

АННОТАЦИЯ

Ишкин Ф.А.: Технологический процесс изготовления блока шестерен горизонтально-фрезерного станка.

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку технологического процесса изготовления блока шестерен горизонтально-фрезерного станка. В ходе выполнения нами был спроектирован качественный технологический процесс изготовления детали, разработано автоматизированное приспособление для токарной операции, разработан специализированный режущий инструмент на зубофрезерную операцию. На эти же операции спроектированы технологические наладки, представленные в графической части.

В работе произведены мероприятия по обеспечению технологической безопасности и предложены меры, которые помогут снизить воздействия опасных и вредных факторов.

В работе выполнен экономический анализ проведенных мероприятий. Ожидаемый интегральный экономический эффект от внедрения предлагаемых мероприятий составляет 94398 рублей. Срок окупаемости 3 года.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВЕДЕНИЕ	6
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	11
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	24
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	27
5 ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	32
6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	41
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	52
ПРИЛОЖЕНИЯ	55

ВВЕДЕНИЕ

Во всех отраслях приборостроения и машиностроения в целом исключительно широкое применение получили зубчатые передачи. Единоновременно с количественным ростом зубчатых колес непрерывно растут их области применения и ужесточаются качественные требования их работы.

Точные кинематические зубчатые передачи применяются не только в цепях высокоточных станков, но и в программных устройствах, следящих системах, антеннах и так далее. С другой стороны, нагруженные и быстроходные цилиндрические зубчатые передачи работают в современных агрегатах при высоких скоростях, и в связи с этим должны обладать низким уровнем шума и виброактивности.

По мере повышения требований к качеству зубчатых передач непрерывно совершенствуются технологические приёмы их изготовления и создаются новые виды отделочных операций, а за ними совершенствуются и методы контроля, применяемые в процессе производства зубчатых колес и при окончательной приёмке.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления блока шестерен горизонтально-фрезерного станка надлежащего качества и минимальной себестоимости.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Назначение и условия работы детали.

Блок шестерен служит для передачи вращения с VII вала на VIII в механизме перебора горизонтально-фрезерного станка. Материалом детали является сталь 20ХГНМ, подвергающаяся нитроцементации, закалке и отпуску.

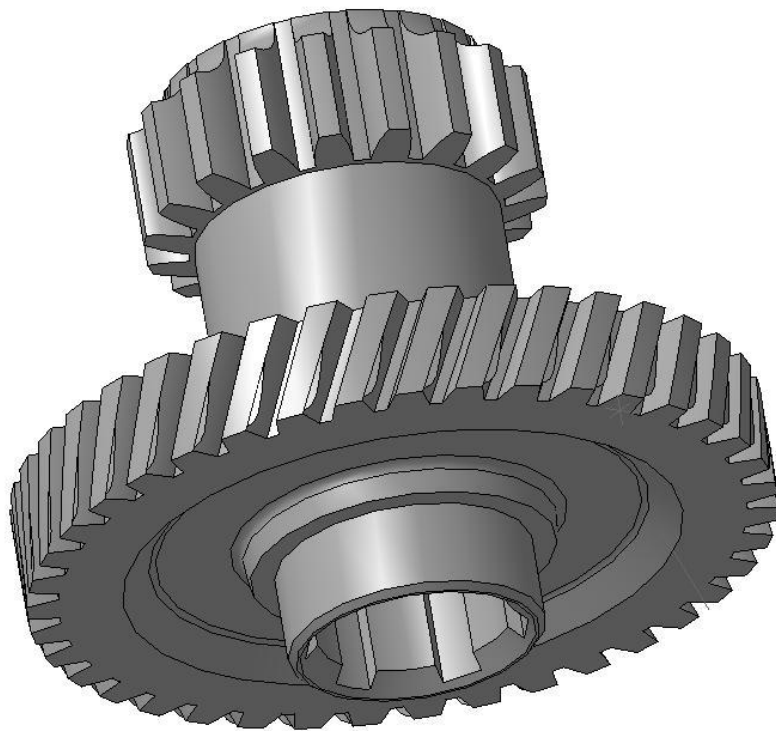


Рис. 1.1. Блок шестерен горизонтально-фрезерного станка

Деталь имеет два венца: прямозубый и косозубый.

У прямозубого зубчатого венца модуль равен $m=2,75$, а число зубьев $z=14$. Зубчатый венец имеет заострения зубьев для облегчения включения при введении в зацепление с промежуточной шестерней.

1.2 Классификация поверхностей детали.

«Исполнительные поверхности – поверхности детали, выполняющие ее служебное назначение». [1]

«Основные конструкторские базы – базы, определяющие положение детали в сборочной единице». [1]

«Вспомогательные конструкторские базы – поверхности, определяющие положение присоединяемых деталей относительно данной». [1]

«Свободные поверхности – поверхности, не указанные во всех вышеперечисленных пунктах». [1]

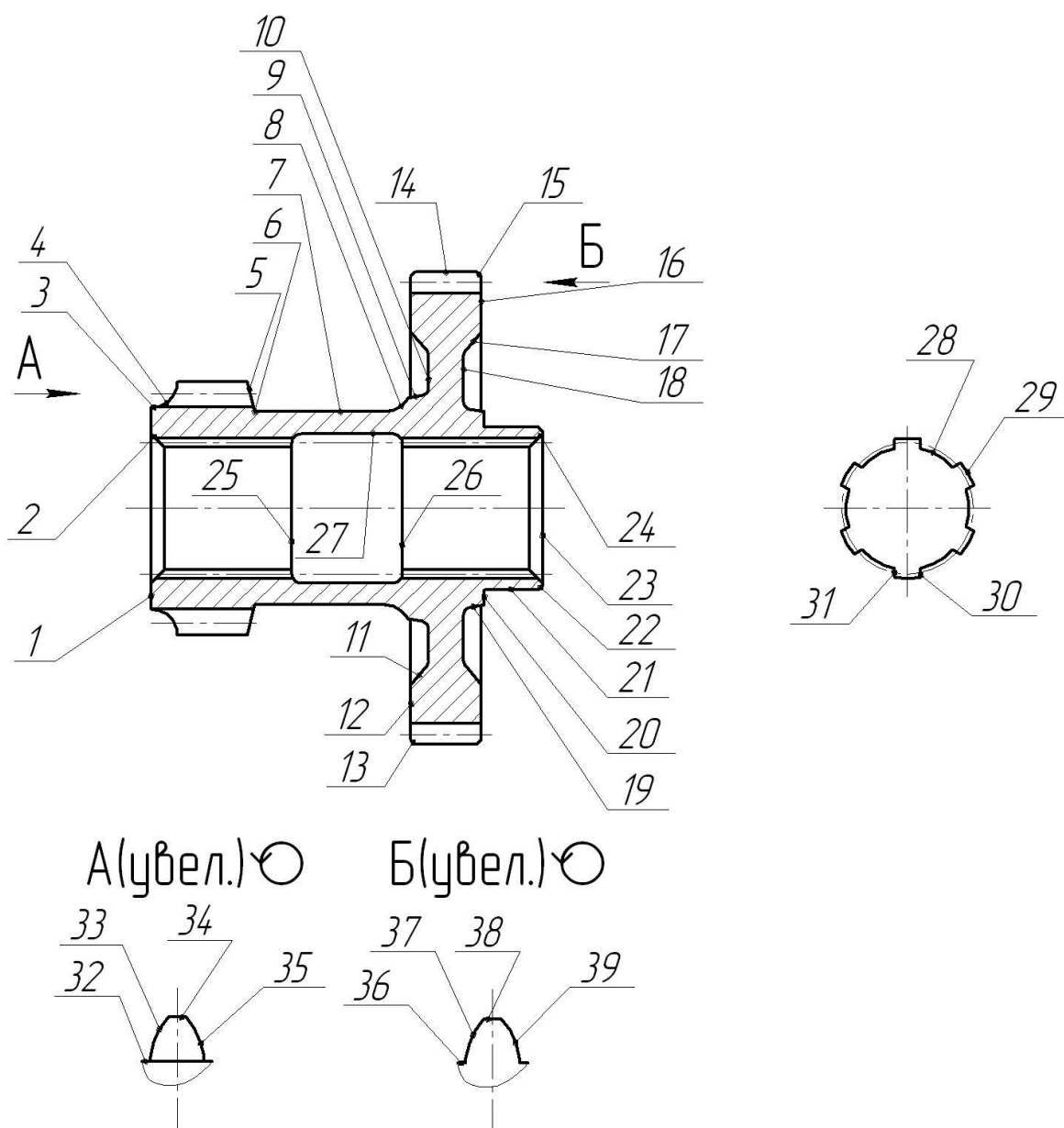


Рис. 1.2. Обозначение поверхностей детали

К исполнительным поверхностям относим боковые стенки шлицев (30 и 31), эвольвенты зубьев (33, 35, 37, 39).

К основным конструкторским базам относим торцовые поверхности 1, 12, 16 и цилиндрическую шейку 21.

К вспомогательным конструкторским базам относим фаски зубчатых обоих венцов 4, 5, 13, и 15.

Все оставшиеся поверхности будут являться свободными.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

С помощью литературного источника [2] проанализируем состав и физико-механические свойства материала детали стали 20ХГНМ ГОСТ 4543-71.

В состав стали 20ХГНМ ГОСТ 4543-71 входят: углерод (С) в содержании 0,18...0,23%; кремний (Si) содержанием 0,17...0,37%; марганец (Mn) содержанием 0,7...1,1%; никель (Ni) содержанием 0,4...0,7%; сера (S) содержанием до 0,035%; фосфор (P) содержанием до 0,035%; хром (Cr) содержанием 0,4...0,7%; молибден (Mo) содержанием 0,15...0,25%; оставшийся материал – железо (Fe).

Такой химический состав формирует следующие механические свойства материала после закалки и отпуска: $\sigma_b = 1180$ МПа; НВ 269 МПа.

Заготовку можно получить двумя рациональными методами – это штамповка и прокат. В этих случаях ее форма будет достаточно простая.

Условия работы детали диктуют требования к соответствующим ее поверхностям. Снижение точности поверхностей приведет к снижению базирования детали в узле, что скажется на работоспособности механизма в сборе.

Конструкция нашей детали дает возможность свободно осуществлять механическую обработку и выполнять замеры поверхностей. Это позволяет применять в техпроцессе универсальный режущий и мерительный

инструмент. В редких случаях возможно применение специализированных инструментов.

1.4 Формулировка задач работы.

Для достижения цели работы, сформулированной во введении, были поставлены следующие задачи работы: выбрать способ получения и разработать чертеж заготовки; спроектировать технологический план изготовления нашей детали; разработать конструкцию автоматизированного станочного приспособления; разработать конструкцию режущего инструмента; проанализировать технологическую безопасность работы; рассчитать экономическую эффективность работы.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 Определение типа производства.

Для формулировки стратегии техпроцесса необходимо определить тип производства, который при неизвестных других параметрах можно определить исходя из годового объёма выпуска и массы готовой детали.

В нашем случае при $N_T = 5\ 000$ шт/год $m = 2,1$ кг и выберем тип производства - среднесерийный. [1]

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

Руководствуясь [1], определим стратегию разработки техпроцесса для среднесерийного типа производства, чтобы обеспечить заданный выпуск деталей с заданным качеством и наименьшими затратами.

- 1) форма организации техпроцесса – переменного-поточная.
- 2) повторяемость изделий – периодическое повторение партий.
- 3) заготовка – штамповка на ГКМ или прокат.
- 4) припуск на обработку – незначительный.
- 5) расчет припусков – подробный по переходам.
- 6) оборудование – универсальное, специализированное с ЧПУ.
- 7) загрузка оборудования – периодическая смена деталей на станках.
- 8) коэффициент закрепления операций – $K_{ZO}=1 \dots 40$.
- 9) настройка станков – по измерительным инструментам и приборам.
- 10) оснастка – универсальная и специальная.
- 11) подробность разработки – операционные и маршрутные карты.
- 12) расчет режимов резания – по отраслевым нормативам и эмпирическим формулам.
- 13) нормирование – детальное пооперационное.
- 14) квалификация рабочих – различная.
- 15) использование достижений науки – значительное.

2.3 Выбор метода получения заготовки.

Метод заготовительного производства зависит от типа детали, материала, типа производства, формы и других параметров. В нашем случае наиболее рациональными методами изготовления заготовки будут штамповка и прокат.

Выполним технико-экономический анализ изготовления заготовки для нашей детали штамповкой и прокатом.

В данном случае в качестве заготовительной операции проанализируем такие варианты её получения: а) поковка, полученная горячим объёмным методом на ГКШП; б) литьё в металлические формы.

Вариант 1. Рассчитаем поковку, полученную горячим объёмным методом на ГКШП.

Определим стоимость заготовки:

$$C_{заг} = (C_{шт} \cdot h_m \cdot h_c \cdot h_b \cdot h_m \cdot h_n)Q,$$

$$\text{где } C_{шт} = 38,26; h_c = 0,9; h_b = 1,15; h_m = 1,98; h_n = 1,0. \quad [3]$$

Масса заготовки $Q = 2,4$ кг, исходя из расчёта.

Тогда получим:

$$C_{заг} = (38,26 \cdot 1,0 \cdot 1,98 \cdot 0,9 \cdot 1,15 \cdot 1,0) \cdot 2,4 = 188,175 \text{ , руб.}$$

Вариант 2. Рассчитаем литьё в металлические формы.

$$C_{заг(л)} = (C_{от} \cdot h_m \cdot h_c \cdot h_b \cdot h_m \cdot h_n)Q_{заг},$$

$$\text{где } C_{от} = 61,91; h_t = 1,03; h_c = 1,0; h_b = 1,0; h_m = 2,4; h_n = 1,0. \quad [3]$$

Масса заготовки $Q = 2,2$ кг, исходя из расчёта.

Тогда получим:

$$C_{заг} = (61,91 \cdot 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,4 \cdot 1,0) \cdot 2,2 = 336 \text{ , руб.}$$

Отсюда, исходя из себестоимости, экономически более выгодным является вариант получения заготовки методом объёмной штамповки.

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

Для изготовления поверхности 1 (Ra 1,6, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: центrovально-подрезная, шлифовальная обработка.

Для изготовления поверхности 2 (Ra 20, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: сверлильная обработка.

Для изготовления поверхности 3 (Ra 0,8, IT 7) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая, шлифовальная черновая, шлифовальная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 4 (Ra 5, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая и зубоскашивающая обработка.

Для изготовления поверхности 5 (Ra 1,6, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая и зубоскашивающая обработка.

Для изготовления поверхности 6 (Ra 5, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 7 (Ra 5, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 8 (Ra 5, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 9 (Ra 5, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 10 (Ra 5, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 11 (Ra 5, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 12 (Ra 5, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 13 (Ra 5, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 14 (Ra 5, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 15 (Ra 5, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 16 (Ra 5, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 17 (Ra 5, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 18 (Ra 5, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 19 (Ra 5, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 20 (Ra 5, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 21 (Ra 0,32, IT 6) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая, шлифовальная черновая, шлифовальная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 22 (Ra 5, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 23 (Ra 1,6, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: центrovально-подрезная, шлифовальная обработка.

Для изготовления поверхности 24 (Ra 5, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: сверлильная обработка.

Для изготовления поверхности 25 (Ra 10, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 26 (Ra 10, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 27 (Ra 10, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 28 (Ra 5, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: зубофрезерная обработка.

Для изготовления поверхности 29 (Ra 0,63, IT 7) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая, шлифовальная черновая и шлифовальная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 30 (Ra 0,63, IT 7) необходим следующий перечень механической обработки: зубофрезерная и зубошлифовальная обработка.

Для изготовления поверхности 31 (Ra 0,63, IT 7) необходим следующий перечень механической обработки: зубофрезерная и зубошлифовальная обработка.

Для изготовления поверхности 32 (Ra 5, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: зубофрезерная обработка.

Для изготовления поверхности 33 (Ra 0,63, IT 7) необходим следующий перечень механической обработки: зубофрезерная и зубошевинговальная обработка.

Для изготовления поверхности 34 (Ra 0,63, IT 7) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая, шлифовальная черновая и шлифовальная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 35 (Ra 0,63, IT 7) необходим следующий перечень механической обработки: зубофрезерная и зубошевинговальная обработка.

Для изготовления поверхности 36 (Ra 5, IT 8) необходим следующий перечень механической обработки: зубофрезерная обработка.

Для изготовления поверхности 37 (Ra 0,63, IT 7) необходим следующий перечень механической обработки: зубофрезерная и зубошевинговальная обработка.

Для изготовления поверхности 38 (Ra 0,63, IT 7) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая, токарная чистовая, шлифовальная черновая и шлифовальная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 39 (Ra 0,63, IT 7) необходим следующий перечень механической обработки: зубофрезерная и зубошевинговальная обработка.

2.5 Определение припусков.

Выполним расчет припусков для поверхности $D=37j6^{(+0,009)}_{(-0,004)}$, длиной $L=14$ мм с шероховатостью $Ra=0,4$ аналитическим способом. [4]

Для обработки этой поверхности принимаем следующие переходы: 1) черновое точение; чистовое точение; термическая обработка; черновое шлифование и чистовое шлифование.

$$\Delta = 0,25 \cdot Td \cdot [5]$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,6 = 0,400 .$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,25 = 0,063 .$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025 .$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025 .$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,016 = 0,004 .$$

Рассчитаем максимальные и минимальные значения припусков.

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} .$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,4^2 + 0,025^2} = 0,801 .$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0,025^2} = 0,268 .$$

$$Z_{3\min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,012^2} = 0,292 .$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,01^2 + 0,012^2} = 0,066 .$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (d_{i-1} + Td_i) .$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (d_0 + Td_1) = 0,801 + 0,5 \cdot (6 + 0,25) = 1,714 .$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (d_1 + Td_2) = 0,268 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,100) = 0,443 .$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (d_2 + Td_3) = 0,292 + 0,5 \cdot (0,16 + 0,100) = 0,422 .$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot (d_3 + Td_4) = 0,066 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,016) = 0,094 .$$

Рассчитаем среднее значение припусков.

$$Z_{cpi} = 0,5 \cdot (Z_{i\max} + Z_{i\min}) .$$

$$Z_{cp1} = 0,5 \cdot (Z_{1\max} + Z_{1\min}) = 0,5 \cdot (0,801 + 1,714) = 1,258 .$$

$$Z_{cp2} = 0,5 \cdot (Z_{2\max} + Z_{2\min}) = 0,5 \cdot (0,268 + 0,443) = 0,356 .$$

$$Z_{cp3} = 0,5 \cdot (Z_{3\max} + Z_{3\min}) = 0,5 \cdot (0,292 + 0,422) = 0,357 .$$

$$Z_{cp4} = 0,5 \cdot Z_{4max} + Z_{4min} = 0,5 \cdot 0,066 + 0,094 = 0,080, \text{ мм.}$$

$$d_{4min} = 36,996.$$

$$d_{4max} = 37,009.$$

$$d_{3min} = d_{4max} + 2Z_{4min} = 37,009 + 2 \cdot 0,066 = 37,150.$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_4 = 37,150 + 0,016 = 37,166.$$

$$d_{TOmin} = d_{3max} + 2Z_{3min} = 37,166 + 2 \cdot 0,292 = 37,750.$$

$$d_{TOmax} = d_{TOmin} + Td_{TO} = 37,750 + 0,160 = 37,910.$$

$$d_{2min} = d_{TOmin} \cdot 0,999 = 37,910 \cdot 0,999 = 37,712.$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 37,712 + 0,100 = 37,812.$$

$$d_{1min} = d_{2max} + 2Z_{2min} = 37,812 + 2 \cdot 0,268 = 38,348.$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 38,348 + 0,250 = 38,598.$$

$$d_{0min} = d_{1max} + 2Z_{1min} = 38,598 + 2 \cdot 0,801 = 40,200.$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 40,200 + 1,600 = 41,800.$$

Рассчитаем средние значения размеров.

$$d_{cpi} = 0,5 \cdot (d_{imax} + d_{imin}).$$

$$d_{cp0} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (40,223 + 41,823) = 41,023.$$

$$d_{cp1} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (38,371 + 38,621) = 38,496.$$

$$d_{cp2} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (37,835 + 37,735) = 37,785.$$

$$d_{cp3} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (37,933 + 37,773) = 37,853.$$

$$d_{cp4} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (37,009 + 36,996) = 37,003.$$

Рассчитаем общий припуск на обработку

$$2Z_{min} = d_{0min} - d_{4max}.$$

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + Td_0 + Td_4.$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (2Z_{min} + 2Z_{max}).$$

$$2Z_{min} = 40,200 - 37,018 = 3,182.$$

$$2Z_{max} = 3,182 + 1,600 + 0,016 = 4,798.$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \left(\sqrt{182} + 4,789 \right) \approx 3,99, \text{ мм.}$$

На рисунке 2.1 представлена схема допусков.

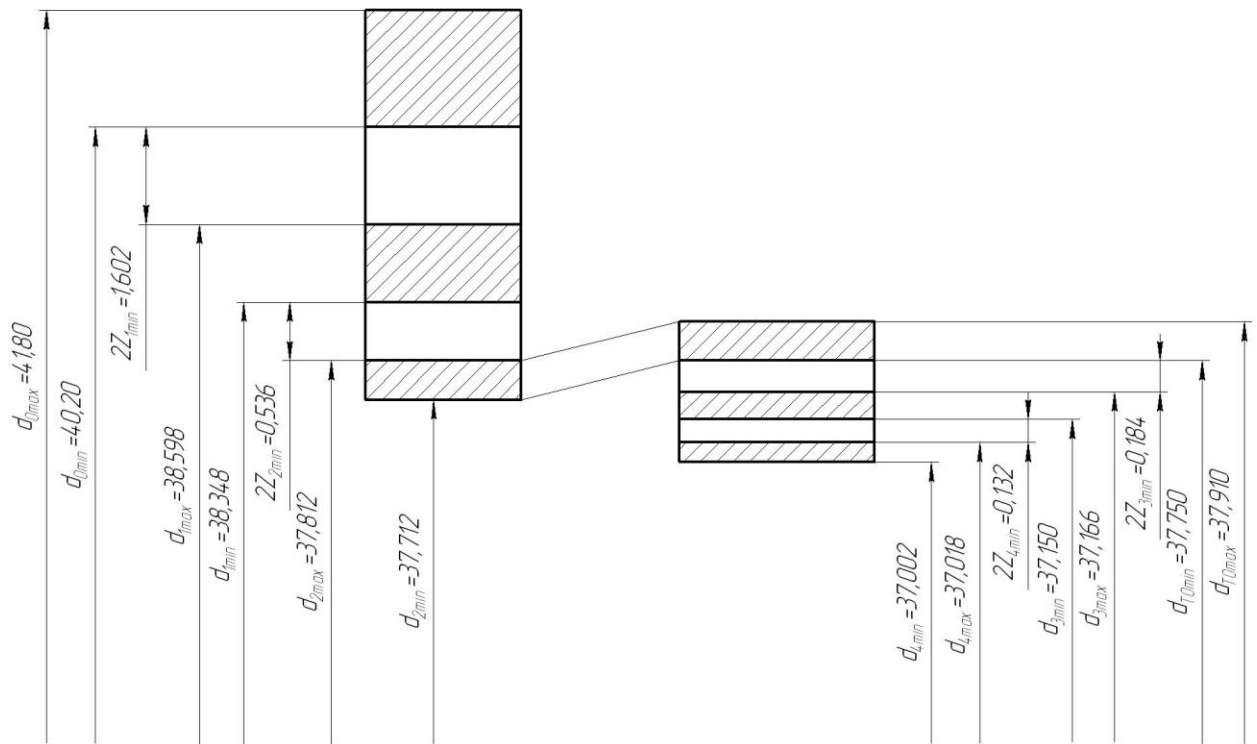


Рис. 5.1. Схема припусков допусков
на поверхность $\varnothing 39k6 \left(\begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix} \right)$.

2.6 Выбор средств технологического оснащения.

Для проведения операции 010 Агрегатной выберем агрегатный станок Г9С2П2Е52.

Для токарной операции 020 выберем токарный станок с числовым программным управлением SAMAT-400ХС. Этот станок предназначен для торной обработки деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем, в том числе для нарезания резьб в полуавтоматическом цикле.

Для 030 Шлифовальной операции принимаем круглошлифовальный станок с числовым программным управлением 3М151Ф2. Он предназначен для наружного шлифования прерывистых и гладких цилиндрических поверхностей ступенчатых валиков.

Для 040 Протяжной операции принимаем горизонтально-протяжной станок 7A523, предназначенный обработки протягиванием сквозных отверстий различных размеров и форм.

Для 050 и 060 зубофрезерных операций принимаем вертикальный зубофрезерный станок ABC-A23, который предназначен для обработки цилиндрических зубчатых колес с прямыми и косыми зубьями, а также червячных колес.

Для зубофасочных операций 070 и 080 принимаем зубофасочный станок ABC-K3, который предназначен для удаления заусенцев и снятия фасок одновитковыми червячными фрезами на одном или двух торцах незакаленных прямозубых и косозубых цилиндрических колес, а также конических колес с круговыми зубьями в условиях всех типов производств.

Для 090 и 100 зубошевинговальных операций принимаем зубошевинговальный станок ABC-B02, предназначенный для чистовой обработки (после зубофрезерования и снятия фасок на торцах зубьев) незакаленных прямозубых и косозубых колес.

Для 110 и 115 торцекруглошлифовальных операций принимаем станок ОШ-650Ф3 торцекруглошлифовальный с числовым программным управлением, который предназначен для наружного шлифования цилиндрических и торцовых поверхностей деталей типа вал из стали, чугуна и их сплавов.

Для 120 внутришлифовальной операции принимаем внутришлифовальный станок 3M227ВФ2 с числовым программным управлением, который предназначен для шлифования цилиндрических и конических, глухих и сквозных отверстий. Станок снабжен торцешлифовальным устройством.

2.7 Расчёт режимов резания.

2.7.1 Рассчитаем режимы обработки на операции точения

Глубина резания $t = 1,25$ мм.

Подача $S = 0,36..0,625$ мм/об. [8]

Скорость резания

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \text{ м/мин. [8]}$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{nV} \cdot K_{uV} \cdot [8]$$

где $K_{nV} = 0,8$; $K_{uV} = 1,15$; $K_{MV} = 0,8$. [8]

Тогда

$$K_V = 0,8 \cdot 1,15 \cdot 0,8 = 0,736.$$

$$V = \frac{350}{90^{0,2} \cdot 1,3^{0,15} \cdot 0,65^{0,35}} \cdot 0,736 = 138, \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 138}{3,14 \cdot 31} = 1417, \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} \cdot \text{ м/мин.}$$

$$V = \frac{1250 \cdot 3,14 \cdot 31}{1000} = 121, \text{ м/мин.}$$

Принимаем $V = 121$ м/мин.

Машинное время

$$T_{МАШ} = \frac{\sum L_i \cdot i}{n \cdot \sum S_i}.$$

$$T_{i\lambda\emptyset} = \frac{182 \cdot 1}{520 \cdot 0,5} = 0,7, \text{ мин.}$$

Штучное время

$$T_{шт} = T_M + T_B + T_{П-З}, \text{ мин,}$$

где $T_B = 0,2$; $T_{i-\zeta} = 0,1$.

$$T_{МАШ} = 0,78 + 0,2 + 0,1 = 1,0, \text{ мин.}$$

2.7.2 Рассчитаем режимы резания на фрезерные операции.

$$Z = 14; L_{\text{дв}} = 15; y = 20; \varepsilon = 3. [8]$$

$$L_{\text{р.х.}} = L_{\text{дв}} + y.$$

$$\text{Подача } S_0 = 2,1.$$

$$\text{Скорость резания } V = 63 \text{ м/мин.}$$

$$\text{Диаметр фрезы } D = 110 \text{ мм.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 63}{\pi \cdot 110} \approx 182, \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Принимаем } n = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{160 \cdot 3,14 \cdot 110}{1000} = 62,9, \text{ м/мин.}$$

Машинное время

$$T_{i\text{А}\emptyset} = \frac{\sum L_i \cdot i}{n \cdot \sum S_i} = \frac{35 \cdot 14}{2,1 \cdot 160 \cdot 3} = 0,43, \text{ мин.}$$

Штучное время

$$T_{\text{шт}} = T_M + T_B + T_{\text{п-з}}, \text{ мин,}$$

$$\text{где } T_B = 0,2; T_{\text{п-з}} = 0,1.$$

$$T_{i\text{А}\emptyset} = 0,43 + 0,2 + 0,1 = 0,73, \text{ мин.}$$

2.7.3 Рассчитаем режимы обработки на зубофасочную операцию.

$$\cos \beta = \frac{i^2 + r_K^2 - r_{\text{А}}^2}{2 \cdot i \cdot r_{\text{Е}}} = \frac{142,12^2 + 102,85^2 - 47,84^2}{2 \cdot 142,12 \cdot 102,85} = 0,9745.$$

$$\cos \beta = \frac{i^2 + r_{\text{А}}^2 - r_{\text{Е}}^2}{2 \cdot i \cdot r_{\text{А}}} = \frac{142,12^2 + 47,84^2 - 102,85^2}{2 \cdot 142,12 \cdot 47,84} = 0,8758.$$

$$V_{\text{А}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_{\text{А}} \cdot n_{\text{А}}}{1000} = 107,3, \text{ м/мин.}$$

$$V_{\text{Е}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_{\text{Е}} \cdot n_{\text{Е}}}{1000} = 103,4, \text{ м/мин.}$$

$$V_{D\dot{A}\dot{C}} = V_{\dot{A}}^2 + V_{\dot{E}}^2 - 2 \cdot V_{\dot{A}} \cdot V_{\dot{E}} \cdot \cos \beta + \gamma =$$

$$= 107,3^2 + 103,4^2 - 2 \cdot 107,3 \cdot 103,4 \cdot \cos 41,82 = 56,7 \text{ м/мин.}$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

На токарной операции 020, которая ведется на токарно-револьверном станке с ЧПУ SAMAT-400XC, производится точение двумя резцами.

3.1 Определение усилий резания.

Максимальная сила P_z будет при точении зубчатых венцов.

Первый венец:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1.25^1 \cdot 0.625^{0.75} \cdot 195^{-0.15} \cdot 0.89 = 1063.7, \text{ Н.}$$

Второй венец:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1.25^1 \cdot 0.625^{0.75} \cdot 270^{-0.15} \cdot 0.89 = 1013.4, \text{ Н.}$$

Здесь $C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15; K_p = 0,89$. [10]

3.2 Определение усилия вдавливания поводка.

При угле конусности центра 60° усилие вдавливания поводка равно:

$$Q \geq \frac{\pi \cdot P_z \cdot D}{D_1} = \frac{3.14 \cdot 1063.7 \cdot 48.5}{26} = 6233.6, \text{ Н,}$$

где $P_z = 1063,7; D = 48,5; D_1 = 26$.

3.3 Определение силы зажима кулачков.

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R} = \frac{1.6 \cdot 1013.4 \cdot 47.84}{0.3 \cdot 22.9} = 11291.1, \text{ Н,}$$

где $K = 1,6; P_z = 1013,4; R_0 = 47,84; R = 22,9$.

Определение усилия привода

$$Q = P + \frac{W \cdot K_1 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot a \cdot m}{h}\right) \cdot l_1}{l} = 693 + \frac{1129.1 \cdot 1.2 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 95 \cdot 0.2}{42}\right) \cdot 9}{38} = 8257.2, \text{ Н,}$$

где $P = 693; W = 11291,1; a = 95; m = 0,2; h = 42; l_1 = 9; l = 38$.

3.4 Расчет привода патрона.

Рабочее давление системы и исходные:

$Q_2 = 8257,2$ Н – усилие, которое дает внешний цилиндр; $Q = 6233,6$ Н – усилие, которое дает внутренний цилиндр; $p = 5,1$ МПа – рабочее давление, которое дает механизм.

$$A_1 = \frac{Q_1}{p} = \frac{6233,6}{5,1} = 2,42 \cdot 10^{-3}, \text{ кв.м.} - \text{ активная поршневая площадь,}$$

которую имеет внутренний гидроцилиндр;

$$A_2 = \frac{Q_2}{p} = \frac{8257,2}{5,1} = 7,87 \cdot 10^{-3}, \text{ кв.м.} - \text{ активная поршневая площадь,}$$

которую имеет внешний цилиндр.

3.5 Принцип работы приспособления.

Двухпоршневой цилиндр, имеющий независимое движение обоих поршней, предназначен для возможности движения двух независимых друг от друга элементов зажима в приспособлении с зажимными кулачками.

Гидроцилиндр состоит из пары сонаправленных цилиндров состоит из следующих деталей: 3-распределитель, 4,5-поршни, 6,13-контрольные фланцы общий корпус 14, 7,8-направляющие стержни, 9-контрольная тяга, 10-корпус распределителя, 17-передняя крышка. Для обеспечения плавного перетекания жидкости, плавности хода, равномерного фиксирования заготовки в системе имеется обратный клапан 2.

Для слива излишек рабочей жидкости осуществляется через корпус распределителя (для поршня №1 – подводы 1 и 2; для поршня №2 – подводы 3 и 4).

Для блокировки механизма при аварии применяется обратный клапан 1.

Рабочая жидкость под давлением подается в рабочую камеру гидроцилиндра по каналам, что приводит в движение поршень. Из штоковой камеры рабочая жидкость сливается в резервуар гидросистемы.

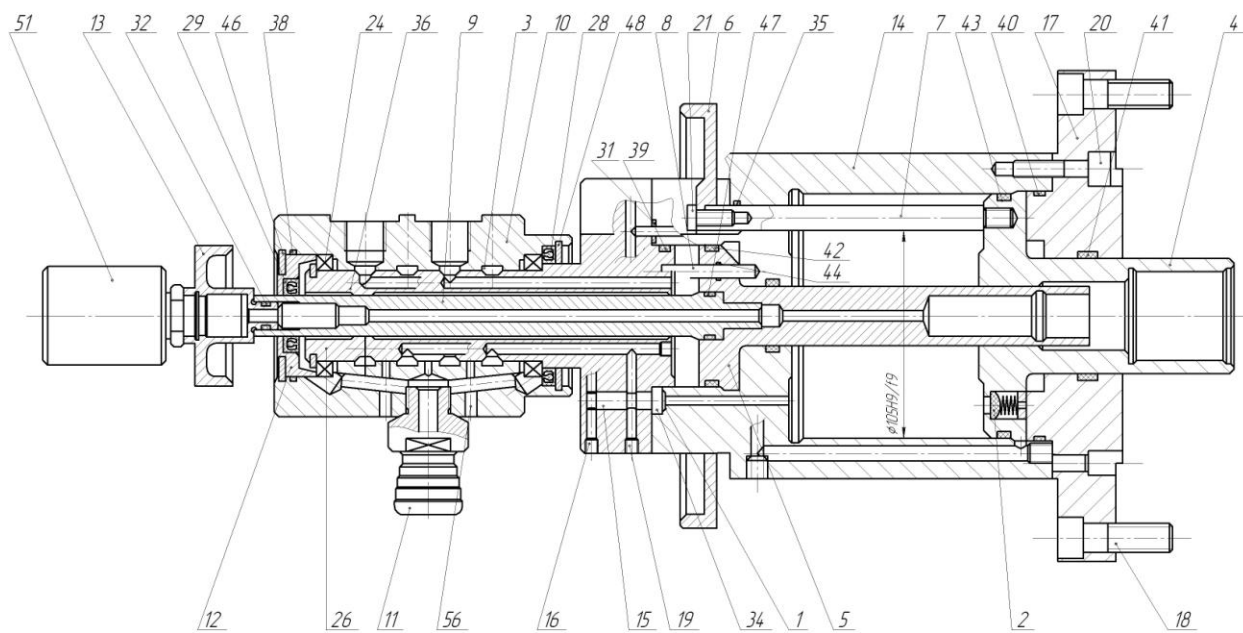


Рис. 3.1. Гидропривод патрона.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

На операции 050 Зубофрезерная проводится фрезерование зубьев меньшего зубчатого венца. Эскиз операции представлен на рис. 4.1. В этом разделе спроектируем червячную фрезу для этой операции.

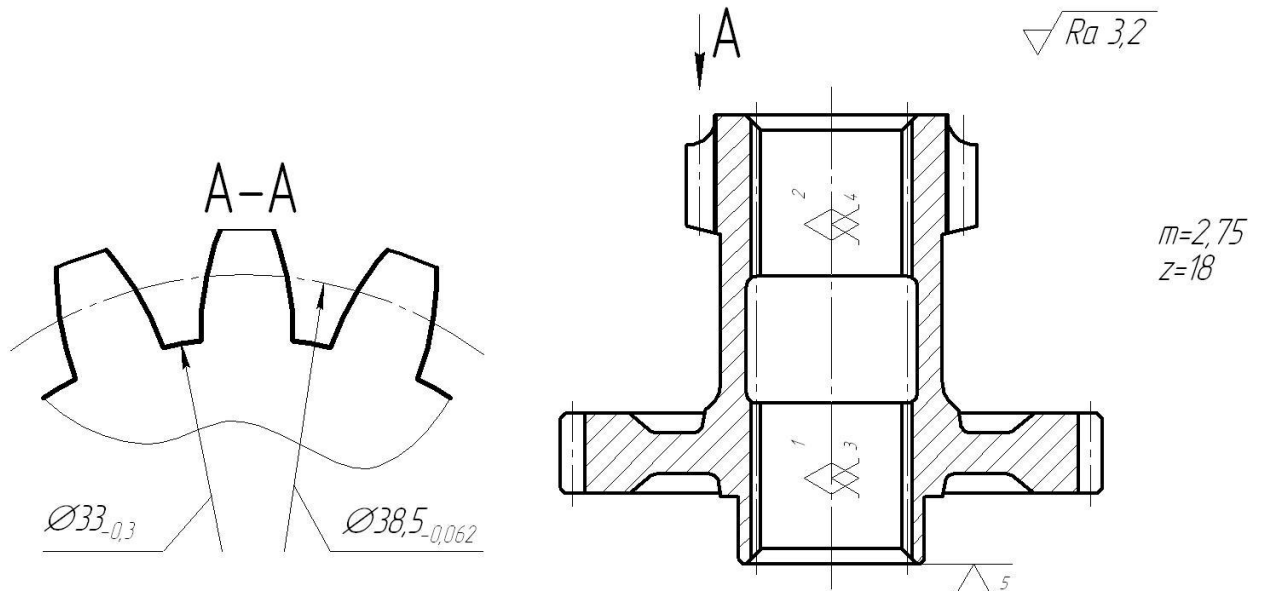


Рис. 4.1. Эскиз операции 050 Зубофрезерная

Исходные данные:

$Z = 14$; $m = 2,75$ мм; $\alpha = 20^{\circ}$; $\beta = 0$; $d_s = 33_{-0,4}$ мм; $d_0 = 45,79$ мм; $d_1 = 36,3$ мм; $\alpha_k = 45^{\circ}$; $d_k = 45_{-0,5}$ мм; $W = 21,285 \dots 21,362$; $Z_n = 3$.

Угол профиля червячной фрезы:

$$\alpha_v = \alpha = 20^{\circ} . [15]$$

Модуль червячной фрезы:

$$m_n = m = 2,75 , \text{ мм.}$$

Нормальный шаг:

$$t_n = \pi \cdot m = 8,63938 , \text{ мм. [15]}$$

Определим толщину зуба:

$$S_n = t_n - S_{nd} ,$$

где $S_{нд}$ – нормальная толщина зуба детали.

$$S_{нд} = \frac{W}{\cos\alpha} - m \cdot \left[z \cdot \left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1 \right) + Z \cdot \operatorname{inv}\alpha \right] = \frac{21,3235}{\cos 20^\circ} - 2,75 \cdot \left[14,15 \cdot \left(\frac{1}{\cos 20^\circ} - 1 \right) + 14 \cdot \operatorname{inv} 20^\circ \right] = 4,8394$$

$$S_T = 8,63938 - 4,8394 \approx 3,8.$$

Определим высоту головки зуба у фрезы:

$$h_{0U} = d - \frac{d_\phi}{Z}, [15]$$

$$\text{где } d = m \cdot Z = 38,5; d_\phi = 32,8.$$

Определим начало фланка:

Для этого примем угол фланка:

$$\alpha_\delta = 45^\circ.$$

Определим расстояние от начальной прямой фрезы до начала фланка:

$$h_\phi = d \cdot \left[\cos\alpha - \cos\alpha_c - \cos\alpha_\phi + \cos\alpha_{c\phi} \right] \cdot 2(\operatorname{tg}\alpha_\phi - \operatorname{tg}\alpha), [15]$$

$$\cos\alpha_c = \frac{d \cdot \cos\alpha}{d_k} = \frac{38,5 \cdot \cos 20^\circ}{44,75} = 0,8085.$$

$$\alpha_c = 36^\circ 03' 19''.$$

$$\cos\alpha_{c\phi} = \frac{d \cdot \cos\alpha_\phi}{d_k} = \frac{38,5 \cdot \cos 45^\circ}{44,75} = 0,6083.$$

$$\alpha_{c\phi} = 52^\circ 31' 47''.$$

$$h_\phi = \frac{38,5 \cdot \left[0,0149 - 0,09873 - 2,2146 + 0,3878 \right]}{2 \cdot \left[\operatorname{tg} 45^\circ - \operatorname{tg} 20^\circ \right]} = 2,7013, \text{ мм.}$$

Определим размеры фланка на чертеже, измеренные от вершины зуба:

$$h_\phi = h_\phi + h_{0U} = 2,7013 + 2,85 = 5,551, \text{ мм.}$$

Определим высоту зуба фрезы:

$$H_{PU} = \frac{d_0}{2} \cdot \cos(\alpha_0 - \alpha) \cdot \frac{d_\phi}{2},$$

$$\cos\alpha_0 = \frac{d \cdot \cos\alpha}{d_0} = \frac{38,5 \cdot \cos 20^\circ}{45,79} = 0,79.$$

$$\alpha_0 = 37^\circ 48' 22''.$$

$$H_{PU} = \frac{45,79}{2} \cdot \cos(37^\circ 48' 22'' - 20^\circ) - \frac{32,8}{2} = 6,4, \text{ мм.}$$

Рассчитаем радиус при вершине зуба фрезы.

Рассчитаем высоту головки зуба фрезы:

$$h_{OU} = \frac{1}{2} \cdot (d_w - d_l \cdot \cos\theta), [15]$$

$$d_w = d;$$

$$d_l = 36,3;$$

$$\theta = \alpha - \alpha_1.$$

$$\cos\alpha_1 = \frac{d \cdot \cos\alpha}{d_1} = \frac{38,5 \cdot \cos 20^\circ}{36,3} = 0,9966;$$

$$\alpha_1 = 4^\circ 41' 44''.$$

$$h_{OU} = \frac{1}{2} \cdot (8,5 - 36,3 \cdot \cos 15^\circ 18' 16'') = 1,944.$$

Определение радиуса у вершины зуба:

$$R_0 = \frac{h_{OU} - h_{OU}''}{1 - \sin\alpha} = \frac{2,85 - 1,944}{1 - \sin 20^\circ} = 1,2.$$

Рассчитаем наружный диаметр проектируемой фрезы:

$$D_{OU} = 110, \text{ мм.}$$

Определим количество зубьев Z_n фрезы:

$$Z_n = \frac{1,3 \cdot 360^\circ}{\varphi}, [15]$$

$$\cos\varphi = \frac{D_{OU} - 2 \cdot h_U}{D_{OU}} = \frac{110 - 2 \cdot 7}{140} = 0,6857; [15]$$

$$\varphi = 29^{\circ}13'.$$

$$Z_n = \frac{1,3 \cdot 360^0}{29^{\circ}13'} = 15,6.$$

Принимаем $Z_n = 16$.

Определим размер падения затылка:

$$K = \frac{\pi \cdot D_{OU} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\delta}}{Z_n \cdot \sin \alpha_u}, [15]$$

$$\alpha_{\delta} = 2,5^{\circ}.$$

$$K = \frac{3,1415 \cdot 110 \cdot \operatorname{tg} 2,5^{\circ}}{16 \cdot \sin 20^{\circ}} = 2,8.$$

Примем $K = 3$ мм.

Определение диаметра начальной окружности фрезы:

$$D_{wn} = D_{OU} - 2 \cdot h_{OU} - \frac{K}{2} = 110 - 2 \cdot 2,85 - \frac{3}{2} = 102,8, \text{ мм. [15]}$$

Определение угла подъёма линии витков фрезы:

$$\sin \omega = \frac{m_U \cdot a}{d_{wn}}, [15]$$

$a = 3$ – количество заходов у фрезы.

$$\sin \omega = \frac{2,75 \cdot 3}{102,8} = 0,0803.$$

$$\omega = 4^{\circ}36'11''.$$

Принимаем $\omega = 4^{\circ}36'$.

Определение осевого шага зубьев:

$$t_{OC} = \frac{t_U}{\cos \omega} = \frac{8,63938}{\cos 4^{\circ}36'} = 8,6673. [15]$$

Определение хода винтовой линии фрезы:

$$t_X = t_{OC} \cdot a = 8,6673 \cdot 3 = 26,0019, \text{ мм.}$$

Определение осевого хода винтовой линии стружечной канавки:

$$T = \frac{\pi \cdot d_w}{\operatorname{tg} \omega} = \frac{3,1415 \cdot 102,8}{\operatorname{tg} 4^{\circ} 36'} = 4016,7, \text{ мм.}$$

Определение осевого угла фрезы:

$$\operatorname{tg} \alpha_{OC} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_U}{\cos \omega} = \frac{\operatorname{tg} 20^{\circ}}{\cos 4^{\circ} 36'} = 0,3651.$$

$$\alpha_{OC} = 20^{\circ} 3' 34''.$$

Определение профильного угла по осевой линии фрезы:

$$\operatorname{ctg} \alpha_{IP} = \operatorname{ctg} \alpha_{OC} - \frac{K \cdot Z_U}{T} = \operatorname{ctg} 20^{\circ} 3' 34'' - \frac{3 \cdot 16}{4016,7} \cdot [15]$$

$$\alpha_{IP} = 20^{\circ} 21' 13''.$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{ub} = \operatorname{ctg} \alpha_{OC} + \frac{K \cdot Z_U}{T}.$$

$$\alpha_{ub} = 20^{\circ} 31' 12''.$$

5 ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основных направлениях экономического и социального развития России 21 века ставится задача повышения эффективности производства при одновременном улучшении качества выпускаемой продукции. Эта задача имеет особое значение в области оборонной техники. Установлено, что в ряде случаев на вооружение поступают образцы с производственными дефектами, основными причинами этого является нарушение технологических процессов изготовления изделий и недостаточная эффективность средств контроля. В связи с этим в настоящее время в отрасли ставится задача максимального использования специализированных станков и агрегатов, систем активного контроля и управления технологическими процессами, широкого внедрения автоматизированных средств прямого и косвенного контроля качества изделий, систем числового программного управления. [17]

В частности, в короткий срок и с минимальными затратами повышение качества деталей и эффективности технологических процессов возможно за счет применения устройств и систем автоматического контроля состояния режущего инструмента. В условиях массового производства изделий техники замена режущего инструмента производится после того, как он проработает заранее назначенное время или в соответствии с количеством изготовленных с его помощью деталей. Такой подход не обеспечивает выработки периода фактической стойкости каждого инструмента, что приводит к значительным экономическим потерям и не исключает появление брака.

Таким образом, разработка, внедрение и эксплуатация приборов и систем активного контроля износа режущего инструмента, позволяющих полностью использовать временной ресурс инструмента и обеспечивающих косвенный контроль качества изделий, относится к актуальным задачам в области технологии изготовления изделий.

Цель исследования заключается в повышении точности и производительности процесса механической обработки за счет разработки и внедрения устройств диагностики состояния режущего инструмента, обеспечивающих выработку фактического ресурса стойкости каждого режущего инструмента, в условиях серийного и массового производства изделий.

Общая методика выполнения работы основана на разработке уточненной математической модели автоколебательного процесса системы ЗИПС (заготовка-инструмент-приспособление-станок), учитывающей износ инструмента. Анализ полученной системы нелинейных дифференциальных уравнений проведем с помощью теоремы А.В. Драгилева. Решение системы найдено асимптотическими методами нелинейной механики. Экспериментальное уточнение количественных соотношений между параметрами автоколебательного процесса и износом режущего инструмента выполнено с помощью многофакторного анализа с применением компьютерной техники.

Новизна работы заключается в следующем.

1. Уточнена математическая модель динамической системы ЗИПС с учетом износа режущего инструмента по задней грани.
2. Доказана единственность и устойчивость использования параметров автоколебательного процесса для оценки состояния режущего инструмента.
3. Аналитически получены, экспериментально подтверждены и уточнены зависимости параметров вибрации системы ЗИПС от износа режущего инструмента.
4. Разработаны методы построения аппаратуры контроля износа режущего инструмента и способы улучшения ее метрологических характеристик.

Получены эмпирические соотношения, необходимые для проектирования и эксплуатации приборов контроля износа режущего инструмента. Разработан ряд устройств контроля степени затупления,

выкрашивания и поломки режущего инструмента, основанных на анализе вибрации системы ЗИПС.

Показана возможность использования разработанного метода для решения аналогичных технологических задач, в том числе в других отраслях промышленности.

Разработанные приборы контроля износа режущего инструмента, а также технология внедрены в действующие производства.

В работе рассмотрено современное состояние вопроса обеспечения качества и эффективности механической обработки и определены цель и задачи исследования. Одним из важных факторов, влияющих на эффективность технологических процессов механической обработки, является состояние режущего инструмента и, в первую очередь, его износ по задней поверхности.

В работе приведен анализ существующих способов контроля износа режущего инструмента, которые могут быть разделены на прямые, связанные с непосредственным измерением геометрических параметров инструмента, и косвенные, основанные на измерении физических величин, функционально связанных с геометрическими размерами инструмента и его износом.

Способы прямого контроля режущего инструмента основаны на ультразвуковом, пневматическом и оптическом методах, которые весьма сложны в реализации, что затрудняет их использование в производственных условиях.

Косвенный способ контроля износа режущего инструмента осуществляется измерением физических параметров, определяемых условиями обработки: силой резания, температурой, акустической эмиссией, вибрацией системы ЗИПС.

Наиболее перспективными является метод контроля, основанный на анализе вибрации системы ЗИПС, так как он:

- позволяет осуществлять бесконтактный, оперативный контроль износа режущего инструмента;

- дает возможность использовать один датчик для контроля нескольких инструментов на станках-автоматах;
- позволяет многократно использовать первичный преобразователь – датчик при заменах режущего инструмента;
- удобен для автоматизации контроля технологических процессов механической обработки.

Учитывая вышеизложенное, для настоящей работы сформулированы следующие задачи исследования:

1. На основе теоретических исследований условия возникновения вибраций системы ЗИПС разработать математическую модель для аналитического описания зависимости параметров вибраций от износа инструмента по задней поверхности.

2. Экспериментальные исследования с последующей статистической обработкой результатов измерения параметров вибраций в зависимости от степени износа режущего инструмента h_3 и режимов резания с целью подтверждения полученной математической модели.

3. Разработка и исследование автоматических приборов технологического контроля степени затупления режущего инструмента, основанных на анализе вибраций системы ЗИПС.

4. Исследование методов повышения помехозащищенности приборов контроля степени затупления режущего инструмента.

5. Реализация разработанного метода диагностики состояния режущего инструмента на предприятиях и определение его технологических возможностей и областей применения.

Дальнейшая работа посвящена разработке уточненной математической модели динамики процесса резания, учитывающей износ режущего инструмента по задней поверхности. За основу такой модели взята схема А.И. Каширина, объясняющая процесс возникновения автоколебаний тремя основными причинами:

- «падающей» характеристикой силы трения между стружкой и передней поверхностью инструмента;

- переменными силами, возникающими из-за измерения рабочих углов в процессе колебательного движения;

- вторичным возмущением, обусловленным переменным сечением стружки, вследствие движения резца по вибрационному следу от предыдущего прохода.

Следует отметить достаточную гибкость взятой схемы из-за использования при построении эмпирических формул, общих для описания многих физических процессов, что позволяет трактовать эту схему довольно широко, а процесс трения, являющийся основным фактором возникновения автоколебаний, по этой схеме следует понимать как процесс деформации вещества в микрослоях трущихся поверхностей или смазки.

При использовании такой схемы ее необходимо дополнить рассмотрением процессов, происходящих на задней поверхности режущего инструмента, так как за основной критерий износа для большинства лезвийного инструмента обычно принимается ширина фаски износа по задней поверхности. В связи с этим особое внимание следует уделить колебательным процессам в направлении оси z и учесть взаимосвязь по осям y и z .

Таким образом, колебательный процесс системы ЗИПС при обработке описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений.

$$y + \omega_1^2 y = \alpha_1 (e^{-q_1 y} - 1) + \gamma_1 (e^{-l_1 y} - 1) + p_1 y + r_1 y - 2h_1 y + \sum_{i=1}^n \varepsilon_{1i} \cos(\Omega_{1i} t + \Phi_{1i}),$$
$$z + \omega_1^2 z = \rho_2 (e^{-q_2 z} - 1) + \gamma_2 (e^{-l_2 z} - 1) - p_2 y + r_2 y - 2h_2 z + \sum_{i=1}^n \varepsilon_{2i} \cos(\Omega_{2i} t + \Phi_{2i}). \quad (5.1)$$

где $\alpha_1, q_1, \gamma_1, l_1, p_1, r_1, \gamma_2, l_2, \rho_2, d_2, p_2, r_2$ - коэффициенты, зависящие от свойств обрабатываемого материала, режима резания, геометрии и способа охлаждения резца, определяющих условия обработки;

$\omega_1, \omega_2, h_1, h_2$ - коэффициенты, зависящие от параметров колебательной системы;

$\varepsilon_{1i}, \varepsilon_{2i}$ - амплитуды внешних возмущающих колебаний;

$\Omega_{1i}, \Omega_{2i}, \Phi_{1i}, \Phi_{2i}$ - соответственно частоты и сдвиги фаз.

При анализе процессов автоколебаний не учитывается влияние внешних периодических сил, обуславливающих вынужденные колебания. При этом по оси y можно считать внешними силами по отношению к колебаниям по оси z и выражение для последних приводится к следующему виду

$$x + f(x)x + q(x) = 0, \quad (5.2)$$

где $f(x) = 2h_2 + \rho_2 d_2 e^{-d_2 x} + \gamma_2 l_2 e^{-l_2 x}$;

$q(x) = \omega_2^2 x$; $x = z$.

На основе теоремы Драгилева найдены соотношения между параметрами уравнений системы (5.1), при которых модель описывает стационарный периодический режим. Эти условия использованы в качестве ограничений при решении системы (5.1) асимптотическими методами нелинейной механики. В результате решения получены выражения для стационарных амплитуд автоколебаний. Решение уравнения (5.2) в первом приближении дает выражение для стационарной амплитуды гармоники автоколебания

$$C_1 + 2h_2 + \sum_{k=1} (2k+1)C_{2k+1} \left(\frac{B\omega_2}{2}\right)^{2k} = 0.$$

В работе показана справедливость полученных соотношений в диапазоне частот, расположенном вблизи основной частоты автоколебаний.

Таким образом, доказаны единственность стационарной амплитуды, возможность использования параметров колебаний для контроля износа режущего инструмента и целесообразность применения высших гармоник для этих целей.

Далее говорится об экспериментальных исследованиях автоколебательного процесса системы ЗИПС при резании. Цель исследования заключается в уточнении полученных аналитических данных и

выработке рекомендаций для разработки и эксплуатации приборов контроля износа.

Исследование проводилось методами теории планирования эксперимента на токарно-винторезном станке. Производилось точение цилиндрических образцов, изготовленных из прутковой стали Ст 45 прямыми проходными резцами, оснащенными пластинами из твердого сплава Т15К6. Варьируемыми переменными являлись скорость резания V , подача S , глубина резания t и износ инструмента по задней поверхности h_3 . Уровни факторов и интервалы варьирования выбирались как наиболее вероятные для чистовой и получистовой обработки на станках средней мощности. Комплексные исследования предусматривали измерение силы резания трехкомпонентным динамометром, а также измерение и регистрацию параметров вибрации соответствующей аппаратурой.

На первом этапе экспериментальных исследований были подтверждены теоретические выводы о возможности использования параметров вибрации в качестве критериев износа режущего инструмента и установлено, что корреляция износа инструмента с параметрами вибрации системы ЗИПС сильнее для амплитуд гармоник высших порядков U_{fb} . Доказана линейная зависимость от износа инструментов при $h_3 < 0,5$ мм отношения амплитуд высокочастотной составляющей вибрации системы инструмент к низкочастотной составляющей вибрации U_{fn} системы заготовки. Это позволяет эффективно использовать значение приведенной амплитуды $N_M = U_{fb} / U_{fn}$ в качестве критерия износа режущего инструмента при чистовой и получистовой обработке. Характерные зависимости амплитуд вибрации от износа инструмента приведены на рис. 5.1.

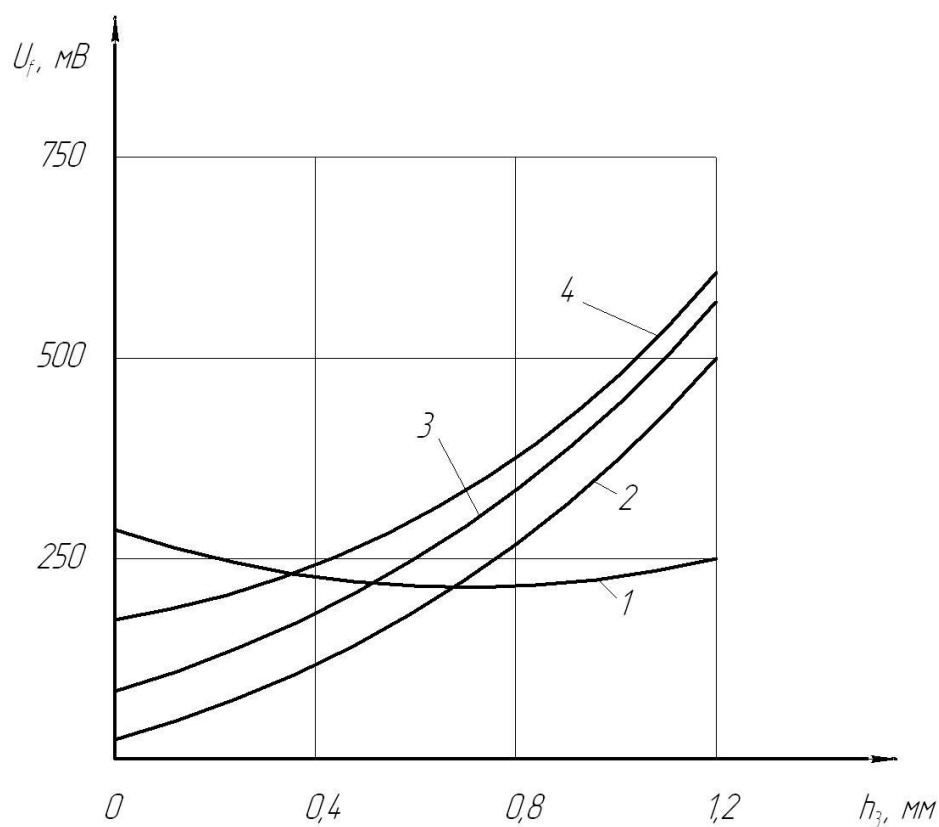


Рис. 5.1

Экспериментальные исследования показали линейную зависимость силы резания от приведенной амплитуды вибрации. В связи с этим оказалось возможным использовать известные эмпирические зависимости силы резания от параметров режима резания и износа инструмента в качестве исходной математической модели при проведении многофакторного эксперимента.

Получено уравнение регрессии, связывающее приведенную амплитуду вибрации системы ЗИПС с параметрами режима резания и износом инструмента. С целью определения параметров уравнения регрессии разработана компьютерная программа. Уравнение регрессии имеет вид

$$N_i = 566,8 \cdot V^{-0,75} \cdot S^{0,79} \cdot t(1,03 + h_3^{0,76}) .$$

Полученные результаты исследований создали предпосылки для проектирования и эксплуатации приборов контроля износа режущего инструмента. Наиболее оптимальной областью применения этих приборов

является контроль износа инструмента на станках-автоматах и станках с ЧПУ.

Механические вибрации системы ЗИПС воспринимаются датчиком вибрации ИС-579А, установленным на резцедержателе с помощью магнитной присоски, и преобразуются в электрическое напряжение, которое усиливается и фильтруется по частоте четвертой гармоники 8 кГц. Далее переменное напряжение подается на амплитудный детектор, где преобразуется в постоянное. Время-импульсным преобразователем осуществляется цифровое измерение постоянного напряжения. В приборе предусмотрена возможность сигнализации о предельно-допустимом износе режущего инструмента. Это обеспечивает возможность использования прибора в условиях автоматизированного производства в составе АСУ ТП. Код предельно-допустимого значения износа инструмента по задней грани задается в соответствии с приведенными в работе рекомендациями и сравнивается схемой сравнения кодов с измеряемым цифровым эквивалентом амплитуды четвертой гармоники.

Прибор (рис. 5.2) осуществляет контроль износа режущего инструмента по задней грани по значениям приведенной амплитуды вибрации также четвертой гармонической составляющей спектра колебаний системы ЗИПС. При измерении используется тот же, что и в предыдущем приборе, тип датчика.

Сигнал датчика ДВ, несущий информацию о вибрации системы ЗИПС, усиливается усилителем У и подается на два параллельно работающих канала, содержащих фильтры Ф и амплитудные детекторы Д. Фильтр Ф2 настроен на полосу пропускания до 1000 Гц, соответственно вибрации системы заготовка-станок. Частота настройки фильтра Ф1 лежит в диапазоне 8 кГц – четвертой гармоники колебаний системы инструмент-станок.

После включения станка до начала обработки осуществляется диагностика его состояния. Для этого регулировкой делителей напряжения ДН1 и ДН2 добиваются нулевого напряжения на выходах детекторов Д1 и

Д2. Момент компенсации фиксируется время-импульсным вольтметром ВИВ, опорное напряжение которого формируется из напряжения источника питания ИОН дополнительным делителем ДНЗ. При достижении компенсации на цифровом табло прибора высвечиваются нули.

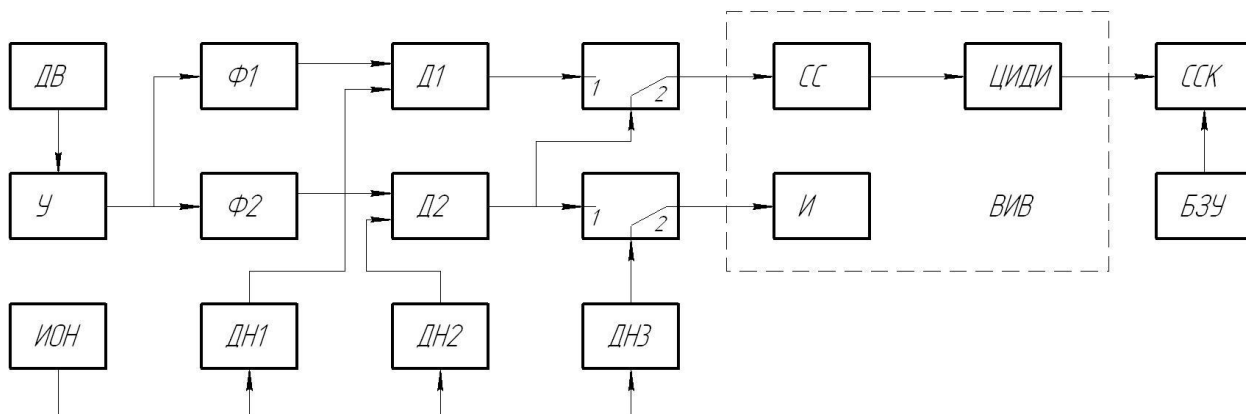


Рис. 5.2

В процессе обработки напряжение пропорциональное низкочастотной составляющей спектра вибрации, используется в качестве опорного во время-импульсном вольтметре, измеряющем амплитуду напряжения в канале высокочастотной составляющей. При этом показания вольтметра N_x пропорциональны приведенной амплитуде вибрации $N_x = N_M = U_{fb} / U_{fn}$. В остальном время-импульсный вольтметр построен по стандартной схеме, содержащей интегратор И опорного напряжения, схему сравнения СС выходного напряжения с измеряемым и цифровой измеритель длительности выходных импульсов ЦИДИ.

Пусковой контроль износа инструмента осуществляется так же, как и ПИИАВ-1, с помощью схемы сравнения кодов ССК и блока задания установок БЗУ.

Использование приборов контроля в производственных условиях сопряжено с влиянием на качество их работы вибраций от среднего оборудования и мощных сетевых помех. В связи с этим в работе уделено большое внимание вопросам повышения точности и достоверности контроля. Предложено осуществлять интегрирование выходных сигналов в каналах за

время, кратное периоду вращения заготовки, что позволяет значительно уменьшить влияние указанных факторов.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Рабочие, в процессе выполнения своих должностных обязанностей, могут подвергать себя рискам, и в итоге могут получить производственные травмы. В этом разделе представлено задействованное в технологическом процессе оборудование, а также вредные воздействия, которые могут возникнуть при несоблюдении техники безопасности. Также описаны мероприятия, выполнение которых сведёт к минимуму получение производственных травм.

Тема нашей работы: «Разработка технологического процесса изготовления блока шестерен горизонтально-фрезерного станка»

Анализ был проведен в соответствии с методикой, указанной в источнике [18].

6.1 Назначение участка

Описываемый участок предназначается для изготовления детали «Блок шестерен горизонтально-фрезерного станка».

6.2 Планировка рассматриваемого участка

Производственная площадь представляет собой участок, который занят производственным оборудованием и местами для рабочих, расположенные возле этого оборудования.

Вспомогательная площадь представляет собой участок, на котором располагаются вспомогательные подразделения. Ими могут выступать инструментальные и ремонтные службы, склады, лаборатории, служебно-бытовые помещения, а также межцеховые магистральные проезды.

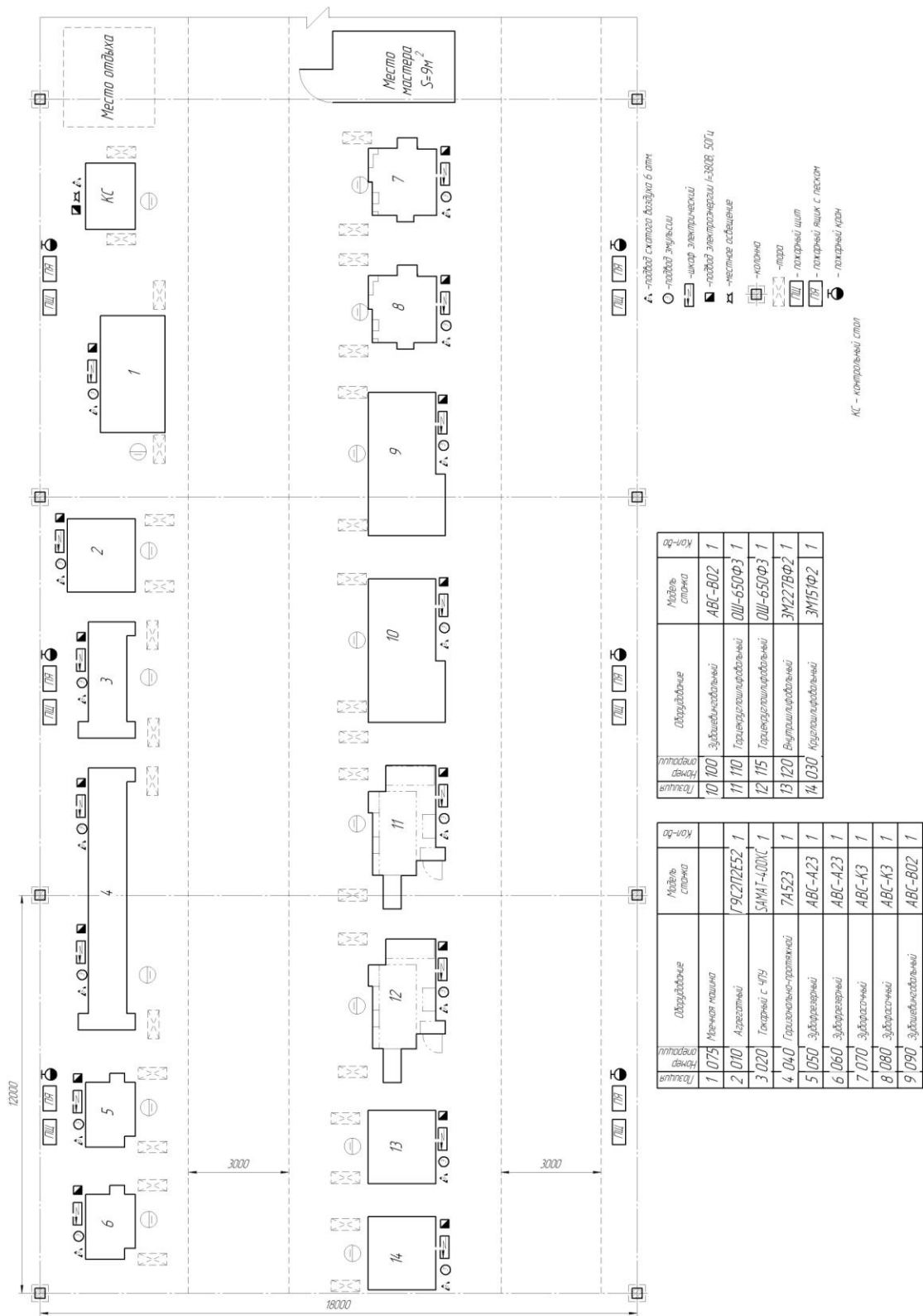


Рисунок 6.1 – План участка

6.3 Состав оборудования

Наименование и количество оборудования представлено в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Агрегатный станок модели Г9С2П2Е52	1
2	Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC	1
3	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М151Ф2	3
4	Горизонтально-протяжной станок 7А523	1
5	Вертикальный зубофрезерный станок АВС-А23	2
6	Зубофасочный станок АВС-К3	2
7	Зубошеввинговальный станок АВС-В02	2
8	Торцекруглошлифовальный станок с ЧПУ ОШ-650Ф3	2
9	Внутришлифовальный станок с ЧПУ 3М227ВФ2	1
Итого:		14

Таблица 6.2 – Технологический маршрут обработки детали «Блок шестерен горизонтально-фрезерного станка»

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
Кузнечный	000	Заготовительная	ГКШП	Получение заготовки
Механический	010	Точение предварительное и обработка центрального отверстия	Агрегатный станок модели Г9С2П2Е52	Предварительное точение поверхностей: 1, 2, 23, 24, Окончательное растачивание поверхностей: 21, 25, 26, 27
Механический	020	Точение окончательное	Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC	Окончательное точение поверхностей: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22
Механический	030	Предварительная подшлифовка	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М151Ф2	Предварительное шлифование поверхностей: 21, 20
Механический	040	Протягивание окончательное	Горизонтально-протяжной станок 7А523	Окончательное протягивание поверхностей: 30

Продолжение таблицы 6.2

Механический	050	Зубофрезерование окончательное	Вертикальный зубофрезерный станок АВС-А23	Окончательное фрезерование поверхностей: 32, 33, 35
Механический	060	Зубофрезерование окончательное	Вертикальный зубофрезерный станок АВС-А23	Окончательное фрезерование поверхностей: 36, 37, 39
Механический	070	Зубофасочная окончательная	Зубофасочный станок АВС-К3	Окончательное фрезерование поверхностей: 13, 15
Механический	080	Зубофасочная окончательная	Зубофасочный станок АВС-К3	Окончательное фрезерование поверхностей: 4, 5
Механический	090	Окончательное шевингование	Зубошевинговальный станок АВС-В02	Окончательное шевингование поверхностей: 33, 35
Механический	100	Окончательное шевингование	Зубошевинговальный станок АВС-В02	Окончательное шевингование поверхностей: 37, 39
Термический	105	Термообработка	-	Закалка заготовки
Механический	110	Торцевое и круглое шлифование предварительное	Торцекруглошлифовальный станок с ЧПУ ОШ-650Ф3	Предварительное шлифование поверхностей: 20, 21
Механический	115	Торцевое и круглое шлифование окончательное	Торцекруглошлифовальный станок с ЧПУ ОШ-650Ф3	Окончательное шлифование поверхностей: 20, 21
Механический	120	Внутришлифование окончательное	Внутришлифовальный станок с ЧПУ 3М227ВФ2	Окончательное шлифование поверхностей: 28
Механический	130	Мойка	-	Промывка, обдувка, сушка заготовки
Механический	140	Контроль	-	Контроль основных параметров согласно рабочему чертежу

Так как были модернизированы технологические операции 020 точение окончательное и 055 зубофрезерование окончательное, то идентификацию по рискам будем проводить только эти операции.

6.4 Анализ вредных производственных факторов.

Таблица 6.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	Точение окончательное	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отлетающая стружка 2. Высокая температура поверхности обрабатываемой заготовки 3. Испарения СОЖ при механической обработке 4. Высокий уровень вибраций и шума при работе оборудования 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установка защитного экрана. Ношение защитных очков, специальной одежды. Использование скребкового и одношнекового транспортера для удаления стружки [4]. 2. Использование СОЖ на синтетической основе. 3. Установка отопительно-вентиляционного оборудования [3]. 4. Использование акустических экранов, противозумных наушников, закрывающих ушную раковину снаружи. Установка на оборудовании виброизолирующих опор [2].
2	Зубофрезерование окончательное	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отлетающая стружка 2. Высокая температура поверхности обрабатываемой заготовки и инструмента 3. Испарения СОЖ при механической обработке 4. Высокий уровень вибраций и шума при работе оборудования 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ношение защитных очков, специальной одежды. Наличие защитного экрана. Удаление отходов в металлическую тару с последующей утилизацией по мере наполнения емкости [4].

Продолжение таблицы 6.3

			<p>2. Использование СОЖ на синтетической основе.</p> <p>3. Установка отопительно-вентиляционного оборудования [3].</p> <p>4. Использование акустических экранов, противозумных наушников, закрывающих ушную раковину снаружи.</p> <p>Установка на оборудования виброизолирующих опор [2].</p>
--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

В процессе выполнения данного раздела был проанализирован состав вредных и опасных факторов на описываемом производстве, предложены меры, которые помогут снизить воздействия опасных и вредных факторов.

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Особенностью совершенствования технологического проекта является то, что предлагается совершенствовать токарную операцию базового варианта. На этой операции совершенствование коснулось замены приспособления. Вместо токарного трехкулачкового патрона с ручным зажимом предлагается автоматизированное приспособление. На зубофрезерной операции было предложено использование червячной фрезы с износостойким покрытием, что позволило повысить стойкость инструмента в 1,5 раза. Более полное описание изменяемых операций базового и проектного вариантов представлено в предыдущих разделах, поэтому описывать их еще раз нет необходимости.

Кроме описания изменяющихся технических параметров процесса изготовления, для проведения расчетов, связанных с определением экономической эффективности, потребуется знание программы выпуска, которая была выдана руководителем работы и составляет 5000 штук в год.

Так как масса заготовки и способ ее получения не меняются в ходе совершенствования технологического процесса изготовления детали, поэтому расходы, связанные с основными материалами проводить не целесообразно, потому что они останутся без изменения и на результат всех расчетов оказывать влияния не будут.

Для определения всех остальных параметров данного раздела будет применена следующая методика расчета [20]:

- методика расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование;
- методика определения технологической себестоимости;

- методика калькулирования себестоимости;
- методика экономического обоснования эффективности предлагаемых мероприятий.

Расчеты по представленным методикам проводились с применением пакета программного обеспечения Microsoft Excel.

Для проведения соответствующих расчетов, кроме описания технологии изготовления и программного обеспечения, также необходимы следующие значения:

- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;

- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;

- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя все необходимые данные, были получены значения: удельных капитальных вложений на единицу продукции, технологической и полной себестоимости, по сравниваемым вариантам, которые представлены на рисунке 7.1.

Анализируя представленные на рисунке 7.1 значения, можно сказать, что при изменении технологического процесса увеличатся удельные затраты на единицу продукции на 35,92 руб., что составит 72,5%. Это связано с тем, что возникает необходимость приобретения нового приспособления и инструмента, а также появляются затраты, связанные с проектированием совершенствований технологического процесса.

Не смотря на то, что удельные капитальные вложения возрастают, при этом технологическая и полная себестоимость уменьшаются на 31,2% и 32,2%, соответственно. Это вызвано тем, что замена приспособления и инструмента, и увеличение режимов резанья приводит к сокращению

трудоемкости совершенствуемых операций, и как следствие – к уменьшению заработной платы и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

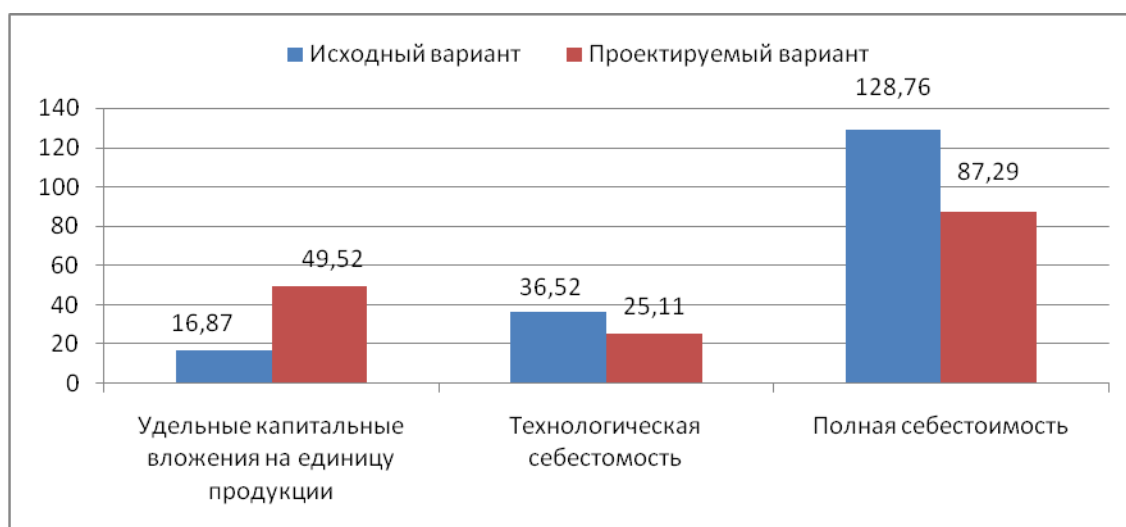


Рисунок 7.1 – Величины удельных капитальных вложений, технологической и полной себестоимости по вариантам, руб.

В виду того, что расчеты показали положительные изменения в себестоимости изготовления, возникает необходимость провести расчеты с точки зрения экономической целесообразности внедрения данных мероприятий в производство. Чтобы подтвердить или опровергнуть целесообразность, необходимо определить следующие показатели:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- чистый дисконтируемый доход;
- индекс доходности

Полученные значения позволят сделать окончательный вывод о целесообразности данного проекта.

Для определения перечисленных показателей также будет использован пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 7.1

Таблица 7.1 – Значения показателей эффективности внедрения

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	<i>П_{чист}, руб.</i>	291949
2	Срок окупаемости инвестиций	<i>T_{ок}, лет</i>	3
3	Чистый дисконтированный доход	<i>Э_{инт} = ЧДД, руб.</i>	94398
4	Индекс доходности	<i>ИД, руб.</i>	1,23

Анализируя полученные в ходе расчетов данные, можно сделать заключение о целесообразности предлагаемого мероприятия по совершенствованию токарной и зубофрезерной операций, как это описано выше.

Как видно из таблицы 7.1, окупаемость проекта наступит в течение 3-х лет, что позволяет говорить о необходимости внедрения данного предложения. В данном случае выполняется условие, о не превышении порога срока окупаемости в 4 года.

Еще один показатель, также подтверждающий необходимость внедрения, это индекс доходности, величина которого должна находиться в интервале от 1,12 до 1,25 руб./руб. В нашем случае этот показатель находится в середине этого интервала – 1,23 руб./руб.

И наконец, чистый дисконтированный доход или интегральный экономический эффект составляет 94398 рублей. Данная величина по расчетам получилась положительной, что дает право, также говорить о необходимости внедрения предлагаемого мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы разработан рациональный технологический процесс изготовления блока шестерен горизонтально-фрезерного станка. В качестве заготовительной операции была выбрана поковка. Для токарной операции 020 разработано автоматизированное станочное приспособление. Для операции 050 Зубофрезерная, где проводят фрезерование меньшего зубчатого венца, разработан режущий инструмент – червячная фреза. В работе проведен анализ экологичности и безопасности. Экономические расчеты показали, что работа эффективна.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безъязычный В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Ф. Безъязычный. - Москва : Машиностроение, 2013.
2. Конструкционные стали и сплавы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. А. Воробьева [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 440 с.
3. Козлов, А.А. Кузьмич, И.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.
4. Вереина Л. И. Металлообработка [Электронный ресурс] : справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
5. ГОСТ 7505-89. Поковки штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
6. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. – 10 с.
7. Краткий справочник металлиста/ под ред. П.Н. Орлова – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2011. – 960 с.
8. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
9. Токмин А. М. Выбор материалов и технологий в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова. - Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. - 235 с.
10. Иванов И. С. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 240 с.

11. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : курсовое проектирование : учебное пособие / М. М. Кане [и др.] ; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 311 с.

12. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : выпускная квалификационная работа для бакалавров: учеб. пособие / Н. М. Султан-заде [и др.]. - Москва : Форум : ИНФРА-М, 2016. - 288 с.

13. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.

14. Зубарев Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 320 с.

15. Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с.

16. Солоненко В. Г. Резание металлов и режущие инструменты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 416 с.

17. Верещагин, В.Ю., Верещагина, А.С., Кравченко, Е.Г. Технологии диагностики состояния режущего инструмента на станках с ЧПУ/ Учёные записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2016. Т.1. №2(26). – С. 42-46.

18. Дехтярь Г. М. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. М. Дехтярь. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. - 154 с.

19. Горина Л. Н. Промышленная безопасность и производственный контроль [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина, Т. Ю. Фрезе ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление пром. и эколог. безопасностью". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 271 с.

20. Краснопевцева И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Инв. № подл.	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	18.БР.ОТМП.370.05.000	Лит.	Лист	Листов	Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Лаз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
															A1						
																			Документация		
																			Сборочный чертеж		
																			Детали		
																	1	18.БР.ОТМП.370.05.001	Толкатель	1	
																	2	18.БР.ОТМП.370.05.002	Мембрана	1	
																	3	18.БР.ОТМП.370.05.003	Кольцо защитное	1	
																	4	18.БР.ОТМП.370.05.004	Кулачок сменный	3	
																	5	18.БР.ОТМП.370.05.005	Палец	3	
																	6	18.БР.ОТМП.370.05.006	Кольцо упорное	1	
																	7	18.БР.ОТМП.370.05.007	Крышка	1	
																	8	18.БР.ОТМП.370.05.008	Кольцо удерживающее	1	
																	9	18.БР.ОТМП.370.05.009	Корпус	1	
																	10	18.БР.ОТМП.370.05.010	Сепаратор	1	
																	11	18.БР.ОТМП.370.05.011	Палец	2	
																	12	18.БР.ОТМП.370.05.012	Прокладка	3	
																	13	18.БР.ОТМП.370.05.013	Прокладка	1	
																	14	18.БР.ОТМП.370.05.014	Кольцо распорное	1	
																	15	18.БР.ОТМП.370.05.015	Полукрышка	2	
																	16	18.БР.ОТМП.370.05.016	Корпус муфты	1	
																	17	18.БР.ОТМП.370.05.017	Кольцо	1	
																	18	18.БР.ОТМП.370.05.018	Кольцо	1	
																			Стандартные изделия		
																	19		Винт М6х20 88	6	
															18.БР.ОТМП.370.05.000						
															Патрон специальный с кулачками			ТГУ, ТМбз-1331			
															Копировал			Формат А4			

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Формат	Зона	Паз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
							20		Винт М5х20 88 ГОСТ 11738-72	12	
							21		Винт М10х40 88 ГОСТ 11738-72	8	
							22		Винт М6х8.48 ГОСТ 1478-75	3	
							23		Винт М10х30.48 ГОСТ 1478-75	3	
									18.БР.ОТМП.370.05.000		Лист 2
									Копировал		Формат А4

Дubl.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разработал	Ишкин					ТГУ Кафедра ОТМП													
Проверил	Логинов																		
Утвердил																			
И. контр.						Блок шестерен													
М01	Сталь 20ХГНМ ТУ 14-1-2252-90																		
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ						
		166	17	1			15	φ112x95,6				1	24						
А	Цех	Чл	РМ	Опер	Код наименование операции			Обозначение документа											
Б	Код наименование оборудования						СП	проф.	Р	УТ	КР	ККИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоэ	Тшт		
А03	XX XX XX	000	4280	Заготовительная XXXXX				ИОТ ИЗ37.101.XXXX-XX											
Б04	КГШП																		
О5																			
А06	XX XX XX	010	4101	Агрегатная				ИОТ ИЗ37.101.XXXX-XX											
Б07	381.884, Г9С2П2Е52			3	18632	311	И	1	1	1	100	1	10	2,91					
О 08	Центровать два торца, выдерживая глубину $12^{+0,2}$ и на торце $\phi 12^{+0,1}$; Подрезать торцы в размер 89,5. Точить $\phi 41$ до $\phi 38,496$ в размер $l = 14$																		
О 09	Сверлить отверстие $\phi 26^{+0,2}$ сквозное. Расточить $\phi 33$ на длину $l = 25$.																		
Т 10	391267. XXXX(2) центровочное сверло тип А Р6М5 ГОСТ 14 952-82; XXXX Пластина торцовая Т5К10(2)																		
Т 11	391267 Сверло 2301-1748 ГОСТ 22736-77(2); 393311. XXXX-ЩЦ-I-150-0,1; 393550 Специальный шаблон																		
12																			
А 13	XX XX XX	020	4112	Токарная программная															
Б 14	381.111	XXXX	SAMAT-400ХС	2	15292	411	Р	1	1	1	100	1	10	2,0					
О 15	Точить поверхности, выдерживая размеры $\phi 110,2^{+0,2}$; $\phi 44^{+0,0}$; $\phi 38,2^{+0,01}$; $\phi 46,7^{+0,02}$; $\phi 53,3^{+0,3}$																		
О 16	$\phi 53,3^{+0,3}$; $\phi 90^{+0,1}$; $15,582^{+0,0}$; $75^{+0,1}$; $76,4^{+0,1}$.																		
МК																			

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции				Обозначение документа						
Б	Код наименования оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Т 19	392101 Резец 2101-0641 ГОСТ 20872-80(2); 392101 Резец 2101-0797 ГОСТ 20872-80(2)														
Т 20	393311. ХХХХ-ШЦ-I-150-01; 393550 Специальные шаблоны														
21															
A 22	ХХ ХХ ХХ 030 4130 Шлифовальная ИОТ ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ														
Б 23	381.31Х.ХХХХ	ХСЗ		2	18873	412	1Р	1	1	1	100	1	10	0,5	
О 24	Шлифовать поверхность, выдерживая размер $\varnothing 37,853^{+0,03}$; 393550 Специальный шаблон														
Т 25	27075015 - Круг шлифовальный ГОСТ 2424-83.														
Т 26	81024089 - Скоба жесткая для контроля $\varnothing 37,853^{+0,03}$; 393550 Специальный шаблон.														
27															
A 28	ХХ ХХ ХХ 040 4181 Протяжная ИОТ ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ														
Б 29	381.751	ХХХХХХ		Горизонтально-протяжной	75554	2	412	1Р	1	1	100	1	10	0,6	
О 30	Протянуть шлицы b-6x28f7x32a11x6f9 ГОСТ 1139-80														
Т 31	392302 Протяжка 2330 ГОСТ 7943-80														
Т 32	393120 Калибр-продка ГОСТ 14287-73; 393550 Специальный шаблон.														
33															
A 34	ХХ ХХ ХХ 050 4153 Зубофрезерная ИОТ ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ														
Б 35	381.572	ХХХХ		Вертик. зубофрезерный	ABC-A23	3	12287	412	1Р	1	1	100	1	10	8,1
О 36	Фрезеровать зубч. венец П-т=2,75; Z=18														
Т 37	391810 Фреза червячная т=2,75 А ГОСТ 1643-81														
Т 38	394300 Приспособление для комплексного контроля зуба														
39															
A 40	ХХ ХХ ХХ 060 4153 Зубофрезерная ИОТ ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ														
Б 41	381.572	ХХХХ		Вертик. зубофрезерный	ABC-A23	3	12287	412	1Р	1	1	100	1	10	8,1
МК															

A	Цех	Уч	ФМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа									
						Код наименования оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 69	391810 Фреза червячная m=2 А ГОСТ 1643-81														
Т 70	394300 Приспособление для комплексного контроля зуба														
71															
А 72	XX XX XX 070 4154 Зубофасочная ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX														
Б 73	381573 Зубофасочный АВС-КЗ 3 12287 412 1Р 1 1 1 100 1 10 1,9														
О 74	Точить фаски и снять заусенцы с венца П m=2,75														
Т 75	391815 Головка зубофасочная; 391816 Головка резцовая														
Т 76	394310 Прибор для комплексного констроя зуба														
77															
А 78	XX XX XX 080 4154 Зубофасочная ИОТ														
Б 79	381573 XXXX Зубофасочный станок АВС-КЗ 3 12287 412 1Р 1 1 1 100 1 10 241														
О 80	Точить фаски и снять заусенцы с венца Р, m=2														
Т 81	391818 Головка зубофасочная; 391819 Головка резцовая														
Т 82	394310 Прибор для комплексного контроля зуба														
83															
А 84	XX XX XX 090 4157 Зубошеввинговальная ИОТ														
Б 85	381574 XXXX Зубошеввинговальный станок АВС-В02 3 12287 412 1Р 1 1 1 100 1 10 14														
О 86	Шевинговать зубья венца П, m=2,75														
Т 87	392430 Шейвер дисковый 2570-0386 ГОСТ 8570-80														
Т 88	394310 Прибор для комплексного контроля зуба														
89															
А 90	XX XX XX 100 4157 Зубошеввинговальная ИОТ														
Б 91	381574 XXXX Зубошеввинговальный станок АВС-В02 3 12287 412 1Р 1 1 1 100 1 10 18														
МК															

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции							Обозначение документа						
Б	Код наименования оборудования							СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
О 94	Шевинговать зубья венца Р, т=2																	
Т 95	392430 Шейвер дисковый 2571-0386 ГОСТ 8570-80																	
Т 96	394310 Прибор для комплексного контроля зуда																	
97																		
А 98	XX XX XX 105 Термическая																	
А 99	XX XX XX 110 4131 Торцевкруглошлифовальная ИОТ И37.101.ХХХ-ХХ																	
Б 100	381311 ХХХХ Торцевкруглошлифовальный станок 3Б153 2 18873 412 1Р 1 1 1 100 1 10 0,45																	
О 101	Шлифовать поверхность, выдерживая Ø37,169, 14 ^{+0,1}																	
Т 102	398110 Шлифовальный круг из норм. эл. корунда 24А, зернистость 25, тверд. СМ1 на керамич. основе ГОСТ 2424-83																	
Т 103	8124089 - скода жесткая для контроля Ø37,169; 393550 Специальный шаблон																	
104																		
А 105	XX XX XX 115 4131 Торцевкруглошлифовальная ИОТ И37.101.ХХХ-ХХ																	
Б 106	381 311 ХХХХ Торцевкруглошлифовальный станок 3Б153 2 18873 412 1Р 1 1 1 100 1 10 0,45																	
О 107	Шлифовать поверхность, выдерживая Ø37,01, 14 ^{+0,05}																	
Т 108	398110 Шлифовальный круг из норм. эл. корунда 24А, зернистость 5, тверд. СМ1, на керамич. осн. ГОСТ 2424-83																	
Т 109	81024089 - скода жесткая для контроля Ø37,01; 393550 Специальный шаблон																	
110																		
А 111	XX XX XX 120 4132 Внутришлифовальная ИОТ И37.101.ХХХ-ХХ																	
Б 112	381312 ХХХХ Внутришлифовальный станок 3К227 2 18873 412 1Р 1 1 1 100 1 10 3,0																	
О 113	Шлифовать поверхность Ø28 _{-0,011} отверстия флюка																	
Т 114	398110 Шлифовальный круг из норм. эл. корунда 24А15СМ18К5 ГОСТ 2424-83																	
Т 115	87336749 - Калибр для контроля размера Ø28 _{-0,011}																	
А 116	XX XX XX 130 Контрольная																	
МК																		