

Е.И. Анохина

Научный руководитель: к.т.н., заведующий кафедрой технологии машиностроения А.В. Карпов  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23  
E-mail: anohina-1993@yandex.ru

### **Совершенствование технологии изготовления детали «Корпус контактной части» в условиях АО «Муромский приборостроительный завод»**

Деталь «Корпус контактной части» используется в различном оборудовании в качестве резьбового соединения и предназначено для защиты контактов от попадания технических жидкостей.

Деталь представляет собой конструкцию из жаропрочной стали 08X15H5Д2Т ГОСТ 5632-72. Материал детали выбран исходя из конструкционных требований чертежа. Данная сталь высокопрочна, устойчива против окисления, обладает хорошей жаропрочностью, способна работать при больших температурах.

В базовом технологическом процессе, разработанном на предприятии, деталь изготавливается на универсальных (токарном, фрезерном, сверлильном) станках моделей 16К20, 6Р13, 2Н118.

Недостатками применения такого оборудования являются:

- значительное количество ручного труда;
- продолжительное время обработки;
- необходимость высокой квалификации станочников.

Базовый технологический процесс был проанализирован, в него были внесены изменения, направленные на повышение производительности и снижение себестоимости детали.

Предлагается четыре токарные операции совместить в две с применением станком с ЧПУ. Это позволит не только повысить производительность и снизить себестоимость, но и уменьшить количество оборудования.

Во вновь предлагаемом технологическом процессе планируется применить специальное станочное (сверлильное) приспособление, что позволит одновременно выполнить сверление сразу 4 отверстий детали. Также для контроля перпендикулярности торца поверхности детали было разработано специальное контрольного индикаторного приспособления, которое значительно облегчит контроль допуска.

Также недостатком базового технологического процесса является использование в качестве заготовки прутка. Нами предлагается для снижения материалоемкости заменить заготовку на штампованную поковку.

Экономическим анализом установлено, что при использовании заготовки в виде поковки масса заготовки и отходов меньше, а, следовательно, выше и коэффициент использования металла по сравнению с прутком, а технологическая себестоимость и текущие расходы на изготовление детали меньше, поэтому предпочтительным вариантом заготовки является поковка.

Таким образом, совершенствование технологического процесса позволит снизить не только себестоимость детали в целом, но также значительно усовершенствовать деятельность станочного участка механического цеха АО «Муромский приборостроительный завод».

И.С. Дашков

Научный руководитель - к.т.н. И.А. Телков

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д.23, кафедра ТМС

E-mail: [telkoviv@yandex.ru](mailto:telkoviv@yandex.ru)

### Особенности чистовой обработки деталей из алюминиевых сплавов.

В целях определения возможности интенсификации процесса чистового точения проведено экспериментальное исследование. Результат эксперимента – определение зависимости параметра Ra шероховатости обработанной поверхности от технологических факторов тонкого точения. Факторы, варьируемые при проведении эксперимента приведены в таблице.

Независимые (варьируемые) факторы:	Значения по уровням:		
	1-й уровень	2-й уровень	3-й уровень
Скорость резания, м/мин	40	70	100
Подача, мм/об	0,016	0,032	0,048
Глубина резания	0,1	0,15	0,2
Зависимый фактор (параметр оптимизации)	Среднеарифметическое отклонение неровностей профиля Ra		

В результате факторного анализа экспериментальных данных получено регрессионное уравнение, которое имеет вид:

$$Ra = 150s - 12,6t + \frac{0,38}{s} - \frac{0,27}{t} - 0,28vs + 1,6vst$$

где: s – подача, мм/об;

t – глубина резания, мм;

v – скорость резания, м/мин.

Соотношение наблюдаемой величины шероховатости и величины шероховатости предсказанной по регрессионной модели представлено на рисунке.

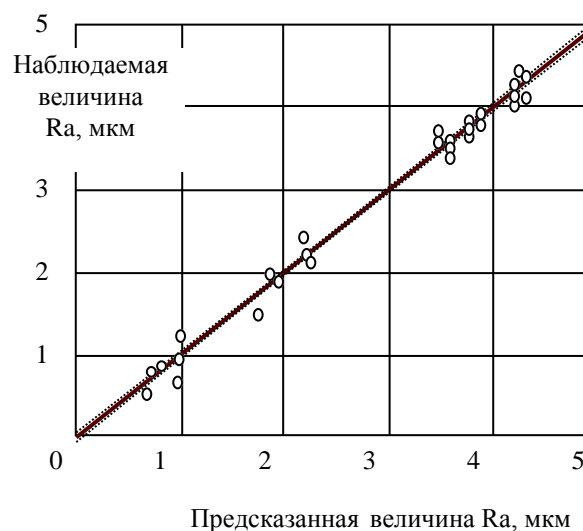


Рис. Соотношение предсказанной и наблюдаемой величин шероховатости при чистовом точении  
Коэффициент корреляции:  $r = 0,99339$ . Доверительный интервал – 95%

### Секция 33. Технология машиностроения

Значения рекомендуемых технологических факторов чистового точения, обеспечивающих необходимые параметры обработанной поверхности: скорость обработки, м/мин -  $\leq 80$ ; подача, мм/об- 0,2...0,25; глубина резания, мм-  $\leq 0,1$ .

Научный руководитель: к.т.н., доцент, доцент кафедры ТМС Лазуткин С.Л.  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23  
E-mail: [MedBedb.666@yandex.ru](mailto:MedBedb.666@yandex.ru)

### **Совершенствование технологической подготовки производства детали «Балансир 3-183» для условий ОАО «Производственное объединение Муромский машиностроительный завод»**

Деталь «Балансир 3-183» является частью конструкции, которая предназначена для монтажа на ней вспомогательных деталей таких как, втулка, палец, рычаг связанных с ним при помощи резьбовых и других подвижных и неподвижных соединений. Совокупность этих соединений составляет отдельный узел конструкции.

В применяемом на базовом предприятии (ОАО ПО «Муроммашзавод») технологическом процессе осуществляется обработка резанием на универсальном оборудовании, а также прогрессивном оборудовании – фрезерных станках с ЧПУ модели BLUESTAR 6 ИС-800 НХ805/НТ.

Недостатками базового технологического процесса являются низкая точность и качество выпускаемой продукции, большое количество ручного труда, требуется много времени на обработку детали, качество детали зависит от квалификации станочника. Данный техпроцесс был проанализирован и были внесены изменения, направленные на повышение производительности и снижение себестоимости. Предлагается четыре фрезерные операции совместить в две с применением станков ЧПУ, это уменьшает количество оборудования и занимаемую площадь.

На всех операциях должны применяться станки с ЧПУ. Станок с ЧПУ может выполнять практически неограниченное количество различных согласованных между собой перемещений рабочих органов с точностью, определяемой конструкцией станка и системой ЧПУ, а также осуществлять необходимые по технологическому циклу обработки включения вспомогательных органов. При этом точность обработки и затраченное время не зависят от уровня квалификации и психологического состояния обслуживающего этот станок станочника-оператора.

Применение станков с ЧПУ даёт преимущества в автоматизации процесса обработки и снижении физической и психологической утомляемости станочника-оператора, это обеспечивает повышение производительности обработки, повышение точности и стабильности размеров обрабатываемых поверхностей, что в свою очередь приводит к снижению вероятности брака.

От правильности выбора способа получения заготовки целиком зависит себестоимость получаемой детали. Выбор способа зависит от многих факторов: типа производства, массы детали, сложности формы, требованиями чертежа. При этом необходимо учитывать новейшие тенденции в технологии машиностроения по сокращению расхода материала, уменьшению объема механической обработки, ужесточению допусков, так как для обработки деталей все чаще применяются станки с ЧПУ, станки автоматы и автоматические линии. Окончательный выбор варианта проводится сравнением себестоимости детали после различных методов получения заготовки. Себестоимость детали определяется суммированием себестоимости заготовки и стоимости последующей механической обработки.

На заводе данная деталь изготавливалась в условиях единичного производства. Метод получения заготовки - вырезка из листа. Данный метод соответствует единичному производству. Предлагается получить заготовку методом горячей объемной штамповки.

Этот способ значительно превосходит по производительности вырезку из листа, обеспечивает получение заготовок более точными размерами с минимальными припусками по обрабатываемым поверхностям и меньшей шероховатостью и таким образом, даёт значительную экономию металла и снижение трудоёмкости обработки.

Таким образом изменения, перечисленные выше, позволяют повысить производительность и снизить себестоимость изготовления детали в целом.

Е.И. Анохина

Научный руководитель: к.т.н., заведующий кафедрой технологии машиностроения А.В. Карпов  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23  
E-mail: anohina-1993@yandex.ru

### **Совершенствование технологии изготовления детали «Корпус контактной части» в условиях АО «Муромский приборостроительный завод»**

Деталь «Корпус контактной части» используется в различном оборудовании в качестве резьбового соединения и предназначено для защиты контактов от попадания технических жидкостей.

Деталь представляет собой конструкцию из жаропрочной стали 08X15H5Д2Т ГОСТ 5632-72. Материал детали выбран исходя из конструктивных требований чертежа. Данная сталь высокопрочна, устойчива против окисления, обладает хорошей жаропрочностью, способна работать при больших температурах.

В базовом технологическом процессе, разработанном на предприятии, деталь изготавливается на универсальных (токарном, фрезерном, сверлильном) станках моделей 16К20, 6Р13, 2Н118.

Недостатками применения такого оборудования являются:

- значительное количество ручного труда;
- продолжительное время обработки;
- необходимость высокой квалификации станочников.

Базовый технологический процесс был проанализирован, в него были внесены изменения, направленные на повышение производительности и снижение себестоимости детали.

Предлагается четыре токарные операции совместить в две с применением станком с ЧПУ. Это позволит не только повысить производительность и снизить себестоимость, но и уменьшить количество оборудования.

Во вновь предлагаемом технологическом процессе планируется применить специальное станочное (сверлильное) приспособление, что позволит одновременно выполнить сверление сразу 4 отверстий детали. Также для контроля перпендикулярности торца поверхности детали было разработано специальное контрольного индикаторного приспособления, которое значительно облегчит контроль допуска.

Также недостатком базового технологического процесса является использование в качестве заготовки прутка. Нами предлагается для снижения материалоемкости заменить заготовку на штампованную поковку.

Экономическим анализом установлено, что при использовании заготовки в виде поковки масса заготовки и отходов меньше, а, следовательно, выше и коэффициент использования металла по сравнению с прутком, а технологическая себестоимость и текущие расходы на изготовление детали меньше, поэтому предпочтительным вариантом заготовки является поковка.

Таким образом, совершенствование технологического процесса позволит снизить не только себестоимость детали в целом, но также значительно усовершенствовать деятельность станочного участка механического цеха АО «Муромский приборостроительный завод».

И.С. Дашков

Научный руководитель - к.т.н. И.А. Телков

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д.23, кафедра ТМС

E-mail: [telkoviv@yandex.ru](mailto:telkoviv@yandex.ru)

### Особенности чистовой обработки деталей из алюминиевых сплавов.

В целях определения возможности интенсификации процесса чистового точения проведено экспериментальное исследование. Результат эксперимента – определение зависимости параметра Ra шероховатости обработанной поверхности от технологических факторов тонкого точения. Факторы, варьируемые при проведении эксперимента приведены в таблице.

Независимые (варьируемые) факторы:	Значения по уровням:		
	1-й уровень	2-й уровень	3-й уровень
Скорость резания, м/мин	40	70	100
Подача, мм/об	0,016	0,032	0,048
Глубина резания	0,1	0,15	0,2
Зависимый фактор (параметр оптимизации)	Среднеарифметическое отклонение неровностей профиля Ra		

В результате факторного анализа экспериментальных данных получено регрессионное уравнение, которое имеет вид:

$$Ra = 150s - 12,6t + \frac{0,38}{s} - \frac{0,27}{t} - 0,28vs + 1,6vst$$

где: s – подача, мм/об;

t – глубина резания, мм;

v – скорость резания, м/мин.

Соотношение наблюдаемой величины шероховатости и величины шероховатости предсказанной по регрессионной модели представлено на рисунке.

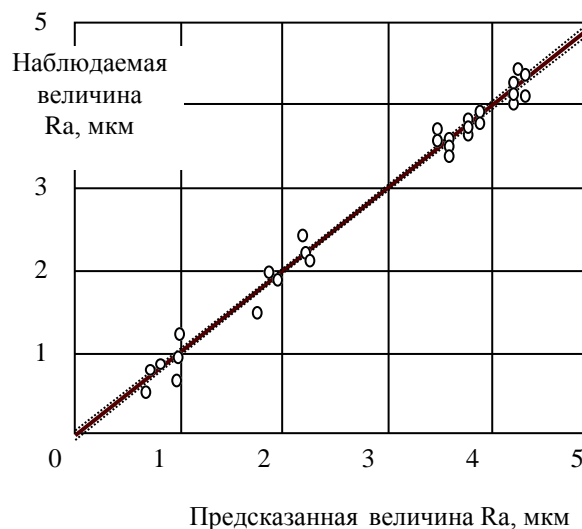


Рис. Соотношение предсказанной и наблюдаемой величин шероховатости при чистовом точении  
Коэффициент корреляции:  $r = 0,99339$ . Доверительный интервал – 95%

### Секция 33. Технология машиностроения

Значения рекомендуемых технологических факторов чистового точения, обеспечивающих необходимые параметры обработанной поверхности: скорость обработки, м/мин -  $\leq 80$ ; подача, мм/об- 0,2...0,25; глубина резания, мм-  $\leq 0,1$ .

Научный руководитель: к.т.н., доцент, доцент кафедры ТМС Лазуткин С.Л.  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23  
E-mail: [MedBedb.666@yandex.ru](mailto:MedBedb.666@yandex.ru)

### **Совершенствование технологической подготовки производства детали «Балансир 3-183» для условий ОАО «Производственное объединение Муромский машиностроительный завод»**

Деталь «Балансир 3-183» является частью конструкции, которая предназначена для монтажа на ней вспомогательных деталей таких как, втулка, палец, рычаг связанных с ним при помощи резьбовых и других подвижных и неподвижных соединений. Совокупность этих соединений составляет отдельный узел конструкции.

В применяемом на базовом предприятии (ОАО ПО «Муроммашзавод») технологическом процессе осуществляется обработка резанием на универсальном оборудовании, а также прогрессивном оборудовании – фрезерных станках с ЧПУ модели BLUESTAR 6 ИС-800 НХ805/НТ.

Недостатками базового технологического процесса являются низкая точность и качество выпускаемой продукции, большое количество ручного труда, требуется много времени на обработку детали, качество детали зависит от квалификации станочника. Данный техпроцесс был проанализирован и были внесены изменения, направленные на повышение производительности и снижение себестоимости. Предлагается четыре фрезерные операции совместить в две с применением станков ЧПУ, это уменьшает количество оборудования и занимаемую площадь.

На всех операциях должны применяться станки с ЧПУ. Станок с ЧПУ может выполнять практически неограниченное количество различных согласованных между собой перемещений рабочих органов с точностью, определяемой конструкцией станка и системой ЧПУ, а также осуществлять необходимые по технологическому циклу обработки включения вспомогательных органов. При этом точность обработки и затраченное время не зависят от уровня квалификации и психологического состояния обслуживающего этот станок станочника-оператора.

Применение станков с ЧПУ даёт преимущества в автоматизации процесса обработки и снижении физической и психологической утомляемости станочника-оператора, это обеспечивает повышение производительности обработки, повышение точности и стабильности размеров обрабатываемых поверхностей, что в свою очередь приводит к снижению вероятности брака.

От правильности выбора способа получения заготовки целиком зависит себестоимость получаемой детали. Выбор способа зависит от многих факторов: типа производства, массы детали, сложности формы, требованиями чертежа. При этом необходимо учитывать новейшие тенденции в технологии машиностроения по сокращению расхода материала, уменьшению объема механической обработки, ужесточению допусков, так как для обработки деталей все чаще применяются станки с ЧПУ, станки автоматы и автоматические линии. Окончательный выбор варианта проводится сравнением себестоимости детали после различных методов получения заготовки. Себестоимость детали определяется суммированием себестоимости заготовки и стоимости последующей механической обработки.

На заводе данная деталь изготовлялась в условиях единичного производства. Метод получения заготовки - вырезка из листа. Данный метод соответствует единичному производству. Предлагается получить заготовку методом горячей объемной штамповки.

Этот способ значительно превосходит по производительности вырезку из листа, обеспечивает получение заготовок более точными размерами с минимальными припусками по обрабатываемым поверхностям и меньшей шероховатостью и таким образом, даёт значительную экономию металла и снижение трудоёмкости обработки.

Таким образом изменения, перечисленные выше, позволяют повысить производительность и снизить себестоимость изготовления детали в целом.



С.А. Костаков

Научный руководитель - к.т.н. И.А. Телков

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*

*602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д.23, кафедра ТМС*

*E-mail: [telkoviv@yandex.ru](mailto:telkoviv@yandex.ru)*

### **Параметрическое программирование как резерв повышения производительности.**

В условиях мелкосерийного производства очень часто встречаются детали с общими технологическими признаками. Примером таких деталей могут служить фланцы с крепежными отверстиями, шпоночные пазы, лыски, квадраты, шестигранники и многие другие. Общие технологические признаки подобных (но разных по размерам деталей) позволяют применять метод подобия не только при их изготовлении, но и при программировании обработки на станках с ЧПУ.

Самым эффективным методом составления программы для такой обработки является параметрическое программирование. Причем большинство технологов-программистов не умеют его использовать.

Почти все современные станочные системы ЧПУ оснащены языком для параметрического программирования (или макропрограммирования). Например, для Fanuc это язык Macro B. Команды и функции именно этого языка достаточно просты. Для его освоения достаточно начальных навыков программирования на любом простейшем языке (например Basic).

Система ЧПУ станка может считывать переменные. Символ переменной в Macro B - знак #. Например, #1=100 означает, что переменной #1 присваивается значение 100.

Для выполнения арифметических и логических операций язык Macro B предоставляет набор основных команд и операторов.

Для управления переменными и для выполнения различных логических операций служат макрокоманды. Макрокоманды языка Macro B похожи на команды Бейсика.

Рассмотрим построение параметрической программы на примере обработки шестигранника.

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. #1=** (VVEDITE NOMER INSTRUMENTA);</li><li>2. #2=** (VVEDITE RAZMER SHESTIGRANNIKA);</li><li>3. #3=** (VVTDITE DIAMETR ZAGOTOVKI);</li><li>4. #4=** (VVEDITE VYSOTU SHESTIGRANNIKA);</li><li>5. #5=*.** (VVEDITE GLUBINU REZANIJA);</li><br/><li>6. ;</li><li>7. #6=#2*0.2887;</li><li>8. #7=#2*0.5;</li><li>9. #8=#2*0.5774;</li><li>10. #9=SQRT [[#11*#11]-[#10*#10]]</li><li>11. #10=#[13000+#1]+#2*0.5;</li><li>12. #11=#[13000+#1]+#3*0.5+2;</li><li>13. #12=#4/#5;</li></ol> | <p>Ввод исходных<br/>данных</p><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><p>Расчет параметров<br/>обработки и<br/>узловых точек</p> |
|---|---|

### Секция 33. Технология машиностроения

```
14. ;
15. T#1 M6;
16. G1 G90 G58 X-#9 Y-#10 M3 S1200 F250;
17. G43 H#1 Z0 M8;
18. N1;
19. G1 G91 Z-#5 F250;
20. G90 G42 D#1 Y-#7;
21. X#6;
22. X#8 Y0;
23. X#6 Y#7;
24. X-#6;
25. X-#8 Y0;
26. X-#6 Y-#7;
27. G40 X-#9 Y-#10;
28. #12=#12-1;
29. IF [#12 GT 0] GOTO 1;
30. IF [#12 EQ 0] GOTO 2;
31. N2;
32. G0 G91 G28 Z0 M9;
33. G0 G91 G28 Y0 M5;
34. M30;
35. %
```

Управляющая  
программа для  
обработки  
шестигранника

Ю.С. Красавина

Научный руководитель - к.т.н. И.А. Телков

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д.23, кафедра ТМС

E-mail: [telkoviv@yandex.ru](mailto:telkoviv@yandex.ru)

### **Особенности контроля качества заготовки для изготовления корпуса газовой турбины**

Корпус газовой турбины – это очень ответственная деталь, к которой предъявляются очень высокие требования. Условия работы – очень жесткие. Деталь подвергается действию высоких температур, вибрациям, химическим воздействиям непрерывно (тепловой двигатель непрерывного действия) и в течение длительного времени. При этом деталь должна сохранять свои эксплуатационные характеристики.

Согласно требованиям ГОСТ Р 55393-2012 (ИСО 21789:2009) (Электростанции газотурбинные. Требования безопасности) корпуса должны выдерживать максимальные рабочие нагрузки, включая помпаж компрессора и кавитацию горючего газа, без отказов корпуса и его фланцев и без потери его герметичности. Корпус должен обладать достаточной прочностью для удержания оторвавшейся лопатки, разрыва диска и разрушения консольной части ротора.

Бездефектность корпусов должна быть подтверждена испытаниями с применением методов неразрушающего контроля, сочетаемыми с оценкой механики разрушения, которая показывает отсутствие риска, исходящего от дефектов, находящихся в пределах приемки. Чтобы подтвердить достижение допустимого уровня риска во всем диапазоне рабочих режимов в течение всего предполагаемого срока службы, следует проводить анализ, основанный на испытаниях материалов. Рекомендуется, чтобы при анализе были учтены по крайней мере риски роста трещины упругопластичной деформации, ползучести, коррозии и усталостного отказа.

На чертеже детали заказчик отразил лишь требования к точностным характеристикам и термообработке.

Однако, остальные требования к заготовкам из коррозионно-стойких сталей и сплавов приведены в ГОСТ 25054-81 (Поковки из чугуна и стали. Поковки из коррозионно-стойких сталей и сплавов. Общие технические условия.) и в ОСТ 108.109.01-92. (Заготовки корпусных деталей из коррозионностойких сталей аустенитного класса. Технические условия. Отраслевой стандарт)

Корпус относится к группе поковок для изготовления особо ответственных деталей, работающих в условиях сложноподвижного состояния или подвергающихся динамическим воздействиям и воздействию среды, вызывающей межкристаллитную коррозию. Механические свойства таких поковок, изготавливаемых раскаткой, должны соответствовать достаточно жестким требованиям.

Поковки принимают индивидуально. Каждая из поковок оформлена документом о качестве, содержащим: массу и количество поковок; результаты химического анализа и марку стали или сплава; номер плавки, номер партии и группу поковки; результаты механических испытаний; результаты испытаний на межкристаллическую коррозию; режим термической обработки.

Внешний вид, размеры и форму проверяют на каждой поковке партии.

Поковки подвергают ультразвуковому контролю по ГОСТ 24507-80.

Марка и химический состав металла поковок определяется по плавочному анализу ковшевой пробы или из металла на поковках.

Количество образцов при испытании металла поковок на растяжение - два, на ударную вязкость - два, на межкристаллитную коррозию - четыре, из которых два образца должны быть контрольными.

### Секция 33. Технология машиностроения

Механические свойства металла поковок проверяют на продольных, поперечных, тангенциальных или радиальных образцах в соответствии с требованиями на конкретную поковку.

Образцы для определения механических свойств вырезают из припуска, предусмотренного на каждой поковке.

Форма, размеры и место расположения напуска на пробы определяются чертежом поковки. При изготовлении одной поковки из слитка напуск на пробы должен быть со стороны прибыльной части. Напуск на пробы должен отделяться от поковки без их нагрева механической резкой. Образцы для механических испытаний не допускается подвергать дополнительной термической обработке или каким-либо нагревам. Образцы для механических испытаний поковок цилиндрической и призматической формы вырезают из напуска или из тела поковки на расстоянии  $1/3$  радиуса или  $1/6$  диагонали от наружной поверхности поковки. При вырезке образцов из пустотелых или рассверленных поковок с толщиной стенки до 100 мм образцы вырезают на расстоянии  $1/2$  толщины стенки поковки, а при толщине свыше 100 мм - на расстоянии  $1/3$  толщины стенки поковки от наружной поверхности.

При изготовлении поперечных или тангенциальных образцов их ось должна проходить на том же расстоянии, что и для продольных образцов. Место вырезки образцов из поковок нецилиндрической и непризматической формы указывается на чертеже поковки.

Механические свойства поковок типа колец, изготавливаемых раскаткой, определяются на тангенциальных образцах.

Испытание на растяжение проводят по ГОСТ 1497-84 (ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение) на цилиндрических образцах диаметром 10 мм с расчетной длиной 50 мм.

Определение ударной вязкости проводят по ГОСТ 9454-78 (ГОСТ 9454-78. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах) на образцах типа I.

Определение твердости по Бринеллю проводят по ГОСТ 9012-59 (ГОСТ 9012-59. Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю).

Химический анализ проводят по ГОСТ 28473-90, ГОСТ 12344-88, ГОСТ 12345-2001, ГОСТ 12346-78, ГОСТ 12347-77, ГОСТ 12348-78, ГОСТ 12349-83, ГОСТ 12350-78, ГОСТ 12351-81, ГОСТ 12352-81, ГОСТ 12353-78, ГОСТ 12354-81, ГОСТ 12355-78, ГОСТ 12356-81,

ГОСТ 12357-84, ГОСТ 12358-2002, ГОСТ 12359-99, ГОСТ 12360-82, ГОСТ 12361-2002, ГОСТ 12362-79, ГОСТ 12363-79, ГОСТ 12364-84, ГОСТ 12365-84.

Пробы для определения химического состава стали поковок отбирают по ГОСТ 7565-81 (ГОСТ 7565-81 (ИСО 377-2-89) Чугун, сталь и сплавы. Метод отбора проб для определения химического состава).

Методы контроля макро- и микроструктуры (ГОСТ 10243-75. Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры).

Ультразвуковой контроль поковок проводится в соответствии с методикой изготовителя поковки; выбранной по ГОСТ 24507-80. (ГОСТ 24507-80. Контроль неразрушающий. Поковки из черных и цветных металлов. Методы ультразвуковой дефектоскопии)

Проверку стойкости против межкристаллитной коррозии сталей методами АМ или АМУ по ГОСТ 6032-89 (ИСО 3651/1-76, ИСО 3651/2-76) Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии.

А.Н. Пархачёв

Научный руководитель: к.т.н., заведующий кафедрой технологии машиностроения А.В. Карпов  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23  
E-mail: [monrek@yandex.ru](mailto:monrek@yandex.ru)

### **Совершенствование технологии изготовления детали «Корпус амортизатора» для условий ОАО «ПО Муроммашзавод»**

Деталь «Корпус амортизатора» является составной частью подвески моста. Деталь «Корпус амортизатора» относится к классу корпусных деталей. Деталь имеет сложную форму. Характерной конструктивной особенностью является наличие большого количества отверстий разной глубины. Деталь изготовлена из легированной стали 40Х ГОСТ 4543-71.

В базовом технологическом процессе механическая обработка осуществлялась на морально устаревшем оборудовании, высокая точность обработки достигалась за счёт квалификации рабочего. Всё это приводило к увеличению трудоемкости и себестоимости продукции. Следовательно, возникает необходимость разработки нового технологического процесса обработки детали «Корпус амортизатора» с соблюдением передовых технологий и организации производства.

Анализ детали проведен при помощи универсального набора переменных: геометрической формы детали, массы и материала заготовки, габаритных размеров, точности размеров и качества поверхностей, серийности изготовления, взаимное расположение элементарных обрабатываемых поверхностей с одной стороны детали, а также взаимное расположение сторон обработки в пространстве.

Предпочтительным вариантом получения заготовки является штамповка, так как этот вариант обеспечивает наименьшую технологическую стоимость и текущие расходы на изготовление детали. В проектируемом технологическом процессе заготовку получаем на кривошипном горячештамповочном прессе. При экономической оценке вариантов получения заготовки выяснилось, что заготовка (штампованная поковка), полученная в открытом штампе, на много рентабельнее для серийного производства.

Предлагается применить более совершенное оборудование: фрезерный станок с ЧПУ модели 65A80MФ4 Tornado HСМС-15; многооперационный станок ИС-800 BLUESTAR 6 НХ805F/НТ; токарный станок с ЧПУ модели SOLEX NL634 SZ; многооперационный станок UX600. Данное оборудование позволит повысить рентабельность изделия с криволинейными поверхностями не только в массовом, но и мелкосерийном и единичном производстве.

Предполагается увеличение производительности в применении современных режущих инструментов с более высокими показателями обработки конструкционных материалов.

В разрабатываемом технологическом процессе предлагается применять специальные станочное приспособление с цилиндрическим и призматическим пальцами, станки с числовым программным управлением, что приведёт к увеличению механизации и автоматизации, снизить трудоемкость изготовления и повысить качество изделия.

Основным результатом работы является сокращение сроков и затрат на изготовление детали "Корпус амортизатора", повышение производительности труда при уменьшении численности рабочих, повышение технико-организационного уровня производства позволяющего обеспечить минимум приведенных затрат при наибольшей производительности производства.

А.С. Стаценко

Научный руководитель: к.т.н., заведующий кафедрой технологии машиностроения А.В. Карпов  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23  
E-mail: alena1994.a@yandex.ru

### **Совершенствование технологии изготовления детали «Шестерня» в условиях в условиях ОАО «ПО Муроммашзавод»**

Деталь «Шестерня» является одной из деталей зубчатой передачи, применяемой в машине для передачи крутящего момента между параллельными осями валов, которая обеспечивает плавность и бесшумность в работе главной передачи.

К детали «Шестерня» предъявляются требования высокой поверхностной твёрдости, пластичности и вязкости сердцевины, работающей под действием ударных нагрузок. Деталь цементуемая, особо ответственная, высоконагруженная. Этим требованиям в полной мере отвечает используемый конструкционный материал – сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Масса детали, согласно её рабочему чертежу, составляет 4,1 кг.

В применяемом на базовом предприятии технологическом процессе изготовления «Шестерни» осуществляется обработка резанием на универсальном оборудовании. При увеличении программы выпуска детали базовую технологию необходимо значительно совершенствовать. Оптимизация технологического процесса заключается в сокращении трудоёмкости изготовления детали для обеспечения выпуска требуемого количества деталей заданного качества при минимальной себестоимости их изготовления.

Недостатком базового технологического процесса является применение в качестве заготовки круглого проката Ø180 мм, длиной 80 мм, разрезаемого на части на ленточнопильном станке (масса заготовки составляет 9 кг). Высокие припуски на наружные и внутренние диаметры, торцовые поверхности значительно увеличивают трудоёмкость обработки, не позволяют производить обработку эффективно. Необходимо проводить предварительное (обдирочное) точение поверхностей и подготовку баз на универсальном токарно-винторезном станке модели 16К20. Для закрепления детали в базовом технологическом процессе применяются патроны и приспособления с ручным зажимом.

В предлагаемом технологическом процессе для снижения материалоёмкости заготовки необходимо в качестве заготовки использовать поковку, получаемую на кривошипном горячештамповочном прессе КГШП-2500 в закрытом штампе. Поковка имеет стабильные припуски на обработку, что позволит заменить универсальные металлорежущие станки на высокопроизводительное оборудование с ЧПУ. Технологические и технические возможности станков с ЧПУ позволят использовать максимальную концентрацию переходов обработки, форсировать режимы резания с одновременным использованием современной вспомогательной оснастки и режущего инструмента с механическим креплением твердосплавных пластин. Для снижения вспомогательного времени в приспособлениях будут предусмотрены специальные приспособления. Использование токарно-винторезного станка с ЧПУ 16К20Ф3, горизонтально-протяжного станка 7Б55, зубодолбёжного станка 5122 снизит суммарную номенклатуру применяемого оборудования, повысит качество обработки, улучшит культуру производства. Рассчитанные технико-экономические показатели подтверждают целесообразность внедрения предложенной технологии.

Организация участка по производству деталей типа «шестерня» позволит эффективно использовать созданные мощности с применением многостаночного оборудования и внедрить новый технологический процесс на ОАО «ПО Муроммашзавод».

**Совершенствование технологии изготовления детали «Корпус НВС 731143.475»  
для условий АО «МЗ РИП »**

Деталь «Корпус НВС 731143.475» относится к классу корпусных деталей. Характерной конструктивной особенностью является наличие большого количества отверстий разной глубины и требований к взаимному расположению. Деталь изготовлена из легированной стали 40Х ГОСТ 4543-71.

В базовом технологическом процессе механическая обработка осуществлялась на устаревшем оборудовании, поэтому требуемая точность изготовления достигалась в основном за счёт квалификации рабочего. Всё это приводило к увеличению трудоемкости и себестоимости продукции. Следовательно, возникает необходимость разработки нового технологического процесса обработки детали «Корпус НВС 731143.475» с соблюдением передовых технологий и организации производства.

Технологический анализ конструкции детали проведён при помощи универсального набора переменных: геометрической формы детали, массы и материала заготовки, габаритных размеров, точности размеров и качества поверхностей, серийности изготовления, взаимное расположение элементарных обрабатываемых поверхностей с одной стороны детали, а также взаимное расположение сторон обработки в пространстве. Таким образом, обуславливается выбор нового технологического оборудования и совершенствование техпроцесса с целью соответствия современным требованиям производства.

Предпочтительным вариантом получения заготовки является штамповка, так как этот вариант обеспечивает наименьшую технологическую стоимость и текущие расходы на изготовление детали. В проектируемом технологическом процессе заготовку получаем на кривошипном горячештамповочном прессе. При экономической оценке вариантов получения заготовки выяснилось, что заготовка (штампованная поковка), полученная в открытом штампе, на много рентабельнее для серийного производства.

Предлагается применить более совершенное оборудование: токарный патронно-центровой полуавтомат модели 1740РФ4; токарного обрабатывающий центр с ЧПУ NL855Н; вертикально фрезерный обрабатывающий центр фирмы «SOLEX» модели VM903Н. Данное оборудование позволит повысить рентабельность изделия типа «тела вращения» не только в массовом, но и мелкосерийном и единичном производстве.

Предполагается увеличение производительности в применении современных режущих инструментов с более высокими показателями обработки конструкционных материалов.

В разрабатываемом технологическом процессе предлагается применять специальное станочное приспособление с цилиндрическим и призматическим пальцами, что приведёт к увеличению механизации и автоматизации, снизить трудоемкость изготовления и повысить качество изделия.

Основным результатом работы является сокращение сроков и затрат на изготовление детали "Корпус НВС 731143.475", повышение производительности труда при уменьшении численности рабочих, повышение технико-организационного уровня производства, позволяющего обеспечить минимум приведенных затрат при наибольшей производительности производства.

А.В. Тетерин

Научный руководитель: старший преподаватель кафедры ТМС Яшков В.А.  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23  
E-mail: ozzman\_12@mail.ru

### **Совершенствование технологии изготовления детали "Корпус тормоза 411Б" для условий ОАО "ПО Муроммашзавод"**

В условиях кризисной экономики и введённых санкций перед всеми промышленными предприятиями остро стоит вопрос импортозамещения. В его основе лежит работа по повышению эффективности производства, сокращению себестоимости выпускаемых изделий и обеспечению их качества.

К деталям типа «Корпус тормоза» относятся детали, образованные внутренними и наружными поверхностями вращения, имеющие общую прямолинейную ось и отношение  $2 > \frac{L}{D} \geq 0,2$ . «Корпус тормоза» входит в состав тормозной системы, используемой на различных средствах подвижного состава железнодорожного транспорта. Деталь при помощи болтового соединения прикрепляется к узлу.

Все поверхности детали имеют правильную форму, легко получаемую при обработке, а также они легко доступны для обработки. Жёсткость конструкции обеспечивается. При обработке ответственных поверхностей соблюдается принцип единства баз, что снижает количество брака.

Прочность корпуса обеспечивается выбором металла и требованиям к его макро- и микроструктуре. Расслоения, пузыри, усадочные рыхлости, трещины, закаты, заковы, раковины, плёны, окалина, забоины, заусенцы и коррозия на поверхностях детали не допускаются. Для обеспечения этих требований вид выбранной заготовки – поковка, штампуемая на горизонтально-ковочной машине.

Анализ базового технологического процесса показал, что в технологическом процессе отсутствуют станки с ЧПУ, применение которых позволит снизить время на обработку, а также сократить межоперационное время. Кроме того, они позволят снизить труд работника и тем самым увеличить производительность труда.

Внедрение станков с ЧПУ позволило объединить некоторые операции в одну, благодаря чему достигается экономический эффект и снижение трудоёмкости. Кроме того, нет необходимости в дорогостоящей оснастке.

В целях повышения производительности применяется специальное станочное приспособление для обработки пазов и сверления отверстий, обеспечивая наиболее точное расположение осей детали и планшайбы без выверки. Это позволит существенно облегчить обработку детали, а также даст возможность исключить ручную настройку станка на размер.

Рациональное внедрение предлагаемых технологических решений позволит максимально сократить трудоёмкость, повысить производительность выполняемых работ и тем самым добиться сокращения себестоимости при среднесерийном производстве.



Д.А. Тюрин

Научный руководитель: к.т.н., заведующий кафедрой технологии машиностроения А.В. Карпов  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23  
E-mail: [monrek@yandex.ru](mailto:monrek@yandex.ru)

### **Совершенствование технологии изготовления детали "Корпус сателлитов" для условий ОАО "ПО Муроммашзавод"**

Деталь "Коробка сателлитов" входит в узел переднего моста, который устанавливается в коробку перемены передач и служит для передачи вращения от двигателя через коробку передач на ведущие колеса автомобиля. "Коробка сателлитов" является базовой деталью узла дифференциала. Коробка сателлитов представляет собой корпусную деталь из ковкого чугуна КЧ 50-5П с внутренней сферической полостью.

Проведена качественная и количественная оценка. Выявлено, что упростить конструкцию без ухудшения ее рабочих качеств нельзя; возможность замены более дешевым материалом нет; деталь достаточно проста и не имеет трудностей в ее базировании; обработать деталь полностью за один установ невозможно; ограничить число инструментов не нужно, потому что обработка ведется и так минимальным количеством инструментов; конструкция изделия достаточно унифицирована; одновременную обработку нескольких деталей произвести нельзя, в связи со сложностью конструкции; процесс технологической обработки построен по типовому технологическому процессу.

В базовом технологическом процессе в качестве заготовки использовали поковку с большими припусками на обработку, в проектируемом технологическом процессе обработки детали производим пересчет припусков и получаем заготовку меньшими габаритами. Оказалось, что для данной детали и заданной программе выпуска использование данного способа дает снижение трудоемкости металлообработки (до 20%), повышение производительности (на 25%) и качества изготовления (на 30%), что, в конечном итоге, отразилось на улучшении технико-экономических показателей.

В процессе модернизации технологического процесса предлагается использовать токарные станки с ЧПУ В1200S Biglia, которые имеют дополнительную ось «У», благодаря которым можно объединить операции по токарной обработке, сверлению отверстий и нарезанию резьбы. Из процесса исключаются дополнительные операции и оборудование. Следовательно, сокращается время обработки детали за счет сокращения технологических переходов, а также уменьшается погрешность изготовления детали. Применяя указанное оборудование и уменьшая межоперационное время, повышаем коэффициент загрузки станка.

В результате обработки детали использовали дополнительное приспособление – «приводную головку Kitagawa», которая позволяет привести в движение несколько инструментов на токарном станке: Сверло спиральное 2301-0006 Р6М5 Ф6,95 ГОСТ 10903-77; Зенкер 2421-0007 Р6М5 Ф7,8 ГОСТ 10903-77; Развертка 2547-0008 Ф8Н7 Р6М5 ГОСТ24514-85; Сверло спиральное 2301-0014 Р6М5 Ф14 ГОСТ 10903-77; Метчик 2620-1508 М8 ГОСТ 3266-71; Фреза концевая 2256-0245 D5 Р6М5 ГОСТ 17026-71.

Для сокращения основного и вспомогательного времени подобраны необходимые специальные приспособления и инструмент. Причем как приспособление, так и инструмент были подвержены усовершенствованию и модернизации. Например, в приспособлении предусмотрена новая конструкция зажимного устройства с пневматическим приводом, а сборный инструмент оснащён новым устройством узла крепления режущего элемента, который без снижения надежности в работе упрощает конструкцию сборного инструмента и процесс его переналадки. Применяв специальные приспособления и инструмент, сокращаем время обработки детали на 30%.

К.С. Шешенина, Е.С. Шемонаева, Д.С. Латышев, Д.А. Николаев, С.А. Туманов  
Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры ТМС В.В. Зелинский  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный  
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
Россия, 602264, Муром. Владимирская область, ул. Орловская, 23, тел. (49234) 77282  
E-mail: [center@mivlgu.ru](mailto:center@mivlgu.ru)*

### **Конструирование механического привода с зубчатым соосным редуктором**

В практике конструирования в машиностроении принято создавать приводы и другие силовые машины и механизмы с использованием критериев работоспособности. В этом случае размеры деталей и узлов находятся во взаимосвязи с внешними воздействиями и механическими свойствами материалов деталей. Эти взаимосвязи устанавливаются специально разработанными методами проектного расчета деталей и узлов.

В зубчатом соосном редукторе основными деталями являются передачи, валы и подшипники.

Зубчатые колеса передач малой и средней мощности, размещаемые в закрытых корпусах (закрытые передачи) изготавливаются из качественных углеродистых или низколегированных сталей, подверженных термической обработке.

Очень важно правильное определение допускаемых напряжений, так как относительно них находятся размеры передач. При этом размеры закрытых передач определяется по допускаемым напряжениям для поверхностного слоя (контактным напряжениям), поскольку эксплуатационные отказы связаны с повреждениями именно поверхностей зубьев колес.

Предварительно рассчитанные геометрические размеры передачи проверяют на соответствие остальным критериям работоспособности. Для закрытых передач такими критериями являются: выносливость при изгибе, контактная и изгибная прочность при действии пикового момента. В случае удовлетворительного результата предварительные размеры принимаются в качестве окончательных. В противном случае приходится корректировать размеры передачи до их удовлетворения всем рассматриваемым критериям работоспособности.

В соосном редукторе основное внимание уделяется правильному определению размеров тихоходной ступени, так как она является более нагруженной и определяющей габаритные размеры редуктора.

В зубчатых редукторах применяют прямые ступенчатые валы. Образование ступеней связано с закреплением деталей или самого вала в осевом направлении, а также с возможностью монтажа деталей при посадках с натягом. Ступени большего диаметра всегда располагают в средней по длине части валов для облегчения размещения на них деталей передач. Полые валы применяют только в слабонагруженных передачах для размещения в них других деталей.

Основными критериями работоспособности валов являются прочность при кручении и изгибе, сопротивление усталости материала и жёсткость. Основными внешними воздействиями являются крутящие и изгибающие моменты. Влияние сжимающих или растягивающих сил обычно мало и не учитывается.

Для точного расчёта вала необходимо знать его конструкцию, тип и расположение опор, места приложения и величину внешних нагрузок. Поэтому расчёт ведут в три этапа.

Ориентировочный расчет производят только на кручение. Для компенсации напряжений изгиба и других неучтенных факторов допускаемые напряжения кручения значительно понижают. В проектном расчете определяют диаметры отдельных ступеней с учетом принятой конструкции вала и действующих крутящих и изгибающих моментов. Проверочный расчёт валов заключается в определении фактического коэффициента запаса усталостной прочности в предположительно опасных сечениях, с учётом характера изменения напряжений, влияния абсолютных размеров детали, концентрации напряжений, шероховатости и упрочнения поверхностей. Диаметры

### Секция 33. Технология машиностроения

ступеней валов принимаются за окончательные только при соблюдении нормированного запаса прочности.

В качестве опор валов осей применяются подшипники качения. Они воспринимают приложенные к валам нагрузки и обеспечивают заданное положение их оси вращения. Проектирование узлов с такими подшипниками включает в себя три основных этапа.

1. Разработка эскизов конструкции подшипниковых опор с предварительным выбором типоразмера (типа и серии) подшипников.

2. Составление расчетной схемы нагружения подшипников и проверочный расчет подшипников на долговечность (ресурс) и динамическую грузоподъемность. Корректировка, при необходимости, типоразмера подшипников.

3. Назначение класса точности, способа регулировки, посадок подшипников, выбор системы смазки и смазочного материала.

Очень важным при конструировании редукторов является правильный, всесторонне обоснованный выбор смазочного материала и условий смазки для зубчатых передач.

Н.М. Якунькин

Научный руководитель: к.т.н., заведующий кафедрой технологии машиностроения А.В. Карпов  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23  
E-mail: [adeon94@rambler.ru](mailto:adeon94@rambler.ru)

### **Совершенствование технологии изготовления детали "Корпус МР1760-4254.00.11" в условиях АО "Муромский приборостроительный завод"**

Корпус – одно из наиболее распространенных изделий современного машиностроения и систем общепромышленного применения. Корпус предназначен для размещения в нем сборочных узлов и деталей. Данные изделия должны обеспечивать постоянство точности относительного расположения механизмов и деталей при эксплуатации будущего изделия, поэтому для корпусных изделий крайне важна их жесткость.

Машиностроение развивается быстрыми темпами, появляется новое оборудование, новые технологии производства. Поэтому стоит искать новые конструкторские и технологические методы улучшения производства данных изделий.

Производство деталей типа "корпус", улучшение их физико-механических свойств и снижение себестоимости являются приоритетными задачами для любого производственного предприятия. Решение данной задачи позволит повысить уровень качества, долговечности и надежности изделий, а также сделать цену на изделия максимально доступной для потребителя.

Важнейшими этапами проектирования технологии является назначение маршрутного технологического процесса, выбор оборудования, режущего инструмента, станочных и контрольно-измерительных приспособлений. В результате анализа базового варианта технологического процесса изготовления детали "Корпус МР1760-4254.00.11", являющейся деталью штампа выработки и вытяжки деталей типа "колпачок", были предложены следующие изменения для внедрения на АО «Муромский приборостроительный завод»:

- 1) заготовка изменена на поковку, получаемую методом горячей объемной штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП-2500);
- 2) добавлена электроэрозионная операция для обработки "ласточкиного хвоста";
- 3) заменены дублирующие фрезерные операции на операцию «Фрезерная с ЧПУ» с использованием станка модели 6P13M;
- 4) заменен вертикально-сверлильный станок модели НС-12 на высокопроизводительный вертикально-сверлильный станок модели 2А-125;
- 5) использованы прогрессивные специальные приспособления на операциях с закреплением заготовки.

Деталь изготовлена из конструкционной легированной стали 30ХГСА и проходит цементацию и термообработку, что имеет большое значение в отношении короблений, возможных при нагревании и охлаждении, и при возникновении остаточных напряжений.

"Корпус МР1760-4254.00.11" имеет жесткую конструкцию, что позволяет производить обработку на высоких режимах резания. При обработке данной детали используется специальное сверлильное приспособление. Деталь базируется по технологическим отверстиям, полученным на предыдущих операциях, что позволяет свести к минимуму погрешность базирования и закрепления заготовки. Конструкция данного приспособления позволяет добиться единства баз, то есть совмещать конструкторские, технологические и измерительные базы.

Конструкция детали достаточно технологична. Для обработки всех поверхностей детали существует возможность применения высокоэффективного металлорежущего оборудования и высокопроизводительных методов формообразования. Особое внимание уделяется оборудованию с ЧПУ, так по сравнению с универсальным оборудованием данные станки более эффективны и производительны.