigma = 1$. Примем границы контроля суженными с заданным коэффициентом пропорциональности $k = 1,5...3,0$.

Разобьем поле рассеивания размеров на три зоны. В первую зону будем включать детали с размерами меньше нижней границы контроля, во вторую - детали с размерами, превышающими верхнюю границу контроля, в третью - детали с размерами в пределах границ контроля.

На рис. 1 a - левая граница поля допуска, b - правая граница поля допуска, a_1 , b_1 - предупредительные границы контроля, которые установлены более узкими, чем границы $\pm 3\sigma$. При расчете плана контроля доля изделий, параметры которых выходят за предупредительные границы, считается «условным браком».

Рассчитаем предупредительные границы контроля:

$$a_1 = X_{\text{ср}} - \frac{X_{\text{ср}} - \alpha}{k_1}; \quad b_1 = X_{\text{ср}} + \frac{X_{\text{ср}} - \alpha}{k_1} \quad (1)$$

где $X_{\text{ср}} = \frac{a+b}{2}$ - середина поля допуска; $k_1 = \frac{3\sigma}{k}$.

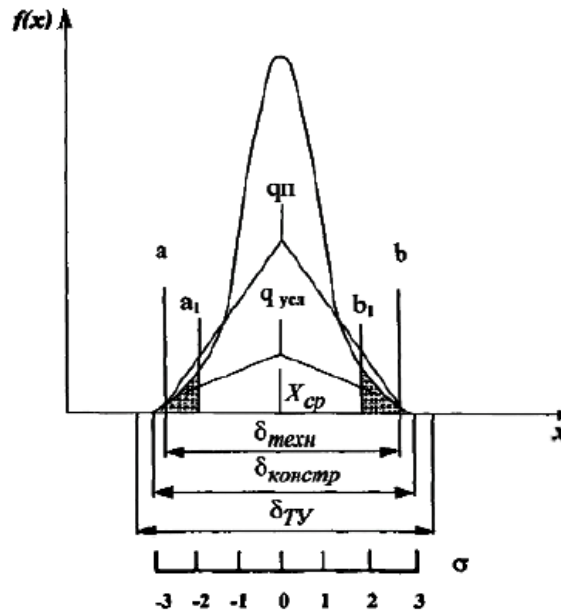


Рисунок 1 - Выбор предупредительных границ контроля

Для расчета этих величин необходимо определить коэффициент сужения границ контроля $k = 1,5 \dots 3,0$. Нахождение оптимального значения k позволит определить, какие границы контроля $\pm k\sigma$ следует взять, чтобы при минимальном объеме выборки n для заданного значения риска изготовителя $\alpha \leq 0,05$ обнаружить фактическое увеличение σ в 1,5 раза. Для решения поставленной задачи осуществим перебор различных значений k и рассчитаем для каждого k на предупредительных границах значения приемочного уровня дефектности $q_{0 \text{ пр}}$ при нормальном значении дисперсии σ и значения браковочного уровня дефектности $q_{1 \text{ пр}}$ при значении $1,5\sigma$. Расчет проведем для значения входного уровня дефектности $AQL_1 = q_{01} = 0,025\%$. Результаты расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1- Расчет оптимального коэффициента сужения границ контроля

k	k_1	$q_{0 \text{ пр}}, \%$	$q_{1 \text{ пр}}, \%$	n_1	n_2	c_1	c_2	c_3	α	$AOQL, \%$
1,2	2,5	14,295	35,333	3	3	1	1	2	0,188	16,67
1,4	2,14	8,744	27,885	4	4	1	1	2	0,128	12,5
1,6	1,88	5,079	21,586	10	10	1	2	3	0,061	7,5
1,8	1,67	2,799	16,383	30	30	1	3	4	0,06	3,33
2	1,5	1,463	12,186	80	80	2	4	6	0,018	1,87
2,2	1,36	0,724	8,881	35	35	1	2	3	0,004	2,14
2,4	1,25	0,339	6,339	80	80	1	2	3	0,003	0,94

Как следует из таблицы 1, изменение дисперсии процесса следует определять на границах контроля $\pm 2\sigma$. При всех остальных значениях k величина риска изготовителя либо больше 0,05 ($\alpha > 0,05$), либо значительно меньше 0,05 (при этом увеличивается риск потребителя). Эти результаты согласуются с рекомендациями работы [3].

Используя полученные входные значения приемочного и браковочного уровней дефектности, рассчитаем соответствующие планы контроля.

В таблице 2 представлены результаты расчета двухступенчатых информационных планов контроля для объема партии $N = 10000$ и трех значений входных уровней дефектности: $AQL_I = q_{0I} = 0,025\%$, $AQL_{II} = q_{0II} = 0,1\%$, $AQL_{III} = q_{0III} = 0,65\%$.

Таблица 2 - Расчет двухступенчатых информационных планов контроля

№ п/п	AQL (q_0)%	q_L , %	q_B , %	c_1	c_2	c_3	n_1	n_2	α	AOQ, % ($\alpha=0,05$)	AOQL, %
ИПК на предупредительных границах											
1	0,025	1,463	2,031	2	4	6	80	80	0,018	1,7	1,87
2	0,1	2,826	3,938	2	4	6	40	40	0,017	3,37	3,75
3	0,65	6,963	9,775	2	4	6	20	20	0,05	6,52	7,5

Как видно из таблицы 2, объем выборки при контроле на предупредительных границах в несколько раз меньше, чем на границах поля допуска (табл. 2.2). Риск изготовителя α и предел среднего выходного уровня дефектности AOQL удовлетворяют условиям: $\alpha \leq 0,05$, $AOQL \leq D_{\max} = 2q_0$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. - Л.: Энергоатомиздат, 1991. - 304 с.
2. Григорович В.Г., Юдин С.В., Козлова Н.О., Шильдин В.В. Информационные методы в управлении качеством. - М.: РИА «Стандарты и качество», 2001.-208 с.
3. Козлова Н.О. Информационный метод контроля в комплексном автоматизированном производстве. - Дис... канд. техн. наук. - Тула: ТулГУ, 1995. -166 с.
4. Розно М.И. Регулирование процессов на основе данных по альтернативному признаку по суженному допуску.// Методы менеджмента качества. - 2001. — №12. - С.27-33
5. Розно М.И. Сужение допуска для целей статистического контроля.// Методы менеджмента качества. - 2002. - №7. - С.33-38.
6. Айвазян С.А., Енюков И. С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Исследование зависимостей. Справочное издание - М.: Финансы и статистика, 1985 - 487 с

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА И ЯВЛЕНИЯ КАВИТАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Белоусов Е.В. - студент, Некрасов В.Н. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Научно технический прогресс не стоит на месте, машины становятся все меньше и сложнее, это приводит к тому что их детали при малых размерах имеют сложную геометрическую форму. При работе машин, механизмов неизбежно их загрязнение смазывающими веществами, пылью, веществами, образовавшимися в процессе работы. Очистка в этом случае крайне важна, так как все больше машин, работающих с высокой точностью и погрешность, вызванная загрязнением рабочих узлов, крайне высоко отражается на выходном результате.

Для очистки от микроскопических частиц загрязнения поверхностей сложной геометрической формы при малых размерах и поверхностей с которых невозможно удалить загрязнение привычным способом предлагается использовать ультразвуковые ванны.

На рисунке 1 представлено устройство ультразвуковой ванны. При помощи электроакустических преобразователей колебания электрического тока преобразуются в механические. Механические колебания через стенки ёмкости, попадая в жидкую среду, воздействуют на очищаемый предмет.

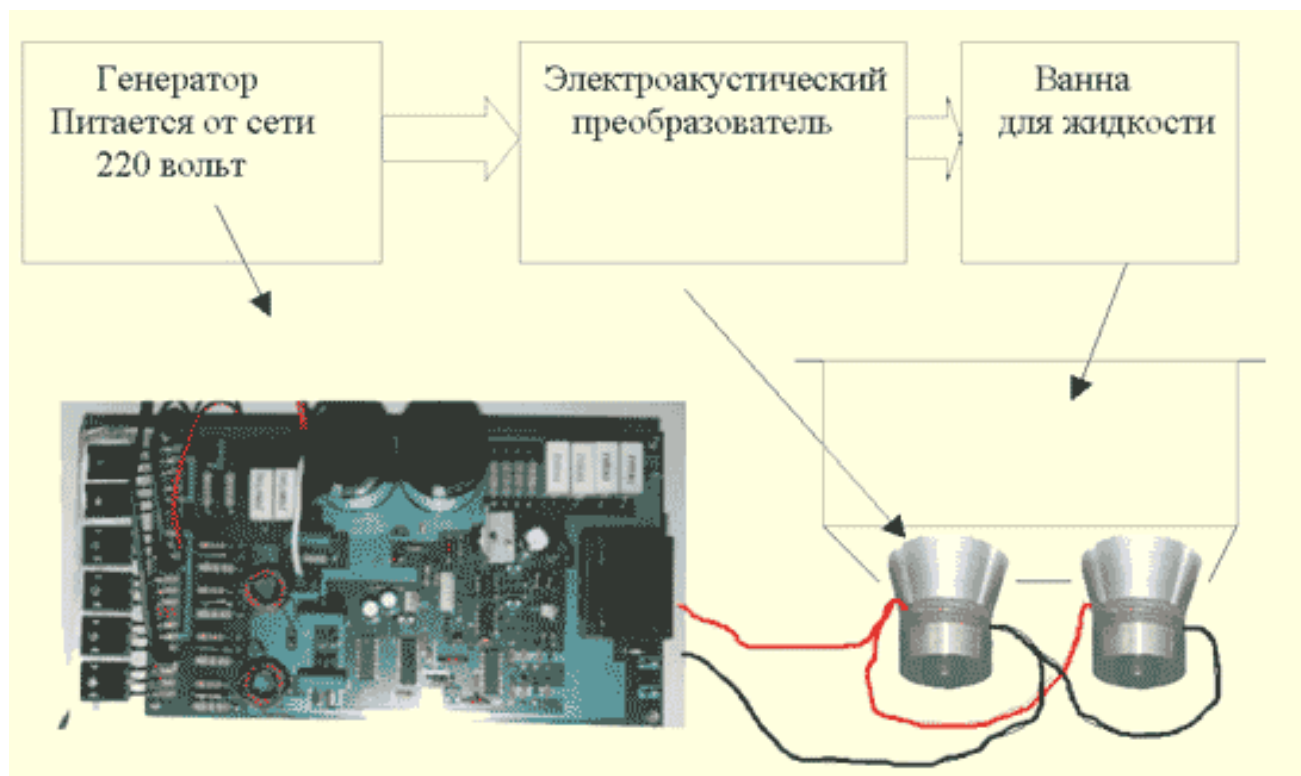


Рисунок 1 – Устройство ультразвуковой ванны [2]

Рабочая среда это чаще всего вода, могут использоваться и другие жидкие среды, так же возможно добавление двух и более жидкостей, или сыпучих веществ, в первом случае образуется эмульсия, а во втором суспензия.

Под воздействием ультразвука на поверхности, которую нужно очистить формируются микропузырьки, затем они схлопываются, из-за этого происходит разрушение слоя загрязнения. Возможная частота работы ультразвука ограничена диапазоном от 18 до 120 кГц.

Очистка данным способом очень эффективна, очищаются все полости на и глухие углубления. Так же к преимуществам можно отнести быстроту и стабильность очистки. Быстрота обеспечивается тем, что некоторые узлы не нужно разбирать перед очисткой (например, узел имеет много глухих углублений на линиях соединения деталей, поэтому привычными способами его без разбора не очистить), а при очистке в ультразвуковой ванне его нужно просто поместить в нее. Стабильность очищения вызвана тем что кавитационные пузырьки возникают на всей очищаемой поверхности равномерно, что позволяет одинаково эффективно очищать детали любых геометрических форм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вайншток И.С. Ультразвук и его применение в машиностроении М.: МАШГИЗ, 1958. - 140с.
2. Ультразвуковая ванна [Электронный ресурс] // режим доступа: «<http://www.o-vannoy.ru/remont/ultrazvukovaya-vanna/>»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ГИЛЬЗ ПАТРОНОВ

Бочаров Д. А. -магистрант, Леонов С. Л. - д.т.н., профессор,
Федоров Ю.В. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова
(г.Барнаул)

Гильза – наиболее ответственный элемент патрона. Это связано с тем что, она является контейнером для хранения метательного заряда, соединяет все элементы патрона в единое целое, и самая важная функция гильзы, это обеспечение obturation пороховых газов, т.е. недопущение прорыва их в казенную часть оружия, что может привести к поломке оружия, ожогам рук стрелка, загрязнению автоматики оружия.[1] Поэтому контроль размеров при изготовлении требует особого внимания. На рисунке 1 приведены основные виды гильз патронов.

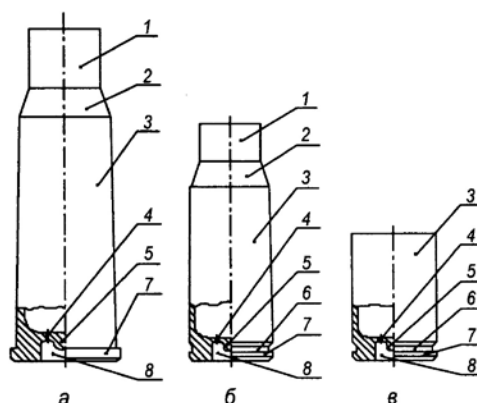


Рисунок 1 Образцы гильз: а – винтовочная с выступающим фланцем; б – автоматная с проточкой; в – пистолетная циллиндрическая; 1 – дульце, 2 – скат, 3 – корпус, 4 – запальное отверстие, 5 – наковальня, 6 – проточка, 7 – фланец, 8 – капсюльное гнездо.

Для контроля размеров в производственных условиях часто используют карты Шухарта. Карта Шухарта представляет собой график, используемый для представления статистической меры, полученной по количественным или альтернативным данным. Для получения данных проводят измерения какой-либо характеристики (например: диаметра полуфабриката) через установленные интервалы или на определенной выборке.[5] Общий вид контрольной карты Шухарта приведен на рисунке 2.

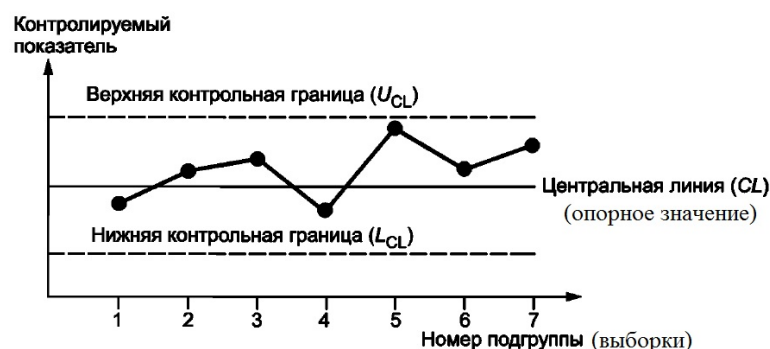


Рисунок 2 Общий вид контрольной карты Шухарта.

Подразумевается применение контрольных карт Шухарта не только для количественных данных, но и для альтернативных. Это связано с тем, что большинство параметров гильзы контролируется калибрами и в этом случае может быть лишь два варианта: годен или не годен. Карты альтернативных данных получают именно по количеству годных и негодных деталей в выборке [2].

При использовании карт для количественных данных предполагается применять видоизменённые карты, где вместо средних значений в выборке или размаха значений в выборке будут нанесены промежутки, в которых заключены измеренные значения параметра. Это позволит более точно определять смещение параметра в процессе контроля к границам допуска и прогнозировать появление брака. На рисунке 3 представлен вариант такой карты.

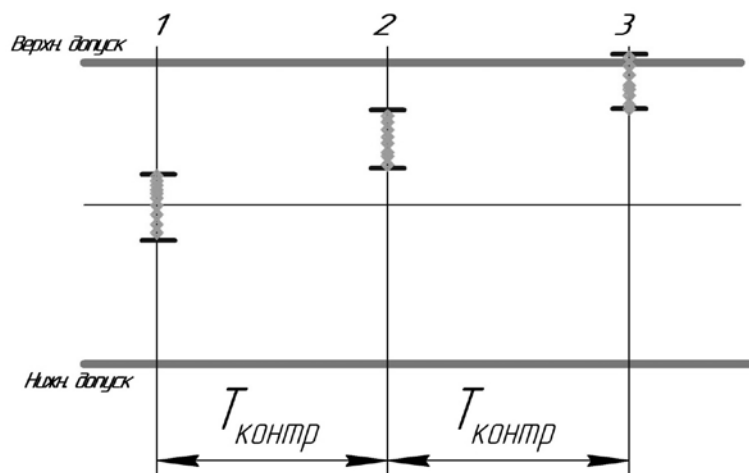


Рисунок 3 Вариант видоизмененной карты для количественных данных.

Границы выборки обычно определяются по максимальному и минимальному значению параметра в выборке. Однако, если измеряемый параметр подчиняется нормальному закону распределения, для определения границ можно использовать правило трех сигм, в соответствии с которым разброс значений измеряемого параметра относительно среднего значения не превышает $\pm 3\sigma$, где σ – среднеквадратичное отклонение параметра. Это позволяет более точно определить колебание измеряемого параметра при выборках небольшого объема.

При изготовлении гильз, в случае появления брака, бракуется вся партия продукции за межпроверочный период, среди которой есть и часть годной продукции. На рассортировку забракованной продукции привлекается дополнительная рабочая сила. Это приводит к большим затратам предприятия, особенно в том случае, когда гильза изготавливается из дорогого материала – латуни Л68, Л70, биметалла [3]. В этом случае перспективно использование карт Шухарта.

Затраты на изготовление гильзы в общем представлены как затраты на производство $Z_{\text{пр}}$ (материалы, транспортные расходы, зарплата рабочих и т.д.) и обособленно выделены затраты на контроль продукции $Z_{\text{контр.}}$ и затраты на брак $Z_{\text{брак}}$ [7].

$$\Sigma Z = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{контр.}} + Z_{\text{брак}}$$

Две последние составляющие этой формулы неразрывно связаны [6], поэтому нужно разработать такую систему контроля, которая свела бы к минимуму эти затраты.

Предлагаются следующие варианты алгоритмов контроля:

1. Проведение измерений с периодом контроля T и выборкой n до того момента, пока значение параметра не выйдет за поле допуска.

2. Применить условно зауженные поля допуска [4] и контролировать выборку n с периодом T до того момента, пока значение параметра не выйдет за условно зауженное поле допуска. В этом случае можно будет принимать решение по корректировке технологического процесса, когда продукция еще является годной.

3. В процессе контроля изменять значение размера выборки n и периода контроля T в зависимости от положения контролируемого параметра на карте Шухарта. При приближении параметра к одной из контрольных границ стоит увеличить размер выборки и уменьшить периодичность контроля T .

С применением последнего варианта система контроля становится адаптивной, т.е. может подстраиваться под конкретные условия в ходе контроля параметров продукции. При

получении стабильно качественной продукции, план контроля снижается, при приближении значения параметра к границам допуска план контроля увеличивается.

Для внедрения второго и третьего алгоритмов контроля необходимо иметь статистические данные по динамике изменения размеров в процессе изготовления гильзы, а также закон распределения размеров и его параметры. В этом случае можно определить величину затрат от брака и обеспечить минимизацию суммы $Z_{\text{КОНТР}} + Z_{\text{БРАК}}$.

Целью научно-исследовательской работы является совершенствование технологического процесса изготовления гильз патронов, в частности статистического контроля на различных стадиях производства гильз, что позволит снизить потери предприятия от брака и оптимизировать затраты на контроль продукции.

Для проведения работы сформулированы следующие задачи:

1. Проверка принадлежности распределения размеров гильзы нормальному закону
2. Изучение и анализ существующих методов статистического контроля на предприятии.
3. Совершенствование существующих методов контроля для снижения затрат предприятия при изготовлении гильзы.

Выводы:

1. Параметры точности размеров при изготовлении гильзы влияют на эксплуатационные свойства изделия (патрона) в целом: проблемы при сборке патрона, разрыв гильзы в патроннике оружия, трудности извлечения гильзы из патронника после выстрела.

2. На окончательном этапе контроля размеров гильзы, при выходе результатов измерений за пределы допуска бракуется вся партия. Это приводит к большим затратам предприятия при появлении брака.

3. Статистические методы исследований с использованием контрольных карт Шухарта позволяют прогнозировать выход размеров за пределы допусков и оценивать вероятность появления брака, что позволяет снизить потери от брака и оптимизировать затраты на контроль.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г. А. Данилин, В. П. Огородников, А. Б. Заволокин. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т. 2005-374 с.
2. Н.П. Агеев, Г.А. Данилин, В.П. Огородников. Технология производства патронов стрелкового оружия, Ч1, Ч2. – СПб.:Балт. гос. техн. ун-т, 2006-533 с.
3. А.Р. Сафарянц. Технология патронно-гильзового производства. Учебное пособие для техникумов – ЦНИИ информации, 1975 – 208 с.
4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников.- М: ФИЗМАТЛИТ, 2006.-817 с.
5. ГОСТ Р ИСО 7870-2:2013 «Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта» (ISO 7870-2:2013 «Control charts – Part 2: Shewhart control charts», IDT).
6. Дронова, О. Б. Организация и планирование машиностроительного производства: учебно-методическое пособие для студентов специальности 190109 «Наземные транспортно-технологические средства»/ О. Б. Дронова; Алт.гос.техн.ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. – 134 с
7. Дронова, О. Б. Экономика и управление машиностроительным производством: учебно-методическое пособие для студентов технических и экономических направлений и специальностей всех форм обучения/ О. Б. Дронова; Алт.гос.техн.ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. – 157 с.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАБОТ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ВНЕДРЕНИИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ РОТОРНЫХ ЛИНИЙ ПУТЁМ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ Q-Form и Deform-3D

Бурнашев Ю.П. - студент, Кряжев Ю.А. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

На предприятиях патронного производства широко применяются автоматические роторные линии (АРЛ) для производства, как отдельных элементов патрона (пуль, сердечников, гильз), так и для их конечной сборки, укупорки, лакирования и т.д. Одна линия способна производить до десяти и более технологических операций (отрезка, штамповка, вытяжка, сборка и т.п.), что позволяет получать производительность в 150-200 шт/мин [1].

Каждый патронный завод в течение многих лет ориентировался на выпуск одной-двух основных номенклатур боевых патронов с определенной специализацией не только основного производства, но и вспомогательных структур (службы технического обеспечения, инструментального производства, испытательной базы и т.п.).

В настоящее время характер патронного производства сменился с массового на серийное и крупносерийное производство широкой номенклатуры. Приоритетным стало производство спортивных и охотничьих пуль для гражданского сектора рынка. Однако, возникли и трудности - необходимо было разрабатывать всю инструментальную оснастку практически с нуля. В связи с чем периодически возникают проблемы, связанные с совершенствованием технологического процесса.

Особенностью патронного производства в целом, и АРЛ в частности является то, что для каждого вида изделия необходим уникальный (единичный) технологический процесс, что для расширения номенклатуры является серьезным препятствием. Для каждого вида изделия необходимо проектировать специальную инструментальную оснастку. Учитывая количество операций только на одной АРЛ, перед проектировщиком встает нелёгкая задача.

Сокращение сроков проектирования и отработки опытного и серийных образцов приводит к нарушению нормативов соотношений стадий и этапов конструкторских разработок.

Однако решение этой проблемы возможно лишь при перестройке всего процесса проектирования на основе его автоматизации, то есть при внедрении в практику САПР, CAD/CAM систем. Весьма эффективным оказалось применение систем двух- и трехмерного проектирования AutoCAD, Kompas 3D, SolidWorks. Применение данных систем устраняет субъективные факторы и уменьшает вероятность технических ошибок конструктора, но не исключает возможность принятия неверного конструктивного решения.

Основными операциями, выполняемыми на АРЛ в патронном производстве, являются штамповка и вытяжка. Характерной особенностью данного оборудования являются короткие рабочие ходы технологических операций и довольно большая скорость рабочего инструмента. Это затрудняет выявление недоработок инструмента при испытаниях опытных образцов. Так же недоработки инструмента на одной технологической операции, могут стать причиной брака на другой операции. Решение данных проблем влечёт за собой дорогостоящие экспериментальные исследования и новые испытания.

Эффективным решением, связанным с поиском и исправлением проектных и конструкторских решений, являются CAE системы, такие как Q-Form, Deform-3D, Pam – Stamp. Данные специализированные программные продукты предназначены для конечно-элементного моделирования, анализа процессов обработки металлов давлением и резанием.

Для сравнения результатов параметрического моделирования и экспериментальных данных рассмотрим следующую задачу:

При штамповке свинцового сердечника пули из-за погрешностей инструмента и высокой пластичности данного материала довольно сложно придать ему правильную форму для более полного прилегания к внутренним стенкам оболочки. Поэтому окончательное

формирование геометрических параметров происходит уже непосредственно при монтаже сердечника в оболочку пули [2]. При вдавливании пуансоном сердечника в полость оболочки, происходит его деформация, ограниченная внутренними стенками, при этом свинец наиболее плотно заполняет внутреннюю часть пули. Для этого необходимо подобрать ход инструмента и форму пуансона таким образом, чтобы не допустить выдавливания свинца и заполнить всю полость пули.

Для проведения моделирования в программной среде Deform-3D [3] посредством САПР Компас были созданы модели рабочих инструментов и исходной заготовки. Для упрощения моделирования внутренняя полость оболочки была создана в виде матрицы и принята как абсолютно жёсткая, т.к. во время рассматриваемой технологической операции данная деталь зафиксирована по всей площади инструментом. Данные модели представлены на рисунке 1

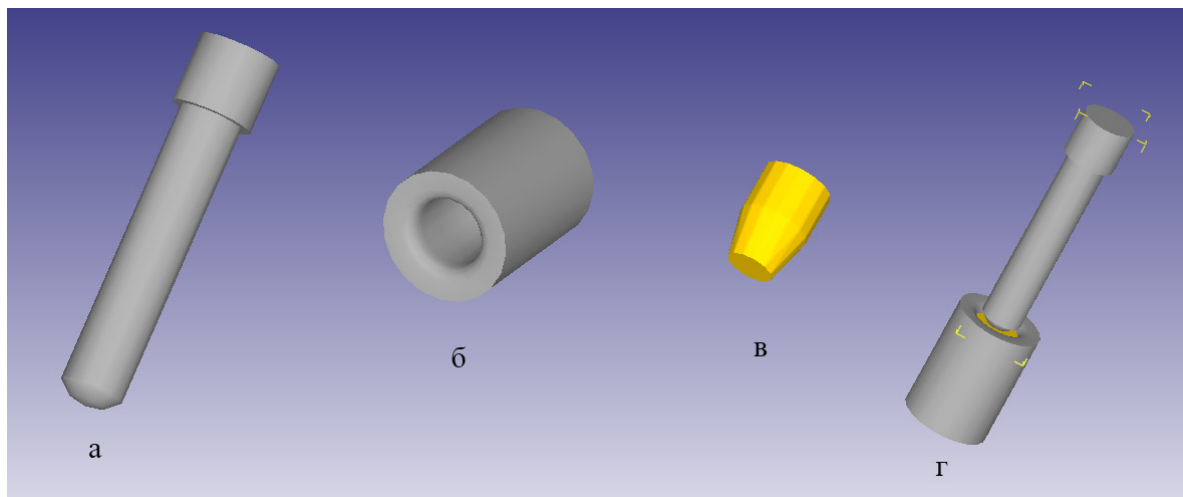


Рисунок 1 – Штамповая оснастка с заготовкой: а - пуансон, б – матрица, в – заготовка (обрабатываемая деталь), г – оснастка и заготовка в сборе.

Далее, в программной среде, для решения задачи была создана база данных, которая содержит необходимые параметры технологического процесса. В неё входят данные АРЛ (а именно; скорость и величина рабочего инструмента, данные жёсткости станка и вид обработки). Данные модели инструментов и заготовки задаются по осям. Задаются материалы инструмента и заготовки. Здесь необходимо отметить, что программа содержит довольно обширную базу различных материалов, но при необходимости, допускает и ввод конкретного материала. Так как деформация детали происходит в закрытой форме, необходимо ввести коэффициент трения.

Результаты моделирования представленные на рисунке 2 показали, что заданные параметры удовлетворяют поставленной задаче. Заготовка полностью приняла необходимую форму, заполнив всю полость инструмента, при этом выдавливание металла наружу не произошло. Данная модель полностью соответствует экспериментальным данным полученным на предприятии.

Помимо моделирования, программа Deform-3D позволяет провести анализ обработки по множеству параметров.

Например, команда **Displacement** (Перемещение) – выводит эпюру перемещения точек тела относительно исходного положения (рисунок 2). Справа на рисунке 2 выводится шкала значений (мм), согласно которой красному цвету соответствуют максимальные перемещения (3,89 мм), а синему минимальные (0,067 мм). Под шкалой отображаются максимальное и минимальное значение перемещения для точек тела.

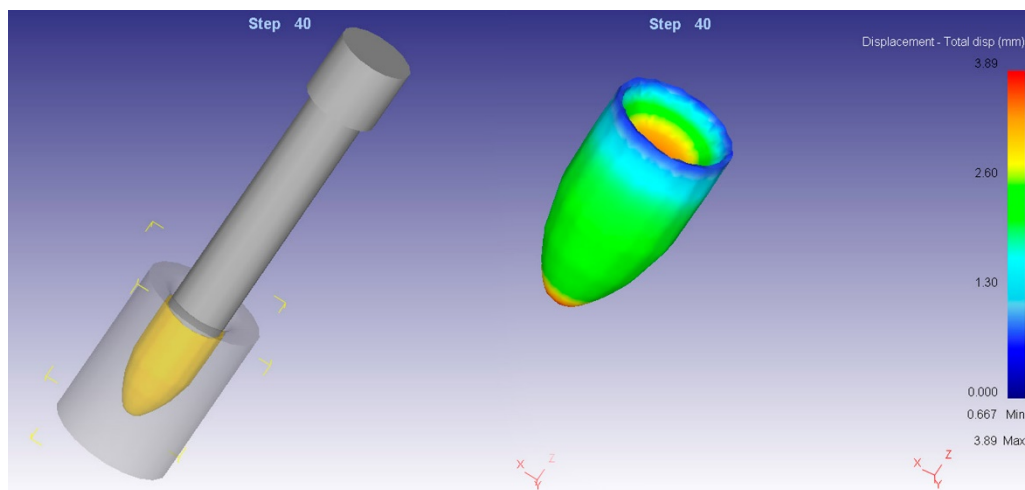


Рисунок 2 – Окончание моделирования и полученная деталь.

Проведённое моделирование показало, что комплексное применение программных сред технологического проектирования с привлечением передовых компьютерных технологий для проектирования инструментальной и технологической оснастки позволяет значительно повысить производительность и сократить затраты на разработку и проектирование, при этом обеспечить высокое качество изделий.

Благодаря моделированию производственных процессов обработки металлов такими программными средами как Q-Form и Deform-3D позволяет пользователю:

- 1) Снизить долю затрат на испытания и модернизацию процессов изготовления инструментальной оснастки;
- 2) усовершенствовать конструкцию инструмента, чтобы уменьшить стоимость его производства и расход материала;
- 3) Сократить затраты на полный цикл работ от начала проектирования до внедрения готового решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошкин Л.Н. Роторные и роторно-конвейерные линии. – М., Машиностроение, 1985. – 320с.
2. Агеев Н.П. Справочник по технологии патронного производства: в 2 т. Т. 2 / Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2011. – 345 с.
3. Паршин В.С. Практическое руководство к программному комплексу DEFORM-3D: учебное пособие. – Екатеринбург., УрФУ, 2010. – 266 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ РЕЗАНИЕМ ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ

Курасов А.А. – студент, Воеводина М.А. - к.т.н., доцент
Хакасский технический институт, г. Абакан

По данным World Steel Association (WSA) от 25.01.2013 г.). [1] суммарное мировое производство чугуна в 2012 г. составило 1,1 млрд. т, что на 1,57% выше выпуска 2011 г. (1,083 млрд. т). При этом на первом месте оказался Китай (654,269 млн. т), на втором – Япония (81,405 млн. т), Россия – на третьем (50,522 млн. т – прирост 5,0%), США – на шестом (32,113 млн. т) и на десятом – Тайвань (11,784 млн. т, причем по оценке Информационного портала о черной и цветной металлургии Steel times [2] доля отливок из

чугуна с шаровидным графитом (ЧШГ) в общем объеме чугунных отливок составляет от 40 до 55 %. И в дальнейшем прогнозируется увеличение объема производства отливок из ЧШГ.

ЧШГ представляет собой сплав железа с углеродом, в котором углерод имеет глобулярную форму, что и определяет его положительные технологические, физико-химические, а также эксплуатационные характеристики получаемых из него литых изделий. По ГОСТ 7293-85 для всего ряда марок ЧШГ – от ВЧ35 до ВЧ100 – содержание компонентов находится в пределах: 2,7-3,8 % С + 0,8-3,8 % Si, ост. – Fe; чем толще стенка отливки (пределы от ≤ 50 до ≥ 100 мм), тем содержание С и Si меньше.

Шаровидный графит в значительно меньшей степени, чем пластинчатый, ослабляет сечение металлической матрицы и не является концентратором напряжений [3], что и объясняет высокие механические свойства отливок из ЧШГ.

Применение при литье чугуна с шаровидным графитом (ЧШГ) зернистых фильтров позволяет эффективно рафинировать расплав от неметаллических включений [4], что повышает качество литых изделий. Однако при обработке резанием отливок возникают трудности, связанные с высокой твердостью этого материала. Например, для отечественных марок ЧШГ твердость по Бринеллю согласно ГОСТ 7293-85 находится в пределах от 140-170 ед. (при относительном удлинении $\delta = 22\%$) для чугуна марки ВЧ 35 до 270-360 ед. ($\delta = 2\%$) для чугуна ВЧ 100.

Методика эксперимента

В связи с этим в настоящей работе исследовали влияние фильтрования различными фильтрами на показатели обработки резанием заготовок из ЧШГ. Исследование проводили на ЧШГ марки СЧ20, модифицированного разными средствами с последующим фильтрованием по следующим вариантам обработки расплава и литья:

- 1) без модифицирования;
- 2) модифицирование магнием;
- 3) модифицирование Mg, фильтрование через гранулы оксида магния MgO;
- 4) модифицирование Mg, фильтрование через гранулы MgO, плакированные плавиковым шпатом CaF₂;
- 5) модифицирование Mg, фильтрование через гранулы MgO, плакированные криолитом Na₃AlF₆;
- 6) модифицирование Mg и нанопорошком нитрида бора BN, фильтрование через гранулы MgO, плакированные Na₃AlF₆.

Обрабатываемость чугунов выражали величиной скорости резания, соответствующей заданной стойкости инструмента в минутах. В целях сравнения материалов по их обрабатываемости был выбран серый чугун СЧ20, механическая обработка которого затруднена. Обрабатываемость остальных чугунов выражали скоростью резания V50 или V100 и отношением $V50/V50_{\text{эталона}}$, т. е. относительной обрабатываемостью. Образцы для исследования изготавливали из литой заготовки. При предварительной обработке отливки литейную корку полностью удаляли посторонним другим резцом. Для этой цели применяли резец 21002-1055 (ГОСТ 21066-75) с механическим креплением пятигранных неперетачиваемых пластин РМ 180408 (ГОСТ 21071-75) из твердого сплава ВК6. Пластины подбирали из одной производственной партии. Опыты проводили на токарно-винторезном станке модели 1А62. Коробка скоростей станка ступенчатая, скорость резания была не постоянной и изменялась в пределах 4% ($V = 120 \pm 5$ м/мин), глубина резания $t = 2$ мм, подача $s = 0,2$ мм/об. Образец зажимали винтами, вращение передавалось через хомут. Глубина резания и подача во всех опытах не изменялись. Между опытами поверхность образца протачивали новым резцом. Исследование выполняли по ускоренной методике [5]. На скоростях, соответствующих наибольшему периоду стойкости резца проводили от 3 до 6 опытов. Значение стойкости режущего инструмента подсчитывали по

$$\text{соотношению } T = \frac{h_{\text{кр}}}{h_3} \cdot t_{\text{оп}};$$

где T – стойкость инструмента, мин;

$h_{кр}$ – критический износ, допускаемый при выполнении операций на аналогичных режимах резания ($h_{кр}$ – принят 3 мм);

$t_{оп}$ – время работы образца в опыте, мин;

h_3 – износ резца по задней поверхности за время $t_{оп}$.

Согласно [6] рекомендуемые геометрические параметры резца при полувальцовом точении ЧШГ принимали следующие значения: $\gamma_{ср} = 0...8^\circ$, $\alpha = 10...15^\circ$, $\phi = 40...50^\circ$, режимы резания: $T_m = 50$ мин, $t = 2$ мм, $S = 0,2$ мм/об, $V = 100...130$ м/мин. Измерение износа осуществляли на инструментальном микроскопе МБИ-1 с точностью до 0,001 мм. Кроме того, обрабатываемость ЧШГ исследовали при использовании резцов из стали Р6М5, которые широко применяются в настоящее время на производстве. Для исследований был выбран метод «износ резца-число врезаний» [7], который имеет наибольшую идентификацию с технологическими процессами механической обработки заготовок и деталей цилиндрической формы. Определение обрабатываемости состояло в последовательном подрезании цилиндрического образца с торца при определенной частоте вращения шпинделя и других заданных параметрах процесса резания до достижения определенной величины износа резца после заданного числа врезаний. Графики «износ резца-число врезаний» строили при различных скоростях резания (30, 40 и 50 м/мин), которые соответствовали реальным скоростям резания. В эксперименте применяли канавочные резцы из стали Р6М5 с геометрическими параметрами: $\phi = 90^\circ$, $\phi_1 = 0^\circ$, $\gamma = +8^\circ$, $\alpha = 16^\circ$, $\alpha_1 = 3^\circ$, $\lambda = 0^\circ$. Ширина главной режущей кромки резца равнялась 6 мм.

За показатель износа резца при врезании принимали ширину $h_n = 1$ мм, т. е. ширину, оставшуюся после кромки канавочного резца. Эксперименты проводили на токарно-винторезном станке 1А62 при следующем режиме резания: $S_n = 0,1$ мм/об, $t = 0,75$ мм. Известно, что твердосплавные инструменты обеспечивают более высокий уровень режимов резания по сравнению с инструментами из быстрорежущей стали. Кроме того, быстрорежущая сталь чувствительна к повышению твердости ЧШГ, что при выполнении ряда операций механической обработки приводит к необходимости снижения скорости резания в 2-3 раза.

Результаты эксперимента

По результатам проведенных исследований обрабатываемости чугунов твердосплавными инструментами ВК6 построена зависимость T от V в логарифмических координатах (рис. 1, а). Затем по точкам полученного графика построена зависимость T от V в десятичных координатах (рис. 1, б). Из полученных данных видно, что стойкость резцов из ВК6 при точении образца 7 примерно на 15 % выше, чем при обработке образца 1 и на 5-8 % выше, чем при обработке образца 3. Таким образом, показано, что при использовании твердосплавных инструментов обрабатываемость чугунов рафинированных от неметаллических включений повышается и при использовании наиболее эффективных зернистых фильтров, плакированных криолитом, показатели обрабатываемости резанием наиболее высокие.

Дополнительная обработка расплава нитридом бора позволяет дополнительно повысить эффективность обработки резанием. Скорость резания при точении рассматриваемых чугунов резцами из твердого сплава при стойкости $T = 60$ мин соответствует скорости резания $V = 70$ м/мин, что находится в диапазоне рекомендуемых скоростей резания [7]. Результаты исследования обрабатываемости инструментов из быстрорежущей стали Р6М5 приведены на рис. 2.

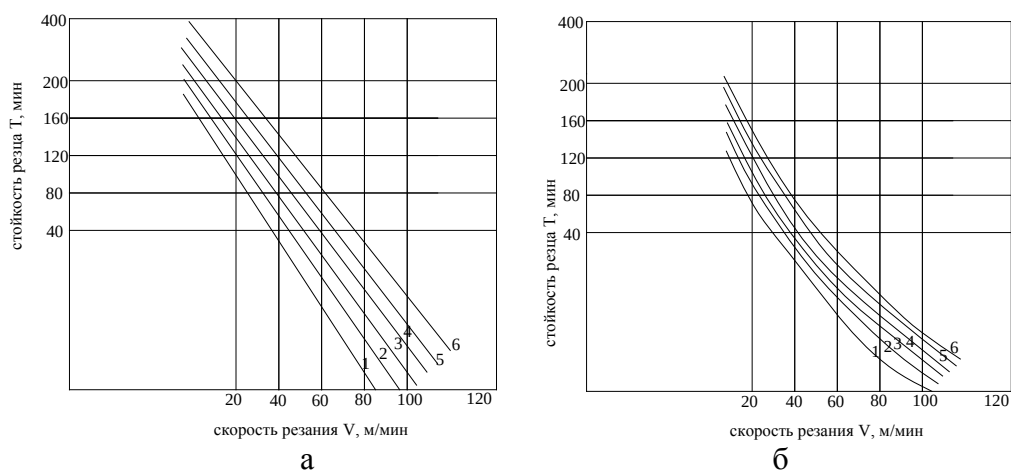


Рис. 1 – Обрабатываемость различных вариантов ЧШГ резанием (резец ВК6), а – в логарифмических координатах, б – в десятичных координатах. №№ 1-6 – обозначения вариантов литья чугуна в тексте

1. Новости рынка металлов Мировое производство чугуна в 2012 году перевалило за 1,1 млрд. тонн [Электронный ресурс]. URL: <http://www.metaltorg.ru/n/99CDDE/> (дата обращения 20.12.2013). Информационный портал о черной и цветной металлургии Steel times [Электронный ресурс]. URL: <http://steeltimes.ru/index.php> (дата обращения 22.12.2013).

3. **Stokes B, Gao N., Reed P.A.S.** Effects of graphite nodules on crack growth behaviour of austempered ductile iron // Materials Science and Engineering: A. 15 February 2007. Volumes 445–446. P. 374–385.

4. **Воеводина М.А., Крушенко Г.Г.** Повышение качества отливок из чугуна с шаровидным графитом путем фильтрования расплава // Технология металлов. 2012. № 7. С. 43–48.

5. **Клемешев А.Г., Рябов А.В.** Обрабатываемость резанием высокопрочных чугунов при ремонте городского электротранспорта // Научно-технический сборник "Коммунальное хозяйство городов". Серия: Технические науки. 2003. Выпуск 51. С. 190–195.

6. **Панов А.А., Аникин В.В., Кирсанов С.В.** и др. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Монография. – М.: Машиностроение. 2004. 784 с.

7. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания / под ред. **В.И. Баранчикова** – М: Машиностроение. – 1990. 285 с.

РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО ПРОТЕЗА РУКИ НА ОСНОВЕ ГИДРОПРИВОДА

Гладыщук А.А. - студент, Некрасов В.Н. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Ежегодно на территории РФ более 8 000 людей нуждаются в протезировании в результате травм и врожденных патологий верхних конечностей Реабилитация предполагает использование в первую очередь технических средств, способствующих возвращению человека к труду. Все протезы конечностей входят в обязательный перечень таких технических средств.

Существующие на рынке функциональные протезы, обладают высокой стоимостью и труднодоступны. Работа направлена на создание отечественного функционального протеза верхней конечности, отличающегося доступностью без потери качественных характеристик.

Конструкция протеза предполагает совместную согласованную работу нескольких элементов расположенных в общем корпусе, имитирующем кисть руки. Ключевым элементом протеза является гидропривод, обеспечивающий подвижность кисти в целом и каждого пальца в отдельности. Для разрабатываемого протеза, выбран пластинчатый

поворотный гидродвигатель (рис. 1). Конструкция двигателя хорошо согласуется с естественными движениями руки и пальцев, обеспечивая их сгибание и разгибание.

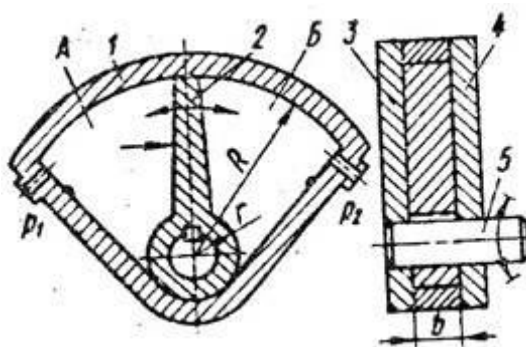


Рисунок 1 – Гидродвигатель для протеза руки.

Гидродвигатель состоит из корпуса 1, пластины 2, вала 5, и боковых крышек 3 и 4. пластина жестко соединена с валом; пластина делит гидродвигатель на две камеры, образованные рабочими поверхностями боковых крышек и пластины. Привод работает следующим образом: при подводе жидкости в камеру А пластина 2 с валом 5 поворачивается по часовой стрелке под действием создаваемого крутящего момента. Одновременно с поворотом пластина вытесняет рабочую жидкость из камеры Б в сливную линию. При подводе рабочей жидкости в камеру Б пластина и вал поворачиваются против стрелки.

Протез оснащен электронной платой управления, создающей управляющие сигналы и принимающей сигналы обратной связи. Распределение гидравлического давления обеспечивается золотниковой системой клапанов управляемых платой. Давление в системе создается и поддерживается с помощью шестеренчатого насоса и гидроаккумулятора. Использование гидроаккумулятора даёт ряд преимуществ: снижение потребления энергии до 50 %, питание системы при аварийном отключении, уравнивание сил и нагрузок, гашение гидроударов, увеличение срока службы насоса. Питание элементов протеза выполняет электрический аккумулятор, снабжающий постоянным током энергопотребители. Поворотный гидродвигатель устанавливается на плату управления с потенциометром для определения угла наклона пластины гидродвигателя. Плата управления подаёт сигнал на шаговый электродвигатель, который перемещая золотниковый гидрораспределитель создает избыточное давление в камере гидродвигателя, тем самым перемещая пластину. При достижении заданного угла, на электродвигатель поступает управляющий сигнал для перемещения золотника в нейтральное положения, перерывая поступление жидкости в камеры поворотного гидродвигателя.

Для изготовления протеза используются современные технологии 3D-печати и металлообработки. Приемная гильза для протеза должна изготавливаться индивидуально под травму пользователя. Сильная сторона такого механизма — возможность контролировать усилие. При выполнении хвата пользователь сам определяет силу сжатия, скорость и может почувствовать сопротивление, когда кисть/крюк упирается в предмет и не может продолжать сдавливание. При длительной практике ношения, пользователи демонстрируют возможности манипуляции различными предметами — могут писать, пользоваться ножом и вилкой, играть в теннис, зажигать спички, переносить груз и т.п.

У разработанной конструкции протеза можно выделить ряд преимуществ:

- высокая удельная мощность гидропривода. Данный параметр у гидравлических приводов в 3...5 раз выше, чем у электрических;
- относительно просто обеспечивается возможность бесступенчатого регулирования скорости выходного звена гидропривода;
- высокое быстродействие гидропривода. Момент инерции гидромоторов 5... 10 раз меньше соответствующего момента инерции электродвигателя;
- высокий коэффициент усиления гидроусилителей по мощности;

- сравнительная простота осуществления технологических операций, а также возможность простого и надежного предохранения элементов гидропривода от перегрузок;
- гидропривод во время работы не создаёт паразитных вибраций, а так же достаточно бесшумен.

У предлагаемой конструкции протеза нет прямых аналогов, а косвенными можно считать бионические протезы как зарубежных, так и отечественных производителей. Их объединяет главный недостаток: большие вибрации (а следовательно шумы), малая грузоподъемность и высокая стоимость. Существуют протезы с невысокой ценой, но поскольку они работают от импульсов поступающих из мозга, вживить чип остаётся дорогостоящей операцией.

Разрабатываемые гидроприводы при своих размерах 15х20х10 мм, могут создавать усилия 30 кг/кв.см. В имеющихся аналогах протеза применяются электрические сервоприводы, которые при схожих размерах создают усилия до 4 кг/кв.см. Также применение данной технологии позволит увеличить время автономной работы до трёх суток, в то время как действующие аналоги – до одних суток.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УРОВНЯ ЦЕХА/УЧАСТКА ДЛЯ ГРУППЫ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Яковлев Д. В., Т. А. Аскалонова доцент, к. т. н.
Алтайский технический университет им И. И. Ползунова

Инструментальное производство (ИП) является важной компонентой в обеспечении изготовления и выпуска изделий на предприятии. Основными задачами ИП являются: обеспечение своевременного и бесперебойного снабжения предприятия оснасткой и инструментом; экономия в расходовании средств на инструмент за счет повышения срока службы, упорядочения складских запасов, восстановления и ремонта; разработка и изготовление нестандартного инструмента и оснастки. В результате проведения анализа существующих неавтоматизированных процессов инструментальной подготовки действующего производства Барнаултрансмаш, были выделены основные направления и задачи автоматизации для создания интегрированной автоматизированной системы инструментального обеспечения предприятия. Таковыми являются: провести анализ инструментального обеспечения цеха/участка корпусных деталей и показать необходимость создания автоматизированной системы инструментального обеспечения; Сюда же относится разработка автоматизированной системы создания и согласования заявок [1;2;3] на технологическую оснастку и инструменты; разработка автоматизированной системы складского учета технологической оснастки и инструмента.

В современном машиностроении количество наименований деталей и инструментов значительно выросло. В связи с этим для автоматизации таких производств широко используются групповые технологии [4]. При формировании групп деталей следует руководствоваться следующими принципами:

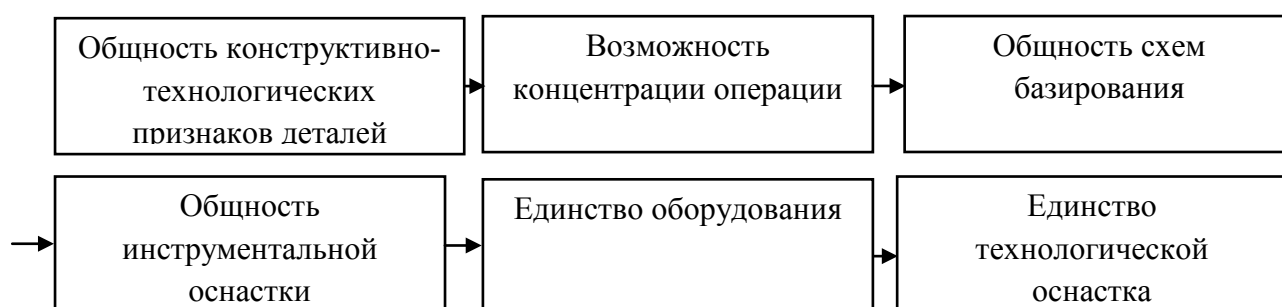


Рисунок 1 – Принципы групповой технологии

Концепция автоматизированного многономенклатурного включает в себя следующие этапы:

- Подбор группы деталей по конструктивно-технологическим признакам
- Отработка на технологичность, унификация поверхностей деталей и инструментов
- Групповой технологический процесс
- Групповая технологическая операция
- Выбор оборудования (станка с ЧПУ) по технологическим признакам
- Создание матрицы деталь/инструмент
- Формирование групповых магазинокомплектов инструментов
- Заявка на автоматизированный склад
- Комплектация режущего инструмента с вспомогательным
- Доставка группового магазинокомплекта к рабочему месту.

Одним из важных этапов создания автоматизированного производства является создание автоматизированного склада, работа которого осуществляется по следующему алгоритму:

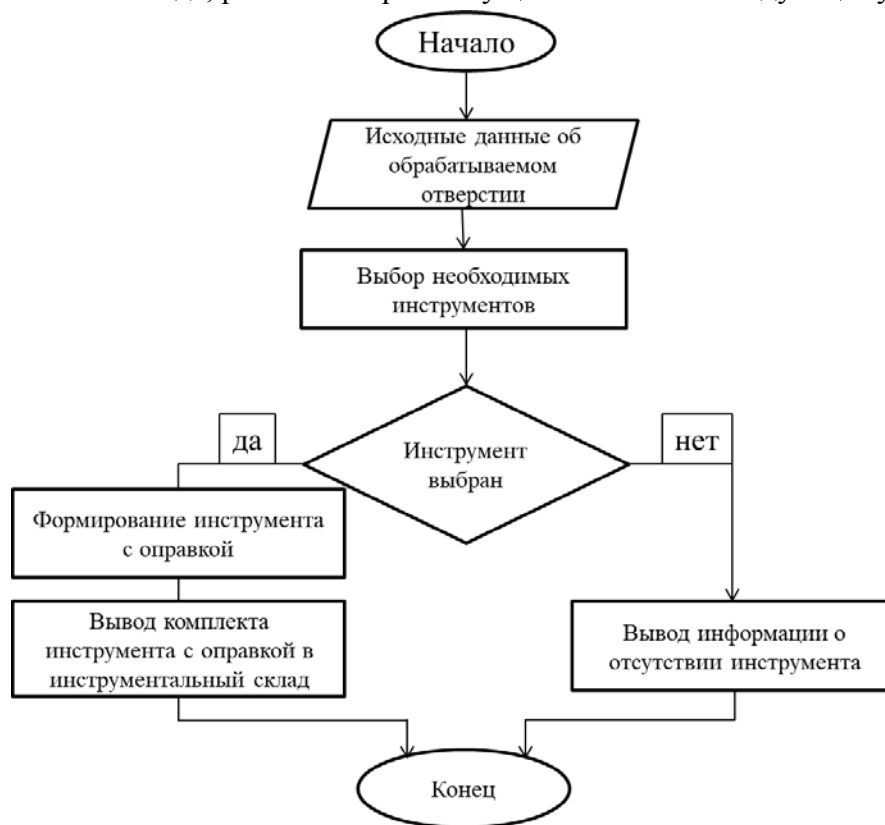


Рисунок 2 – Алгоритм работы автоматизированного склада

Разработано программное обеспечение, позволяющее осуществить выбор осевого инструмента по данным чертежа детали. На рисунках 3,4 приведены фрагменты работы программы.

A	B	C	D	E
Выбор инструмента				
Название инструмента:	Зенкер ▼ 2			
Диаметр:	Сверло Зенкер Развертка Метчик		Поиск	
Диаметр	Название инструмента	Номенклатура	Длина	Наличие
15		85391-222	12	1

Рисунок 3 – Выбор необходимого инструмента

A	B	C	D	E
Выбор инструмента				
Название инструмента:	Зенкер ▼ 2			
Диаметр:	15		Поиск	
Диаметр	Название инструмента	Номенклатура	Длина	Наличие
15		85391-222	12	1

Такой подход сокращает время на поиск инструментов и в целом совершенствует технологическую подготовку производства в условиях групповой технологии и повышает уровень автоматизации.

Рисунок 4 – Результат поиска на наличие инструмента на складе

Литература:

1. Жихарев В.Л. Автоматизация инструментального обеспечения в машиностроении. Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск: РИО, 2004.-274 с.: ил.
2. Войчинский А.М. и др. Гибкие автоматизированные производства. Управление технологичностью РЭА/А.М Войчинский, Н. И. Диденко, В.П. Лузин. – М.: Радио и связь, 1987. – 272с., ил.
3. Организационно-технологическое проектирование ГПС/О-64В. О. Азбель, А. С. Звоницкий, В. Н. Каминский и др.; Под общ. ред. С. П. Митрофанова. Л.: Машиностроение, Ленингр. Отд-ние, 1986. – 294 с.: ил.
4. Соломенцев Ю. М., Сосонкин В. Л. Управление гибкими производственными системами. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.: ил.

ФРЕЗЕРОВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ НА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ

Джумаев Ш. – магистрант, Леонов С.Л. – д.т.н, профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (Барнаул)

При изготовлении отверстий на станках с ЧПУ могут использоваться различные методы. Обычно отверстия небольшого диаметра сверлят и зенкеруют, для большего диаметра используют растачивание. Обычно при этом используется либо мерный

инструмент (сверла, зенкеры, развертки), либо инструмент, требующий настройки на размер (расточные оправки). При реализации обработки отверстий на станках с ЧПУ более универсальным является метод фрезерования [1].

Обрабатывающий центр может осуществлять обработку по любой траектории, обеспечивая, при необходимости, обработку отверстий разного диаметра и разной глубины одним и тем же инструментом. Кроме того, тот же инструмент может использоваться для обработки и других, в том числе и сложно контурных поверхностей [2].

На рис. 1 показана схема фрезерования отверстия. Фреза радиуса r вращается с угловой скоростью ω_2 вокруг своей оси O_1 и одновременно ее центр вращается с угловой скоростью ω_1 вокруг оси отверстия O . Радиус вращения центра фрезы R .

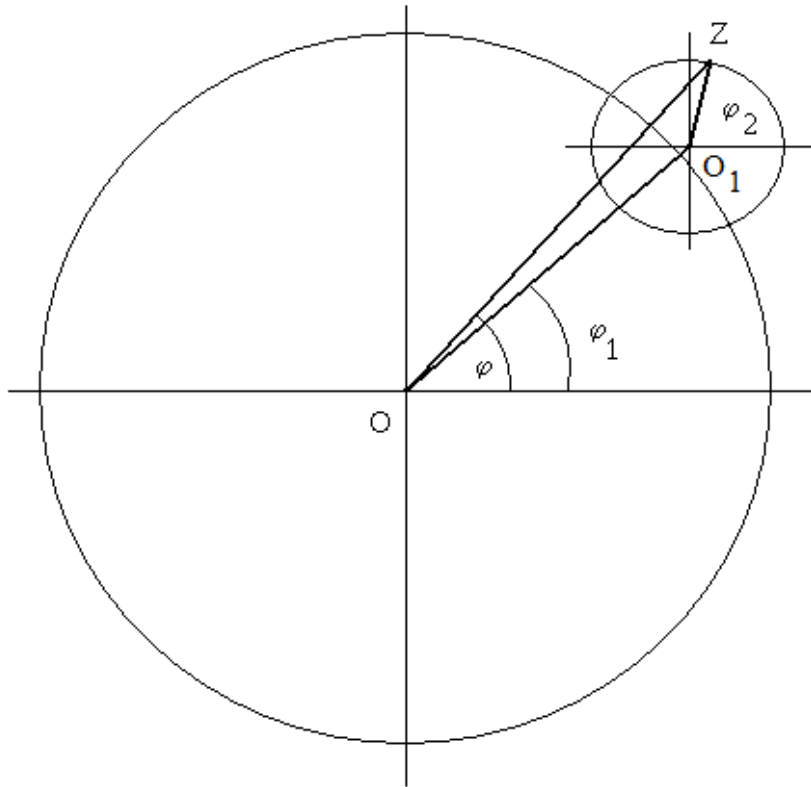


Рисунок 1. – Кинематика вращения фрезы

Текущие положения вершин зубьев фрезы определяются углами φ_1 и φ_2 , которые зависят от текущего времени τ .

$$\varphi_1 = \omega_1 \tau; \quad \varphi_2 = \omega_2 \tau - \frac{2\pi}{N}(i-1)$$

где ω_1 и ω_2 – частоты вращения (рад/с); i – номер зуба; N – количество зубьев.

Координаты вершин зубьев фрезы определяются выражениями:

$$\begin{cases} x = R \cos \omega_1 \tau + r \cos \left(\omega_2 \tau - \frac{2\pi}{N}(i-1) \right) = R \cos \varphi_1 + r \cos \varphi_2 \\ y = R \sin \omega_1 \tau + r \sin \left(\omega_2 \tau - \frac{2\pi}{N}(i-1) \right) = R \sin \varphi_1 + r \sin \varphi_2 \end{cases}$$

В соответствии с кинематикой, связь между углами выражается формулой

$$\varphi_1 = (\varphi_2 + \Delta_i) \frac{\omega_1}{\omega_2},$$

где $\Delta_i = \frac{2\pi}{N}(i-1)$.

Время начала резания i-м зубом $\tau_i = (\varphi_2 + \Delta_i) \frac{1}{\omega_2}$.

На рис. 2 показано выход из контакта i-го зуба фрезы.

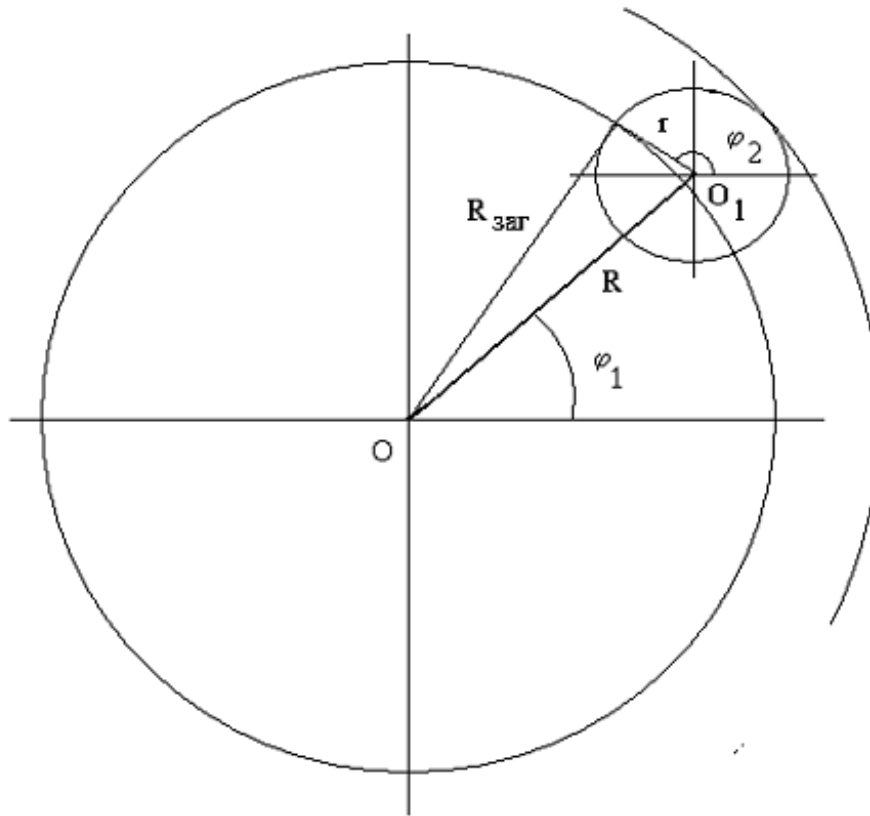


Рисунок 2. – Кинематика вращения конец контакта

Из теоремы косинусов в этот момент угол между радиусами r и R определяется формулой:

$$\alpha = \arccos \frac{r^2 + R^2 - R_{заг}^2}{2rR} - 2k\pi$$

$$k = 0; 1; 2; \dots$$

С другой стороны $\alpha = \pi - (\varphi_2 - \varphi_1)$.

Так как для i-го зуба

$$\varphi_1 = (\varphi_2 + \Delta_i) \frac{\omega_1}{\omega_2}; \quad \varphi_2 = \varphi_1 \frac{\omega_2}{\omega_1} - \Delta_i,$$

поэтому

$$\varphi_1 = \frac{\pi + \Delta_i - \alpha}{\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1}$$

Полученные зависимости позволяют аналитически определить моменты начала и окончания резания каждым зубом как по времени, так и по углам φ_1 и φ_2 .

Список литературы:

1. Леонов С.Л., Белов А.Б. Моделирование процесса фрезерования отверстий на станках с ЧПУ, «Ползуновский вестник» № 1-1 2012. С. 177-180.
2. M.K. Vitvinov, S.L. Leonov, A.A. Sitnikov. Technological Inheritance of Waviness in Milling. Applied Mechanics and Materials Vol. 698 (2015) pp 491-494.

ВЛИЯНИЕ РАЗНОСТЕННОСТИ ЗАГОТОВКИ НА ВЫБОР МИНИМАЛЬНО
НЕОБХОДИМОЙ ДЕФОРМАЦИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ДОРНОВАНИЕ ВСЕГО
ОБЪЕМА

Ильиных Г.Г. - студент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Высокопроизводительный и экономичный процесс дорнования используется для обработки отверстий в осесимметричных заготовках. Если дорнование является финишной операцией, то оно ответственно за размер отверстия и погрешности готовой детали. В том случае, когда оно является черновой, формообразующей операцией точность обработанного отверстия определяет припуск под последующую механическую обработку. В этом случае необходимо уточнить существующие модели [1] по определению предельных деформаций при дорновании. Они не учитывают величину предельно допустимых по ГОСТ отклонений размеров толщины стенок обрабатываемых разностенных заготовок. При дорновании такой заготовки вначале деформируется тонкостенный участок, а толстостенный может оставаться жестким (недеформируемым). Это, естественно, снижает ресурс практичности заготовки и может привести к её локальному разрушению или потере устойчивости деформирования материала, т.е. образования шейки. В свою очередь недостаточная степень деформации может привести к появлению недопустимых погрешностей.

Рассмотрим случай (рис.1), когда заготовка является разнотолщинной в окружном направлении и начальная толщина стенки заготовки изменяется по некоторому монотонному закону $t_0 = t_0(\varphi)$, где $0 \leq \varphi \leq \pi$.

В области $-\varphi_0 \leq \varphi \leq \varphi_0$ (рис.1), материал деформируется пластически, что обеспечивается равномерной раздачей заготовки с натягом a и степенью раздачи a/d_0 .

При малых натягах пластическая деформация заготовки возникает в самом тонком месте, соответствующем t_{0min} , а $\varphi=0$. Затем по мере роста натяга угол охвата пластической области увеличивается за счет деформационного упрочнения материала заготовки.

Рассмотрим возможные случаи при деформировании разностенных заготовок с малыми степенями деформации. Полагая процесс деформации в каждой точке сечения рассматриваемой заготовки достаточно монотонным, расчеты и анализ будем вести, используя деформационную теорию пластичности [2].

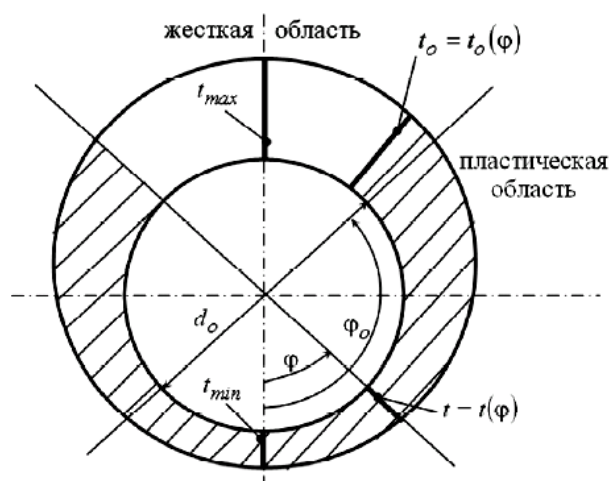


Рисунок 1 – Расчетная схема дорнования заготовки с переменной толщиной стенки

Для случая раздачи заготовок из упрочняющегося материала связь между величиной пластической зоны, определяемой φ_0 и степенью раздачи ε $\varphi_0 = \varphi_0(\varepsilon)$.

При определенной степени разностенности $\Delta = t_{max} - t_{min}/t_{cp}$, средней толщине стенки $t_{cp} = t_{max} - t_{min}/2$, деформации ε и способности материала к упрочнению, пластическая область может охватить весь объем заготовки, т.е. угол φ_0 монотонно возрастает от 0 (начало раздачи) до $\varphi = \pi$.

Если же функция $\varphi_0 = \varphi_0(\varepsilon)$ имеет в диапазоне $0 \leq \varphi \leq \pi$ промежуточный максимум, то в точке соответствующей этому максимуму, произошла «остановка» в развитии пластической зоны, то есть началась ее локализация, что предшествует разрушению обрабатываемого материала. Поэтому сам факт остановки в развитии пластической зоны является явным технологическим браковочным признаком, который необходимо использовать, как ограничивающее условие при выполнении технологических расчетов. Кроме того, для конкретного материала заготовки в зависимости от его способности к деформационному упрочнению, а также от предельно допустимой деформации, ограниченной пластическими свойствами материала и видом напряженного состояния, существует минимально допустимая степень разностенности, при которой нельзя пластически деформировать весь объем заготовки. Это указывает на то, что заготовки необходимо проверять в состоянии поставки по их разностенности, и отбраковывать при условии превышения минимально допустимой разностенности.

Для решения вышеперечисленных проблем используем модель равномерной раздачи, которая успешно использовалась авторами [3] для исследования изменения конечных размеров отверстия при деформирующем протягивании инструментом с малым углом конусности.

По результатам проведенных исследований разработан алгоритм определения минимально необходимой деформации для деформирования всего объема заготовки (рис.2).

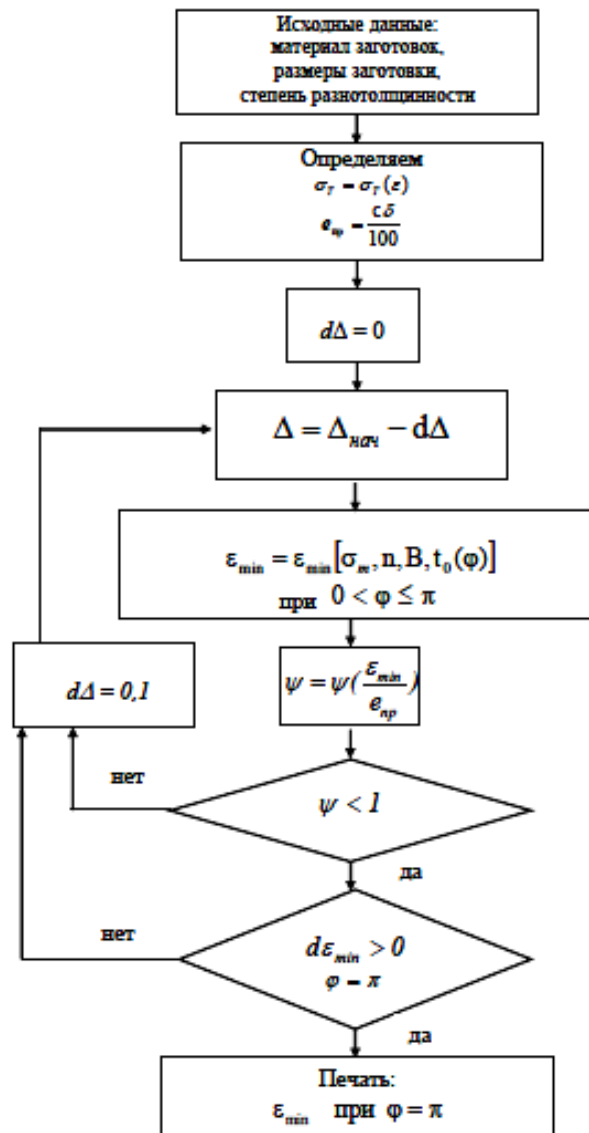


Рисунок 2 – Алгоритм для расчета минимально необходимой деформации для деформирования всего объема заготовки

Вначале производится подготовка исходных данных, к которым относятся: материал заготовки, размеры, исходная разностенность, определяемая допуском на толщину стенки.

Далее определяется экспериментально или по справочным данным уравнение кривой течения обрабатываемого материала, а также данные для расчета пластичности при коэффициенте жесткости напряженного состояния $\eta = 2$. Последнее осуществляется либо по стандартным характеристикам материала – относительному удлинению после разрыва δ_p в %, либо по испытаниям на двухосное растяжение [4].

Как показано исследованиями [4], при раздаче тонкостенных заготовок, на их наружной поверхности реализуется жесткая схема напряженного состояния, приближающаяся к схеме двухосного растяжения. При таких условиях идет интенсивное приращение ресурса использованной пластичности даже при небольших значениях накопленных деформаций. Это усугубляется исходной разностенностью заготовки. То есть при неблагоприятном сочетании разностенности, ресурса пластичности, его степени несоосности заготовка может либо разрушиться, либо остаться частично недеформированной.

Степень использования ресурса пластичности ψ при раздаче одним элементом определяем по методике [4].

Далее выполняем расчеты для определения ε_{min} при $\varphi = \pi$. По полученному значению ε_{min} определяем ψ . При положительном результате $\psi < 1$ определяется минимальная деформация, необходимая для деформирования всего объема заготовки.

Если $\psi(\varepsilon_{\min}) \geq 1$ необходимо уменьшать разностенность заготовки переходом на другой типоразмер заготовки; за счет выбора заготовок с меньшим допуском на толщину стенки, предварительной обточкой по наружному диаметру или вводить операцию промежуточного отжига.

Разработанный на базе выполненных исследований алгоритм необходимо использовать при расчете и выборе заготовки, необходимой для получения готовой детали после операции дорнования, а также для определения минимально необходимой деформации, позволяющей обеспечить пластическое деформирование всего объема заготовки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цеханов Ю.А., Соловьев О.В. Оценка деформируемости при деформирующем протягивании тонкостенных труб //Синтез и применение сверхтвердых материалов. – Киев: ИСМ АИ УССР, 1988. – С. 77-80.
2. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. – М.: Наука, 1978. - 174с.
3. Розенберг А.М., Розенберг О.А., Кривошея В.В. Расчет усадки отверстия при деформирующем их протягивании в деталях с бесконечной толщиной стенки //Вестник машиностроения, - 1986. - №7. - С.42-44.
4. Розенберг О.А., Цеханов Ю.А., Шейкин С.Е. Технологическая механика деформирующего протягивания. – Воронеж; ВГТА, 2001. – 203с.

ВЛИЯНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ СОПРЯГАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА КАЧЕСТВО ЗАПРЕССОВКИ

Катковский О.И. – студент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Качество запрессовки существенно зависит от метода сборки. Наиболее распространен метод продольной сборки, при котором фактический натяг запрессовки зависит от высоты неровностей сопрягаемых поверхностей. В этом случае в процессе запрессовки выступающие микронеровности частично пластически деформируются и срезаются, что приводит к уменьшению расчетного натяга. Влияние шероховатости сопрягаемых поверхностей учитывается снижением необходимого натяга запрессовки на высоту микронеровностей [2]:

$$\Delta_n = \Delta_p - 1,2 (Rz_1 + Rz_2),$$

где Δ_n - необходимый натяг запрессовки, мкм;

Δ_p - расчетный натяг запрессовки, мкм;

Rz_1, Rz_2 - высота микронеровностей охватываемой и охватывающей деталей, мкм.

Образование прессового соединения методом дорнования отверстия относится к так называемому методу поперечной сборки. В отличие от продольного способа сборки характер взаимодействия контактных поверхностей в данном случае принципиально иной: микровыступы одной поверхности заполняют микровпадины другой, сминаются или внедряются в сопрягаемую (более мягкую) поверхность, достигается увеличение площади контактирования сопрягаемых поверхностей и увеличивается прочность соединения. Можно отметить, что при поперечной сборке, в отличие от продольной, увеличение шероховатости втулки или обоймы во многих случаях повышает прочность соединения, так как взаимное заполнение впадин гребешками сопрягаемых поверхностей приводит к существенному повышению усилий распрессовки. За счет объемных пластических деформаций, возникающих при дорновании, площадь контакта в сборочном соединении увеличивается до 60 - 70 % по сравнению с исходной, благодаря заполнению неплотностей стыка смещенным металлом.

Из представленного описания следует, что процесс дорнования по сравнению с продольным прессованием втулки в обойму способствует повышению интенсивности

деформаций в области контактируемых слоев втулки и обоймы, эффективному заполнению впадин и сглаживанию микронеровностей, ослаблению влияния макроискажений.

Преимущества поперечной сборки положительно сказываются при изготовлении соединений со свернутыми втулками. Поперечные микровыступы препятствуют осевому течению металла, а это способствует увеличению интенсивности его течения в тангенциальном направлении и увеличению плотности бокового стыка свернутой втулки. Практически отмечено, что свернутые втулки, подвергнутые дорнованию, имеют момент проворота в среднем в 1,7 раза больше, чем изготовленные по обычной технологии, а минимальный расчетный момент проворота втулок при этом возрастает в 2,7 - 3,0 раза [1].

Однако следует иметь в виду, что в процессе дорнования свернутых втулок, за счет окружающих деформаций, стык может раскрываться и при недостаточной интенсивности тангенциального смещения металла, прессовое соединение в конечном итоге будет ослаблено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проскуряков Ю.Г. и др. Прессовые соединения. Технология изготовления и ремонт / Ю.Г. Проскуряков, А.И. Осколков, В.М. Роговой, П.Н. Куксов, О.Б. Миндрул - Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1977, - 112 с.
2. Шнейдер Ю.Г. Технология финишной обработки давлением: Справочник. - СПб.: Политехника, 1998. - 414 с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ РОНДОЛЕЙ

Комаров Д.А. - студент, Животикова О.Е. – студент, Некрасов В.Н. - к.т.н.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В связи с ростом номенклатуры изделий предприятие нуждается в большом объеме поставляемых материалов. Поэтому отсутствует возможность контроля материала в 100% количестве. При входном контроле нет возможности провести сплошной контроль в связи с большим объемом. Поэтому в основном металл с дефектом выявляют в цехах, уже на этапе производства. В 2017 году было забраковано порядка 43 тонн металла. В 2018 году уже за 2 месяце было выявлено около 39 тонн материала с дефектами. В связи с этим идет претензионная работа с изготовителем, которая может затянуться более чем на год.

Автоматизированный контроль заготовок позволит уменьшить количество брака в готовом изделии.

Дефекты встречающиеся на поверхности заготовок могут иметь различный характер и причины возникновения. Условно их можно разделить на 3 основные группы:

1. Расслоение металла (Рис 1). Расслоение может быть обнаружено лишь при дальнейшей обработки либо ультразвуковым контролем. Расслоение повлияет на характеристики изделия в готовом виде. Стенки гильзы будут меньше допустимого.

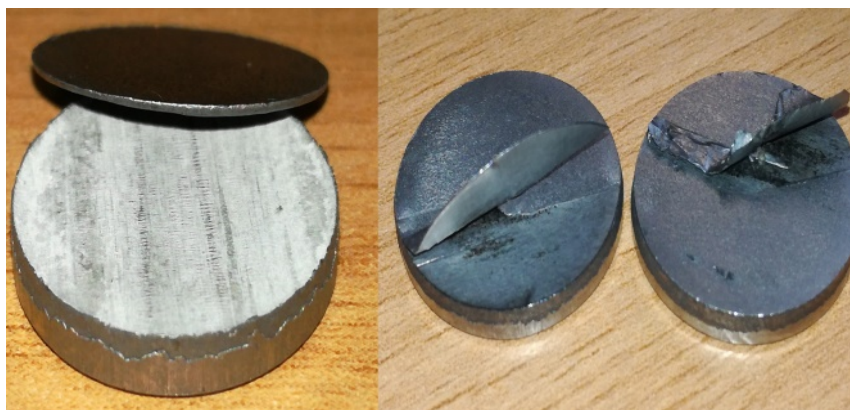


Рис. 1 Расслоение металла на заготовке.

2. Вкатанные металлические частицы (Рис 2). Данный дефект наблюдается в меньшем количестве, чем расслоение, но так же является недопустимым дефектом металла. На данном изображении (рис. 2) дефект является только визуальным и не повлияет на характеристики готового изделия.



Рис. 2 Вкатанные металлические частицы.

3. Отпечаток (Рис. 3). Отпечаток по государственным стандартам является допустимым в определенных пределах (т.е. глубина должна быть не больше $\frac{1}{2}$ от предельного отклонения по толщине в нашем случае это 0.05мм.).

Так же данный дефект может повлиять на готовое изделие т.к. толщина стенки гильзы в месте отпечатка будет меньше в последствии при выстреле может произойти прорыв газов.



Рис. 3 Отпечаток

В настоящее время на производстве практикуют следующие методы контроля заготовки, как правило в виде ленты:

1) На заводе изготовителе заготовки проводят ультразвуковой контроль, результатом являются протоколы, в которых указано место и расстояние с дефектом от края ленты. Затем уже на заводе потребителе в процессе работы с лентой счетчик считает расстояние от начала рулона. Рабочий, опираясь на протокол, переводит продукцию в соответствующую тару.

2) Работник с зеркалом установленным под разматываемой лентой наблюдает за поверхностями ленты и в случае появления дефекта переводит поток в тару с браком.

Оба метода вызывают сложности реализации в производственном процессе, отличаются низкой точностью и присутствием человеческого фактора. В работе предлагается автоматизировать контроль заготовок в виде рондоли. Контроль производится после операция фосфатирования, так как до этого процесса на ленте присутствует консервационная жидкость на основе масла, что может негативно повлиять на результат контроля заготовки. После фосфатирования поверхность рондоли становится чистой, что в последствии благоприятно сказывается на контроле. Само устройство (рис. 4) включает в себя цифровые фотокамеры 1,2, дополнительное освещение 3,7, переворачивающий механизм, устройство для вывода рондолей с дефектом 4,9,8,5, транспортный механизм. Для анализа цифрового изображения, выявления дефектных зон и оценки качества рондолей, разработана методика, позволяющая автоматизировано принять решение о годности заготовки на основе цифрового изображения. На основе методики построен алгоритм и создано программное обеспечение.

После обработки изображения (рис. 5) устройство принимает решение о пропуске рондоли на дальнейший контроль либо с помощью устройства вывода 4 вывести дефектную рондоль из потока. Далее заготовка переворачивается и направляется под фотокамеру 2 и проводятся те же операции с другой стороной рондоли. В случае соответствия рондоли качественной заготовки, она попадает в дальнейший производственный процесс.

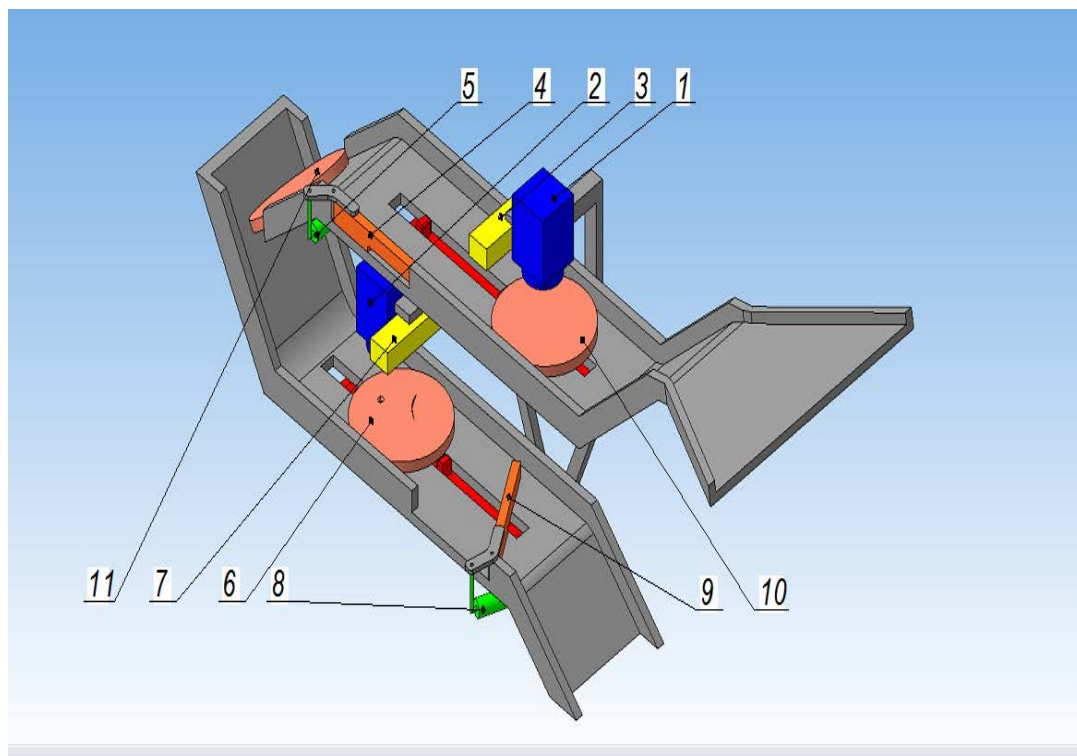


Рис. 4 Устройство контроля качества заготовок.

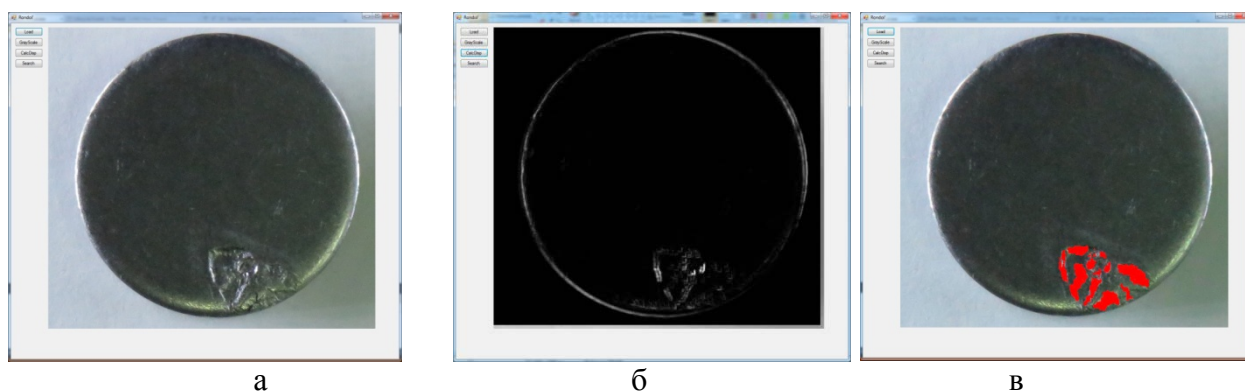


Рисунок 5 – Преобразование изображения рондоли: а – исходное изображение рондоли; б – монохромизация; в – выявленные дефектные зоны.

Выполненный анализ дефектов встречающихся на поверхности рондолей позволил разработать методику оценки годности заготовок. Устройства определения дефектов на поверхности заготовки используемых на предприятии отличаются низкой точностью, производительностью и присутствием человеческого фактора. Разработанный программно-аппаратный комплекс определения и отсека браков позволит снизить количество бракованных готовых изделий, исключить влияние человеческого фактора, выполнять контроль качества 100 % рондолей.

Литература

1. Справочник по технологии патронного производства: в 2 т. Т.2 / Под ред. Н.П. Агеева; Балт. гос. техн. ун-т. -СПб., 2011. — 345 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИЖИМНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СБОРКИ-СВАРКИ ЭЛЕМЕНТОВ РАМЫ ГРУЗОВОГО ВАГОНА

А.А. Котыхов, В.Н Буюевич, к. т. н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

В современном машиностроении сборочно-сварочная оснастка является неотъемлемой частью производства. В единичном, серийном и массовом производстве сварочные процессы невозможны без применения приспособлений. Как правило подготовка к сварке занимает больше времени чем непосредственно сварка. Это оправдано тем, что из-за недостаточной подготовки детали могут сместиться и работу придётся переделывать либо деталь и вовсе будет испорчена.

Взаимная фиксация элементов узла является важной частью технологии сварочного (минимизация зазоров, допустимые их изменения или допустимые расхождения в толщине кромок и т. д.). Например, при сварке длинномерных деталей необходимо использовать такие приспособления, которые могут фиксировать сварочный шов в начале и в конце (корни шва).

Вагоностроение является наиболее зависимой от качества сборно-сварной оснастки отраслью. Каждый деталь и узел собирается на соответствующем приспособлении. От характеристик приспособления зависят удобство и скорость сборки узла.

На рисунке 1. изображен узел — концевая балка рамы железнодорожного грузового полувагона.

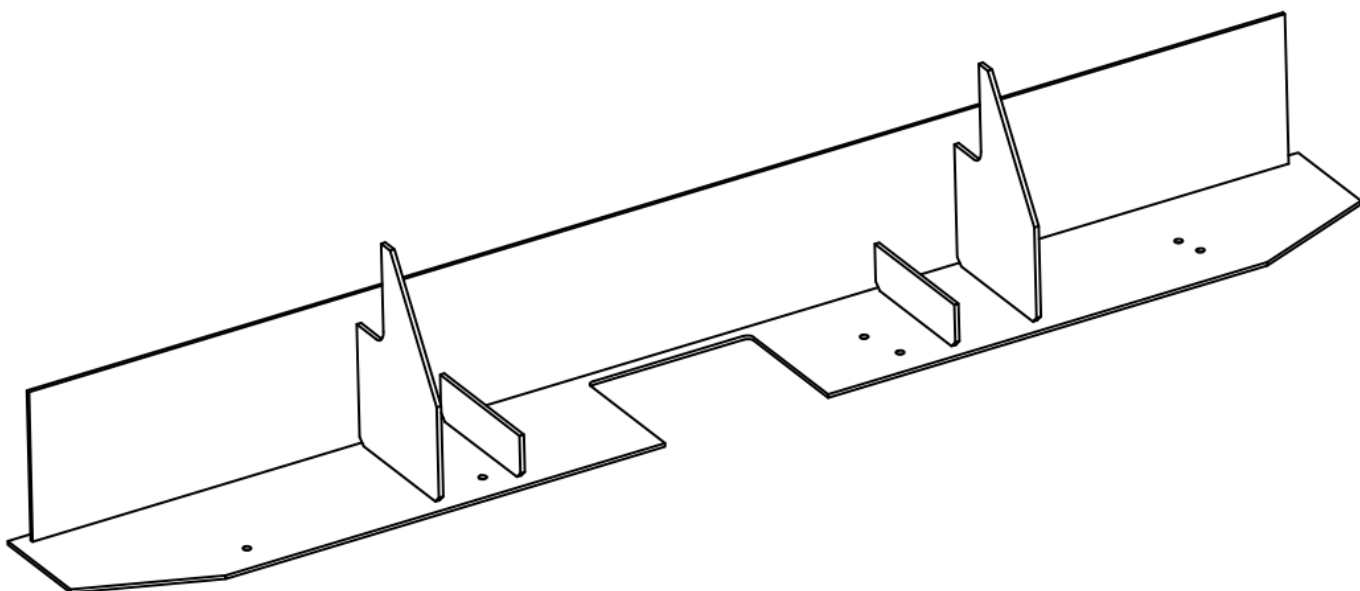


Рисунок 1. Балка концевая в сборе

Концевая балка является замыкающим элементом в конструкции рамы вагона. От точности её изготовления зависит качество всего изделия. Качество сборки узла, кроме сварных соединений, определяет правильная базировка деталей, отсутствие подвижности при взаимной фиксации листов и ребер относительно друг друга.

Сборка концевой балки на стенде с базирующими элементами и прижимами позволяет достичь необходимого качества узла.

Стенд сборки балки концевой оснащен ручными прижимными устройствами, такими как поворотные и откидные струбцины, упоры и фиксаторы. Они позволяют осуществить базировку и взаимную фиксацию свариваемых деталей.

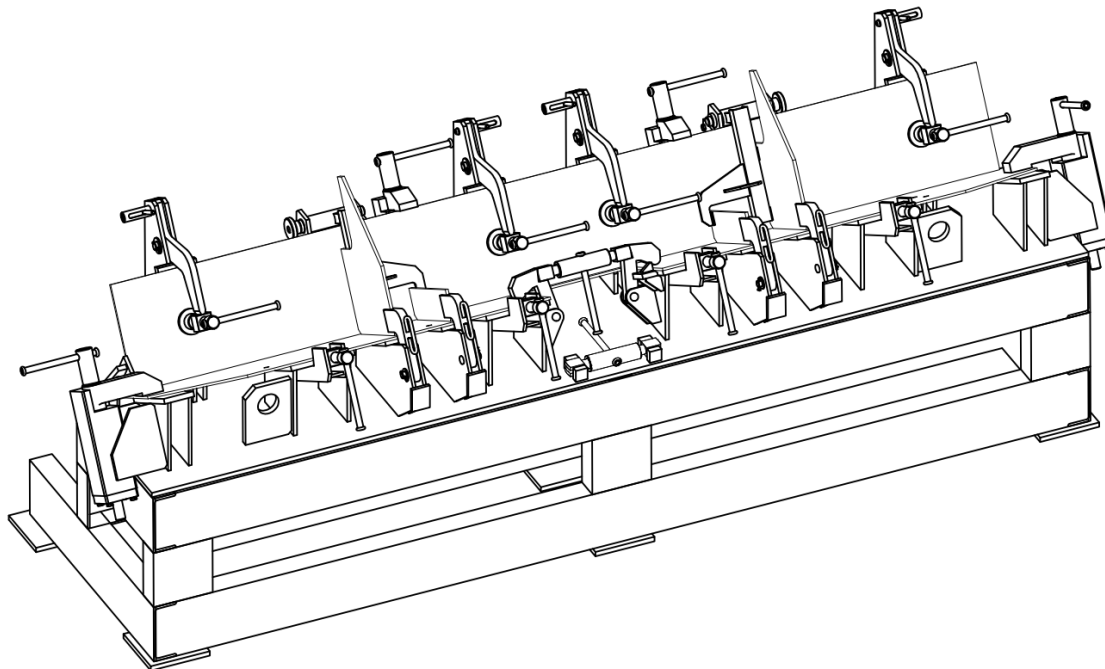


Рисунок 2. Модель стенда сборки балки концевой (оснащен ручными прижимными устройствами)

В вагоностроении для выполнения задач по автоматизации сборки целесообразно пневматические приводы. К основным преимуществам пневматических систем относится надежность и долговечность, высокое быстродействие, простота конструкции и дешевизна рабочей среды. Также к достоинствам можно отнести малый вес элементов пневмосистемы и высокую пожаробезопасность. Усовершенствованная конструкция стенда с применением пневматических прижимов изображена на рисунках 3,4.

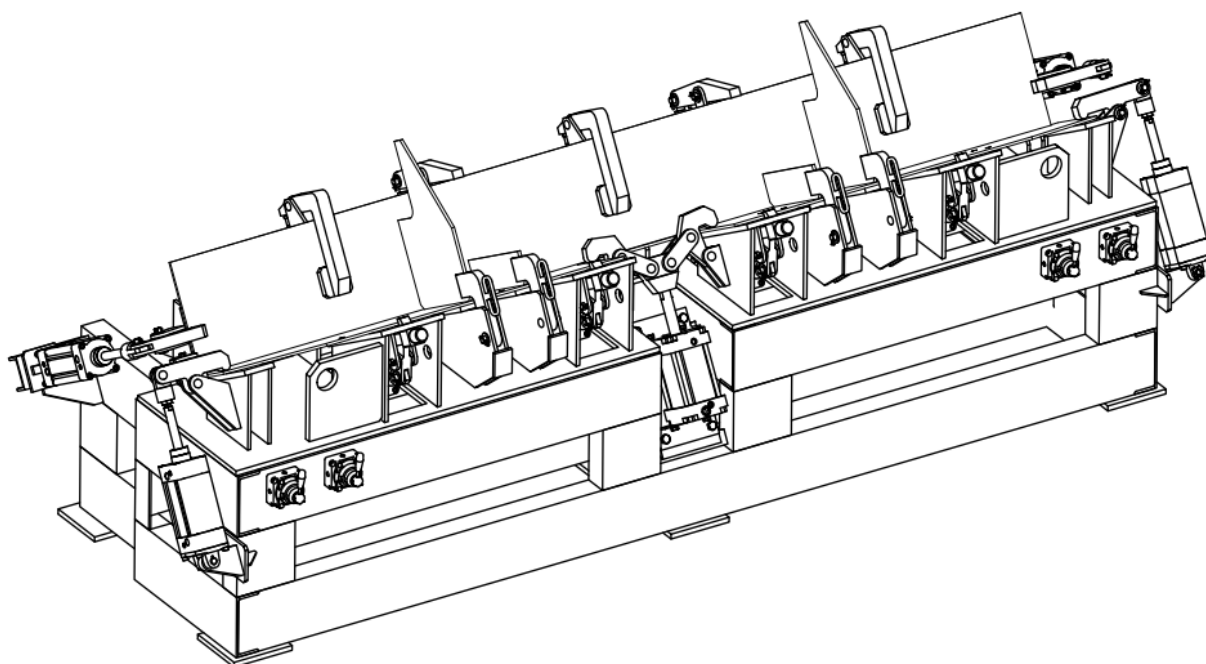


Рисунок 3. Модель станда сборки балки концевой (оснащен пневматическими прижимными устройствами. Вид спереди)

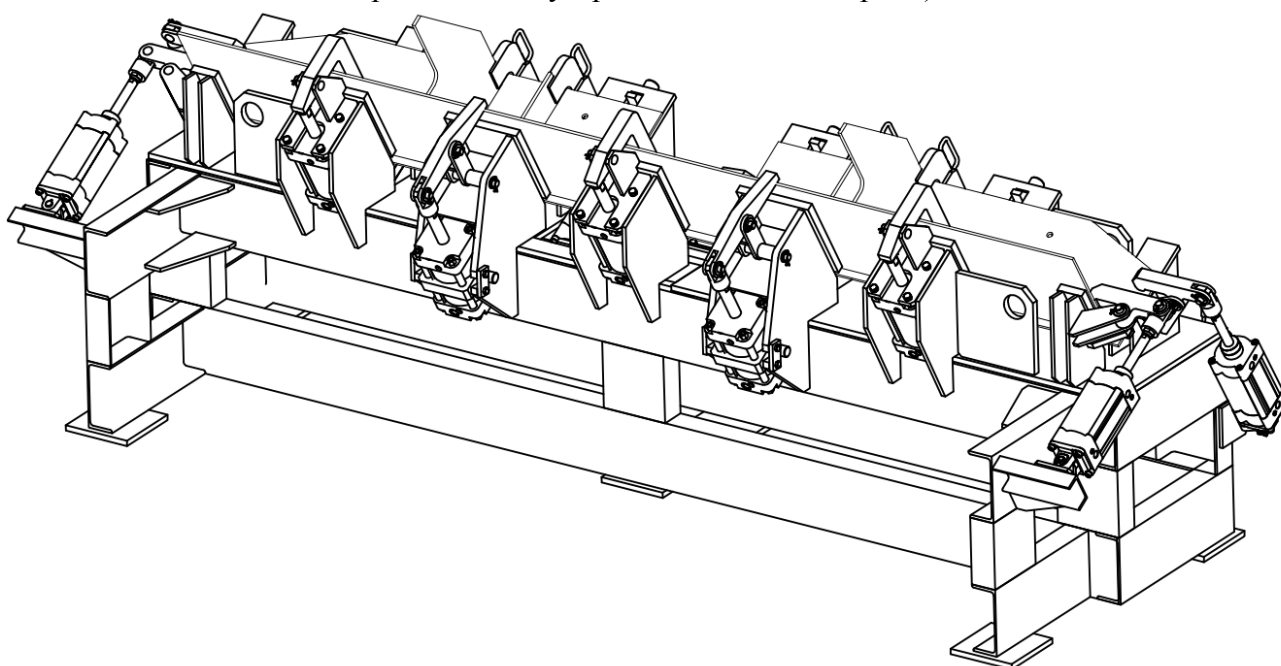


Рисунок 4. Модель станда сборки балки концевой (оснащен пневматическими прижимными устройствами. Вид сзади)

Для установки пневмосистемы потребовалось изменить конструкцию прижимных устройств. Основные параметры пневмоцилиндров (ход и диаметр) подобраны таким образом, чтобы обеспечить необходимое усилие прижатия деталей балки к базирующим поверхностям. При этом масса и стоимость элементов пневмосистемы минимизирована.

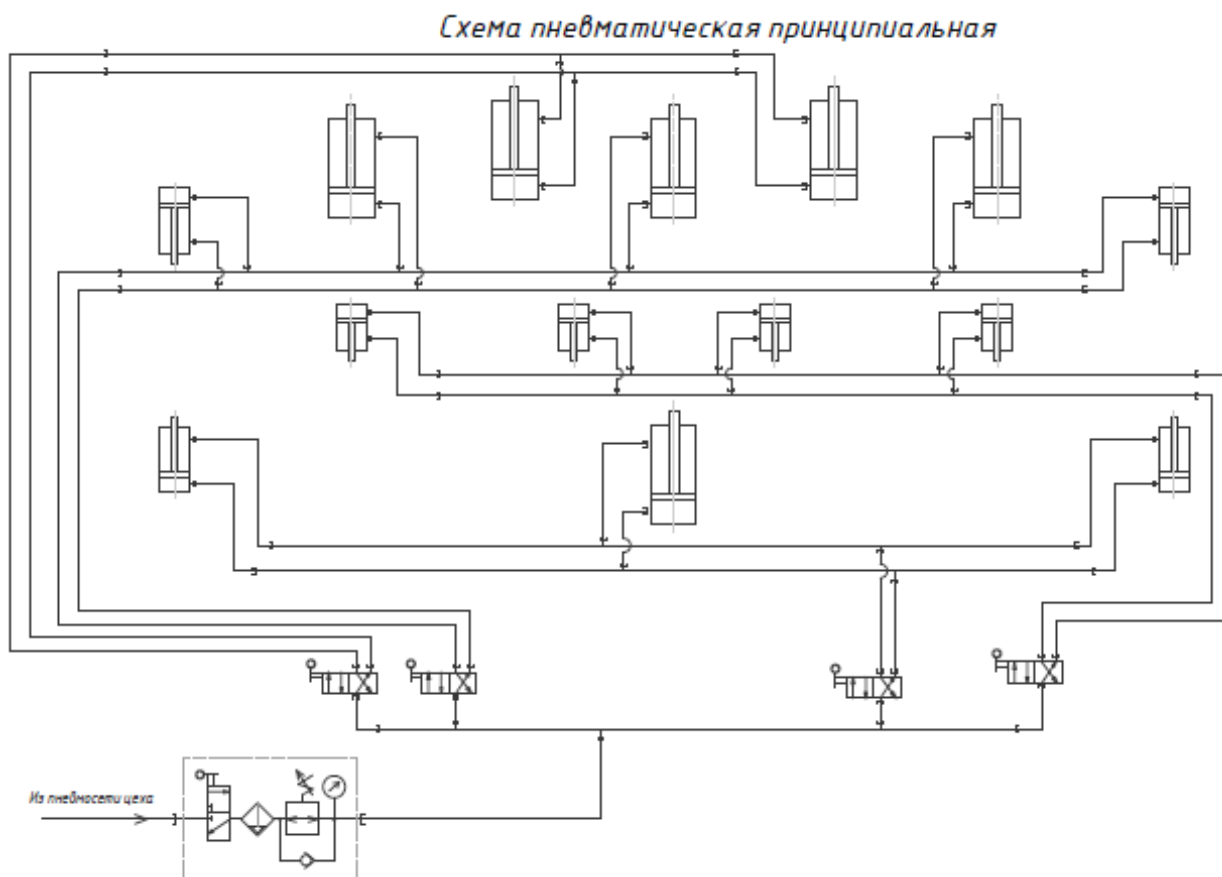


Рисунок 5. Схема пневморазводки

Пневмоприжимы подключаются к цеховой сети сжатого воздуха через систему, предназначенную для распределения в заданной последовательности воздуха к исполнительным механизмам и для регулирования и контроля давления воздуха, поступающего в эти механизмы. Давление в системе 5 атм.

На рис. 5 показана схема питания пневмосистемы стенда. Воздух через вентиль, регулятор давления с влагоотделителем и систему разветвителей поступает в пневмораспределители. Через поворот ручки распределителя воздух поступает в соответствующий массив цилиндров.

Пневмосистемы имеют огромный потенциал для автоматизации многих производственных процессов. Пневмосхемы могут быть усовершенствованы при помощи электромагнитных пневмораспределителей. Их применение позволит синхронизировать работу пневмоприжимов с системой ЧПУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бельфор М. Г. Оборудование для дуговой и шлаковой сварки и наплавки : учебное пособие / М. Г. Бельфор, В. Е. Патон. - Москва: Высш. шк., 1974.
2. Пневматические системы автоматики : учебное пособие для академического бакалавриата / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 285 с.
3. Схиртладзе А. Г. Гидравлические и пневматические системы : учебник для среднего профессионального образования / А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. - М.: Высш. шк., 2006. — 534 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЙ-МАГНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХМИНИАТЮРНОГО ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

А.О. Катасонов¹, А.А. Григорьев¹, К.А. Муравлев¹, В.Н. Маликов¹, А.Ю. Филимонова,
Д.Ю. Репетун¹

¹ФГБОУ ВО, Алтайский государственный университет, Ленина, 61, Барнаул, Россия,
osys11@gmail.com

1. Введение

Применение методов и средств неразрушающего вихретокового контроля в принципе возможно для поиска дефектов в изделиях из любых электропроводящих материалов. Такой метод измерения позволяет при необходимости провести исследование каждого экземпляра в серии изделий в заводских условиях.

Важное место в современном машиностроении занимают сплавы из дюралюминия и АМГ(алюминий-магний). Данные сплавы широко применяются при производстве скоростных поездов (например, поездов Синкансэн(Япония)) и во многих других отраслях машиностроения. Дюралюминий также применяют в электротехнической промышленности, в химической и пищевой промышленности. Также дюралюминий используют при изготовлении систем вентиляции, в радиотехнике, в строительстве. Например, сплав марки Д16АМ применяется в экстремальных условиях низких температур. Дюралюминий марки Д16Т пластичен и поэтому используется в судостроении [1].

Дефекты в данных сплавах могут возникать как на стадии литья, так и на стадии последующего изготовления деталей, например, в результате некачественной сварки. Как известно, в последние годы возросло применение алюминиево-магниевого сплава в сварных конструкциях. Типичными дефектами сварного шва являются микротрещины. Микротрещины отрицательно влияют на механические свойства сварного шва, а также на сопротивление коррозии. Так как вихретоковый метод контроля нечувствителен к непроводящим слоям краски, то его можно использовать для диагностики деталей с лакокрасочными покрытиями [2].

Целью настоящей работы являлась оценка возможности использования вихретоковых преобразователей для поиска дефектов глубокого залегания в алюминиевых сплавах и оценка размеров дефектов, которые могут быть обнаружены с помощью данного метода.

2. Описание установки

В.т.п. подключен к звуковой плате персонального компьютера, работающего под управлением специального программного обеспечения. Программное обеспечение управляет подачей напряжения на возбуждающую обмотку преобразователя, а также считывает значения напряжения с измерительной обмотки в условных единицах, которые далее, с учетом предварительной калибровки, переводятся в значения электропроводности [3]. Возбуждающая обмотка сверхминиатюрного преобразователя состоит из 10 витков, а ее диаметр составляет 0.12–0.13 мм. Измерительная обмотка состоит из 130 витков и имеет диаметр 0.05–0.08 мм. С целью минимизации влияния возбуждающей обмотки на получаемый сигнал в схему включена компенсационная обмотка, подключенная к измерительной обмотке таким образом, чтобы вычесть напряжение возбуждающей обмотки. Она состоит из 20 витков. Обмотки наматываются на сердечник пирамидальной формы. В качестве сердечника может использоваться феррит 2000 НМ3 с величиной магнитной проницаемости 500 или, при необходимости более высокой локализации магнитного поля, отожженный по специальной методике сплав 81НМА. Сердечник представляет собой пирамиду, высотой 1 мм и основанием 0.2 мм. Измерительная обмотка располагается на острие пирамиды, что позволяет улучшить локализацию магнитного поля. Характеристики разработанных преобразователей позволяют эффективно локализовать магнитное поле для

контроля дефектов от 250 мкм и обеспечивать значительную глубину его проникновения в исследуемый объект при работе на достаточно низких частотах.

Разработка ПО осуществлялась на языке C++ под операционные системы Windows. Используя микшерную подсистему Windows, ПО управляет подачей напряжения на возбуждающую обмотку преобразователя, задавая уровень и частоту синусоидального цифрового сигнала виртуального генератора.

3. Результаты эксперимента и их обсуждение

Образцы представляли из себя пластины из дюралюминия и сплава алюминий-магний. Толщина первой пластины составляла 5.5 мм. В пластине содержалось 3 дефекта в виде прорези толщиной в 1 мм, залегающих на глубине 1, 3 и 4 мм. Толщина второй пластины составляла 5.5 мм. В пластине содержалось 6 дефектов в виде прорези толщиной в 0,25 мм, залегающих на глубине 1, 2, 3, 4, 5 и 5.3 мм.

Для определения чувствительности датчика к дефектам, залегающим в глубине металла, осуществлялось сканирование с бездефектной стороны образца.

Полученные данные представлены на рис. 1 – 3.

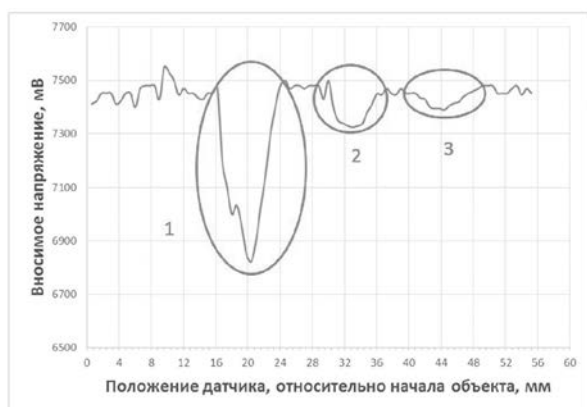


Рис.1. Результаты сканирования пластины №1. 1, 2, 3 – падения амплитуды, соответствующие областям дефектов.

Результаты дефектоскопии первой пластины с дефектами, имеющими толщину 1 мм при частоте 500 Гц позволили явно обнаружить все 3 прорези по падению амплитуды сигнала(рис.1). Падение амплитуды сигнала на первом дефекте составила 0.75 В, на втором – 0.2 В, на третьем – 0.1 В.

Для установления предела локализации магнитного поля сконструированным вихретоковым преобразователем, в следующем эксперименте измерительная система тестировалась на образце с дефектами толщиной 0.25 мм и залегающих на глубине до 5.3 мм.

Результаты дефектоскопии при аналогичном напряжении на возбуждающей обмотке позволили обнаружить первый дефект, залегающий на глубине 1 мм при соответствующем падении амплитуды выходного сигнала примерно на 0.1 В(рис.2.).

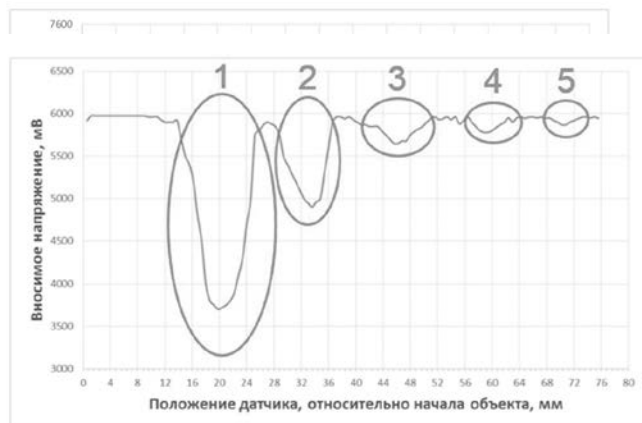


Рис.3. Результаты сканирования пластины №2 с использованием системы из двух преобразователей.

сканирования. В процессе сканирования, получаемый со второго преобразователя сигнал вычитался из сигнала, получаемого с первого преобразователя. Выходным сигналом измерительной системы, таким образом, становилась разность откликов двух преобразователей. Результаты дефектоскопии при частоте 500 Гц позволили обнаружить пять дефектов.

Падение амплитуды сигнала на первом дефекте составляло 2.5 В, на втором дефекте – 1 В, на третьем дефекте – 0.4 В, на четвертом – 0.2 В, на пятом – 0.1 В. Изменения отклика сигнала при прохождении на шестом дефектом не зафиксировано.

4. Заключение

Таким образом, на основе вихретокового преобразователя трансформаторного типа разработана измерительная система, позволяющая исследовать пластины из дюралю и сплавов алюминий-магний на наличие дефектов. Преобразователь тестировался на ряде пластин из сплава алюминий-магний и дюралюминия с дефектами внутри пластин. Представлены данные, демонстрирующие зависимость отклика от наличия дефекта в подобных структурах при частоте сигнала в 500 Гц на возбуждающей обмотке.

Благодарность

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00272 «Исследование сплавов, композиционных и полупроводниковых материалов, сверхтонких проводящих пленок с помощью миниатюрных и сверхминиатюрных вихретоковых преобразователей».

Литература

1. Многочастотная вихретоковая дефектоскопия алюминиевых сплавов / Егоров А.В., Поляков В.В., Пирогов А.А., Колубаев Е.А. // Известия Алтайского гос. ун-та. – 2014. – Т.1. №2. – С.176-180.
2. Ключев, В.В. Неразрушающий контроль / В. В. Ключев. – М.:«Машиностроение», 2004. – 688 с.
3. Дефектоскопия сплавов методом вихревых токов / Дмитриев С.Ф., Катасонов А.О., Маликов В.Н., А.М. Сагалаков // Дефектоскопия. – 2016. – №1. – С. 41-47.

Для повышения локализации магнитного поля была произведена существенная модернизация конструкции измерительной системы. С целью повышения мощности поля за счет увеличения напряжения на возбуждающей обмотке (с 2 В до 3,5 В), в программно-аппаратный комплекс был введен второй вихретоковый преобразователь.

Первый преобразователь располагался неподвижно и использовался для получения отклика от бездефектной части образца, а второй преобразователь применялся непосредственно для

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МИКРОСКОПА

Соломин Д.Е. - магистрант, Животикова О.Е. - студент, Черепанова Е.В. - доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова(г. Барнаул)

Контроль качества в машиностроении всегда являлся и является важной задачей и не может быть осуществлен без контрольно-измерительного оборудования. Современные контрольно-измерительные приборы имеют значительную стоимость и при наличии сравнительно устаревших приборов часто оказывается экономически выгодным переоборудование, позволяющее добиться требуемых характеристик с меньшими затратами.

Нами было проведена модернизация инструментального микроскопа[1]. К существенным недостаткам можно отнести высокую утомляемость глаз оператора и низкую производительность измерительных операций. Для снижения утомляемости оператора, сокращения времени измерений, формирования фотопротокола было принято решение на окулярную головку микроскопа установить видеокамеру BR-5101LC-UF, подключаемую к компьютеру (рисунок 1).

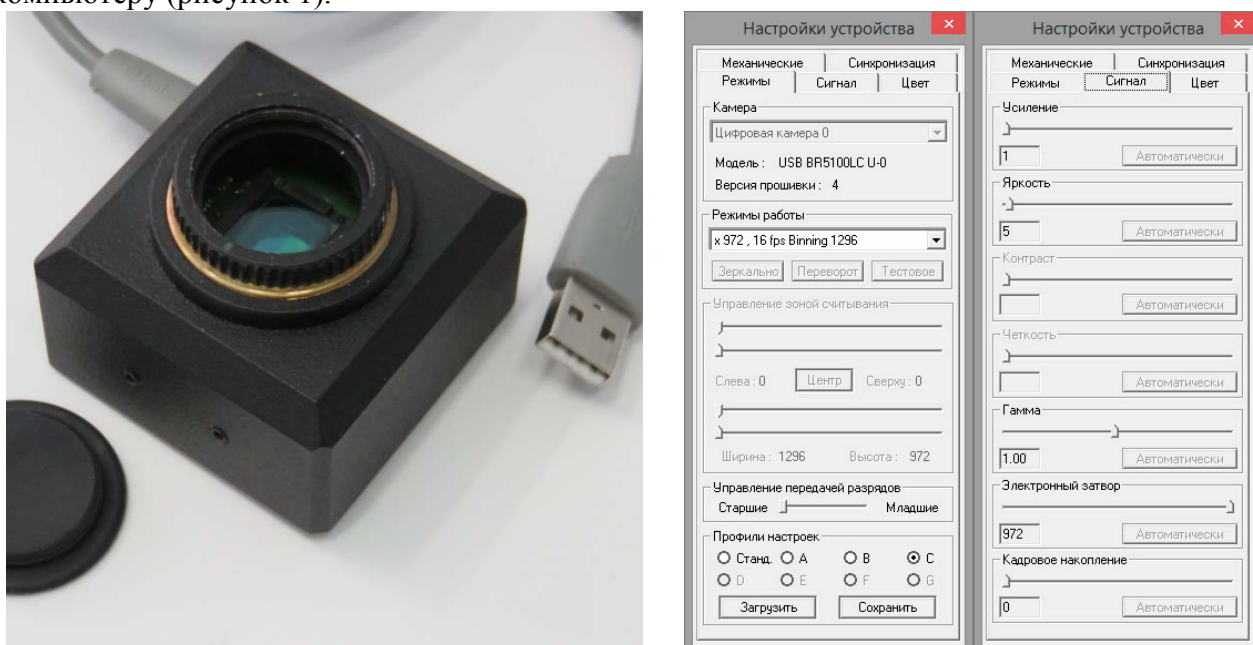


Рисунок 1 – Цифровая камера BR-5101LC-UF

Видеокамера BR-5101LC-UF обладает высоким разрешением с 12-ти битным цифровым каналом формирования и обработки изображения, достоверной цветопередачей. При помощи доступных регулировок формируется качественное изображение с высоким отношением С/Ш. Набор различных режимов сканирования фоточувствительной поверхности сенсора камеры дает возможность взаимно подстраивать кадровую частоту, зону считывания, биннинг, прореживание. Низкое энергопотребление позволяет интегрировать камеру в системы, электрическое питание которых ограничено мощностью шины USB. BR-5101LC-UF содержит набор простых регулировок и настроек, задающих текущий режим работы, а также позволяет сохранять до 4 шаблонов данных настроек в собственной энергонезависимой памяти.

Для передачи видеоданных, управления камерой, а также электрического питания устройства используется только один провод - USB-кабель типа "A-miniB", который подключается к порту шины USB 2.0 персональной ЭВМ.

Поддержка интерфейса TWAIN позволяет использовать камеру со сторонними программными продуктами. Простой программный интерфейс (API или .NET), позволяет быстро и наиболее эффективно интегрировать камеру в разрабатываемую нами систему[2].

Камера имеет гибкие возможности по настройке, которые позволяют ее эффективно использовать для получения изображения необходимого качества при различных видах

освещения. Изначально камера не была адаптирована для применения ее с инструментальным микроскопом. В связи с этим для установки видеокамеры на кронштейн инструментального микроскопа изготовлена втулка (рисунок 2).

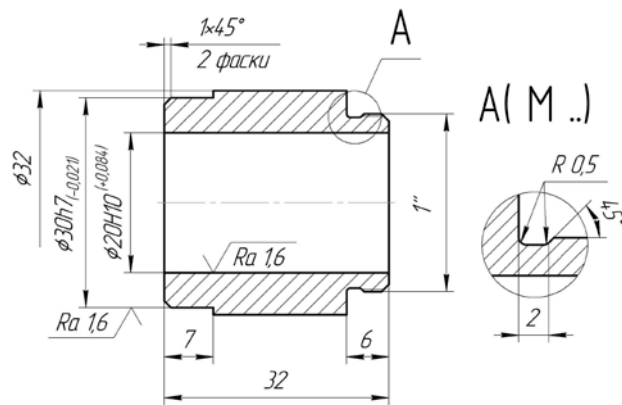


Рисунок 2 – Втулка

Втулка изготовлена из материала - БрАМц9-2. На правом конце втулки имеется наружная дюймовая резьба, необходимая для соединения с видеокамерой, на левом конце втулки выполнен установочный поясик диаметром 30 мм, необходимый для соединения с отверстием кронштейна микроскопа.

На микроскоп установлена система проходящей и отраженной подсветки с регулируемой яркостью. Система отраженной подсветки состоит из кольца, устанавливаемого на окулярную головку микроскопа с наклеенной светодиодной лентой (рисунок 3), аккумуляторной батареей и регулятора яркости. Система проходящей подсветки состоит из LCD-дисплея (рисунок 4), предметного стекла, аккумуляторной батареей и регулятора яркости.



Рисунок 3 – Светодиодная лента системы отраженной подсветки



Рисунок 4 – LCD-дисплей системы проходящей подсветки

Свет осветителя через предметное стекло направляется на измеряемый объект. Теневой контур объекта проецируется через объектив на матрицу цифровой камеры. При такой схеме каждая точка источника света действует одинаково на все точки матрицы цифровой камеры, что обеспечивает равномерную освещенность изображения. Кроме того, все лучи, попадающие в микроскоп, участвуют в образовании изображения.



Рисунок 5 – Цифровой инструментальный микроскоп

После модернизации переоборудованный микроскоп (рисунок 5) позволяет получить качественное изображение исследуемых образцов. Изображения могут быть использованы для выполнения измерений угловых и линейных размеров. Планируется дальнейшая модернизация микроскопа, которая позволит расширить глубину резкости за счет применения технологии стекинга по фокусу серии изображений, а так же автоматизация перемещения образца для получения панорамного вида исследуемого объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 8074-82 Микроскопы инструментальные. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования.
2. <http://www.es-exp.ru/CMOS/BR-5101LC-UF.html>.

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МИКРОСКОПА ЗА СЧЕТ ОСНАЩЕНИЯ ЕГО ЦИФРОВОЙ КАМЕРОЙ

Животикова О.Е. - студент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова(г. Барнаул)

Инструментальные микроскопы[1] используют в измерительных лабораториях машиностроительных заводов и научно-исследовательских институтов, в учебных заведениях и организациях. Они предназначены для измерения наружных и внутренних линейных и угловых размеров изделий в прямоугольных и полярных координатах (резбовых изделий, режущего инструмента, профильных шаблонов, лекал, кулачков, конусов, метчиков, резбонарезных гребенок).

Посредством переоснащения нами был создан цифровой инструментальный микроскоп состоящий из основания, на котором смонтирован измерительный стол с микрометрическими винтами продольного и поперечного перемещений, колонки, по направляющим которой при помощи маховичков перемещается кронштейн системой получения изображения цифровой камерой и системой проходящей и отраженной подсветки с регулируемой яркостью.

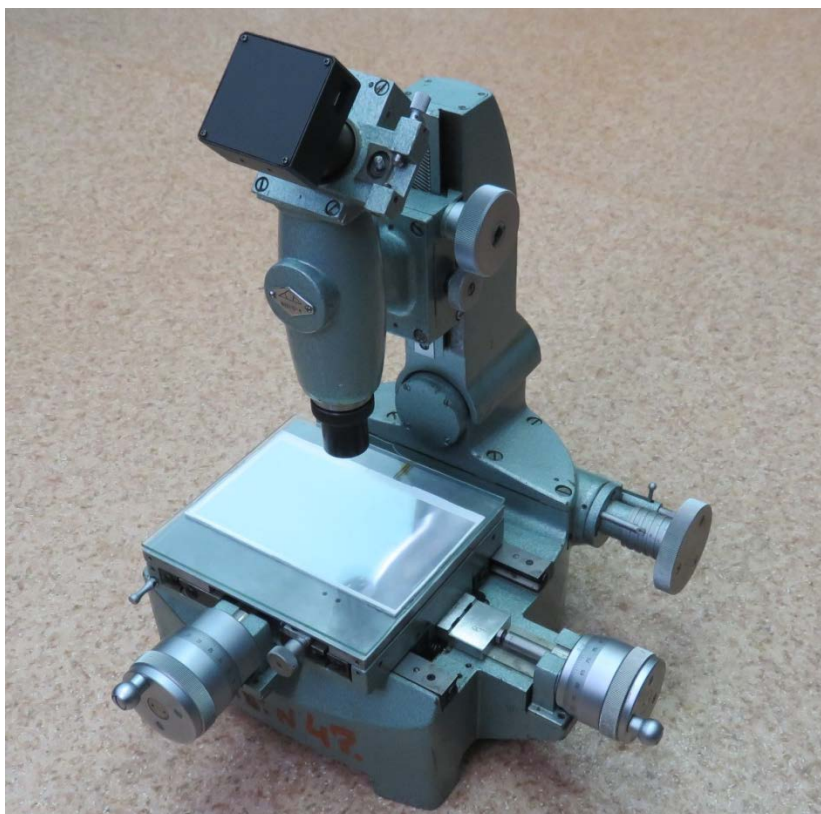


Рисунок 1 – Цифровой микроскоп

Цифровой микроскоп позволяет просматривать изображение на экране компьютера в режиме реального времени, делать снимки, записывать видео, проводить измерения, выполнять обработку изображения. Созданный цифровой микроскоп позволяет получать фотографии измеряемого объекта и определять его размеры. Исследуемые объекты имеют свои особенности обуславливающие выбор способа освещения. Например, с помощью системы проходящей подсветки получено изображение твердосплавной пластинки, для которого основной интерес представляет контур объекта (Рисунок 2). С помощью системы отраженной подсветки, можно исследовать непрозрачные образцы, поверхность которых требует специализированного освещения позволяющего выделить интересующие детали, создавая зоны контраста (Рисунок 3,4,5).

Оснащение микроскопа камерой позволяет значительно расширить диапазон возможностей, за счет применения программной обработки изображений. Используя специализированное программное обеспечение становится возможным исследование объектов, вертикальные размеры которых превышают размеры зоны глубины резкости объектива.

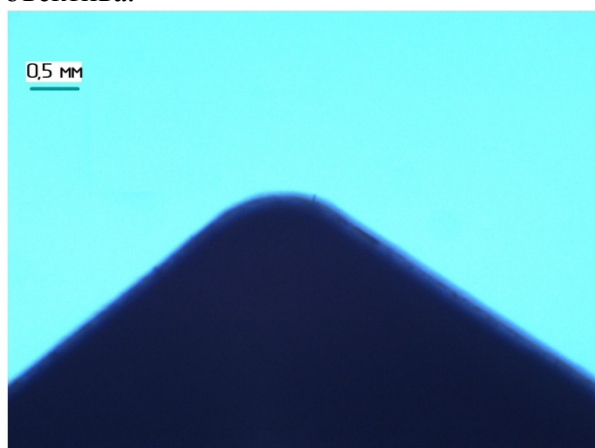


Рисунок 2 – Изображение фрагмента многогранной неперетачиваемой пластинки

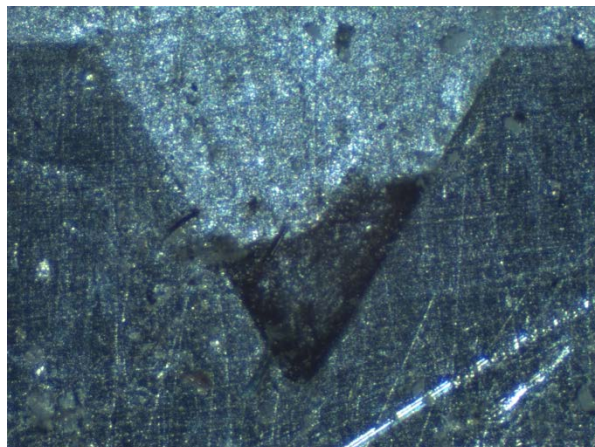


Рисунок 3 – Резьба образованная самозакручивающейся шпилькой

полученный с помощью системы
проходящей подсветки

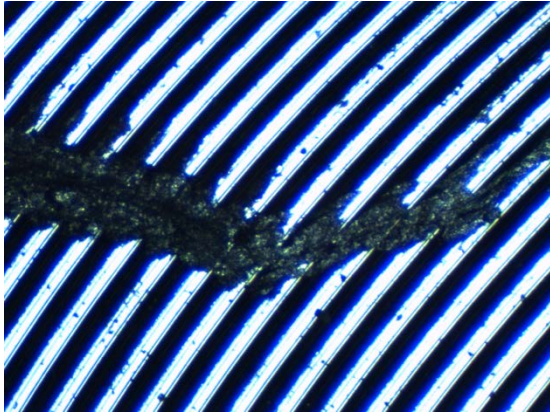


Рисунок 4 – Дефект поверхностного слоя на
изделии полученного литьем

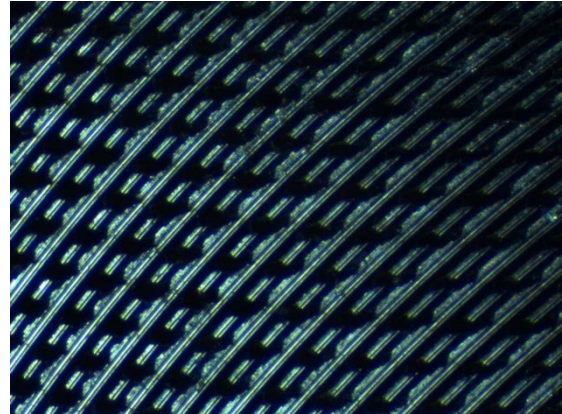


Рисунок 5 – Форма микронеровностей
полученная при кольцевом фрезеровании

Применение созданного инструментального микроскопа для измерения различных объектов позволит снизить утомляемость оператора, сократить время измерений, формировать фотопrotocol результатов измерений[2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 8074-82 Микроскопы инструментальные. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования.
2. Емченко А.В, Балашов А.В. Создание инструментального микроскопа. Молодежь - Барнаулу. Материалы VII-XIX городской научно-практической конференции молодых ученых / гл. ред. Ю.В. Анохин. – Часть XIX. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2018. С. 413-417.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЖЕКТОРНЫХ СВЕРЛ ПУТЕМ ДИФфуЗИОННОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ ТВЕРДОГО СПЛАВА

Мурадов Т.И. - магистрант, Хоменко В.А. - д.т.н., профессор,
Федоров Ю.В. – к.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Процесс обработки глубоких отверстий – специфическая технологическая операция, применяемая практически во всех отраслях машиностроения. Для реализации этой операции необходимы специальные инструменты, оснастка и оборудование. В нашей стране и за рубежом постоянно ведутся интенсивные исследования по ее совершенствованию. В результате этой деятельности создана большая номенклатура инструментов и станков для обработки глубоких отверстий, специальных марок смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), приборов для контроля глубоких отверстий и др. Это позволило резко повысить производительность, точность и экономическую эффективность процесса обработки глубоких отверстий [1].

Одной из разновидностей глубокого сверления является эжекторное сверление. Оно позволяет выполнять сверление на универсальных станках (токарных, сверлильных, фрезерных и т. п.), лишь дополнив их насосной станцией, стационарной или перемещаемой по мере надобности от одного станка к другому [2].

Эжекторный инструмент состоит из сверлильной головки 1, наружной трубы 2 и внутренней трубы 3 (рисунок 1, а). Головка 1 и наружная труба 2 имеют по два центрирующих пояска П для точного центрирования относительно друг друга и четырехзаходную прямоугольную резьбу для наружного соединения друг с другом.

Наружная труба является несущим элементом, передающим крутящий момент и осевое усилие от шпинделя сверлильной головки. Внутренняя труба 3 вставляется в отверстие наружной трубы и головки, получая центрирование в головке по пояску П1. На наружной и внутренней трубах, у их хвостовой части, имеются посадочные пояски П2 и ПЗ для центрирования и закрепления в устройстве для подвода СОЖ. Кроме того, в хвостовой части внутренней трубы выполнены эжекторные щели Щ. Сверлильная головка (рисунок 1, б) состоит из двух частей, соединяемых сваркой: литого корпуса 4 и хвостовика 5 (имеются головки, выполненные из одной заготовки, т. е. без сварки). Головка представляет собой трехлезвийный инструмент одностороннего резания, работающий с делением ширины среза и определенностью базирования с двумя жесткими неподвижными направляющими 6 и 10. Режущие элементы 7—9 закрепляются жестко (пайкой) или же с механическим креплением, что способствует замене режущих пластин. Корпус 4 головки изготовлен точным литьем из стали 40ХФЛ, не требующим последующей механической обработки [1].

Основными способами крепления твердого сплава к режущему инструменту являются механический способ и пайка. Первый способ не обеспечивает необходимую жесткость соединения твердого сплава со сверлильной головкой (неплотный контакт), что в процессе эксплуатации может привести к появлению микротрещин, сколов и разрушению пластин. Второй способ не позволяет получить прочное соединение, при воздействии высоких температур жесткость стыка недостаточна. Одна из основных причин низкого качества напайваемого твердосплавного инструмента – технология его пайки, в результате которой в пластинах твердого сплава возникают остаточные напряжения (ОПН), величина которых в ряде случаев превышает половину предела прочности твердого сплава на растяжение.

Одним из альтернативных способов крепления твердого сплава является литейная технология изготовления инструмента (диффузионное закрепление), которая позволяет уменьшить внутренние напряжения, возникающие при соединении методом пайки, а также уменьшит количество технологических операций, необходимых для создания инструмента.

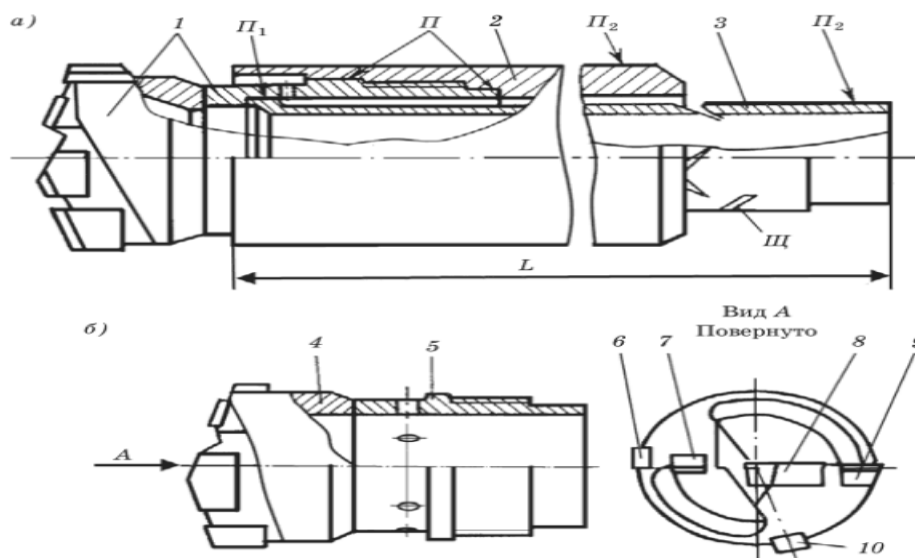


Рисунок 1 – Эжекторный инструмент

Использование диффузионного закрепления твердого сплава на сверлильной головке позволит уменьшить кол-во операций необходимых для создания инструмента, что повысит его качество. Уменьшение внутренних напряжений при использовании данного способа, повысит производительность, стойкость, а также прочностные показатели инструмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

3. Троицкий Н.Д. Глубокое сверление: машиностроение. – Л.: 1971. - 176 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ХОНИНГОВАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА

С. А. Наполов, Научный руководитель - Т. А. Аскалонова к. т. н. доцент

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

На сегодняшний день алмазное хонингование является одним из самых прогрессивных процессов современного массового и крупносерийного производства, особенно при обработки малых отверстий. Обработка отверстий малых диаметров ведётся алмазными хонинговальными брусками, которые гораздо дороже обычных абразивных брусков, но не смотря на это именно алмазные бруски сейчас являются наиболее применяемым инструментом. Связано это с тем, что алмазные зерна обладают более высокой производительностью процесса микрорезания, чем их абразивные аналоги, в следствии чего стойкость таких брусков увеличивается в разы [2,3].

При хонинговании в процессе микро резания одновременно задействовано большое количество зёрен, благодаря чему обеспечивается высокая производительность, невысокие показатели удельного давления и температуры в зоне резания (около 50 - 180 градусов) в результате чего структура поверхностного слоя сохраняет исходные характеристики и фактически не меняет своих первоначальных свойств. Так как алмазные бруски ведут обработку при меньших силах резания и температуре, в конечном итоге точность изделий оказывается выше, чем при обработке абразивным инструментом.

Именно поэтому исследование алмазного хонингования на сегодняшний день является очень актуальным. На рисунке 1 приведён пример структурной модели одной из конструкций хонинговальной головки.

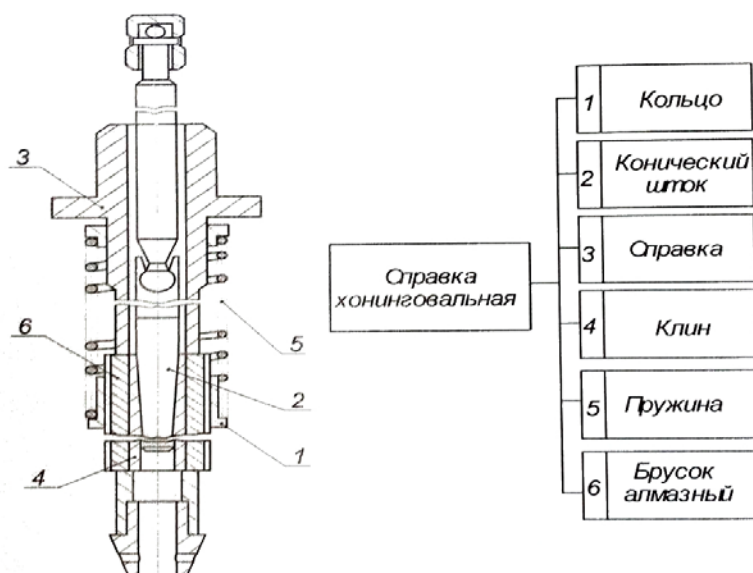


Рисунок 1 Структурная модель хонинговальной головки

Проведём анализ наиболее распространенной конструкции хонинговальной головки для обработки отверстий малых диаметров (8 -10 мм), которая представлена на рисунке 2. Головка жестко закрепляется в шпинделе станка. Разжимной конус 4 шарнирно соединён с толкателем 1, который получает осевую подачу от системы радиальной подачи брусков,

встроенной в станке. Конусность образующей разжимного штока составляет 1:15- 1: 30, поэтому во избежание самозаклинивания сопрягаемых конических поверхностей осевое перемещение вверх и вниз толкателя осуществляется с помощью муфты, механически связанной с системой радиальной подачи брусков станка. Пружина 3 и кольцо 5 предохраняет бруски 6 от выпадения из пазов корпуса при выводе головки из обрабатываемого отверстия. Во время каждого хода головки вниз кольцо упирается в торец обрабатываемой детали, и пружина сжимается.

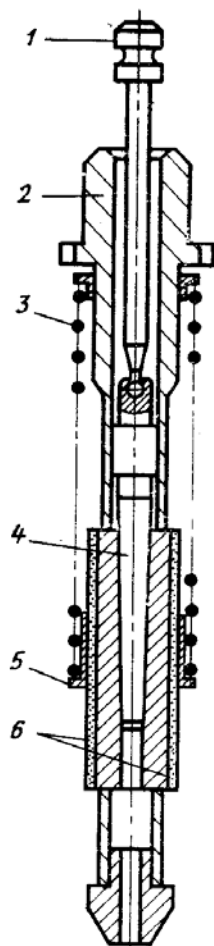


Рисунок 2
хонинговальная головка
для обработки отверстий
диаметром 8 - 12 мм.

Именно такая конструкция хона для обработки малых отверстий является на данный момент самой распространенной. Она проста и поэтому имеет огромную базу для всевозможных доработок и усовершенствований. [1,4].

Обзор авторских свидетельств, литературных источников и патентов показал, что на сегодняшний день существует множество разных конструкций хонинговальных головок, которые имеют свои достоинства и недостатки.

Хонинговальные головки, использующиеся для обработки отверстий малого диаметра, как правило имеют 2,3,4 бруска. Чем меньше брусков используется тем более жесткой становится конструкция хона, но одновременно с этим уменьшается стойкость инструмента, а производительность процесса падает. Лучшим решением является использование 2 брусков в конструкции, поскольку обеспечивается оптимальный баланс между жесткостью и производительностью.

Одним из вопросов экономической целесообразности внедрения хонингования при обработке отверстий малых диаметров является стойкость комплекта брусков. При всём этом надо иметь ввиду значительную трудоёмкость замены брусков, связанную с их тщательной пригонкой с корпусом головки и разжимным штоком. Так же необходима приработка брусков, при которой происходит бесполезный расход алмазов 10-12%

Что бы выявить достоинства и недостатки ряда конструкций хонинговальных головок использован функционально-стоимостный анализ наиболее распространенных из них. Выявив с помощью анализа характерные признаки конструкций инструмента можно будет комбинировать и синтезировать разные элементы этих

конструкций, для получения абсолютно нового инструмента.

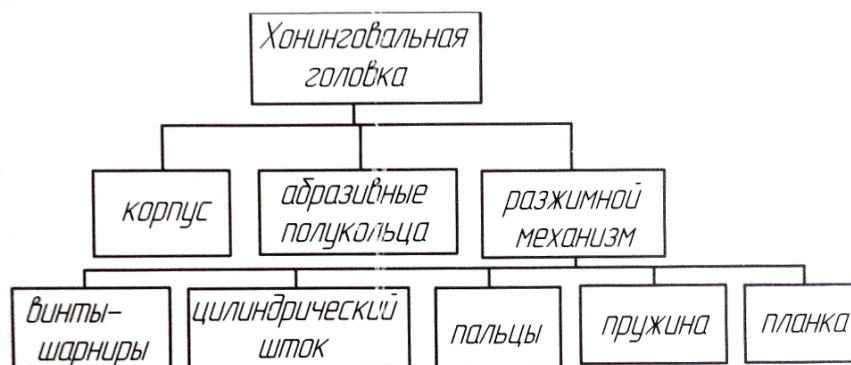


Рисунок 3 -И- дерево хон головки

Поиск новой конструкции хонинговальной головки осуществляется с помощью одного из методов поискового конструктора, а именно И-ИЛИ графа. На рисунке 3 приведён пример -И- дерева одной из конструкций головок. Этот метод позволяет синтезировать множество конструктивных решений и путём анализа получить конструкцию головки с заданными требованиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акмаев О.К. Устранение изогнутости оси отверстия при прецизионным хонинговании //СТИН. - 2007. - №7. - С. 21-25
2. Чеповетский И.Х.- Основы финишной алмазной обработки. - Киев: Наукова думка, 1980. - 468 с.
3. Муратов К.Р., Гашев Е.А. Методы хонингования высокоточных отверстий //Современные проблемы науки и образования. - 2014. - №5
4. Каяшев А.И., Романчук В.А. Механизм с ЧПУ для радиальной подачи хонинговальных брусков //Станки и инструмент. - 1992. - №1. - С. 2-3

НАЗНАЧЕНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЛОЖНО-ПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Негруленко Д. Н. – магистрант, Маркова М. И. - к. т. н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г.Барнаул)

Наибольшую трудоемкость с точки зрения подготовки производства, обеспечения требуемой шероховатости и точности формы, вызывает изготовление деталей со сложно-профильными поверхностями (СПП), такими как пресс-формы, матрицы и пуансоны штампов, модели для точного литья и др. [1].

Для деталей, содержащих СПП проектирование в CAD/CAM-системах в разы сокращает время трудоемкого процесса. Однако, выбор режущего инструмента, назначение последовательности обработки исходя из технических требований к поверхности и режимов резания делает технолог. Требования к повышению производительности, точности и качества обработки сложно-профильных деталей приводят к необходимости автоматизации процессов их изготовления.

Для назначения режущего инструмента при обработке СПП в программе **Microsoft Office Excel** создана база данных (рисунок 1).

Код инструмента	Материал инструмента	Диаметр инструмента	Длина РЧ	Длина инструмента	Диаметр хвостовика	Кол-во зубьев	Тип хвостовика	Тип фрезы	Вид обр-ки	Рекомендуемые РР подача	тип фрезы
191200	HSS-Co8	1,5	7	51	6	3	Цилиндрический	N	чистовая	0,002	концевая
191200	HSS-Co8	2	7	51	6	3	Цилиндрический	N	чистовая	0,003	концевая
191200	HSS-Co8	2,5	8	52	6	3	Цилиндрический	N	чистовая	0,003	концевая
191200	HSS-Co8	3	8	52	6	3	Цилиндрический	N	чистовая	0,003	концевая
191200	HSS-Co8	3,5	10	54	6	3	Цилиндрический	N	чистовая	0,003	концевая
191200	HSS-Co8	4	11	55	6	3	Цилиндрический	N	чистовая	0,005	концевая
191200	HSS-Co8	4,5	11	55	6	3	Цилиндрический	N	чистовая	0,005	концевая
191200	HSS-Co8	5	13	57	6	3	Цилиндрический	N	чистовая	0,005	концевая

Рисунок 1 – База данных режущего инструмента

База режущего инструмента содержит следующую информацию по инструменту: код и тип фрезы, материал, диаметр, длина, количество зубьев, вид обработки; режимы резания: скорость резания и рекомендуемая подача. Скорость резания назначается исходя из обрабатываемого материала по выбранному коду инструмента (рисунок 2).

Код инструмента	AL, термопласты	AL	AL литье	<500 N	<750 N	<900 N	<1100 N	<1400 N	<55 HRC	Нерж. Сталь <900 N	Нерж. Сталь >900 N	СЧ	Латунь, бронза
205482		280	200	120	105	100	70	60	35		60	90	
205490		280	200	120	105	100	70	60	35		60	90	
205590					110	95	95	80		50	40	70	
205592		280	200	120	105	100	70	60	35		60	90	
205718				120	95	85	80	70	60	50	35	70	
191200		83		28	23	23						23	55
191280		83		28	23	23						23	55
191630		83		28	23	23						23	55

Рисунок 2 –База данных скорости резания

Разработанное программное обеспечение на языке VBA встроенном в Office Excel позволяет по введенным исходным данным сделать назначение режущего инструмента на обработку СПП. Исходными данными для назначения являются:

- конфигурация детали, ее глубина;
- диапазон радиусов скругления поверхностей;
- минимальная шероховатость поверхностей;
- обрабатываемый материал.

По шероховатости поверхностей и конфигурации детали назначаются виды обработки: черновая, получистовая, чистовая. Так как, основная часть материала снимается на черновой обработке, то для увеличения производительности назначение инструмента ведется исходя из максимально возможного диаметра фрезы. При этом остаток не снятого материала на получистовую обработку может оказаться достаточно большим. Программный алгоритм [2] позволит скорректировать инструмент на получистовую обработку. Для чистового фрезерования, где получают окончательные размеры поверхностей назначение режущего инструмента идет с минимальным радиусом скругления поверхностей.

После выполнения алгоритма программа выдает два варианта комплекта инструмента фрез (рисунок 3) с ее параметрами: код инструмента, диаметр и длина инструмента, количество зубьев, тип фрезы по каждому виду обработки и рекомендуемыми режимами резания: скорость резания, подача.

Количество	6	Шероховатость	1,6	Тип конфигурации	2	глубина до СПП	40	материал заготовки	Серый чугун ▼
Номер радиуса	1	2	3	4	5	6	7		
	32	20	16	12	6	3			
вид обработки	черновая	получистовая	чистовая	подобрать на обработку			вывести из базы		
1 комплект	14	6	3						
2 комплект	18	8	3						
Очистить									

	Код инструмента	Диаметр инструмента	Длина инструмента	Кол-во зубьев	Вид обр-ки	тип фрезы	Рекомендуемые РР подача	Скорость резания
1 комплект	205482	14	76	4	черновая	обдирочная	0,06	90
	191632	6	52	4	получистовая	концевая	0,008	63
	191200	3	52	3	чистовая	концевая	0,003	23
2 комплект	205482	18	84	4	черновая	обдирочная	0,08	90
	191632	8	61	4	получистовая	концевая	0,012	63
	191200	3	52	3	чистовая	концевая	0,003	23

Рисунок 3 – Комплект режущего инструмента на обработку СПП

Выбранный комплект фрез позволит в любой автоматизированной САМ – системе при проектировании операций сделать назначение режущего инструмента и режимов резания, предварительные расчеты по времени обработки. Кроме того САМ – система имитирует процесс обработки и при необходимости покажет остаток не снятого материала. Трудоемкость обработки каждого варианта комплекта инструмента дает возможность при заданной шероховатости и точности поверхностей минимизировать процесс обработки детали со СПП на фрезерном станке с ЧПУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов А.Б., Маркова М.И., Зиновьев А.Т. Проблемы выбора режущего инструмента при обработке деталей, содержащих пространственно сложные поверхности//В книге: Фундаментальные и прикладные исследования по приоритетным направлениям развития науки и техники. Тезисы докладов международной школы-конференции. Министерство образования и науки РФ, Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, Институт водных и экологических проблем СО РАН. 2005. С. 88-90.
2. Маркова М.И., Негруленко Д.Н. Методика проектирования операций для обработки сложно-профильных поверхностей. Актуальные проблемы в машиностроении. 2018. № 3-4. С. 9-14.

ОБЗОР СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ОСЕСИМЕТРИЧНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Никишин Р. В. – студент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Анализ технологических схем получения двухслойных и многослойных трубных заготовок показал, что имеется много недостатков и сложностей при их изготовлении такими способами, как прессование, холодная прокатка и волочение, вытяжка, сварка, раздача всесторонним давлением с t° и др. Из них основными являются: большая трудоемкость изготовления изделия, значительное количество операций при подготовке поверхности сцепляемых слоев, большой расход электроэнергии, отсутствие эффективной расчетной методики для расчета всех технологических параметров, что приводит к значительному

браку и нерентабельности среднесерийных производств. Перспективными направлениями при изготовлении многослойных деталей, имеющих форму тел вращения, являются способы пластического деформирования, к которым относится деформирующее протягивание, как наиболее прогрессивный и ресурсосберегающий способ, повышающий технологические показатели процесса обработки детали. Для трубных осесимметричных многослойных изделий (ответственных деталей типа гильз, корпусов гидравлических и пневматических цилиндров, втулок, колец) с высокими требованиями к качеству внутренней поверхности, деформирующее протягивание является эффективной технологической операцией, обеспечивающей, кроме того, и качество автоскрепления отдельных слоев.

В работах по изучению параметров деформирующего протягивания однослойных цилиндрических заготовок изучались вопросы силовых нагрузок, деформаций и т.п. На основе этих исследований разработаны многие полезные для технологической практики расчетные инженерные методики. В частности, с помощью схемы равномерной раздачи получены инженерные зависимости для определения геометрических параметров обработанных заготовок, работы пластического деформирования [1].

Исследования механики деформирования при деформирующем протягивании показали, что у внутренней поверхности в зоне контакта с инструментом напряженно-деформированное состояние (НДС) существенно отличается от схемы равномерной раздачи. Но по мере приближения к свободной наружной поверхности, это различие уменьшается, и наружные слои однослойной заготовки деформируются в условиях, близких к схеме равномерной раздачи. К более точным расчетным схемам можно отнести зависимости, основанные на моментной теории оболочек. С их помощью изучены энергетические и силовые параметры процесса, но только для деформирующего протягивания тонкостенных заготовок оболочечного типа. Для заготовок с конечной толщиной стенки они неприемлемы [1, 2].

Вопросам деформирующего протягивания многослойных заготовок посвящено незначительное количество работ. В известных работах по способам изготовления многослойных заготовок доказана целесообразность применения составного корпуса вместо биметаллического проката, обладающего меньшей металлоемкостью. Снижается масса отходов (стружки), увеличивается производительность, уменьшается трудоемкость и себестоимость механической обработки. Требуемое качество изделия может быть достигнуто за счет установки в корпус, выполненный из менее качественного и дешевого материала, внутренней тонкостенной трубы из материала с заданными свойствами. При этом внешнюю часть составного корпуса, к которой не предъявляются высокие требования, можно изготовить из трубного проката и др. В этом случае достигается существенная экономия дорогостоящих материалов. Применение двухслойной заготовки, изготавливаемой из двух монометаллических труб заданной композиции, кроме экономии также обуславливает хорошее качество изделия и повышенные эксплуатационные характеристики.

Немаловажное значение при обработке составных заготовок имеет правильный расчет и подбор исходных размеров заготовки, исключая лишний расход металла, расчет конечного формоизменения заготовки, энергосиловых параметров деформирования и величины контактных давлений между инструментом и заготовкой и внутренними слоями заготовки. Важно также рассчитывать работу пластического деформирования, изменение геометрических параметров заготовки и контактное давление между слоями в процессе деформирования [2].

На основании изложенного следует, что для широкого внедрения процесса деформирующего протягивания в производство, необходимо создать эффективные методики расчета по изготовлению многослойных изделий, которые могли бы прогнозировать необходимые параметры процесса и качество заготовок после обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проскуряков Ю.Г., Романов В.И., Исаев А.Н. Объемное дорнование отверстий. М., Машиностроение, 1984, 222с.

2. Розенберг А.М. Физические явления при деформирующем протягивании и резании пластических материалов. Киев, Институт сверхтвердых материалов АН УССР, 1988, 187с.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Пастухович Д.Ю. - студент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Резание является одним из наиболее широко распространенных методов формоизменения материала заготовок. В условиях современного производства на процесс резания возложена задача функционального обеспечения обработки детали с требуемой точностью формы и размеров с заданной безотказностью работы.

Одной из главных причин отказов режущих инструментов является износ режущей кромки. Контроль износа наиболее актуален для инструмента, используемого в современном автоматизированном производстве, гибких производственных системах, а также при обработке труднообрабатываемых, дорогостоящих деталей, когда отказ инструмента из-за его износа влечет получение брака.

Износ режущего инструмента является сложным процессом, связанным с процессами трения, переменными нагрузками, вибрацией. На него сильно влияют температура режущей кромки.

Существенный вклад в изучение процессов, сопровождающих износ инструмента, внесли Н.И. Резников, А.Н. Резников, Г.И. Грановский, Р.О. Барсегянц, И. Дж. Армарего, Р.Х. Браун и др. [1 - 4].

В настоящее время износ инструмента в процессе резания может контролироваться по усилию резания и температуре в зоне резания. Сложность определения температуры в зоне резания обусловлена невозможностью установки измерительных преобразователей непосредственно в этой зоне без нарушения физических свойств контактирующих поверхностных слоев резца и изделия, а при установке указанных преобразователей на некотором расстоянии от зоны резания - необходимостью математического моделирования теплового поля в инструменте, что сопряжено с достаточно большой погрешностью получаемых результатов.

В настоящее время для измерения температур непосредственно в зоне резания применяют естественные термопары. Вопросами использования термоэлектрических методов для измерения температуры в зоне резания занимались Я.Г. Усачев, Е. Герберт, К. Готвейн, В. Рейхель, В.Ц. Зориктуев, И.С. Праведников и др. [4]. Однако, они получали усредненные значения температур, возникающих в зоне резания, в то время как особый интерес представляет раздельное определение температур, возникающих в зоне трения стружки о переднюю поверхность инструмента и обрабатываемой поверхности заготовки о заднюю поверхность. Знание этих температур позволит избежать местных перегревов инструмента и наиболее эффективно использовать систему охлаждения. Применение термоэлектрического метода контроля также позволяет оценивать изменения физических свойств режущей кромки инструмента, в значительной степени определяющего его износ, что, особенно актуально при автоматизации технологических процессов, связанных с резанием материалов.

Проведенный анализ методов измерения температуры в зонах трения показал, что методом, не требующим введения в зону трения каких либо дополнительных элементов, является метод естественной термопары, так как оптические методы, и, в том числе, метод инфракрасного излучения, в нашем случае неприменимы из-за непрозрачности тел трения. Термоэлектрический метод малоинерционен и, при использовании естественной термопары, электродами которой являются инструмент и заготовка, позволяет измерять температуру непосредственно в зоне резания [2].

Проведенный анализ литературных источников показал, что вопрос о форме теплового поля реза считаться полностью решенным нельзя. Обычно приводятся данные только об усредненных значениях температуры и не рассматриваются температуры рабочих участков режущего инструмента.

По результатам анализа установлена необходимость в разработке метода отдельного контроля средних температур в рабочих зонах передней и задней поверхностей инструмента. При резании возникают две зоны трения инструмента и детали: в зоне контакта передней поверхности инструмента со стружкой и его задней поверхности с поверхностью детали, причем в обеих этих зонах естественным путем образуются термопары, электродами которых являются обрабатываемая деталь и инструмент. Зоны трения, в данном случае не являются сплошными непрерывными зонами, а состоят из отдельных микрозон, образующих множество параллельно соединенных термоэлементов, каждый из которых имеет различное внутреннее сопротивление.

Таким образом, проблема разработки термоэлектрического метода отдельного определения нагрева рабочих поверхностей режущего инструмента при проведении экспериментальных исследований и метода оценки износа инструмента, допускающего его применение в процессе резания, является актуальной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зориктуев В.Ц., Исаев ШТ. Устройство для измерения электрической проводимости контакта "инструмент-деталь" в системах управления процессом резания. — Измерительная техника, 1984, №4, — С. 16-17.
2. Ильин А.Н. Исследования изменений электрической проводимости контакта "инструмент-деталь" и термоЭДС при износе режущего инструмента. — Оптимальное управление мехатронными станочными системами.: Сб. научн. трудов, Уфа, УГАТУ, 1999. — С.131-135.
3. Палей С.М., Решетов Д.Н. Автоматизированный контроль состояния режущего инструмента в токарных гибких производственных модулях. — Станки и инструмент, 1987, №11, — С. 15-18.
4. Резников, А.Н. Тепловые процессы в технологических системах Текст. / А.Н. Резников, А.А.Резников М.: Машиностроение, 1990., 288 с.

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ОПЕРАЦИЯХ СВЕРЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКА

Попазов В.А. - магистрант, Маркова М.И. - к. т. н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г.Барнаул)

Обработка деталей из стеклопластика недостаточно изученная область. Однако, есть работы [1, 2], в которых даны рекомендации по геометрии режущего инструмента и режимам резания при обработке композиционных материалов.

Учитывая свойства стеклопластика, его трудно обрабатываемость геометрические параметры свёрл выбирают в зависимости от обрабатываемого материала. На точность и качество сквозных отверстий на входе и выходе инструмента влияют задний угол α , передний угол γ и угол при вершине сверла 2φ . Их значения находятся в диапазоне: $\alpha = 10...30^\circ$; $\gamma = 0...20^\circ$; $2\varphi = 90...120^\circ$. Глухие же отверстия рекомендуется сверлить концевыми шпоночными фрезами. На стойкость и прочность инструмента большое влияние оказывают режимы резания: подача и скорость резания, которые зависят от диаметра режущего инструмента и материала его режущей части.

При сверлении отверстий спиральными сверлами из быстрорежущей стали Р6М5, диаметром от 5 до 9 мм с шероховатостью $R_a=2,5...4,0$ мкм ориентировочные значения

подачи лежат в пределах от 0,1 до 0,2 мм/об. Чем больше значение шероховатости, тем больше можно назначить подачу. При шероховатости $R_a > 7,5$ мкм подачу можно увеличить до 0,8 мм/об.

Значения скорости резания кроме того зависит от стойкости режущего инструмента и определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^{x_v}}{T^m s^{y_v}} \quad (1)$$

где V - скорость резания, м/с; D - диаметр сверла, мм; T - стойкость сверла, мин; s – подача, мм/об; C_v , m , x_v , y_v – коэффициенты, учитывающие условия обработки. При сверлении стеклопластика спиральными сверлами из быстрорежущей стали Р6М5 значение коэффициентов: $C_v=0,226$; $m=0,56$; $x_v=0,63$; $y_v=0,32$.

Неудовлетворительные условия резания пагубно сказываются на прочности и стойкость инструмента, которая лежит в пределах от 2 до 15 минут. Обработка деталей в условиях низкой стойкости инструмента влияет на качество и точность обрабатываемых отверстий, а так же влияет на производительность механической обработки из-за частой смены инструмента.

Для повышения стойкости инструмента на операциях сверления деталей из стеклопластика необходимо подобрать такие режимы резания, при которых качество обрабатываемых отверстий будет допустимым, а производительность обработки повысится. Экспериментальные исследования сверления сквозных отверстий в стеклопластике с разными режимами резания позволят получить данные, при обработке которых можно дать рекомендации по удовлетворительным условиям сверления.

Для проведения эксперимента на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели ГФ2171С5 заготовка из стеклопластика устанавливалась на столе станка. Обработка проводилась спиральными сверлами из быстрорежущей стали Р6М5, диаметром от 8 до 9 мм на разных режимах резания: значения подачи от 0,2 до 0,4 мм/об, скорости резания от 0,17 до 0,33 м/с.

На основе метода планирования экспериментов была составлена матрица планирования эксперимента по трем факторам s , V , D (таблица 1). Эксперимент проводился восемь раз, с повторяемостью по каждой строке матрицы три раза. Минимальные значения факторов s , V , D – это минус, а максимальные значение факторов – это плюс в матрице планирования эксперимента.

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента

№ эксперимента	Факторы		
	s	V	D
1	+	+	+
2	+	+	-
3	+	-	+
4	+	-	-
5	-	+	+
6	-	+	-
7	-	-	+
8	-	-	-

Контроль площадки износа режущих кромок сверла по задней поверхности измерялся на приборе по настройке режущего инструмента вне станка UNO 115 ECO (рисунок 1) в режиме Vision (рисунок 2). Износ сверла по всей длине режущей кромки не одинаков и увеличивается в сторону периферии от вершины резца, что обуславливается разными значениями скорости резания.

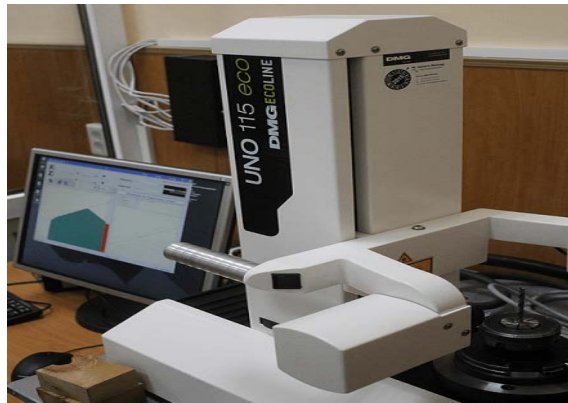


Рисунок 1 - Контроль износа сверла на приборе UNO 115 ECO

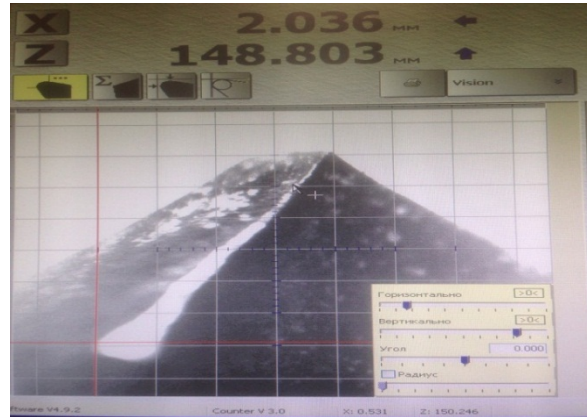


Рисунок 2 - Площадка износа режущей кромки спирального сверла

По усредненным значениям ширины площадки h_z были построены графики (рисунок 3) износа сверла по задней поверхности от времени. Данные графики показывают, что стойкость инструмента при обработке отверстий спиральными сверлами диаметром от 8 до 9 мм из быстрорежущей стали Р6М5 зависит от режимов резания и лежит в пределах 2...15 минут.

Из формулы скорости резания (1) можно найти стойкость сверла:

$$T = \frac{C D^x}{v k_s y} \quad (2)$$

При этом значение коэффициентов: $C=0,07$; $k=1,79$; $x=1,13$; $y=0,57$.

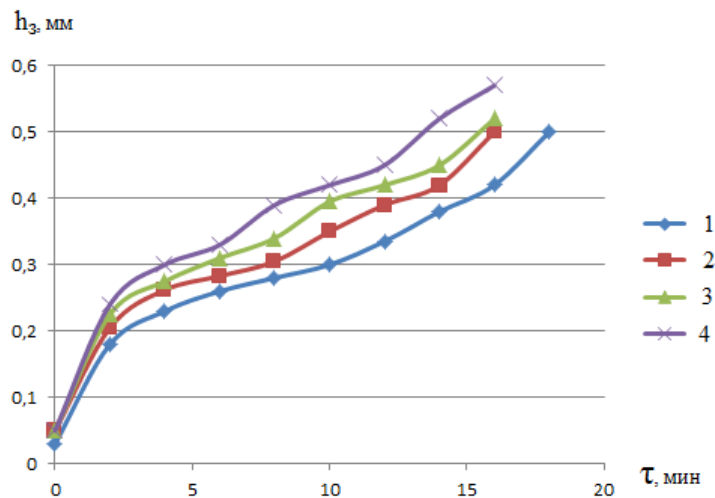


Рисунок 3 - Износ сверла от времени: 1 - $D=8$ мм, $s=0,4$ мм и $V=0,33$ м/с; 2 - $D=9$ мм, $s=0,4$ мм и $V=0,33$ м/с; 3 - $D=8$ мм, $s=0,2$ мм и $V=0,33$ м/с; 4 - $D=9$ мм, $s=0,2$ мм и $V=0,33$ м/с

Таким образом, на стойкость сверла наибольшее влияние оказывает скорость резания, за ней следует подача, затем диаметр инструмента. Для повышения стойкости инструмента необходимо варьировать скоростью резания и подачей. На основе экспериментальных и расчетных данных построена таблица 2. Значения скорости резания и подачи, приведенные в таблице, соответствуют стойкости сверла в пределах 15 минут.

Таблица 2

Скорость резания, м/спри сверлении стеклопластика

Подача, мм/об	Диаметр сверла, мм		
	8	8,5	9
0,2	0,3	0,32	0,33
0,3	0,27	0,28	0,29
0,4	0,25	0,26	0,27

Для увеличения стойкости сверла скорость резания необходимо уменьшить. Для этого определены поправочные коэффициенты (таблица 3).

Таблица 3

Поправочные коэффициенты k_T на скорость резания в зависимости от периода стойкости

s, мм/об	T, мин		
	30	45	60
0,2	0,7	0,57	0,47
0,3	0,6	0,56	0,45
0,4	0,64	0,52	0,44

Список литературы

1. Баранчиков В.И., Тарапанов А.С., Харламов Г.А. Обработка специальных материалов в машиностроении: справочник / В.И. Баранчиков. – М. : Изд-во Машиностроение, 2002. – 264 с.
2. Ярославцев В.М. Обработка резанием полимерных композиционных материалов: учеб.пособие / В.М. Ярославцев. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 180, [4] с. : ил.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГИЛЬЗЫ ПАТРОНА

Пугин А.Е. – магистрант, Щербаков Н.П. – к.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Одним из основных элементов патрона является гильза. Гильза — это закрытая с одной стороны тонкостенная трубка, основной задачей которой является размещение и обеспечение длительной сохранности средства воспламенения (капсюль-воспламенитель), заряда (пороха), obturation патронника и затвора от прорыва пороховых газов, а так же соединение всех составных частей патрона в единое целое.

Качество изготовления гильзы, характеризуемое ее точностью, имеет огромное значение при создании патрона и во многом определяет надежность и безотказность стрелкового оружия.

Многие параметры точности изготовления гильзы оказывают существенное влияние на эксплуатационные свойства патрона и процесса стрельбы. Несоблюдение параметров точности гильзы в ряде случаев приводит к разрыву гильзы в патроннике, заклиниванию, а также проблемам при сборке патрона.

При выходе окончательных размеров гильзы за пределы допуска бракуется вся производственная партия, что ведет к значительным финансовым потерям предприятия [1]. Технологический процесс изготовления гильз, как правило, включает в себя следующие технологические операции:

1. Изготовление исходной сплошной заготовки:

Вырубка → травление → отжиг → промывка → фосфатирование → промывка → омыление → сушка.

2. Формообразование исходной полый заготовки:

Свертка-выдавливание → отжиг → травление → промывка → фосфатирование → промывка → фосфатирование → промывка → омыление → сушка.

3. Предварительное формообразование стенки детали:

Вытяжка первая → Вытяжка вторая → отжиг → травление → промывка → фосфатирование → промывка → омыление → сушка;

Вытяжка третья → обрезка → обезжиривание → травление → промывка → фосфатирование → промывка → омыление → сушка;

Вытяжка четвертая → обезжиривание → травление → промывка → фосфатирование → промывка → омыление → сушка;

4. Предварительное формообразование конструктивных элементов дна детали:

Первая штамповка дна → вторая штамповка дна → обжим.

5. Термообработка, химическая обработка поверхности заготовки:

Отжиг краевой части заготовки → травление → промывка → фосфатирование → промывка → омыление → сушка.

6. Окончательное формирование конструктивных элементов дна:

Пробитие затравочных отверстий → обезжиривание → промывка → сушка → обточка фланца → обезжиривание → промывка → сушка → обрезка дульца.

7. Нанесение антикоррозионного покрытия:

Обезжиривание → промывка → фосфатирование → промывка → пассивирование → промывка → сушка → лакирование.[2]

Изготовление гильзы по выше рассмотренной технологии в ряде случаев приводит к получению брака. Так, например, при изготовлении сплошной заготовки могут наблюдаться следующие виды брака:

1. Прогиб кружка выше нормы может появиться из-за большого зазора между пуансоном и матрицей, присутствие выпуклости на торце пуансона, изогнутая полоса металла, из которой происходит вырубка.

2. Неправильная форма кружка или косой срез образуются при длине полосы не кратной шагу подачи; косообразных концов у полос; недоведении полосы до упора.

На операции свертки-выдавливания наблюдаются:

1. Разностенность гильзы, которая может вызвать появление трещин при стрельбе опасных как для стрелка, так и для оружия, либо возникнет проблема неизвлечения стрелянной гильзы из патронника. Разностенность появляется при плохом качестве рабочего инструмента и наладки оборудования; несоосность пуансона и матрицы; бракованный кружок; неправильная установка питателя.

2. Царапины и задиры на боковой поверхности колпака возникают при неоднородности закалки инструмента, грязи на кружках, либо грязной смазки; нарушен слой хрома.

3. Обрывы стенки, дна и надрывы по форме колпака являются следствием плохой термообработки перед сверткой или плохим качеством металла; неправильной формы рабочих поверхностей инструмента.

На операциях вытяжки:

1. Разностенность и косизна формируются при несоосности матрицы и пуансона; перекосе ползуна в направляющих прессах; косом и разностенном полуфабрикате предыдущей вытяжки.

2. Царапины на наружной и внутренней поверхности гильзы образуются при грязной смазке или полуфабрикате; попадание в полуфабрикат крошек при автоматической отрубке гильз; плохое хромирование инструмента или разрушение слоя хрома.

3. Трещины на последней вытяжке возникают из-за недостаточного отжига полуфабриката; разностенности; высокого наклепа.

На операциях штамповки:

1. Косое дно формируется при несоосности пуансона и матрицы; косой установке полуфабриката; большие зазоры между штампом и входной частью матрицы.

2. Неполная форма фланца появляется при большом радиусе пуансона штамповки; перекосе штампа или матрицы.

3. Неправильная форма фланца в капсюльном гнезде возникает при неверной регулировке инструмента; некачественной смазки.

Виды брака при обжиге дульца:

1. Поперечные складки корпуса формируются при отсутствии смазки; мягком дульце.

2. Продольные складки образуются из-за отсутствия смазки.

3. Трещины и сдвиг металла появляются из-за высокой жесткости металла полуфабриката; недостаточном отжиге [3].

В процессе изготовления происходит нарушение и других точностных параметров гильзы.

Своевременное и научно-обоснованное управление точностью изготовления гильзы позволит избежать большинства недостатков, присущих существующим технологическим процессам и тем самым сделает их более совершенными.

Для решения задачи совершенствования технологического процесса изготовления гильзы путем управления точностью её изготовления авторы предполагают решение следующих задач.

1. Анализ конструкторских размеров гильзы и методов их контроля.

2. Статистический анализ точности изготовления гильзы патрона.

3. Разработка математической модели точности изготовления гильзы патрона на операциях вытяжки.

4. Разработка методических рекомендаций по обеспечению точности контроля разностенности гильзы с целью предотвращения производственного брака.

Решение выше поставленных задач позволит снизить количество брака при производстве гильз, что повлечет за собой снижение расходов предприятия-изготовителя и в целом повысит качество продукции.

Список литературы:

1. Николаев К.А. Управление точностью изготовления гильзы 45 AUTO: Магист. диссертация. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, 2016.

2. Технология производства патронов стрелкового оружия Ч.1 / Технологические основы проектирования патронов /Н.П. Агеев, Г.А. Данилин, В.П. Огородников; Балт. гос.техн. ун-т. – СПб., 2005. – 352 с.
3. Сафарянц А.Р. Технология патронно-гильзового производства / учебное пособие /А.Р. Сафарянц. – Тула.: 1975.- 208 с.

ПРОБЛЕМА ТОЧНОСТИ НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ В СОВРЕМЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Пушкина Е.К.– студент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время, в связи с обеспечением конкурентоспособности отечественной продукции, как на внутреннем, так и на мировом рынке, к ее качеству предъявляются высокие требования.

Повышение качества машиностроительной продукции связано с совершенствованием технологии ее изготовления и внедрением в производство прогрессивных методов обработки. Особое внимание при этом уделяется обеспечению точности обработки и приданию поверхностному слою деталей машин необходимых физико-механических свойств.

В последние годы в машиностроении в результате широкого применения материалов с высокими прочностными и специальными свойствами наметилась тенденция к снижению металлоемкости и массы машин и, как следствие этого, - образование большого числа нежестких деталей.

Обеспечение точности нежестких деталей сопряжено со значительными трудностями из-за технологических остаточных деформаций. Остаточные деформации деталей возникают в результате нарушения равновесия их напряженного состояния в ходе технологического процесса и составляют основную долю суммарной погрешности обработки. Борьба с остаточными деформациями при изготовлении нежестких деталей стала одной из острых проблем в технологии машиностроения.

Регулирование остаточных напряжений в заготовке, обеспечение равномерного припуска в процессе обработки и корректировка технологических баз позволяют добиться минимальных остаточных деформаций. Однако эти методы не всегда приводят к желаемым результатам и тогда в технологический процесс изготовления нежестких деталей необходимо вводить операцию правки.

Применение традиционных методов правки в горячем, а тем более в холодном состоянии металла, нежелательно, поскольку правка снижает эксплуатационные свойства деталей в связи с возможным появлением трещин и образованием неоднородности остаточных напряжений и наклепа в сечении детали.

Перспективными являются методы правки, совмещаемые с финишной операцией технологического процесса изготовления деталей.

Для этой цели более всего подходят методы поверхностного пластического деформирования (ППД). Они позволяют эффективно управлять напряженным состоянием детали, не внося в наследственную эпюру остаточных напряжений изменений, связанных с удалением поверхностного слоя материала. Кроме того, ППД исключает появление трещин и создает в поверхностном слое сжимающие остаточные напряжения, повышая тем самым эксплуатационные свойства деталей, такие как: усталостная прочность, контактная выносливость и долговечность. Однако существующие методы исправления коробления деталей при обработке ППД недостаточно эффективны и сложны для их широкого использования на практике. Кроме того, их применение сдерживается отсутствием простых и в то же время точных зависимостей, связывающих технологические параметры ППД с

устраняемой остаточной деформацией. И, наконец, с позиции достижения необходимых физико-механических свойств известные методы имеют ряд серьезных недостатков.

В этой связи актуальной является разработка новых методов ППД и их теоретических основ, которые позволят эффективно исправлять остаточную деформацию нежестких деталей путем управления их напряженным состоянием, обеспечивая при этом более равномерное упрочнение материала поверхностного слоя.

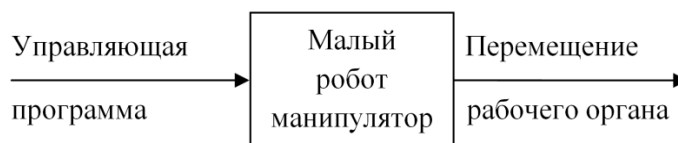
РАЗРАБОТКА МАЛОГО РОБОТА МАНИПУЛЯТОРА

Животикова О.Е. - студент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова(г. Барнаул)

Сегодня производственные роботы, являются наиболее используемыми среди роботов и робототехнических систем[1]. Промышленные роботы применяются для автоматизации технологических процессов и операций по производству различных видов продукции. Разнообразные исполнительные устройства: манипуляторы, схваты, шпиндельные узлы, сварочные головки, – позволяют выполнять им тяжелую, монотонную, вредную и физически опасную работу. В связи с этим, производители основное внимание уделяют изготовлению крупных и средних промышленных роботов. Это обуславливает сравнительно низкий интерес производителей к разработке малых роботов. Малые роботы манипуляторы, способны решать бытовые и несложные производственные задачи.

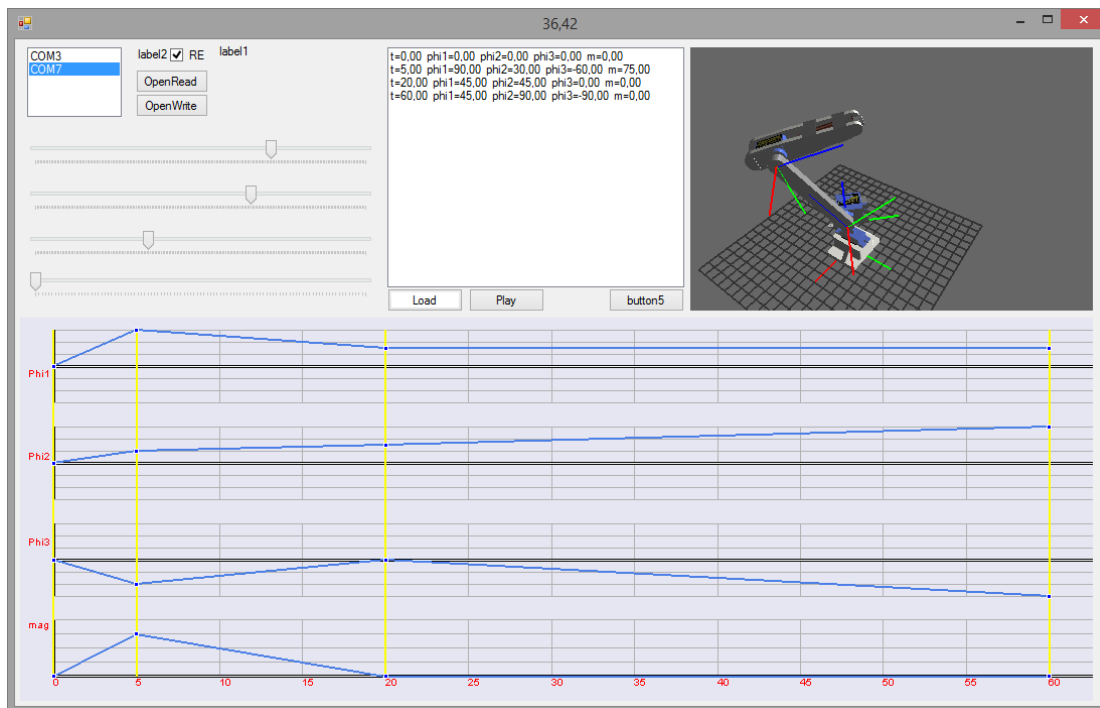
В общем виде робот манипулятор может быть представлен как модель черного ящика:



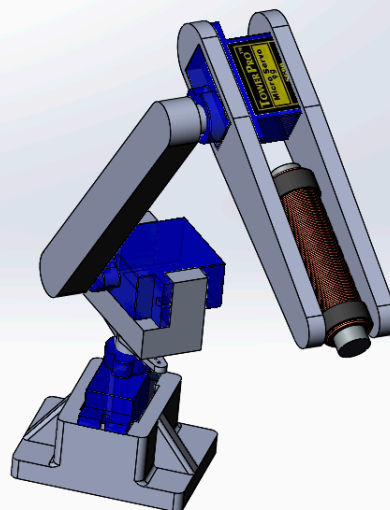
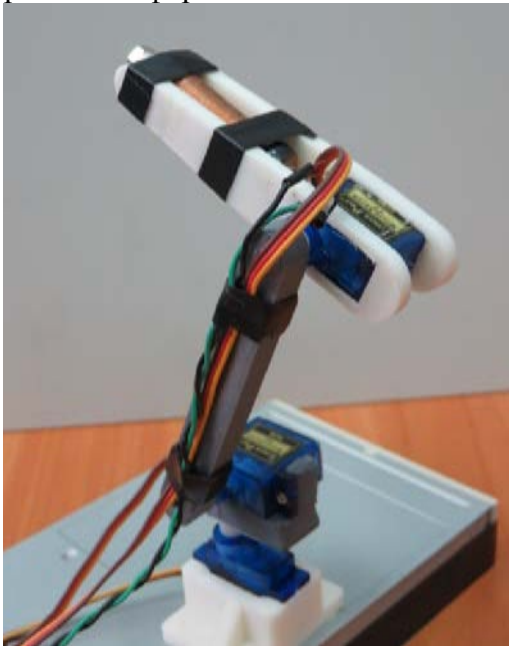
Нами ведется разработка прототипа малого робота манипулятора. Технические решения полученные при разработке прототипа планируется в дальнейшем использовать для построения модели усовершенствованного робота манипулятора.

В своем составе робот манипулятор имеет: основание, подвижные звенья, сервоприводы. Детали робота изготовлены методом 3D-печати из ABS пластика. В качестве исполнительного органа используется электромагнитный захват. Одним из преимуществ электромагнитного захвата является возможность оперировать объектами независимо от их формы, даже несмотря на низкую точность позиционирования и ориентации. Используемый схват предназначен для манипулирования объектами из магнитных материалов.

Управляющая электроника выполнена на базе микроконтроллера ATmega328P, который формирует управляющие сигналы для сервомоторов и модуля электромагнитного захвата. Микроконтроллер получает управляющие команды на перемещение рабочих органов от компьютера, на котором выполняется главная программа. Компьютер и микроконтроллер обмениваются данными через последовательный интерфейс UART.



Главная программа реализует взаимодействие оператора с роботом. Предусмотрена возможность как ручного управления с помощью пульта, так и возможность управления по заранее написанной программе на языке G-code. Управляющую программу в G-code возможно подготовить с помощью различных САМ-систем. С помощью режима ручного программирования возможно создание программ, в которых не требуется высокая точность позиционирования рабочего органа. Программирование в этом режиме реализуется по принципу создания ключевых кадров. Оператор последовательно приводит робота в необходимые состояния и заносит их в программу в виде ключевых кадров. Далее на интервалах, с помощью интерполяции, вычисляется значение всех промежуточных точек. В конечном итоге программа представляется в виде временных диаграмм, в которых содержится информация о состоянии исполняющих устройств во все моменты времени.



Полученные технические решения найдут дальнейшее применение при создании новой модели малого робота манипулятора, обладающего более высокой, по сравнению с прототипом, точностью позиционирования. На данный момент нами получены следующие результаты: реализован метод решения задачи обратной кинематики[2] в виде программного

обеспечения, разработана система управления, состоящая из главной программы и программы для микроконтроллера, изготовлен прототип робота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://refleader.ru/jgepolotrmetryfs.html>
2. Механика промышленных роботов: Учеб. пособие для вузов: В 3 кн./Под ред. К.В. Фролова, Е.И. Фролова Е.И. Воробьева. Кн 1: Кинематика и динамика/ Е.И. Воробьев, С.А. Попов, Г.И. Шевелева. - М.: Высш. шк., 1988.-304 с.: ил.

КЛАССИФИКАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАДПИСЕЙ

Соломин Д.Е. – студент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

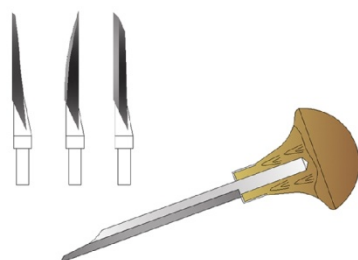
В машиностроении широко применяются технологические операции нанесения буквенных и цифровых надписей на деталях приборов, металлорежущих инструментах, штампах, прессформах с глубоким и выпуклым профилем.

Перечень видов инструментов для нанесения надписей обширен. Классификация инструмента для гравировки надписей необходима для подбора инструмента с учетом особенностей выполняемых операций.

Все инструменты были разделены на 5 групп (таблица 1):

1. Граверы (штихели)
2. Гравировальные фрезы
3. Фрезы
4. Микрофрезы
5. Бор фрезы

Таблица 1 – Инструменты для нанесения технических надписей

Гравер (штихель)	Гравировальная фреза	Фреза
		
Микрофреза	Бор фреза	
		

1. Граверы (штихели) – ручной режущий инструмент, чаще всего применяющегося для гравировки по металлу.

Клинки штихелей различаются по форме и размеру поперечного сечения. Каждому размеру сечения соответствует определенный номер штихеля, причём, чем больше номер, тем больше площадь поперечного сечения. Также штихели различают по форме лобовой грани клинка, т.е поперечного сечения его режущей части. В зависимости от этой формы резцы имеют специальные названия.

- 1.1. Шпицштихель
- 1.2. Мессерштихель
- 1.3. Фасетштихель
- 1.4. Юстирштихель
- 1.5. Грабштихель
- 1.6. Флахштихель с широкой спинкой
- 1.7. Флахштихель с узкой спинкой
- 1.8. Полуовальный болтштихель
- 1.9. Овальный болтштихель
- 1.10. Шатирштихель

2. Гравировальные фрезы – режущий инструмент предназначенный для обработки металлов резанием. Применяется для различных задач гравировки, табличек, гравировки для торцевой подсветки, снятие фасок, обработки воска, кости, фрезерования под изгиб композита и других операциях.

Гравировальные фрезы подразделяются на три группы:

- 2.1 По типу обрабатываемого материала
- 2.2. По материалу режущей части
- 2.3. По форме режущей части

В свою очередь они подразделяются на более мелкие подгруппы.

- 2.1. По типу обрабатываемого материала
 - 2.1.1. Для обработки сталей, чугунов, нержавеющей стали.
 - 2.1.2. Для обработки пластика
 - 2.1.3. Для обработки дерева
 - 2.1.4. Для обработки цветных металлов
 - 2.1.5. Для обработки камня
 - 2.1.6. Для обработки кости
 - 2.1.7. Для обработки воска
 - 2.2. По материалу режущей части
 - 2.2.1. Из быстрорежущей стали
 - 2.2.2. Из твердосплавного материала
 - 2.2.3. Из синтетического алмаза
 - 2.3. По форме режущей части
 - 2.3.1. Пирамидка
 - 2.3.2. Сферические
 - 2.3.3. Конические
 - 2.3.3.1. Однозаходные
 - 2.3.3.2. Двухзаходные
 - 2.3.4. Перовые (для обработки дерева)
 - 2.3.4.1. Прямые
 - 2.3.4.2. Сферические
 - 2.3.4.3. Фасонные
 - 2.3.5. Прямые
 - 2.3.5.1. Однозаходные
 - 2.3.5.2. Двухзаходные
- V – граверы (твердосплавные)

3. Фрезы – режущий инструмент, выполненный из твердого сплава. Различаются геометрической частью, предназначены для фрезерования, раскроя, выборки пазов, а также, их можно применять на граверных работах.

Фрезы разделяются на три группы:

- 3.1. Спиральные
- 3.2. Компрессионные
- 3.3. Прямые

Каждая группа разделяется на подгруппы.

- 3.1. Спиральная
 - 3.1.1. Спиральные конусные сферические
 - 3.1.2. Спиральные сферические
 - 3.1.3. Спиральные конусные плоский кончик
- 3.2. Компрессионные
 - 3.2.1. Однозаходные
 - 3.2.2. Двухзаходные
 - 3.2.3. Трехзаходные
 - 3.2.4. Четырехзаходные
- 3.3. Прямые
 - 3.3.1. Прямые конусные сферические
 - 3.3.2. Прямые сферические

4 Микрофрезы – режущий инструмент малого диаметра (от 0,05 до 3 мм), выполненный из твердого сплава. Предназначен для фрезерования, гравирования, выборки пазов, отверстий. Отличается высокой степенью точности обработанной поверхности.

Различаются по типу обрабатываемого материала.

- 4.1. Для обработки алюминия
- 4.2. Для обработки сталей, чугунов, нержавеющей сталей.

В свою очередь подразделяются на подгруппы:

- 4.1. Для обработки алюминия
 - 4.1.1. Концевые
 - 4.1.2. Концевые сферические
 - 4.1.3. Концевые сферические удлиненные
 - 4.1.4. Концевые удлиненные

Для обработки сталей, чугунов нержавеющей сталей подгруппы будут идентичными.

5. Борфрезы- режущий инструмент, выполненный в виде хвостовика и рабочей части.

Применяют для таких технологических операций как зачистка поверхности из металла и ее шлифовка, гравировка, растачивание отверстий до требуемых размеров.

Борфрезы делятся на 3 группы:

- 5.1. По форме режущей части
 - 5.1.1. Цилиндрические
 - 5.1.1.1. Цилиндрические
 - 5.1.1.2. Цилиндрические с коническим хвостовиком
 - 5.1.2. Сферические
 - 5.1.3. Овальные
 - 5.1.4. Конические
 - 5.1.4.1. Коническая закругленная
 - 5.1.4.2. Коническая заостренная
 - 5.1.4.3. Конус с углом 60 градусов
 - 5.1.4.4. Конус с углом 90 градусов
 - 5.1.4.5. Обратный конус
 - 5.1.5. Полуовальные
 - 5.1.5.1. Аркоподобная закругленная
 - 5.1.5.2. Аркоподобная заостренная

- 5.2. По материалу режущей части
 - 5.2.1. Из быстрорежущей стали
 - 5.2.2. Из твердосплавного материала
 - 5.2.3. Из синтетического алмаза
- 5.3. По типу заточки
 - 5.3.1. Для выполнения работ по алюминию
 - 5.3.2. С универсальной нарезкой
 - 5.3.3. С ультратонкой нарезкой
 - 5.3.4. С тонкой нарезкой

Разработанная классификация инструментов для фрезерования буквенно-цифровых знаков позволяет уменьшить номенклатуру и типоразмеры оснастки в производстве.

Инструменты для нанесения технических надписей разделены на пять групп: граверы (штихели), гравировальные фрезы, фрезы, микрофрезы, бор фрезы.

ПАРАМЕТРЫ РАССЕЯНИЯ РАЗМЕРОВ ЗАМЫКАЮЩЕГО ЗВЕНА ПРИ СЕЛЕКТИВНОЙ СБОРКЕ МЕТОДОМ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ

Сорокин К. С. – магистрант, Панов А. А – к. т. н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Параметрами оценки рассеяния некоторой величины X являются значения среднего $\bar{X}$, среднеквадратичного отклонения σ_X и поля рассеяния ω_X . При изготовлении изделий в массовых количествах в неизменных производственных условиях законы рассеяния размеров деталей являются достаточно устойчивыми, и такие достаточно большие объемы можно считать генеральными совокупностями с параметрами σ_0 и ω_0 . Ограниченную партию деталей в условиях серийного производства можно считать случайной выборкой из генеральной совокупности. При селективной сборке важна идентичность законов для всех составляющих звеньев. Это условие должно соблюдаться и при методе индивидуальной комплектации.

Для поставленной задачи важно оценить степень отклонения реального рассеяния (для партии) от устойчивого (для генеральной совокупности), то есть параметры рассеяния величины $x_i = X_{i1} - X_{i2}$, где X_{i1} и X_{i2} – соответственно теоретическое и реальное значение величины X (размер составляющего звена) для i -го номера массива. В соответствии с теоретическими положениями математической статистики рассеяние случайной величины x близко к нормальному, а его параметры можно определить по следующим зависимостям:

1. Отклонение среднего значения M_X для партии (объема выборки) N элементов равно:

$$M_X = \pm \frac{\sigma_0}{\sqrt{N}}. \quad (1)$$

2. Среднее квадратичное отклонение величины x определяется следующим образом:

$$\sigma_X = \pm \frac{\sigma_0}{\sqrt{2N}}. \quad (2)$$

Допуски T_A и T_B составляющих звеньев примем равными, поля рассеяния должны быть равными допускам ($\omega_A = T_A$, $\omega_B = T_B$), устойчивые законы рассеяния примем идентичными. В общем случае поля допусков (и соответственно, поля рассеяния) имеют относительный сдвиг C_0 , величина которого определяется характером сопряжения (зазор, натяг или переходная посадка).

Реальное рассеяние размеров A и B имеет отклонение от устойчивого (теоретического), поэтому отклонение размера замыкающего звена в пределах партии N изделий изменяется от $\Delta_{\min}$ до $\Delta_{\max}$:

$$\Delta_{\min} = C_0 - M_A - 3\sigma_A - M_B - 3\sigma_B; \quad (3)$$

$$\Delta_{\max} = C_0 + M_A + 3\sigma_A + M_B + 3\sigma_B. \quad (4)$$

Разброс отклонений при расчете по способу максимума-минимума определится как разность возможных предельных отклонений. Поскольку $\sigma_A = \sigma_B$, $M_A = M_B$, то

$$\Delta_{\max} - \Delta_{\min} = 4M_A + 12\sigma_A. \quad (5)$$

При этом следует иметь в виду, что ожидаемая величина поля рассеяния составит $\omega_A = \pm 6\sigma_A$, а возможное смещение среднего значения M_C от теоретического C_0 будет составлять $\pm 4M_A$.

Таким образом, ожидаемая точность замыкающего звена при сборке, то есть допуск T_Δ , в пределах которого будут находиться размеры, составит:

$$T_\Delta = \Delta_{\max} - \Delta_{\min} = 4M_A + 12\sigma_A. \quad (6)$$

После подстановки в выражение (6) значения M_A из формулы (1) и σ_A из формулы (2):

$$T_\Delta = \frac{4\sigma_0}{\sqrt{N}} \left(1 + \frac{3\sqrt{2}}{2} \right). \quad (7)$$

Полученные зависимости позволяют установить необходимое соотношение производственных допусков на изготовление деталей T , заданного допуска замыкающего звена T_Δ , размера партии изделий N при известном законе рассеяния размеров деталей и селективной сборке изделий методом индивидуальной комплектации.

Выполненные исследования показали, что селективная сборка методом индивидуальной комплектации в сравнении с методом групповой взаимозаменяемости обеспечивает заданную точность при полном исключении некомплекта. При этом методе пары сопрягаемых деталей комплектуются из массива сборочной партии N комплектов без предварительной сортировки на группы. Условием комплектования является минимум дисперсии отклонений размеров замыкающего звена. Величина ожидаемого интервала расположения поля рассеяния размеров замыкающего звена T_Δ может быть определена по формуле, полученной из (7):

$$T_\Delta = C \frac{T}{\sqrt{N}}, \quad (8)$$

где T – величина допуска размеров отверстия и вала; C – величина, зависящая от ожидаемого закона рассеяния размеров отверстия и вала: $C = 2,081$ для нормального закона; $C = 2,548$ для закона Симпсона; $C = 3,604$ для закона равной вероятности или неизвестного.

Для иллюстрации вышесказанного рассмотрим пример формирования поля рассеяния размеров замыкающего звена трёзвенной цепи. Экономичные допуски на размеры отверстия и вала составляют: $T_A = T_B = T = 1000$ (в условных единицах). Допуск размера замыкающего звена $T_\Delta = 400$. Объём сборочной партии $N = 100$ комплектов. Число групп сортировки деталей при сборке методом групповой взаимозаменяемости составляет:

$$k = \frac{T_A + T_B}{T_\Delta}. \quad (9)$$

Для заданных условий $k = 5$. При рассеянии размеров деталей, близком к равновероятному, в каждую группу должно попасть по 20 деталей, и в этом случае при сборке комплектов из деталей одноименных групп не будет несобираемых остатков. Однако реально рассеяние размеров никогда не соответствует теоретическому, поэтому некомплект при сборке неизбежен, как и отмечено выше.

Экспериментальная проверка была выполнена на компьютерной модели [1]. Сформированные псевдослучайным способом массивы размеров деталей объемом $N = 100$ шт. сортировались на 5 групп и комплектовались в соответствии с групповой принадлежностью. Эксперимент был повторён 10 раз. Количество деталей в группах составляло от 13 до 30. Некомплект оценивался для каждой из десяти сборочных партий и общий, формировавшийся после присоединения несобранных остатков от предыдущих партий. Некомплект в партиях составлял от 3 до 19 процентов, а общий некомплект с ростом общего объема сборки снижался с 12 до 5 процентов.

Сборка методом индивидуальной комплектации моделировалась для тех же десяти сборочных партий. Величина ожидаемого интервала расположения поля рассеяния размеров замыкающего звена определена по формуле (8): $T_{\Delta} = 360$, т. е. (± 180) единиц. При комплектовании массивов размеров замыкающего звена полученные значения изменялись в диапазоне от (-124) до ($+173$), что не выходит за расчетные границы и границы допуска. Объем минимальной сборочной партии может быть определен из преобразованной зависимости (8):

$$N = 12,989 \left(\frac{T}{T_{\Delta}}\right)^2. \quad (10)$$

Для рассмотренных условий $N_{\min} = 82$ комплекта.

Таким образом, сборка методом индивидуальной комплектации обеспечивает полную собираемость в условиях изготовления малых партий изделий.

Список литературы

1. А.А. Панов, Н.С. Дегтярева, С.В. Ярмонов. Система моделирования процесса обеспечения точности при селективной сборке изделий машиностроения (Инкомселект). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009614048 от 30.07.2009.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПОРШНЕВОГО ПАЛЬЦА СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.

С. В. Титаренко

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова
Научный руководитель – Т. А. Аскалонова, к. т. н., доцент

Поршневой палец является ответственной и незаменимой деталью двигателя. Он представляет собой стальной полый цилиндр, поверхность которого упрочняется в процессе производства и имеет высокие требования по качеству механической обработки для уменьшения концентраторов напряжений. Поршневой палец проворачивается как в бобышках поршня, так и в головке шатуна. В данном случае, поршневой палец фиксируется от продольного перемещения специальными стопорными кольцами, а между пальцем и внутренней поверхностью головки шатуна устанавливается втулка из бронзы. Такой поршневой палец называют «плавающим». Преимущество «плавающего» пальца - его равномерный износ и большая надежность работы (в случае заклинивания в бобышках или в шатуне). «Неплавающие» поршневые пальцы запрессованы в верхней головке шатуна и проворачиваются только в бобышках поршня, где стопорные кольца и втулка не нужны, тем самым, конструкция выходит легче и проще. Во время работы палец подвергается значительным механическим нагрузкам в различных направлениях, а также воздействию сил трения и температуры. Все эксплуатационные показатели формируются на финишных

операциях, и именно здесь происходит окончательное формирование показателей качества изделий. Вероятность их получения в пределах допуска во многом определит надежность всего технологического процесса. Вместе с этим имеются и такие параметры финишных операций, на обеспечение которых влияет характер предыдущих операций[4]. Так называемая «технологическая наследственность», которая проявляется в зависимости от качества выполнения предыдущих операций на последующие. Но, возможности не безграничны и следует стремиться к минимизации контрольных операций, наличие которых требует затрат. Не все параметры изделия проходят контроль, а отбраковка большого количества изделий экономически затратна. Надежность технологического процесса связана с качеством осуществления отдельных операций, особенно финишных. Вследствие этого, исследование и организация методов контроля на финишных операциях является актуальными.

Для оценки показателей качества детали используются статистические методы. В большинстве случаев для обработки опытного статистического материала используются математические модели исследуемого явления, основу которых составляют идеи и методы теории вероятностей.

В прошлой работе [5] был обработан массив данных, полученный на ОАО «Трансмаш». Для обработки полученных данных, использовалось программное обеспечение, разработанное на кафедре технологии машиностроения. Программа позволяет произвести необходимые расчёты для получения графика распределения и определить получаемый закон распределения, а также выявить вероятность брака[3]. Но этот метод позволяет исследовать точность обработки законченного этапа технологического процесса, при этом не учитывается последовательность обработки заготовок, нельзя наблюдать изменения их размеров в реальном времени.

К статистическим методам, позволяющим проследить технологический процесс обработки деталей глубже, разделить влияние случайных и систематических погрешностей, является метод исследования с помощью карт Шухарта. Этот метод является эффективным средством управления процессом, так как в нем осуществляется сбор и регистрация контролируемых показателей в режиме реального времени. (ГОСТ Р 50779.42-99) Контрольные карты Шухарта, дают возможность определить визуально изменение размера в процессе, выявляет различие между случайными и систематическими нарушениями и снижает потери от брака за счёт предотвращения появившихся дефектов. От линейчатых графиков контрольные карты отличаются только дополнительно нанесенными горизонтальными линиями. Эти линии обозначают верхнюю и нижнюю контрольную границу статистически допустимых изменений измеряемой величины и среднее значение всех измерений. Цель контрольных карт - обнаружить неестественные изменения в данных из повторяющихся процессов и дать критерии для обнаружения отсутствия статистической управляемости. Метод контрольных карт помогает определить, действительно ли процесс достиг статистически управляемого состояния на правильно заданном уровне или остается в этом состоянии, а затем поддерживать управление и высокую степень однородности важнейших характеристик продукции, посредством непрерывной записи информации о качестве продукции в процессе производства. Использование контрольных карт и их тщательный анализ ведут к лучшему пониманию и совершенствованию процессов. Благодаря данному методу мы можем провести анализ минимального количества деталей. Выполнение таких построений, проводится для того, чтобы уменьшить время обработки полученных данных, что в свою очередь позволит быстро выявить проблему при обработке деталей. Применение контрольных карт для отображения изменений показателей во времени дает возможность точно определить, когда и как изменился процесс и тем самым обеспечить базу для управления им. Например, если контрольная карта отображает единичный случай выхода показателя за контрольные границы, то нет необходимости предпринимать какие-либо действия по корректировке процесса. Если же, например, контрольная карта показывает асимметричное смещение контролируемого показателя относительно линии средних

значений, то процесс требует вмешательства и принятия корректирующих действий. Для построения контрольных карт, выборочно возьмём 20 деталей после чернового шлифования из исследуемой партии. При построении карт были определены точки контроля размера и их границы распределения размеров. После этого рассчитана линия средних значений и контрольные границы. Далее определяем точки, вышедшие за пределы контрольных границ, проводим анализ причин выхода значений (Рисунок1). При последующих построениях карт, можно сужать контрольные границы допуска, чтобы убедиться в стабильности процесса.

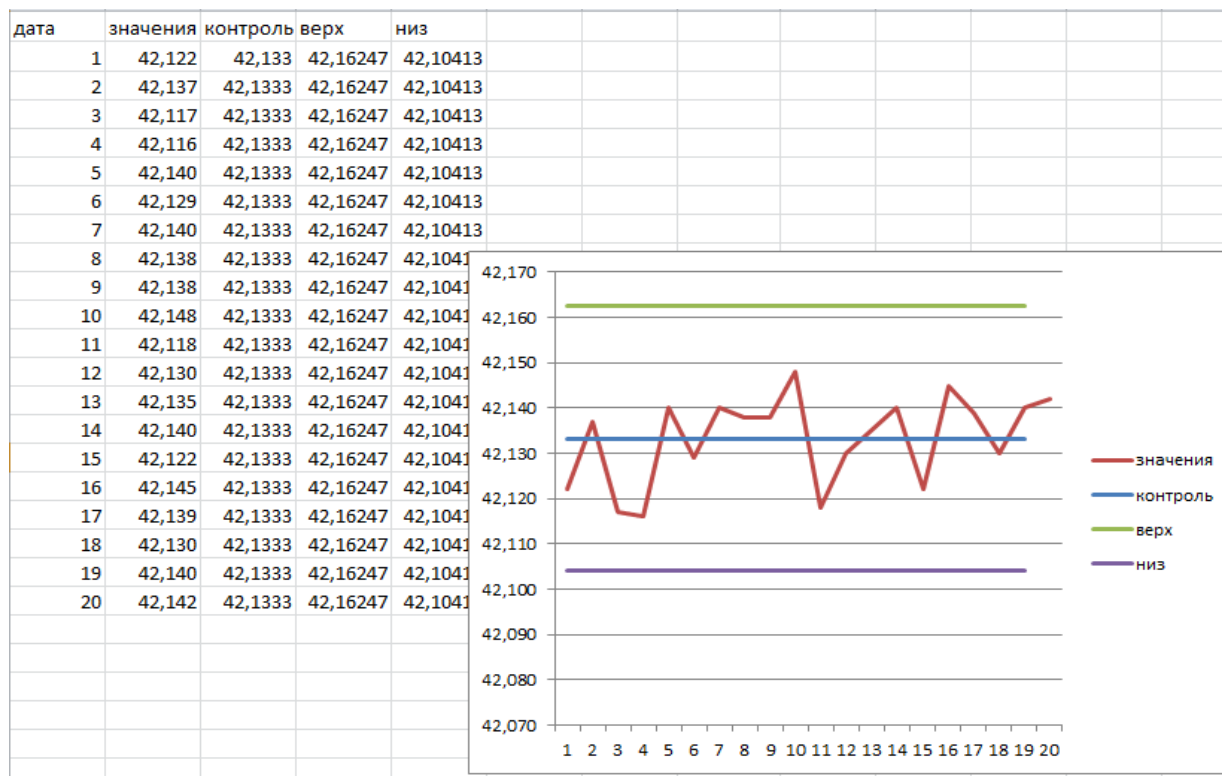


Рисунок1 Контрольная карта Шухарта партии деталей после чернового шлифования.

Построив контрольные карты, на основе уже имеющих данных (Рисунок1), мы видим разброс размеров достигающий 30%, что сигнализирует о нестабильности процесса. Такая нестабильность размеров негативно сказывается на последующих операциях шлифования, т.е. является отрицательной наследственностью. Это требует дополнительных исследований по выявлению причин нестабильности и определению вклада в этот процесс инструмента и режимов резания с целью повышения качества обработки на финишной операции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений // А.Г. Суслов, В.П. Федоров, [и др.] ; под общ.ред. А.Г. Суслова. М. : Машиностроение, 2006.
2. Исследование влияния структурно-механических характеристик абразивного круга на эксплуатационные показатели (коэффициент шлифования) // Т.Н. Орлова, И.Ю. Орлов // Абразивный инструмент и металлообработка: сб. на уч. тр. – Челябинск: ОАО УНИИАШ, 2004.
3. Влияние физико-механических свойств фенолформальдегидных смол на качественные характеристики абразивного инструмента / Т.Н. Орлова, В.Ф. Холоденко / Волгоград, 2000.

4. An Investigation On Piston Pin Seat Fatigue Life on The Mechanical Fatigue Experiments // Y.Q.Liu ,Y.X.Wang ,X.H.Men and F.H.Lin //, key engineering material, Vol 25, pp.527-531, 2006.

5. Статистические методы управления точностью обработки поршневого пальца на финишных операциях // С. В. Титаренко, Т. А. Аскалонова// Научная статья.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТНО-СИЛОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ХОЛОДНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ В ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКЕ

Щербинин Д.С. - студент, Горин Е.Ю. – аспирант, Кряжев Ю. А. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова

Штампы для холодного деформирования работают в условиях высоких знакопеременных нагрузок, которые приводят к нагреву и изнашиванию рабочих поверхностей. В зависимости от вида операций штамповки, свойств штампуемого материала, состояния оборудования и других факторов будут меняться причины выхода из строя инструмента для штамповки. Основные причины выхода инструмента из строя:

1. малоцикловая усталость и хрупкое разрушение; 2. изменение размеров и формы штампов в результате абразивного износа; 3. . изменение размеров и формы штампов в результате деформации и смятия. Поэтому для штампов в зависимости от их назначения, условий работы, формы размеров необходимо выбирать рациональные по составу стали, режимы термической и химико-термической обработки.

Пуансон ОЛСП-2 предназначен для высокопроизводительного процесса расправки дульца гильзы патрона стрелкового оружия. Принцип действия пуансона: гильза выталкивателем подаётся на пуансон, где головной частью пуансона происходит расправка дульца гильзы, на глубину не более 2 мм. После расправки пуансон выходит из гильзы и гильза, уперевшись в стенки матрицы, снимается с пуансона. В закрытом пространстве в матрице пуансон подвергает исходную заготовку патрона давлению с чрезвычайно большими усилиями. В случае если пуансон децентрирован, то образуются дополнительные изгибающие и растягивающие нагрузки, приводящие к его поломке из-за недостаточной устойчивости. Это может произойти в случае неравномерного износа пуансона. Изменение размеров и формы пуансона может привести к изменению глубины расправки дульца гильзы, а это в свою очередь при обжиге патрона способствует увеличению пулеизвлекающего усилия, что отрицательно сказывается на баллистических характеристиках патрона. В действующем технологическом процессе расправки (выдавливания) дульца гильзы головная (рабочая) и торцевая части пуансона хромированы. В качестве материала для изготовления пуансона используется инструментальная сталь У10А. В процессе работы пуансона его рабочая часть подвергается абразивному износу, в результате чего с поверхности пуансона стирается хромированный слой, что приводит к истончению головной части пуансона. Изношенный пуансон в процессе работы увеличивает количество забракованных изделий (царапины, трещины, вмятины на поверхности дульца). При истирании защитного (хромированного) слоя пуансона остается металл, который значительно меньше подвержен сопротивлению к абразивному износу.

Для увеличения срока службы рабочего инструмента предлагается провести исследования по подбору износостойкого покрытия на рабочей части пуансона и, как следствие, внесение изменений в технологический процесс изготовления инструмента. Исследования по износостойкости рабочей поверхности пуансона, изготовленного по различным технологиям, будут проводиться в условиях физического моделирования на установке, показанной на рисунке 1, схема работы моделирующей установки показана на рисунке 2. Для расчёта удельного давления на рабочей поверхности пуансона использована методика, изложенная в литературе [1,2] .

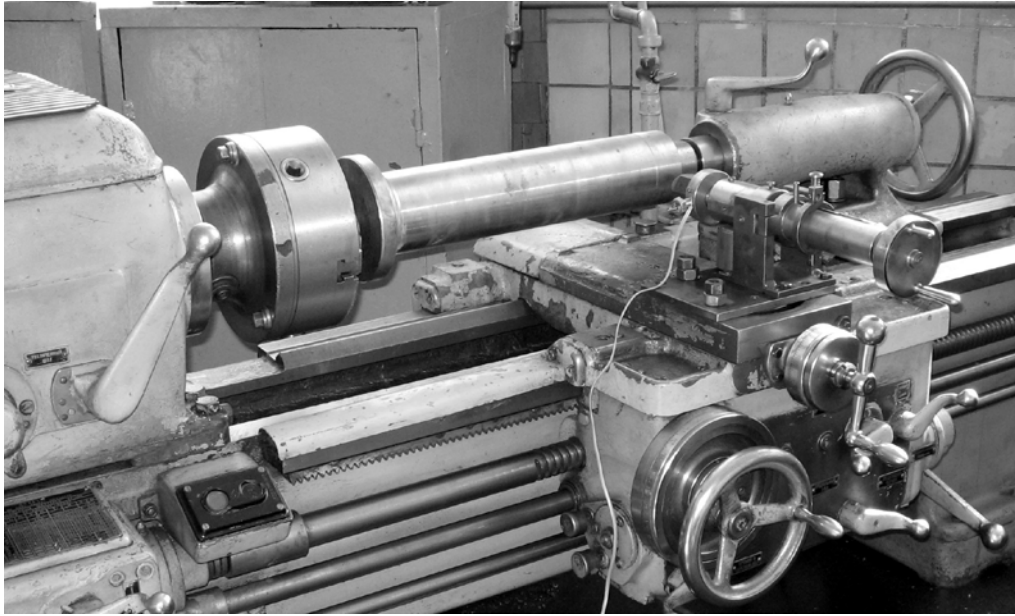


Рисунок 1 – Экспериментальная установка для физического моделирования процесса изнашивания рабочей поверхности пуансона.

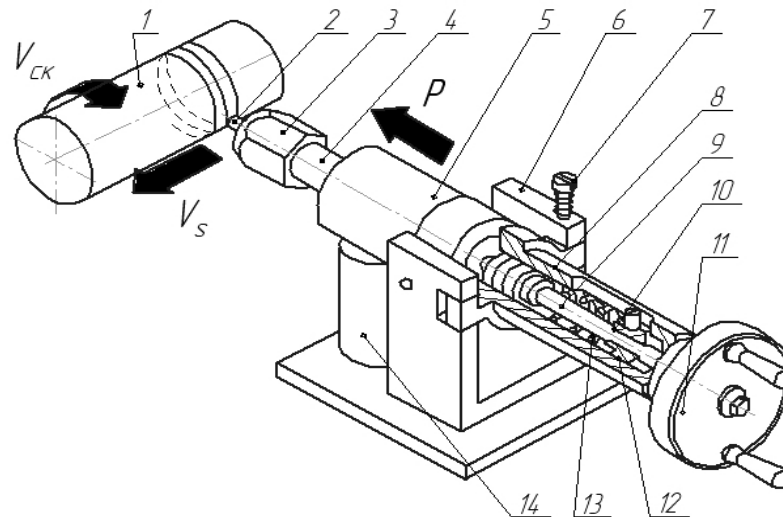


Рисунок 2 – Схема работы моделирующей установки. 1 – индентор, 2 – контртело, 3 – гайка, 4 – шток, 5 – корпус штока, 6 – стойка, 7 – зажим, 8 – корпус зажимного устройства, 9 – толкатель, 10 – вал, 11 – диск, 12 – ползун, 13 – пружина, 14 – датчик давления.

Расчет внешнего усилия $P_{вн}$ ведется из условия равенства его внутреннему сопротивлению:

$$P_{вн} = \sigma \cdot F, \quad (1)$$

где σ -напряжение;

F -площадь сечения, на которое действует усилие раздачи.

Напряжение меридиональное σ :

$$\sigma = \sigma_{ц.ч.}, \quad (2)$$

где σ -напряжение в цилиндрической части с учетом трения.

Определение напряжения в цилиндрической части с учетом трения, изгиба, упрочнения:

$$\sigma_{ц.ч.} = \sigma_s \cdot (1 + f \cdot \cot \alpha) + \frac{\sigma_{02}}{2 \cdot \frac{R_p}{S_s} + 1}, \quad (3)$$

где $R_p = \frac{\sqrt{R_s \cdot S_s}}{\sin \alpha}$;

f - коэффициент трения, $(0,1 \div 0,15)$;

α -угол конусности;

σ_{02} ; σ_s – предел текучести, 210 МПа.

Площадь сечения F, на которую действует усилие раздачи:

$$F = \frac{\pi \cdot (R_1^2 - R_2^2)}{4}, \quad (4)$$

Произведенный расчет удельного давления, действующего на пуансон в процессе расправки дульца патрона– 238 кг/см² позволяет провести эксперименты на установке по исследованию износостойкости поверхности пуансона методом физического моделирования процесса с целью выбора рационального материала пуансона и поверхностного износостойкого покрытия [3].

Для проверки расчетного удельного давления, действующего на пуансон в процессе расправки дульца гильзы патрона стрелкового оружия, предлагается использовать метод конечных элементов, произведенный в программе SOLIDWORKS. На рисунках 3 и 4 показаны таблицы: свойства материала, применяемого для изготовления гильзы; загрузка исходных данных для расчёта удельного давления, действующего на пуансон.

Нагрузки

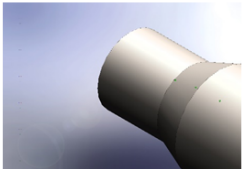
Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные
Давление-1		Объекты: 1 грани Тип: Перпендикулярно выбранной грани Значение: 270 Единицы измерения: <u>kgf/cm^2</u> Угол фазы: 0 Единицы измерения: <u>deg</u>

Рисунок 3 – Исходные данные для расчёта удельного давления по перемещению стенок гильзы.

Свойства материала

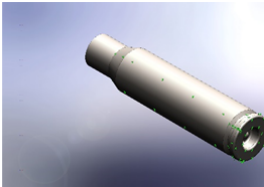
Ссылка на модель	Свойства	Компоненты
	Имя: 18ЮА Сталь конструкционная углеродистая качественная Тип модели: Линейный Упругий Изотропный Критерий прочности по умолчанию: Максимальное напряжение von <u>Mises</u> Предел текучести: 3.5e+008 N/m^2 Предел прочности при растяжении: 4.2e+008 N/m^2 Модуль упругости: 2.05e+011 N/m^2 Коэффициент Пуассона: 0.29 Массовая плотность: 7870 kg/m^3 Модуль сдвига: 8e+010 N/m^2 Коэффициент теплового расширения: 1.17e-005 /Kelvin	Твердое тело 1(Вырез-Вытянуть1)(Гильза .308Win)
Данные кривой:N/A		

Рисунок 4 –Свойства материала, применяемого для изготовления гильзы.

Результаты исследования

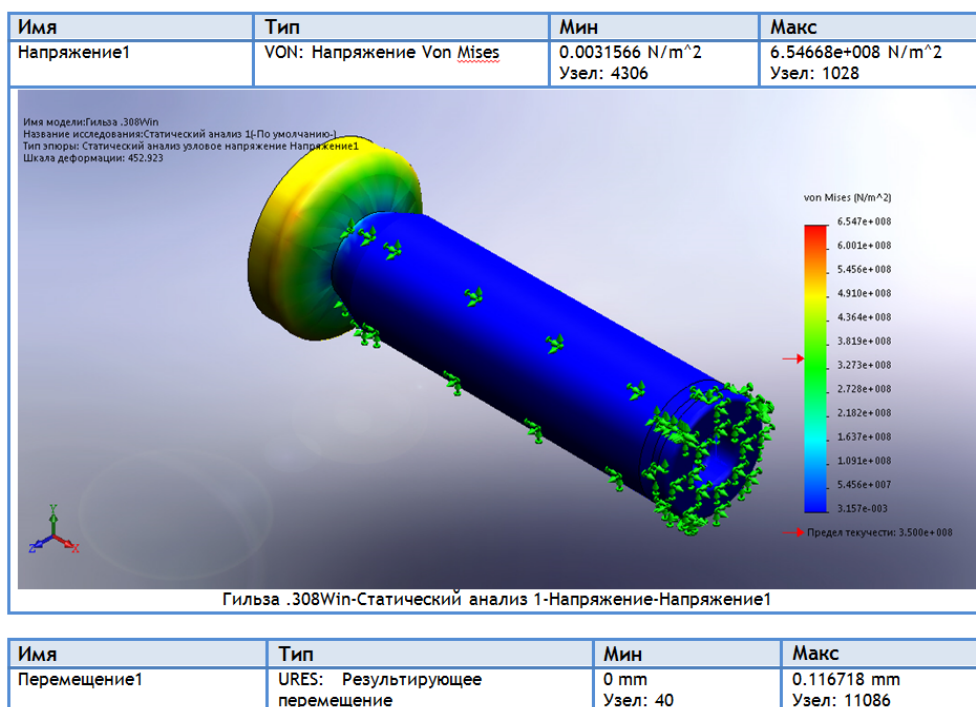


Рисунок 5 – Определение удельного давления для расправки дульца гильзы патрона.

На рисунке 5 представлены результаты исследования методом конечных элементов в программе SOLIDWORKS. В результате исследования установлено, что при увеличении диаметра гильзы на 0,11 мм, по чертежу расправка дульца гильзы патрона составляет 0,1 мм, удельное давление на стенках дульца патрона - составляет 250 кг/см², которое с точностью - 95% совпадает со значением удельного давления, рассчитанного по формуле 1.

Список использованной литературы:

1. П.В. Верещагин, В.А. Беляев. Проектирование штампов: учебное пособие для студентов специальности 170104.65. – Бийск: Алт. гос. техн. ун-т, 67 с.
2. Н.П. Агеев, Г.А. Данилин, В.П. Огородников. Технология производства патронов стрелкового оружия, Ч1, Ч2. – СПб.:Балт. гос. техн. ун-т, 2006-533 с.
3. Ю.А. Кряжев, Б.Д. Даниленко. Исследование эффективности использования различных методов поверхностного упрочнения спиральных свёрл в условиях физического моделирования (статья). Международный межвузовский сборник. Фундаментальные и прикладные исследования для производства. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2000. С. 62...68.

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

Юдин В.С. - магистрант

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г.Барнаул)

Сегодня современное предприятие невозможно представить без внедрения принципов бережливого производства. Но не нужно забывать, что система бережливого производства существовала во времена СССР. Значит, верна поговорка: " все новое - это хорошо забытое старое".

Основоположником науки о труде во всем мире принято считать. Ученого Фредерика Тейлора, который еще в начале 1990-х годов на основании исследований рабочих операций пришел к выводам об эффективном управлении производством. Идеи Тейлора с успехом

использовал Генри Форд, разработавший для своей компании стратегию производства. Все производственные процессы были разбиты на максимально простые операции и стандартизированы. За счет разделения труда и повышения темпа работы компания Форда очень быстро выбилась в лидеры мирового производства автомобилей. Произошло это в конце 1920 - в начале 1930 годов.

Параллельно в СССР в 1920-х годах был создан центральный институт труда (ЦИТ). Тогда же заговорили о научной организации труда (НОТ). Дело было поставлено на широкую ногу: внедрением новых методик и сбором рацпредложений занимались тысячи отделов и лабораторий по нормированию труда. О труде и трудовых достижениях снимались фильмы, слагались стихи и песни. Формировалась система образования, готовившая необходимые кадры. В центре всего рабочий человек как пример для подражания а главная задача повышения интенсивности труда, его рационализация, модернизации инструмента и станков, контроль за дисциплиной, внедрение рацпредложений, своевременное обучение работников новым приемам и так далее.

После войны в Японии предприниматель и инженер Тайити Оно при организации производства компании «Тойота» использовал американские и советские наработки. Все наработки были переосмыслены, систематизированы и адаптированы для внедрения в корпорации, да и само внедрение заняло десятки лет. За это время «Тойота» из производителя дешевых машин трансформировалась в лидера мировой автомобильной промышленности. Успех «Тойоты» произвел впечатление на весь мир и в 1980-х годах производственная система этой компании начала изучаться и широко применяться в США под названием Lean Manufacturing – «Бережливое производство». Суть технологии бережливого производства можно выразить так: сокращения издержек при хранении устойчивого роста производства. Основной инструмент - сокращение потерь на каждом этапе производства.

В современной России стандартам подобных систем можно считать 2000-е годы, время выхода многих предприятий из кризиса 1988 года. Тогда стало понятно: производители, которые хотят быть успешными, рано или поздно придут к моменту построения своей производственной системы на принципах бережливого производства.

Именно бережливое производство дало очередной толчок на пути развития, принес в работу лучшие инструменты, направленные на повышение эффективности, такие как: 5 S – система эффективной организации рабочего пространства; TPM – всеобщее производительное обслуживание оборудования; SMED – быстрая переналадка оборудования; OEE – анализ эффективности использования оборудования; KAIZEN – система непрерывного улучшения; KANBAN – основной инструмент организации перемещения деталей по процессу изготовления.

Однако производственная система – это не только бережливое производство или новейшие технологии, это совокупность взаимозависимых элементов, действующих совместно на достижение цели.

Внедрение бережливого производства позволяет повысить производительность труда до 26% , а эффективность использования оборудования на 50%.

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

Юдин В.С. - магистрант

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г.Барнаул)

Развитие машиностроения идет большими темпами. На современных станках с числовым программным управлением и обрабатывающих центрах можно получать детали с высокой точностью и наименьшей шероховатостью поверхностей. Что обусловлено

характеристиками станков при их производстве. Но нельзя забывать, что заданную точность и размеры, полученные после обработки необходимо чем-то измерить.

В единичном и мелкосерийном производстве наибольшее распространение при черновой и получистовой токарной обработке получил штангенциркуль с ценой деления 0,05 миллиметра и разбегом измерения до 250 миллиметров. Он позволяет измерять линейные размеры, диаметры валов и отверстий до 250 миллиметров с погрешностью измерения 0,05 миллиметра.

Также, широкое распространение получил штангенциркуль с ценой деления 0,1 миллиметра и разбегом измерения до 120 миллиметров. Точность измерения в два раза ниже, чем у предыдущего 0,1 миллиметра, зато возможностей измерения больше. Кроме линейных размеров, диаметров валов и отверстий он позволяет измерять глубину обработки резанием до 120 миллиметров. Кроме этого для измерения крупногабаритных деталей применяют штангенциркули от 400 до 1000 миллиметров.

При чистовой токарной обработке кроме вышеупомянутых измерительных инструментов распространение получили микрометры до 25 миллиметров, от 25 до 50 миллиметров и от 50 до 75 миллиметров с ценой деления 0,01 миллиметра. Они позволяют измерять корпусные детали и детали типа тел вращения с точностью до 0,01 миллиметра.

Для измерения отверстий при чистовой обработке применяют индикаторные глубиномеры со шкалой деления 0,01 миллиметра. Глубиномеры позволяют измерять диаметры от 1 до 100 миллиметров на длине до 150 миллиметров. При измерении погрешность составляет 0,01 миллиметра на длине 100 миллиметров. Для настройки индикаторного глубиномера требуется наличие микрометра или установочной меры на необходимые размеры.

При отделочных видах обработки, таких как шлифование круглых наружных поверхностей, в качестве измерительного инструмента используют пасаметры. Их использование позволяет судить о круглости детали и наружному диаметру в нескольких точках последовательно, что позволяет выдержать допуск до 0,01 миллиметра на длине более 100 миллиметров.

В машиностроении очень часто требуется обработка наружных поверхностей тел вращения с допусками от 0,001 до 0,009 миллиметра от номинального размера, что было вызвано необходимостью точности детали и прилегания поверхностей. С появлением микрометров и пасаметров с микронной шкалой измерения данная проблема была решена раз и навсегда. Что позволило вести более точные измерения. Точность микрометров с микронной шкалой деления составила 0,001 миллиметра на длине 100 миллиметров, а пасаметров 0,001 миллиметра на длине более 100 миллиметров.

Для обработки отверстий с точностью от 0,001 до 0,009 миллиметра в настоящее время применяют глубиномеры с микронными индикаторными головками. Их основное достоинство это точность измерения, которая составляет 0,001 миллиметра на длине до 100 миллиметров. Также к их достоинствам нужно отнести быстроту измерения. Но у них есть несколько недостатков. Это возможность измерения на длине до 100 миллиметров и необходимость работы в паре с микрометром с микронной шкалой. А при одновременной работе с разными диаметральными размерами необходимо наличие нескольких нутромеров или постоянная перенастройка на новый диаметр.

Допуска на торцевое и радиальное биение валов проверяются индикаторной головкой. В зависимости от заданного допуска головки бывают с ценой деления 0,01 миллиметра и 0,001 миллиметра. Индикаторную головку устанавливают в индикаторную стойку и опускают наконечник на деталь. Причем, наконечник необходимо выставить так, чтобы стрелка на индикаторной головке сделала один оборот и остановилась на нуле. После можно проворачивать деталь вручную и снимать показания. Сама деталь базируется в центрах или в призме. Измерение торцевого и радиального биения отверстий проводят аналогично.

Одним из самых универсальных современных средств измерения является электронный микроскоп. На нем можно измерить практически все параметры деталей. Начиная от

банальных линейных размеров и углов до допуска круглости, прямолинейности, соосности. Хотя есть у него и недостатки, такие как длительность измерения и невозможность перемещения. Также необходимо получение специальных навыков пользования.

Для быстроты измерения в серийном и массовом производстве пользуются специальным и специализированным измерительным инструментом. Такими как скобы с номинальным размером, с одной стороны которой проход, с другой не проход. Гладкими калибр-пробками у которых также с одной стороны проход с другой стороны не проход. Погрешность измерения заключается в допуске на размер. Глубиномерами с допускными размерами, а также специальными приспособлениями для проверки биения, длинны и допусков на размеры. Это позволяет быстро замерить необходимый параметр детали с допустимыми отклонениями от формы поверхности.

Таким образом, развитие современных средств измерения идет непосредственно с требованиями машиностроения. И для измерения необходимых параметров деталей проектируется мерительный инструмент, позволяющий точно и своевременно произвести необходимые замеры.

АЛГОРИТМ РАЗУЗЛОВАННЯ

Ярин Д. А. – магистр, Смолёнова А. Д. - магистр, Леонов С. Л. - д. т. н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Информация об узлах и деталях технологической оснастки хранится в спецификациях на изделие и узлы. Именно в спецификациях содержится информация о стандартных деталях, их количестве, подузлах различного порядка, принадлежности деталей в узлы и т.п. Конструкторы на основе спецификаций могут анализировать состав изделия и, при необходимости, обращаться к сборочным чертежам и чертежам отдельных деталей. Введение безбумажной технологии и систем автоматизированного проектирования требует переноса всей этой информации на электронные носители. Тем более, что развитие 3D-моделирования в среде, например, SolidWorks, позволяет не только хранить информацию в электронном виде, но и выполнять достаточно сложные инженерные расчеты конструкций.

Потребителями информации о составе изделий и принадлежности подузлов и деталей являются не только конструкторы, но и другие службы предприятий. В первую очередь это касается экономической службы. Их интересует принадлежности деталей для того, чтобы рассчитывать себестоимость изготовления изделия в условиях непрерывного изменения стоимости материалов, затрат на заработную плату, инструмент и т.п. А для этого необходимо:

1. Определить состав изделия в соответствии со спецификацией.
2. Связать этот состав с пронормированными технологическими процессами изготовления деталей и сборки узлов.
3. Определить потребность в материалах и их стоимости на текущий момент и на перспективу.
4. Анализировать незавершенное производство деталей и узлов и т.п.

В то же время экономические службы не умеют работать со спецификациями, разрабатываемыми конструкторами, даже если эти спецификации и чертежи (в том числе и 3D-модели) имеются в электронном виде. В то же время развитие технологии использования баз данных позволяет построить достаточно простые системы, которые могли бы использовать различные службы предприятий, получая информацию о конструкциях изделий, технологических процессах и др.

Основой такого подхода является база данных деталей и узлов, содержащая информацию о принадлежности узлов более высокого порядка. В простейшем виде эта база имеет структуру, представленную на рис. 1.

Суть алгоритма заключается в создании базы принадлежности по структуре аналогичной базе узлов и деталей и заполнении ее в цикле узлами и деталями из основной базы, входящими во все ранее найденные узлы. Дополнив основную базу ссылками на файлы чертежей, 3D-моделей, технологических процессов изготовления и сборки, материалов и т.п. можно решать любые задачи, связанные с проектированием изделий и экономическими расчетами.

Программное обеспечение для решения задачи разузлования реализовано в среде табличного процессора MS Excel с использованием VBA. На рис. 3 приведена экранная форма программы, содержащая исходные данные и фрагмент результата разузлования – базы принадлежности.

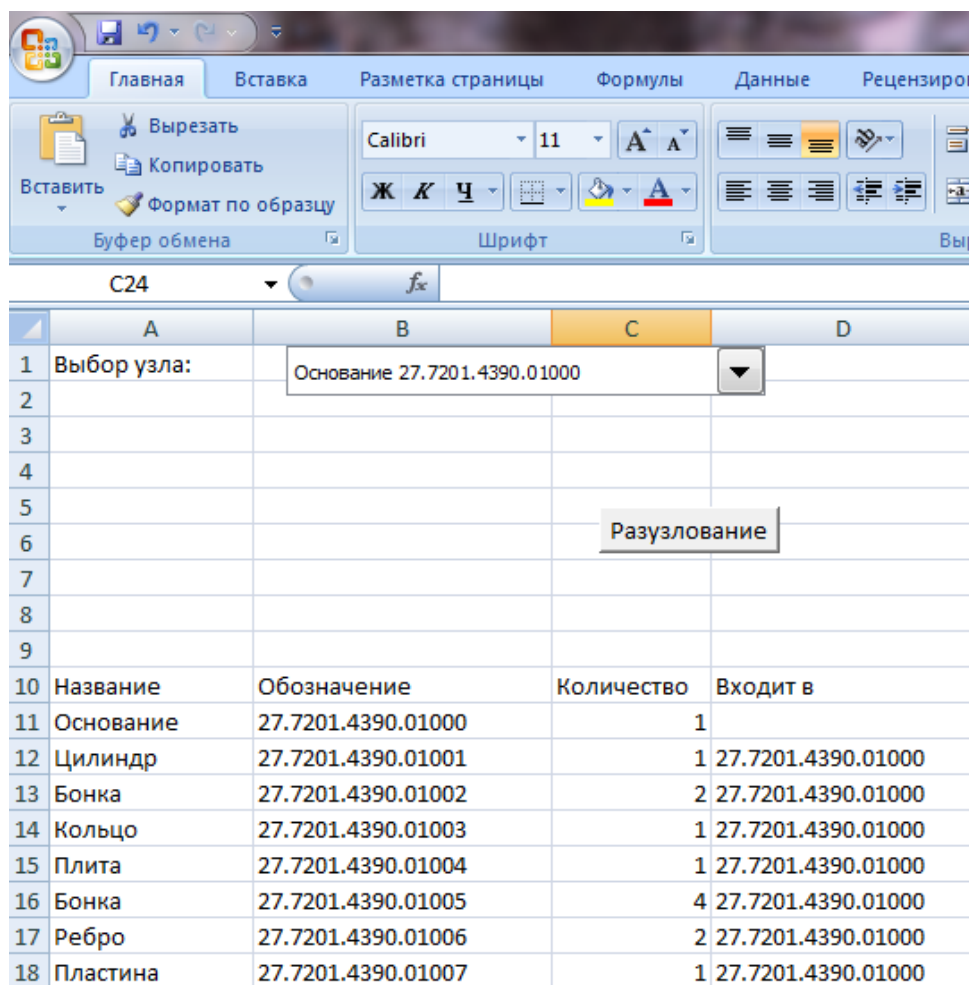


Рисунок 3 – Фрагмент экранной формы программы

Литература

1. Леонов С.Л., Власов Ю.Г., Маркова М.И. Автоматизированная система оперативного расчета цены изделия. Фундаментальные и прикладные исследования – производству. Тезисы докладов международной науч.-техн. конференции. –Барнаул:, АлтГТУ, 2001. с. 61-62.
2. Леонов С.Л., Марков А.М., Аскалонова Т.А., Маркова М.И. Автоматизация оперативного управления машиностроительным предприятием. Обработка металлов. №2 (23), 2004. с. 15-16.
3. Леонов С.Л., Власов Ю.Г., Маркова М.И. и др. Технологическая себестоимость (MATERIAL). Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ, N 2002610066. РОСПАТЕНТ 22.01.02.
4. Леонов С.Л., Власов Ю.Г., Дмуха Р.М. и др. Расчет трудозатрат (NORMA). Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ, N 2002610067, РОСПАТЕНТ 22.01.02.

АНАЛИЗ КИНЕМАТИКИ ДВИЖЕНИЯ ПУЛИ И СЕРДЕЧНИКА ПРИ ВНЕДРЕНИИ В ПРЕГРАДУ

Яшкин С. А. - студент, Ятло И. И. - к. т. н., доцент, Буканова И. С. - к. т. н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

При анализе взаимодействия жесткого сердечника с преградой условия его функционирования различаем по следующим основным признакам [1]:

- массе и форме головной части сердечника;
- углу и скорости встречи с преградой;
- соотношению прочностных свойств сердечника и преграды;
- соотношению толщин преграды и диаметра сердечника;
- видом контурного закрепления плиты преграды.

Интегральной величиной, учитывающей массу сердечника и форму его головной части, может выступать аналог баллистического коэффициента [2]:

$$C_c = \frac{i_c \cdot d_c^2}{q_c}, \quad (1)$$

где i_c , d_c , q_c – соответственно коэффициент формы, диаметр и масса сердечника.

В отличие от баллистического, этот коэффициент должен учитывать тормозящее действие сопротивления материала преграды внедряемому в нее сердечнику.

Отношение q_c/d_c^2 называют поперечной нагрузкой. Поперечная нагрузка сердечника будет тем больше, чем больше масса сердечника и меньше его диаметр. Следовательно, при одинаковом диаметре сердечников, поперечная нагрузка будет выше у более длинного сердечника. Сердечник с большей поперечной нагрузкой при равных скоростях перемещения в преграде обладает большей кинетической энергией, что определяет большие возможности по сохранению постоянства начальных скоростей встречи и увеличению толщины бронепробивания [3 - 5].

Из анализа условий гидродинамического подобия [2] следует, что коэффициент формы сердечника i_c также зависит от безразмерных геометрических параметров: относительной высоты головной части h_{1c}/d_{1c} , относительного радиуса кривизны R_{1c}/d_{1c} и головной части сердечника β_c , т.е.:

$$i_c = f\left(\frac{h_{1c}}{d_{1c}}, \frac{R_{1c}}{d_{1c}}, \beta_c\right) \quad (2)$$

По параметру поперечной нагрузки q_c/d_c^2 , по-видимому, следует различать условия функционирования для сердечников со средними ($15 \dots 25 \text{ кН/м}^2$), малыми (менее 15 кН/м^2) и большими нагрузками (более 25 кН/м^2)

По безразмерным геометрическим параметрам, влияющим на коэффициент формы сердечника i_c , можно выделить сердечники: средней кривизны $R_c/d_c = 2,0 \dots 3,0$, малой - $R_c/d_c < 2,0$, большой - $R_c/d_c > 3,0$.

В зависимости от угла встречи различают нормальный и наклонный удары, по признаку начальной скорости встречи с преградой – дозвуковые и сверхзвуковые скорости.

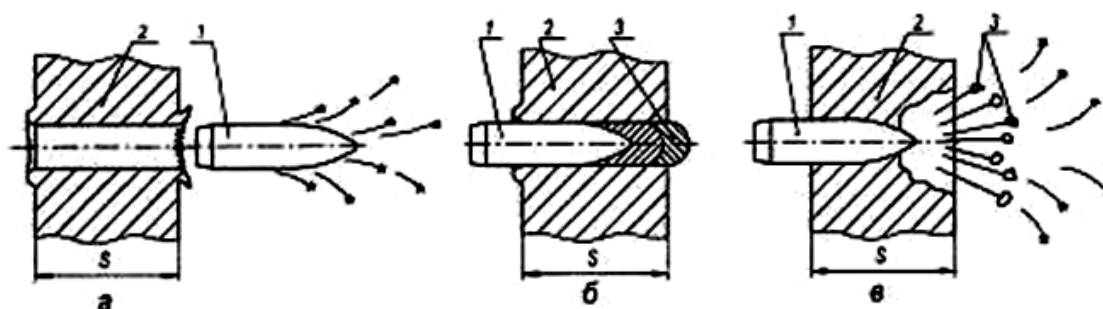
По отношению прочностных характеристик, например предела текучести материалов сердечника $(\sigma_{0.2})_c$ и преграды $(\sigma_{0.2})_{пр}$ выделим случаи пробивания преград низкой $(\sigma_{0.2})_c/(\sigma_{0.2})_{пр} < 1,0$, средней - $(\sigma_{0.2})_c/(\sigma_{0.2})_{пр} \approx 1,0$ и высокой - $(\sigma_{0.2})_c/(\sigma_{0.2})_{пр} > 1,0$ прочности.

По относительной толщине преграды рассматриваются случаи пробивания преграды тонкой - $S_{пр}/d_c < 0,8$, средней $0,8 \leq S_{пр}/d_c \leq 1,2$ и большой толщины $S_{пр}/d_c > 1,2$.

Для штатных образцов бронебойных пуль патронов стрелкового оружия наиболее характерны следующие условия функционирования: по поперечной нагрузке – со средними

и большими; по безразмерным параметрам – удлиненные средней и большой кривизны; по углу встречи – нормальному и наклонному; по скорости встречи с преградой – околосвуковые; по прочности преграды – низкой прочности; по относительной толщине преграды – с малой, средней и большой толщиной; по условиям контурного закрепления – с жестким защемлением преграды (плит).

При обеспечении условия $(\sigma_{0.2})_C/(\sigma_{0.2})_{ПР} < 1,0$ имеют значение абсолютные величины характеристик механических свойств брони (низкой, средней и высокой твердости HB) по результатам публикаций [3]. Наибольшее сопротивление оказывает броня средней твердости с разрушением в виде так называемого прокола (рис. 1, а). Для брони низкой твердости характерен этот же вид разрушения.



а – прокол; б – выбивание «пробки»;
в – с образованием тыльного скола; 1- пуля; 2 – броня; 3 – осколки

Рисунок 1 - Схема пробития брони

Разрушению предшествует значительная по величине пластическая деформация в приконтактной зоне пробиваемой бронеплиты. В некоторых случаях пробития брони средней и высокой твердости ее разрушение происходит в виде образования осколков с тыльной стороны плиты (рис. 1, в). Пробивание брони высокой твердости сопровождается образованием пробки (рис. 1, б) по схеме пробивки в процессах штамповки. Иногда реализуется комбинированный механизм разрушения бронеплит [2].

Таким образом, проведенный анализ условий функционирования бронебойных сердечников позволил определить кинематические условия при внедрении в преграду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ионов, В. Н. Прочность боеприпаса при взаимодействии с преградой / В. Н. Ионов. – М.: Машиностроение, 1979. – 423 с.
2. Сагомоян А.Я. Динамика пробивания преград / А.Я. Сагомоян. - М.: Изд - во МГУ, 1988. - 221 с.
3. Кириллов В. М., Сабельников В. М. Патроны стрелкового оружия. - М.:1980.- 372 с.
4. Данилин Г.А., Огородников В.П., Заволокин А.Б. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию: Учебное пособие / Балт. гос. техн. ун-т. СПб., 2005, - 380 с.
5. Экспериментальная баллистика и полигонные испытания патронов стрелкового оружия: учеб. пособие / Г.А. Данилин [и др.]; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2007. – 205 с.