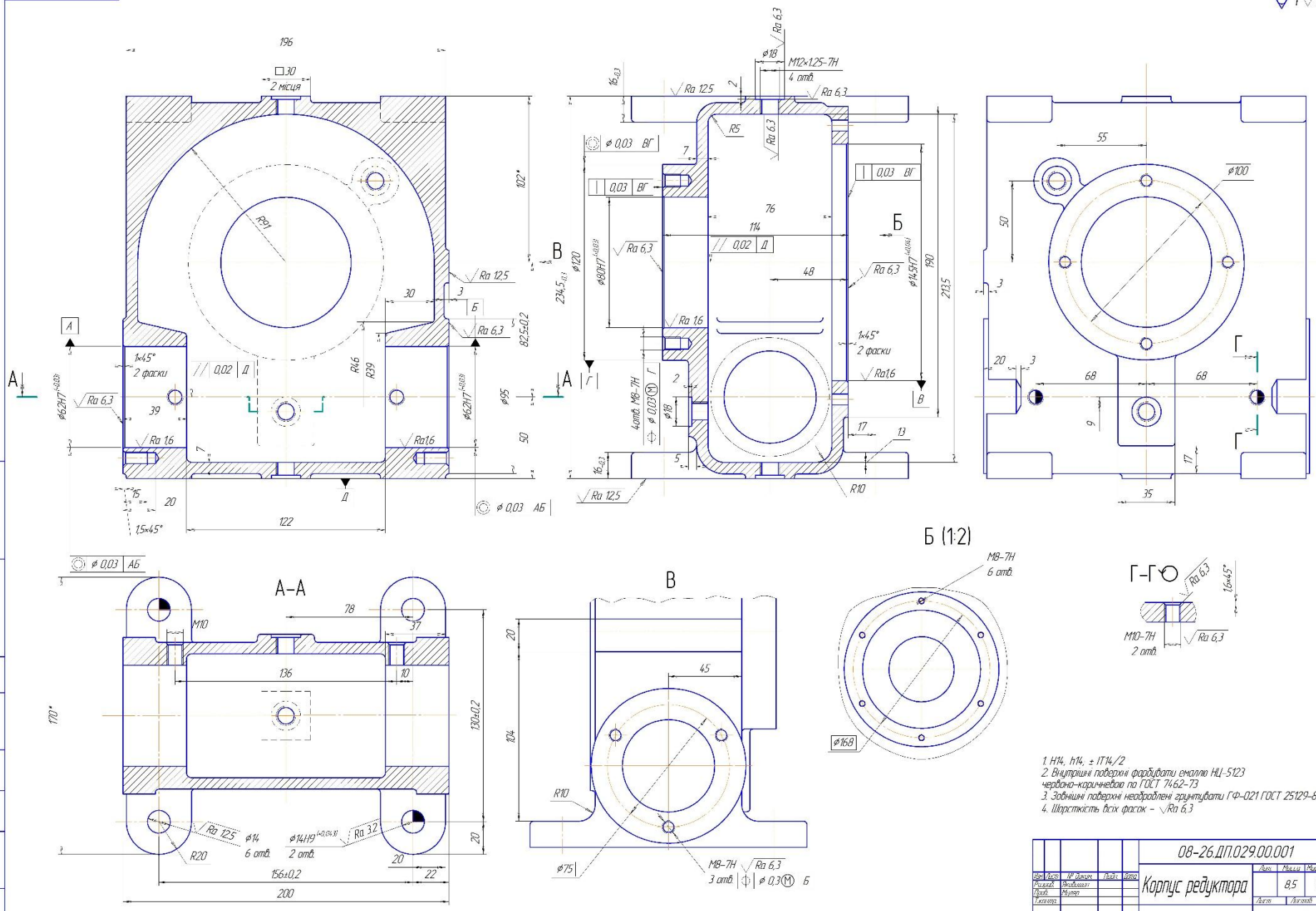
# Модернізація технології механічної обробки деталі «Корпус редуктора»

Керівник дипломного проекту:
к.т.н., доцент кафедри ТАМ
Муляр Ю.І.
Розробив: студент гр. 1ТМ-14сп
Яковишин В.О.

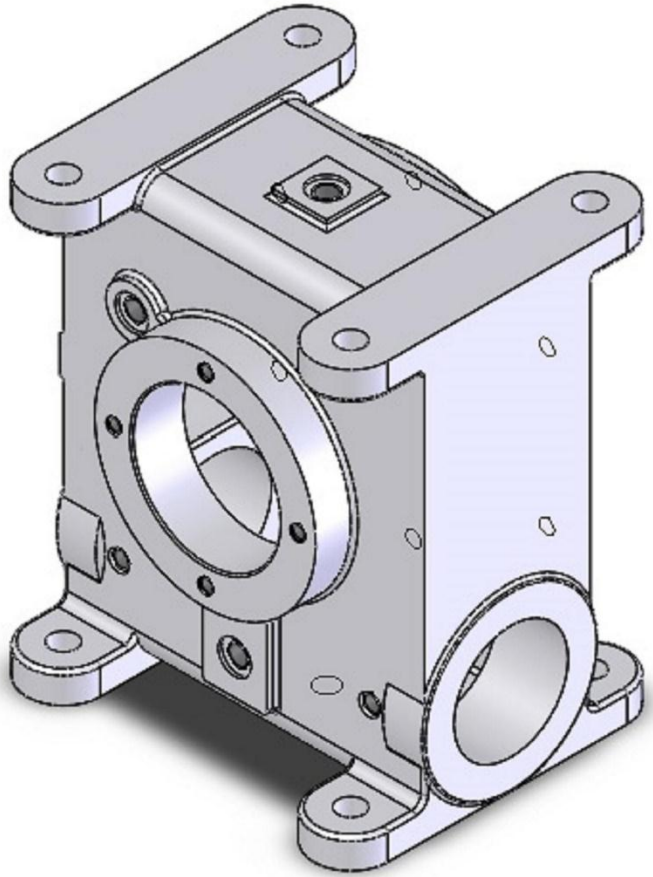


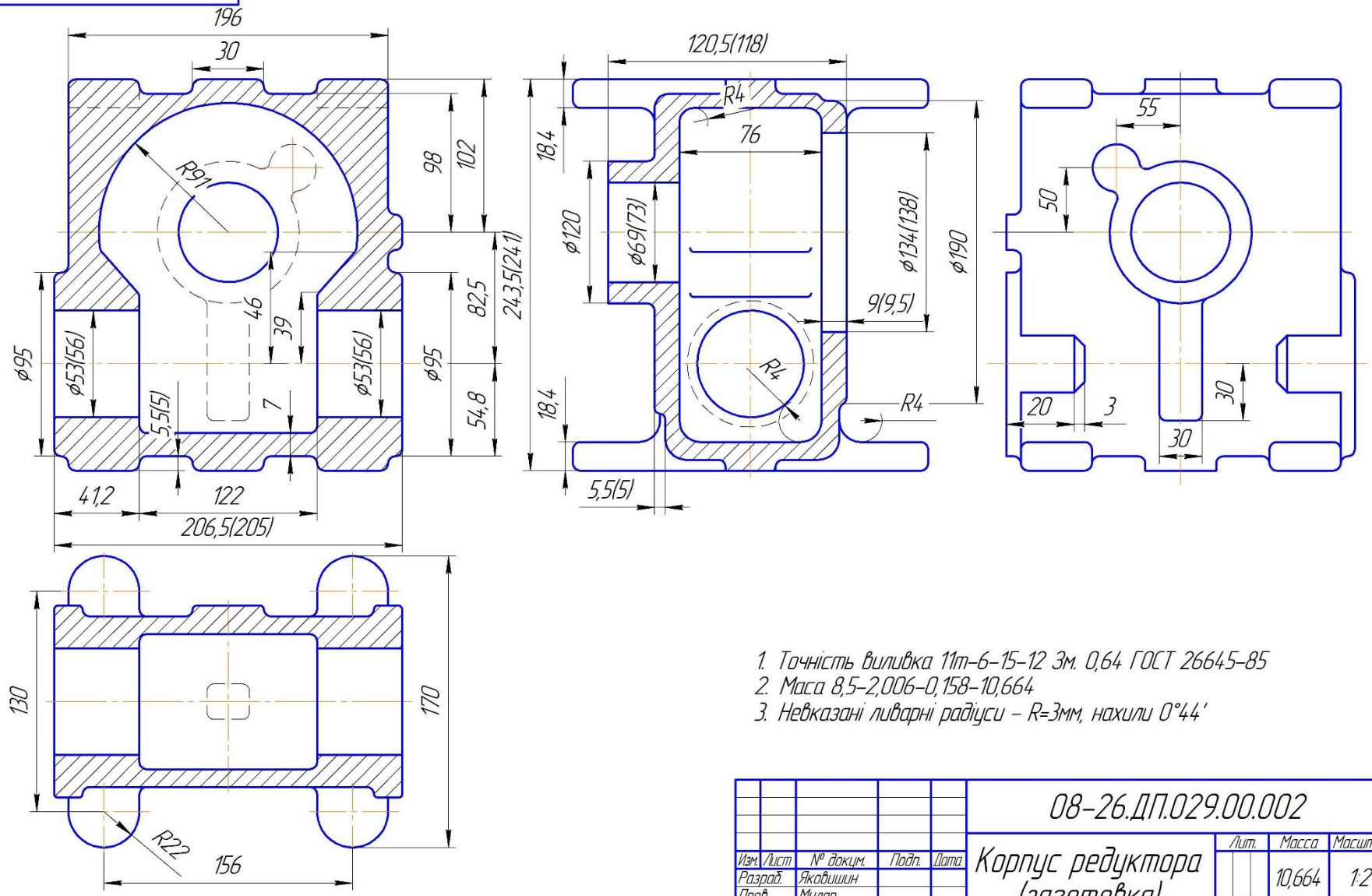

1. H14, h14, ± IT14/2
2. Внутрішні поверхні фарбувати емаллю НЦ-5123 червоно-коричневою по ГОСТ 7462-73
3. Зовнішні поверхні необроблені грунтувати ГФ-021 ГОСТ 25129-80
4. Шорсткість всіх фасок – Ra 6,3

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 08-26.ДП.029.00.001 | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Корпус редуктора | Лит. | Масса | Масштаб |
| Разраб. | | Яковенко | | | | | 8,5 | 1:1 |
| Пров. | | Мулин | | | | Лист | Листов 1 | |
| Т.контр. | | | | | | | | |
| Н.контр. | | Сотуляк | | | СЧ15 ГОСТ 14.12-85 | ВНТУ гр.1ТМ-14сп | | |
| Утв. | | Сивак | | | | | | |

Копировал Формат А1

# Корпус редуктора 3D модель





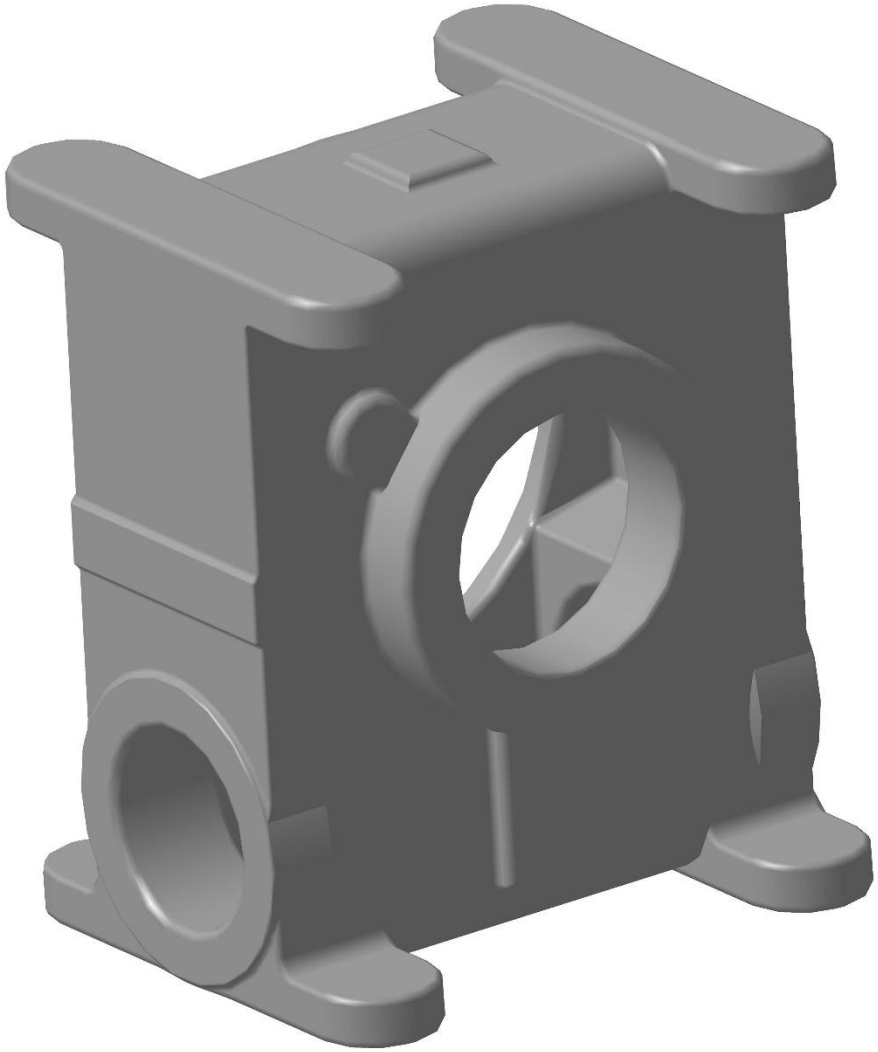

1. Точність виливка 11т-6-15-12 3м. 0,64 ГОСТ 26645-85
2. Маса 8,5-2,006-0,158-10,664
3. Невказані ливарні радіуси – R=3мм, нахили 0°44'

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | 08-26.ДП.029.00.002 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Разраб. | | Яковишин | | | Корпус редуктора (заготовка) | Лит. | Масса | Масштаб |
| Пров. | | Муляр | | | | | 10,664 | 1:2 |
| Т.контр. | | | | | | Лист | Листов 1 | |
| Н.контр. | | Савуляк | | | СЧ15 ГОСТ 1412-85 | ВНТУ, 1ТМ-14 | | |
| Утв. | | Сивак | | | | | | |

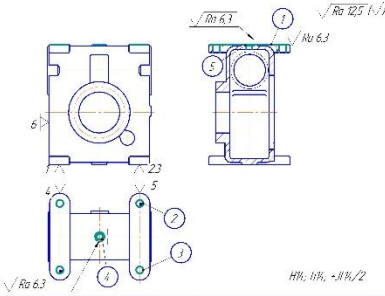
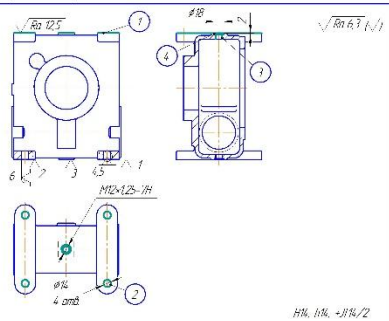
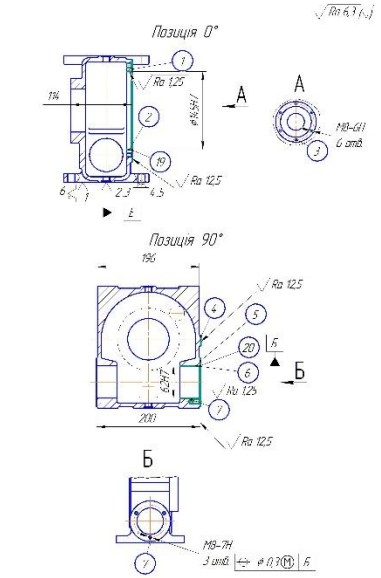
Копировал Формат А3

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

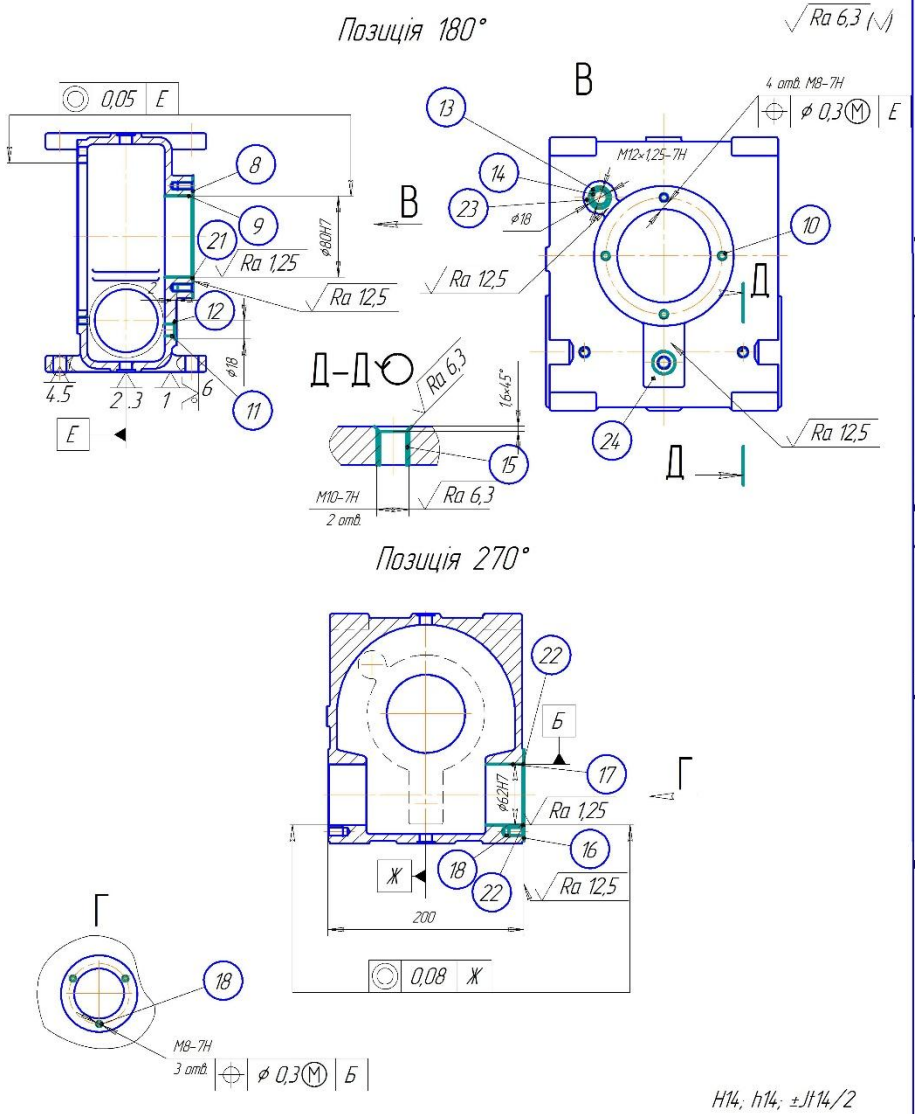
Корпус редуктора(заготовка) 3D модель



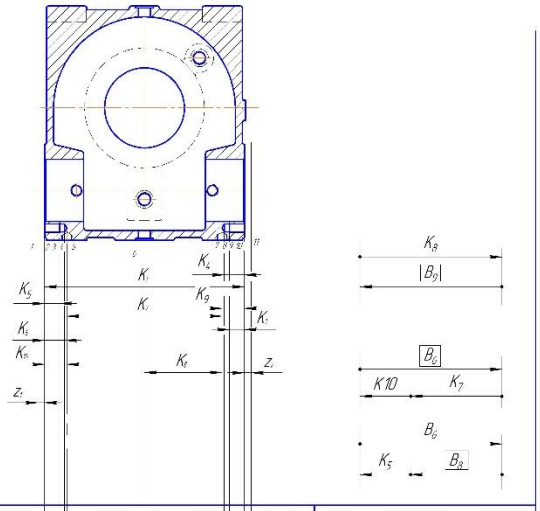
# Модернізований ТП механічної обробки деталі

| № опер | Зміст операції | Схема базування та ескіз обробки | Обладнання |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 005 | **Вертикально-фрезерна з ЧПК**<br>1. Встановити заготовку<br>2. Фрезерувати поверхні 1 одночасно<br>3. Центрувати 2 отв. 2, 2 отв. 3, отв. 4<br>4. Свердлити 2 отв. 2 попередньо наскрізь<br>5. Розвернути 2 отв. 2 остаточно<br>6. Свердлити 2 отв. 3 наскрізь<br>7. Свердлити отв. 4 наскрізь<br>8. Цекувати отв. 5<br>9. Зенкувати фаску в отв. 4<br>10. Нарізати різь в отв. 4 наскрізь<br>11. Зняти заготовку |  | ГФ2171МФ3<br>Вертикально-фрезерний з ЧПК |
| 010 | **Вертикально-фрезерна з ЧПК**<br>1. Встановити заготовку<br>2. Фрезерувати поверхні 1 одночасно<br>3. Центрувати 4 отв. 2, отв. 1<br>4. Свердлити 4 отв. 2 наскрізь<br>5. Свердлити отв. 3 наскрізь<br>6. Цекувати отв. 4, 6 отв. 3<br>7. Зенкувати фаску в отв. 3<br>8. Нарізати різь в отв. 3 наскрізь<br>9. Зняти заготовку |  | ГФ2171МФ3 |
| 015 | **Багатоцільова з ЧПК**<br>1. Встановити заготовку в позицію поворотного столу 0°<br>2. Фрезерувати поверхні 1 одночасно<br>3. Розточити отв. 2 попередньо наскрізь<br>4. Розточити отв. 2 попередньо наскрізь<br>5. Розточити отв. 2 остаточно наскрізь<br>6. Розточити фаску 19<br>7. Центрувати 6 отв. 3<br>8. Свердлити 6 отв. 3 наскрізь<br>9. Нарізати різь в 6 отв. 3<br>10. Повернути поворотний стіл за годинною в позицію 90°<br>11. Фрезерувати поверхні 4, 5 одночасно<br>12. Розточити отв. 6 попередньо наскрізь<br>13. Розточити отв. 6 попередньо наскрізь<br>14. Розточити отв. 6 остаточно<br>15. Розточити фаску 20<br>16. Центрувати 3 отв. 7<br>17. Свердлити 3 отв. 7<br>18. Нарізати різь М 3 отв. 7 |  | Горизонтальний фрезерно-свердлильно-розточувальний верстат з ЧПК 2204БМФ4<br>(оснащений поворотним столом та магазином на 30 інструментів) |

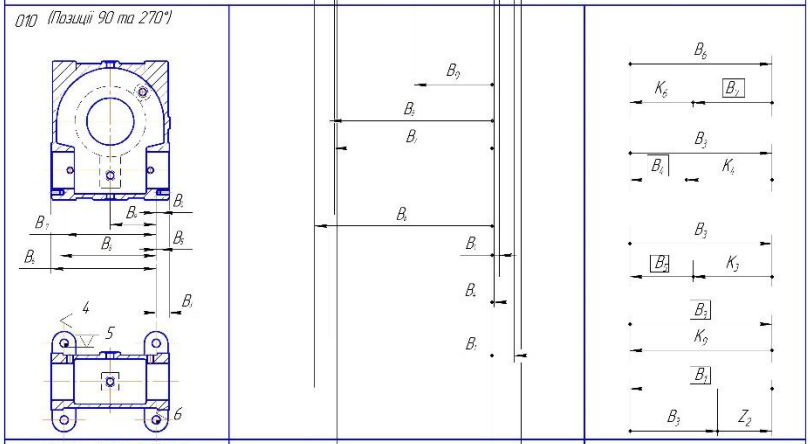
# Модернізований ТП механічної обробки деталі (продовженя)

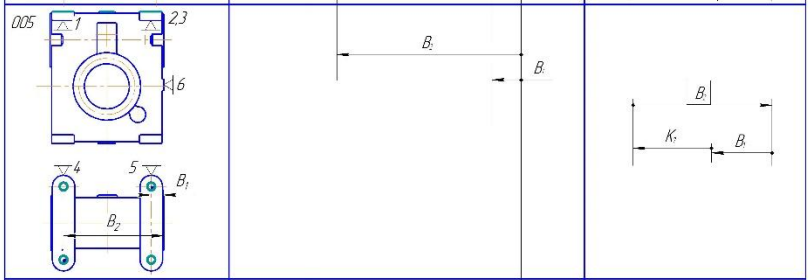
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| 015 | 19. Повернути поворотний стіл за програмою в позицію в 180°<br>20. Фрезерувати поверхн. 8 одноразово<br>21. Фрезерувати поверхн. 23,24 послідовно одноразово<br>22. Розточити отв. 9 попередньо напрохід<br>23. Розточити отв. 9 попередньо напрохід<br>24. Розточити отв. 9 остаточно напрохід<br>25. Розточити фаску 21<br>26. Центрувати 4 отв. 10<br>27. Свердлити 4 отв. 10<br>28. Нарізати різь в 4 отв. 10<br>29.Центрувати 2 отв. 15<br>30. Свердлити 2 отв. 15<br>31. Нарізати різь в 2 отв. 15<br>32. Центрувати 2 отв. 11, 13<br>33. Свердлити 2 отв. 11, 13<br>34. Зенкувати 2 отв. 12, 14<br>35. Зенкувати фаски в 2 отв. 11, 13<br>36. Нарізати різь в 2 отв. 11, 13<br><br>37. Повернути поворотний стіл за програмою в позицію 270°<br>38. Фрезерувати пов. 16 одноразово<br>39. Розточити отв. 17 попередньо напрохід<br>40. Розточити отв. 17 попередньо напрохід<br>41. Розточити отв. 17 остаточно напрохід<br>42. Розточити фаску 22<br>43. Центрувати 3 отв. 18<br>44. Свердлити 3 отв. 18<br>45. Нарізати різь в 3 отв. 18<br>46. Зняти деталь |  | Горизонтальний фрезерно-свердлильно-розточувальний верстат з ЧПК 2204ВМФ4 (оснащений поворотним столом та магазином на 30 інструментів) |

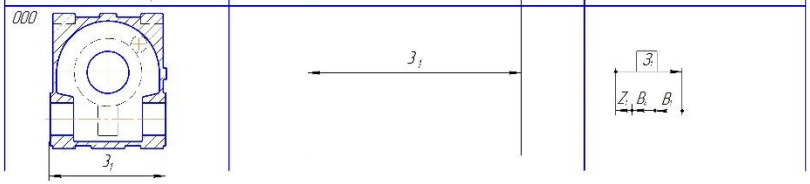
# Розмірний аналіз ТП








*Попередні та остаточні значення допусків*

| Розміри заготовки (технологічні розміри) | $З_1$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | $B_6$ | $B_7$ | $B_8$ | $B_9$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Попередні значення допусків розмірів, мм | 1.85 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.6 |
| Квалітет точності | 15 | 12 | 12 | 12 | 14 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Остаточні значення допусків розмірів, мм | 1.85 | 0.25 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.6 |
| Номінальні розміри, мм | 208.55 | 75.45 | 181.2 | 22 | 2.2 | 7.2 | 178 | 158.2 | 163.2 | 78 |

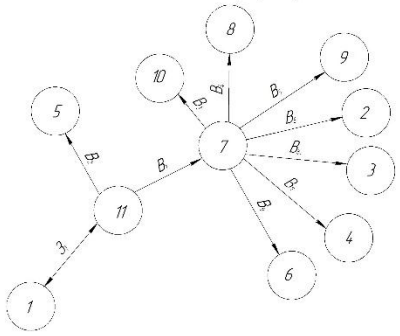
*Припуски на граничні розміри*

| Припуски, мм | | $Z_1$ | $Z_2$ |
|---|---|---|---|
| Граничні розміри, мм | $Z_{1min}$ | 3 | 3 |
| | $Z_{max}$ | 5.35 | 3.4 |

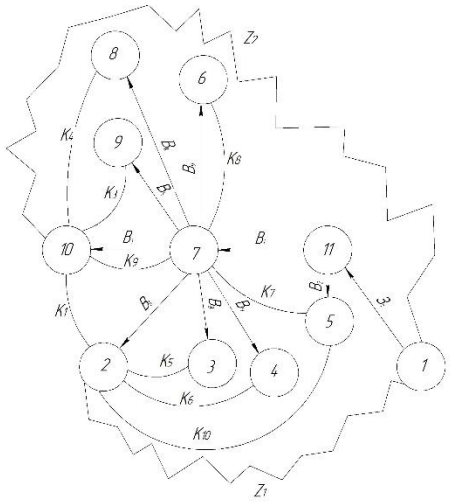
Рівняння для розрахунку розмірних технологічних ланцюгів

| № з/п | Розрахункове рівняння | Вихідне рівняння | Розмір, що визнач. |
|---|---|---|---|
| 1 | $-K_6+B_9=0$ | $K_8=B_7$ | $B_9$ |
| 2 | $-(K_{10}+K_7)+B_6=0$ | $\Sigma K=B_6$, де $\Sigma K=K_{10}+K_7$ | $B_6$ |
| 3 | $-B_6+B_8+K_5=0$ | $K_5=B_6-B_8$ | $B_8$ |
| 4 | $-B_6+B_7+K_6=0$ | $K_6=B_6-B_7$ | $B_7$ |
| 5 | $-K_9+B_3=0$ | $K_9=B_3$ | $B_3$ |
| 6 | $-B_3+B_4+K_4=0$ | $K_4=B_3-B_4$ | $B_4$ |
| 7 | $-B_3+B_5+K_3=0$ | $K_3=B_3-B_5$ | $B_5$ |
| 8 | $-B_1+B_2+Z_2=0$ | $Z_2=B_1-B_3$ | $B_1$ |
| 9 | $-B_2+B_1+K_7=0$ | $K_7=B_2-B_1$ | $B_2$ |
| 10 | $-З_1+B_5+Z_1+B_1=0$ | $Z_1=З_1-B_6-B_1$ | $З_1$ |

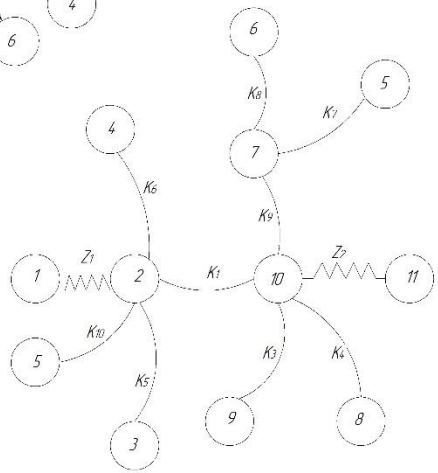
*Похідне граф-дерево*

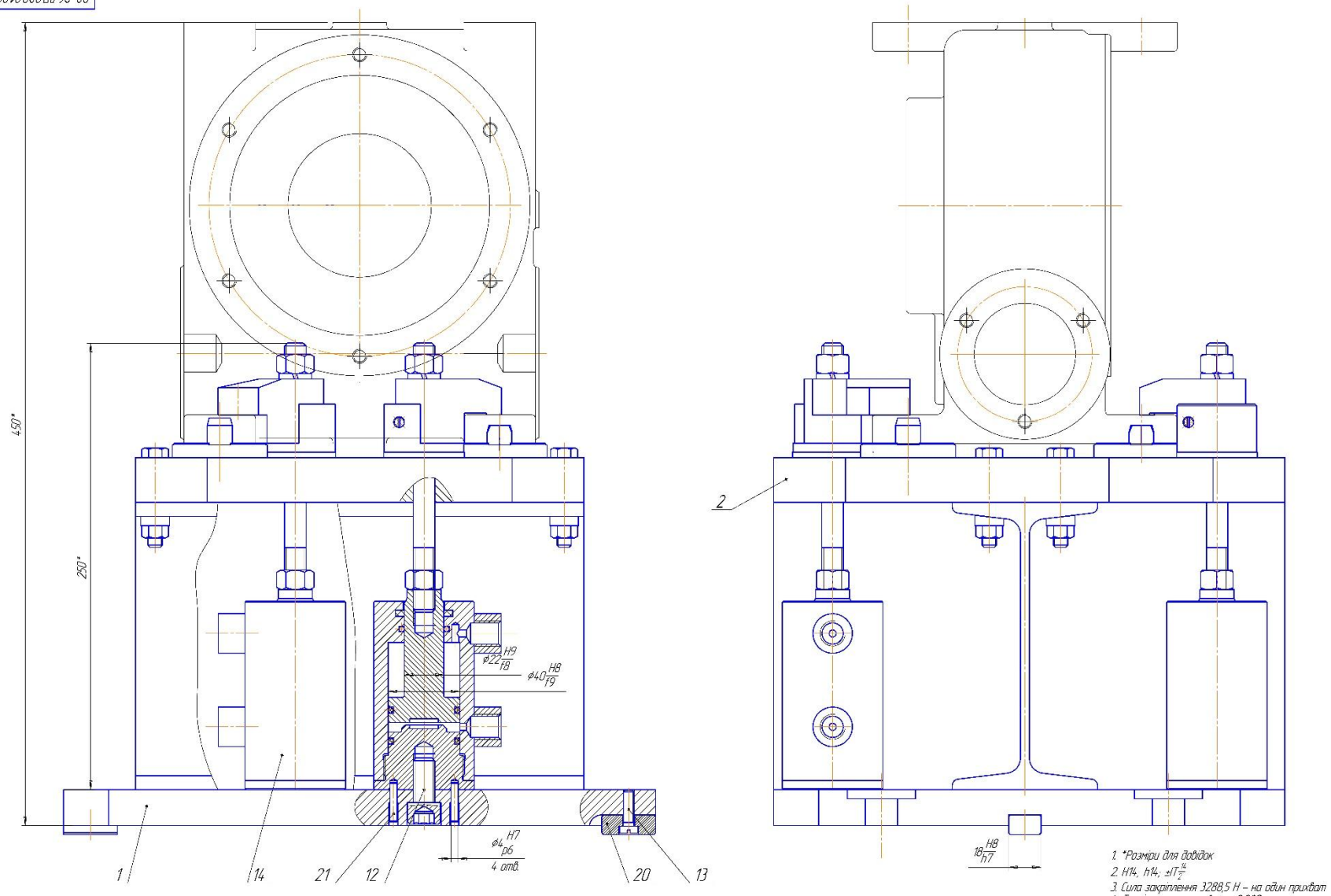


*Суміщений граф*



*Вихідне граф-дерево*



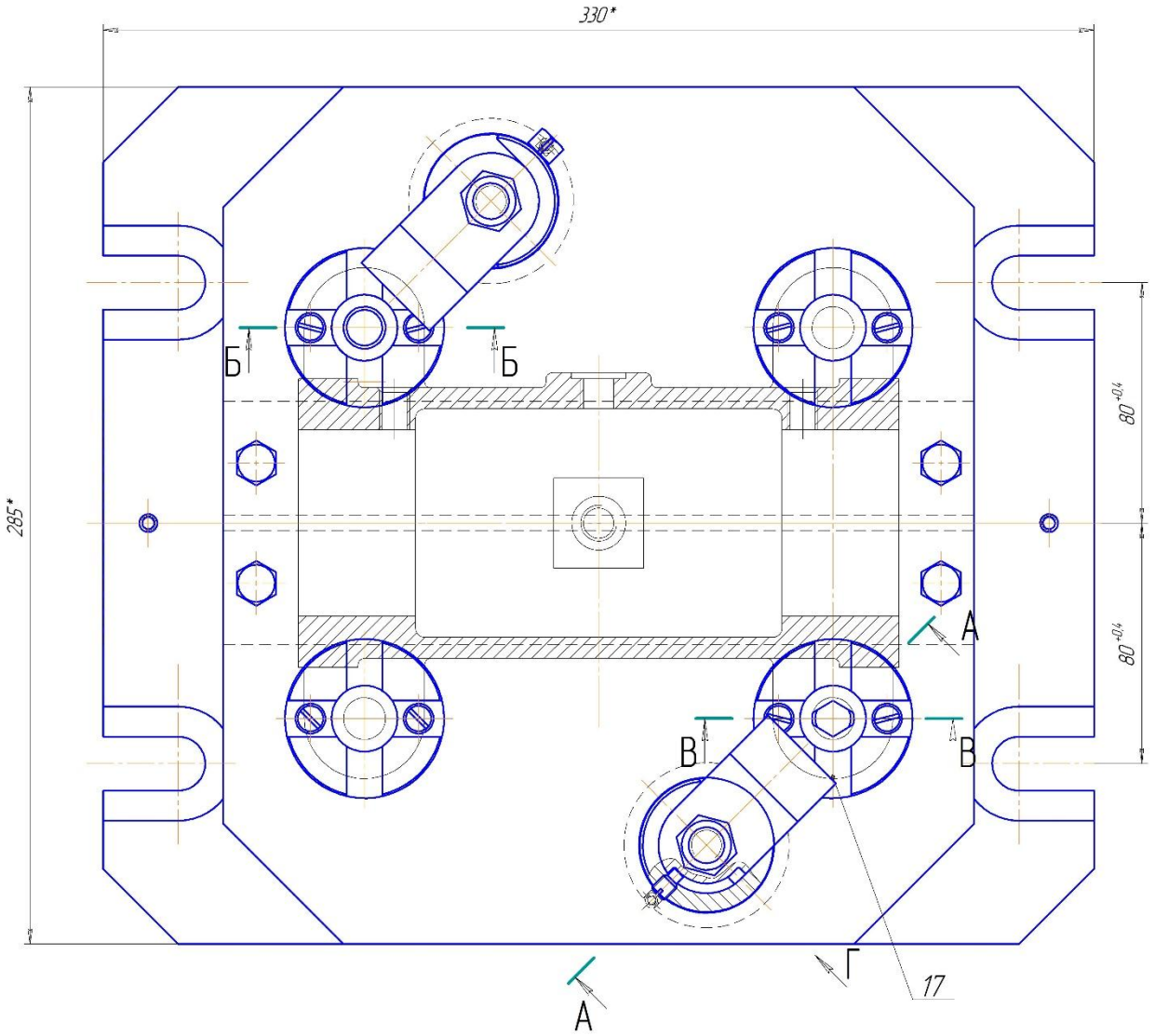


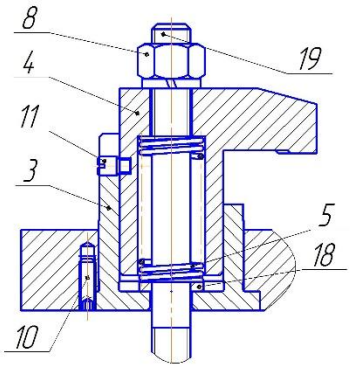

1. *Розміри для довідок
2. H14, h14, ±IT14/2
3. Сила закріплення 3288,5 Н – на один прихват
4. Точність пристосування 0,089

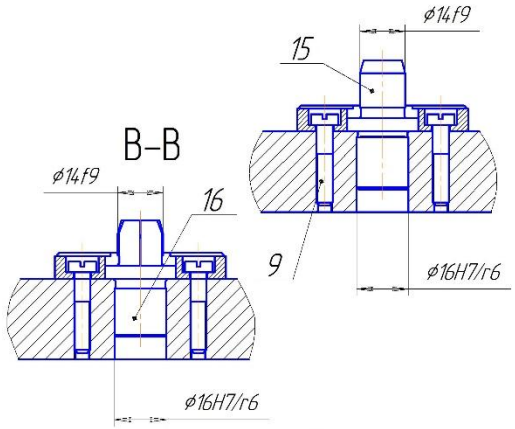
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 08-26.ДП.029.01.000 СК | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Верстатне пристосування на операцію 015 | Лит. | Масса | Масштаб |
| Розраб. | | Ужиловський | | | | | – | 11 |
| Пров. | | Мінаєв | | | | Лист | Листів 10 | |
| Т.контр. | | | | | | | | |
| Н.контр. | | Сорокуляк | | | | ВНТУ, гр.1ТМ-14сп | | |
| Утв. | | Сувак | | | | | | |

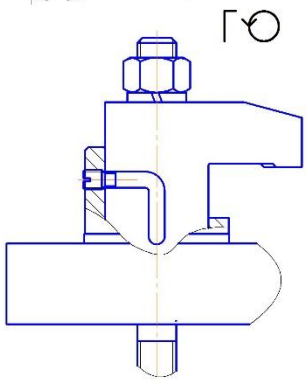
Копировал

Формат А1



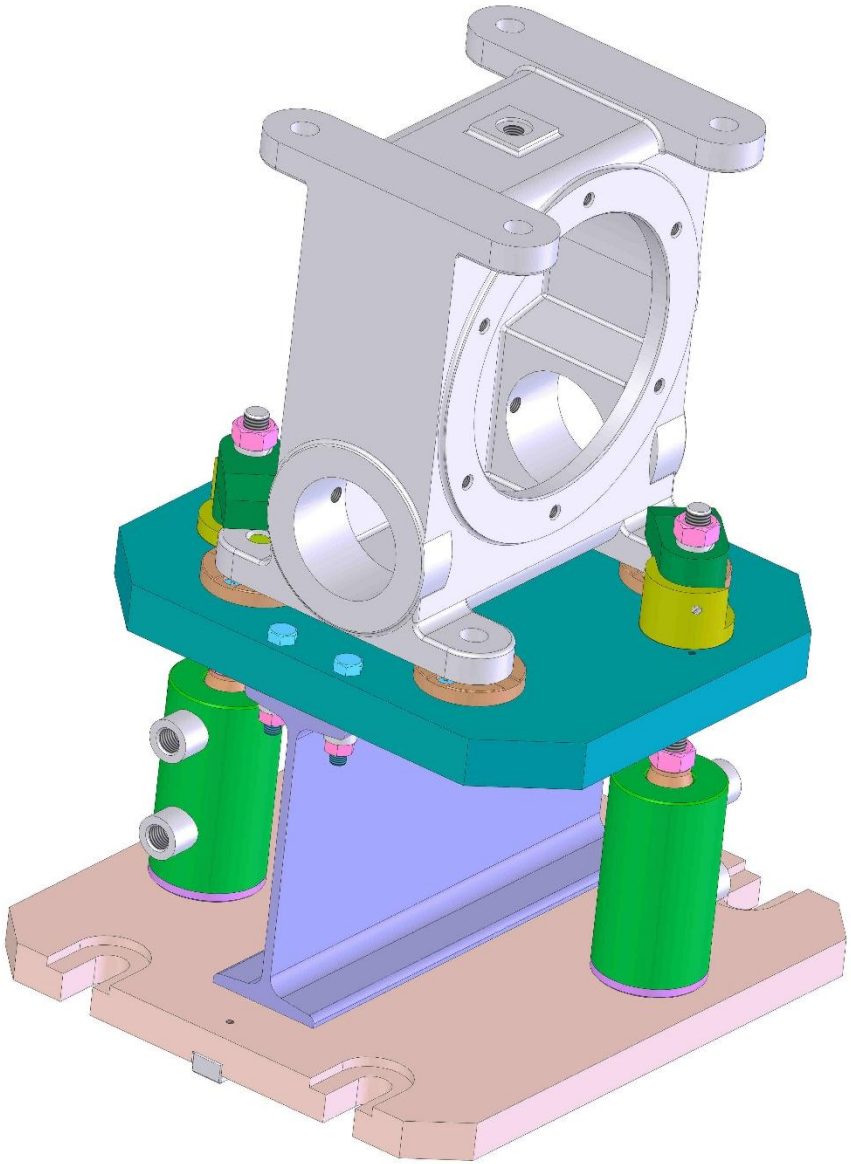




| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | 08-26.ДП.029.01.000 СК | Лист 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|

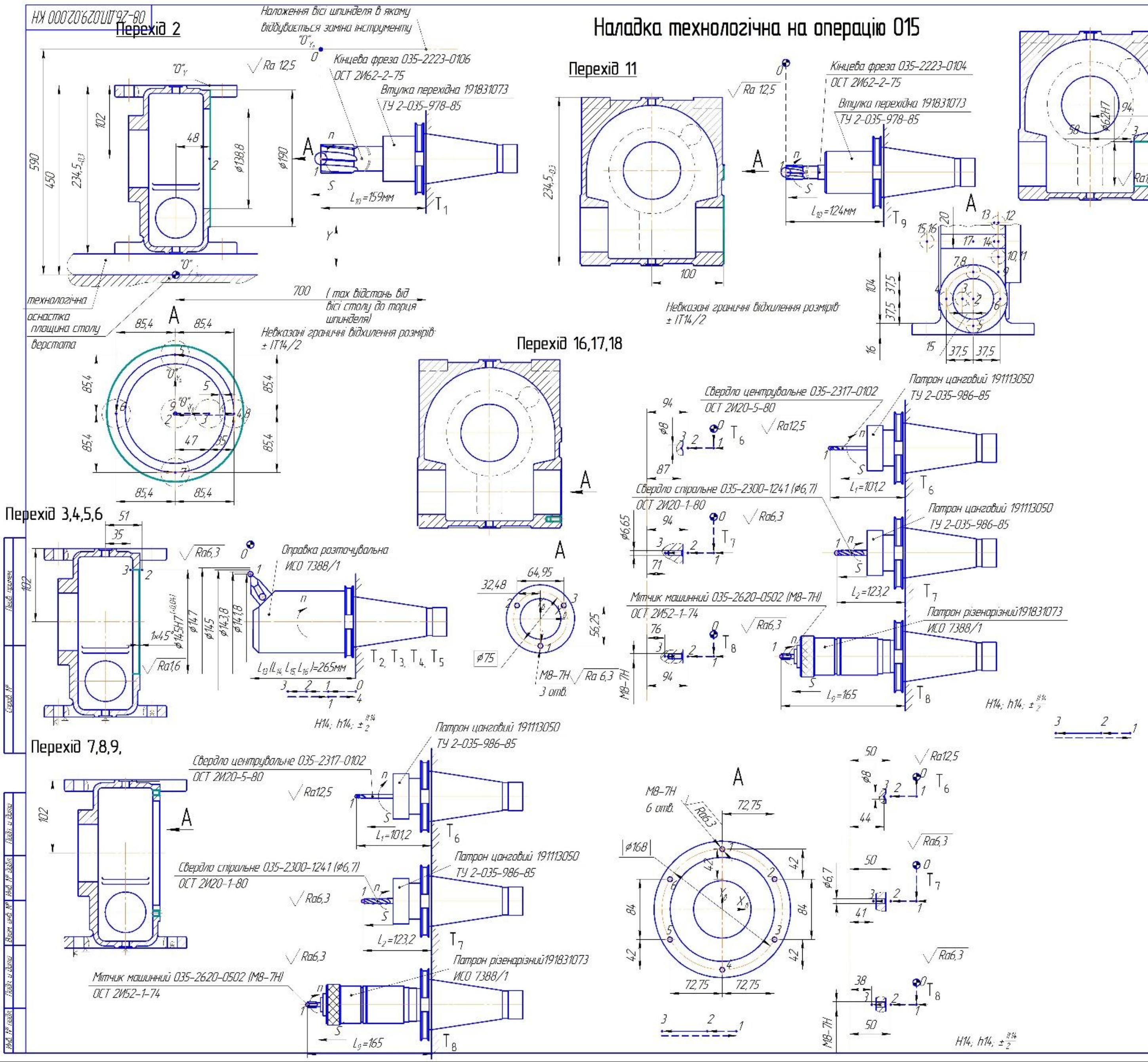
Копировал Формат А2

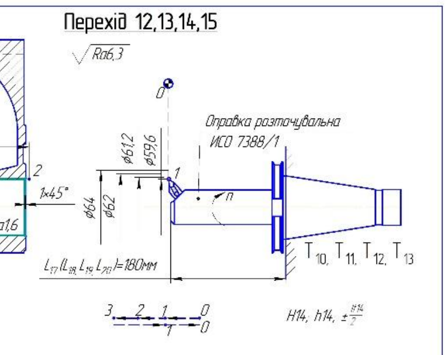
Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Верстатне пристосування операцію 015 3D модель



# Наладка технологічна на операцію 015



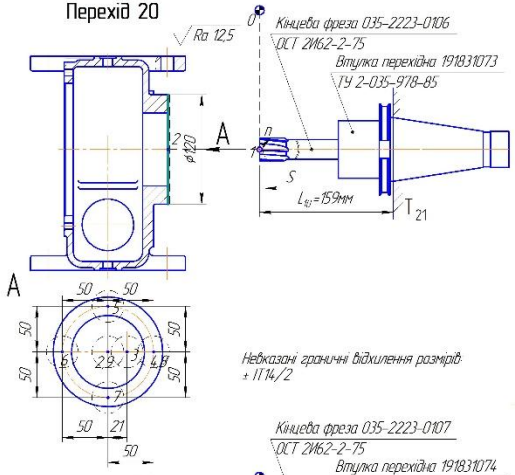

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 33. | Свердлити 2 отв. 11,13 | 23,52 | 5,35 | 700 | 0,32 |
| | 32. | Центрувати 2 отв. 11,13 | 31,4 | 2,0 | 2000 | 0,15 |
| | 31. | Нарізати різь в 2 отв. 15 | 6,28 | – | 200 | 1,0 |
| | 30. | Свердлити 2 отв. 15 | 25,43 | 4,5 | 900 | 0,28 |
| | 29. | Центрувати 2 отв. 15 | 31,4 | 5,0 | 2000 | 0,15 |
| | 28. | Нарізати різь в 4 отв. 10 | 5,024 | – | 200 | 1,25 |
| | 27. | Свердлити 4 отв. 10 напрохід | 31,56 | 3,35 | 1500 | 0,2 |
| | 26. | Центрувати 4 отв. 10 | 47,1 | 4,0 | 1500 | 0,15 |
| | 25. | Розточити фаску 21 | 91,21 | 1,0 | 350 | 1,0 |
| | 24. | Розточити отв. 9 остаточно напрохід | 87,92 | 0,5 | 350 | 1,0 |
| | 23. | Розточити отв. 9 попередньо напрохід | 98,97 | 0,8 | 400 | 0,7 |
| | 22. | Розточити отв. 9 попередньо напрохід | 96,96 | 1,5 | 400 | 0,5 |
| | 21. | Фрезерувати поверхн. 23,24 послідовно одноразово | 37,68 | 2,2 | 300 | 0,15мм/зуб |
| | 20. | Фрезерувати поверхн. 8 одноразово | 98,13 | 2,0 | 250 | 0,3мм/зуб |
| | 18. | Нарізати різь в 3 отв. 7 | 5,024 | – | 200 | 1,25 |
| | 17. | Свердлити 3 отв. 7 напрохід | 31,56 | 3,35 | 1500 | 0,2 |
| | 16. | Центрувати 3 отв. 7 | 47,1 | 4,0 | 1500 | 0,15 |
| | 15. | Розточити фаску 20 | 89,02 | 1,0 | 450 | 1,0 |
| | 14. | Розточити отв. 6 остаточно напрохід | 87,6 | 0,4 | 450 | 1,0 |
| | 13. | Розточити отв. 6 попередньо напрохід | 96,08 | 0,8 | 500 | 0,7 |
| | 12. | Розточити отв. 6 попередньо напрохід | 102,9 | 1,5 | 550 | 0,5 |
| | 11. | Фрезерувати поверхн. 4,5 одноразово | 94,2 | 2,2 | 300 | 0,3мм/зуб |
| | 9. | Нарізати різь в 6 отв. 3 | 5,024 | – | 200 | 1,25 |
| | 8. | Свердлити 6 отв. 3 напрохід | 31,56 | 3,35 | 1500 | 0,2 |
| | 7. | Центрувати 6 отв. 3 | 47,1 | 4,0 | 1500 | 0,15 |
| | 6. | Розточити фаску 19 | 83,08 | 1,0 | 180 | 1,0 |
| | 5. | Розточити отв. 2 остаточно напрохід | 81,95 | 0,6 | 180 | 1,0 |
| | 4. | Розточити отв. 2 попередньо напрохід | 90,3 | 1,0 | 200 | 0,7 |
| | 3 | Розточити отв. 2 попередньо напрохід | 111,3 | 1,5 | 250 | 0,5 |
| 015 | 2. | Фрезерувати поверхн. 1 одноразово | 35,17 | 2 | 350 | 0,2мм/зуб |
| № операції | № переходу | Багатоцільова з ЧПК / Найменування операції | 2204ВМФ2 / Обладнання | V, м/хв | t, мм | n, об/хв; S, мм/об (Режими різання) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 08-26.ДП.029.02.000 КН | | | |
| Изм. Лист № докум. Подп. Дата | Наладка технологічна на операцію 015 | Лит. Н | Масса – / Масштаб 1:1 |
| Розраб. Якобишин | | Лист | Листов 3 |
| Пров. Муляр | | | |
| Т.контр. | | | |
| Н.контр. Савуляк | – | ВНТУ, гр.1ТМ-14сп | |
| Утв. Сивак | | | |

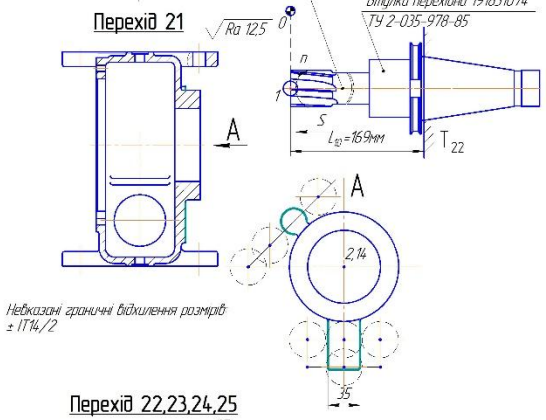
Копировал Формат A1

# Наладка технологічна на операцію 015 (продовження)

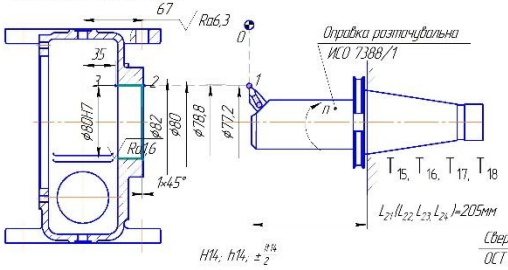
## Перехід 20



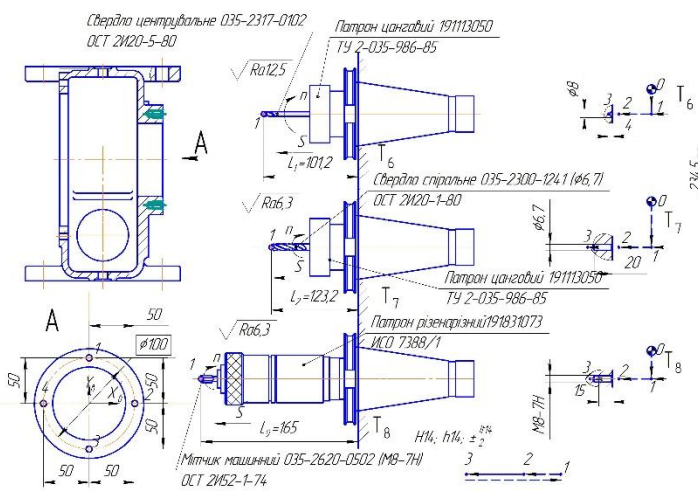

## Перехід 21



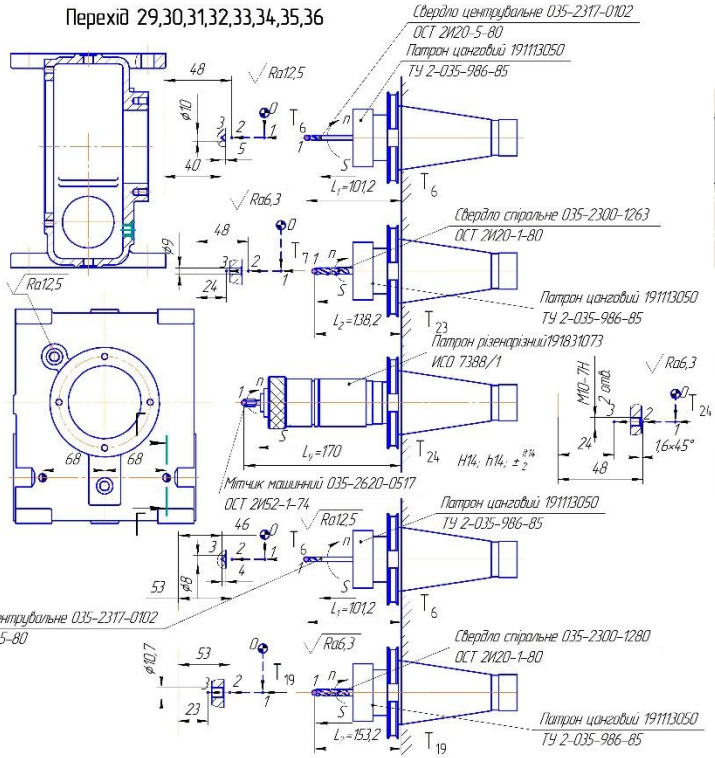

## Перехід 22,23,24,25



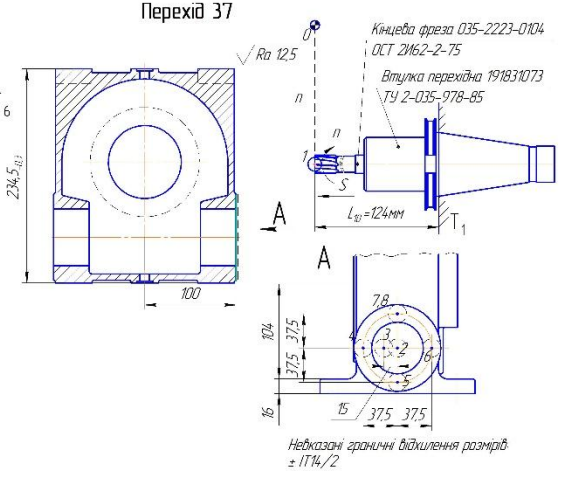

## Перехід 26,27,28

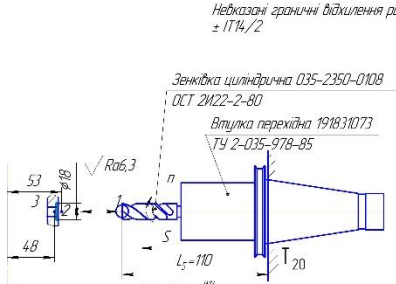


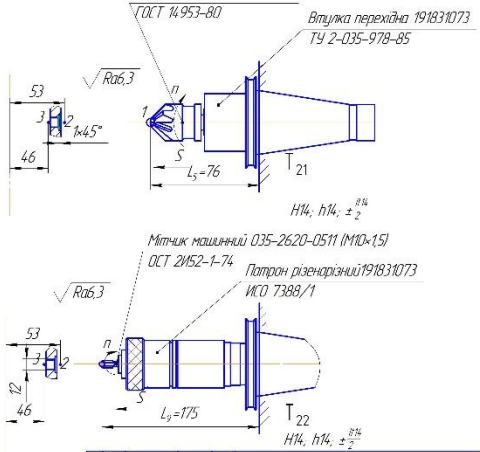

## Перехід 29,30,31,32,33,34,35,36




## Перехід 37

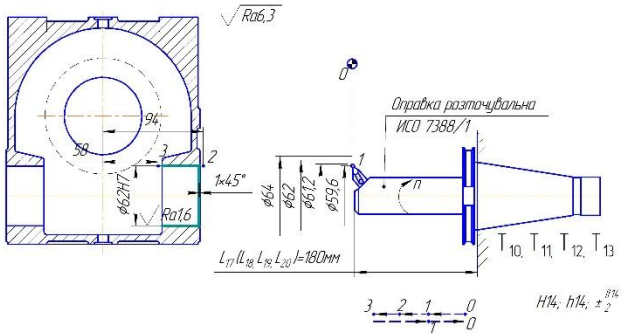


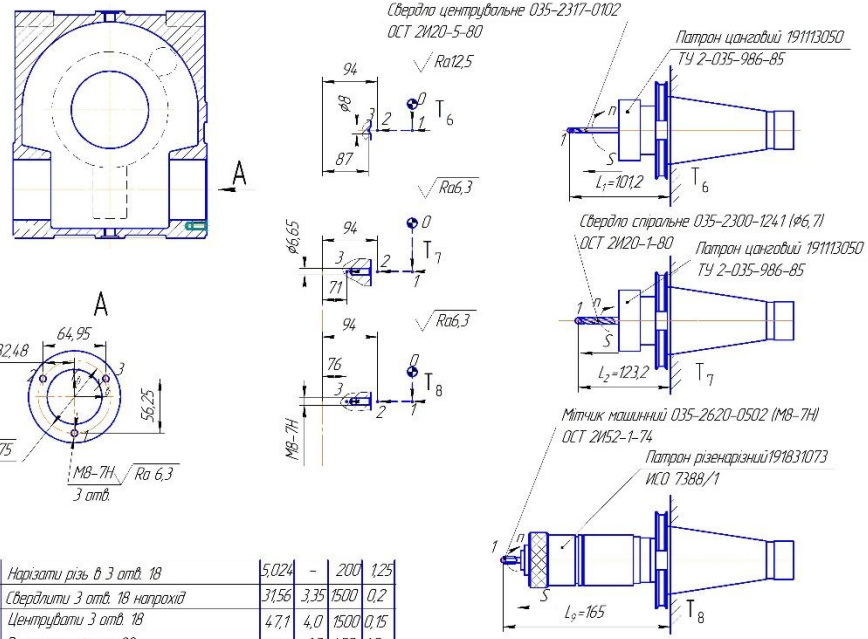



# Наладка технологічна на операцію 015 (продовження)

## Перехід 39,40,41,42

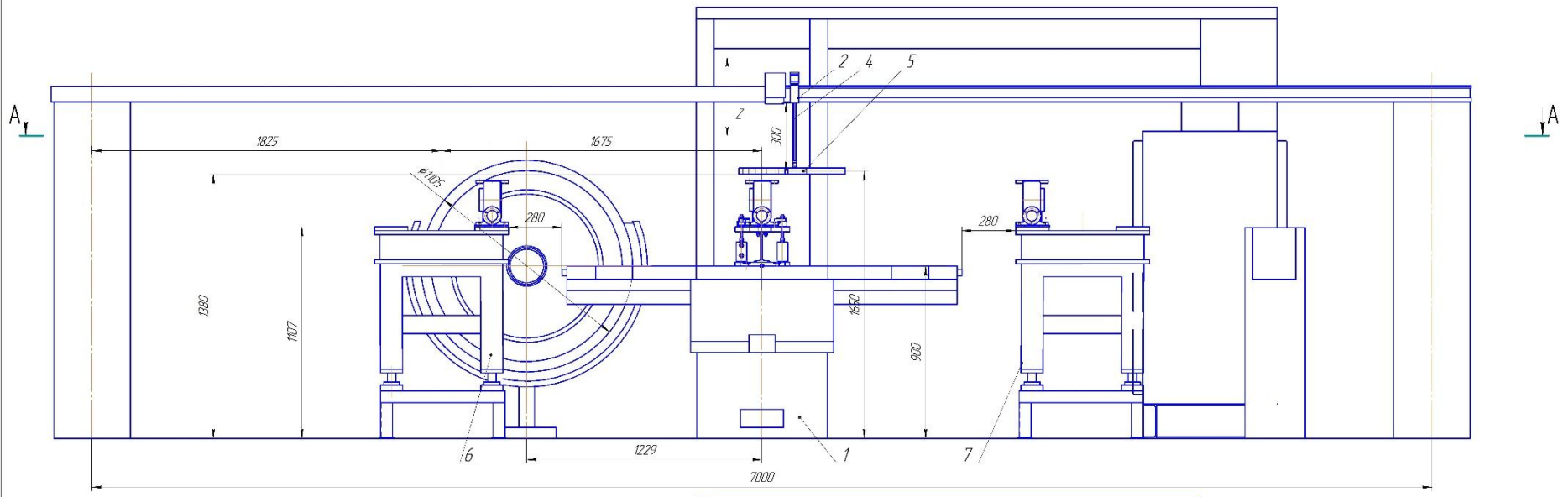



## Перехід 43,44,45

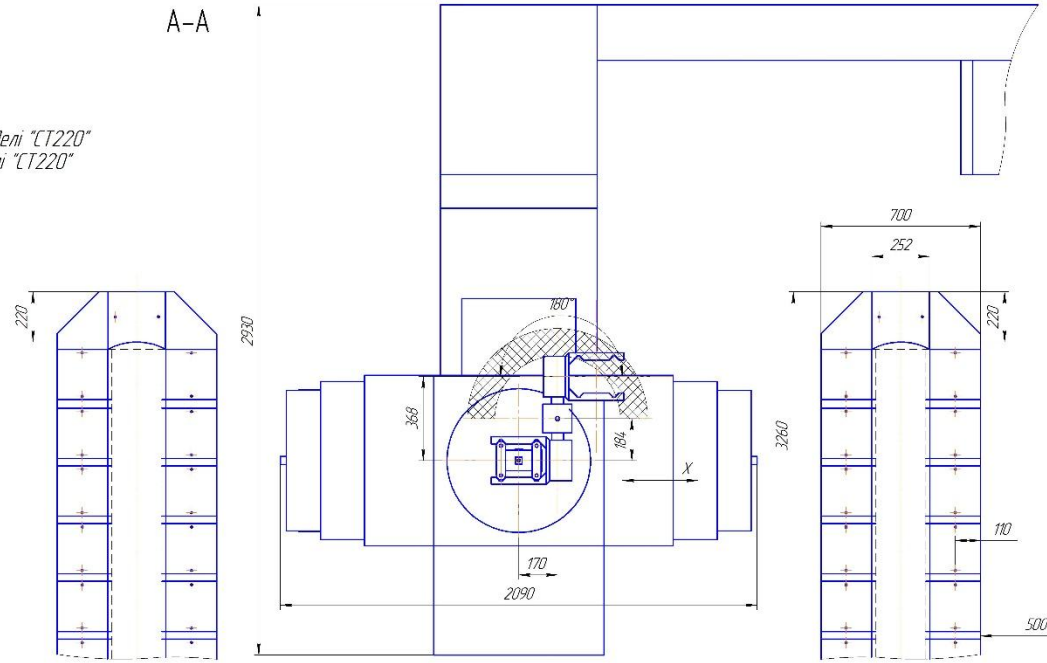



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 015 | 45. | Нарізати різь в 3 отв. 18 | | 5,024 | – | 200 | 1,25 |
| | 44. | Свердлити 3 отв. 18 напрохід | | 31,56 | 3,35 | 1500 | 0,2 |
| | 43. | Центрувати 3 отв. 18 | | 47,1 | 4,0 | 1500 | 0,15 |
| | 42. | Розточити фаску 22 | | 89,02 | 1,0 | 450 | 1,0 |
| | 41. | Розточити отв. 17 остаточно напрохід | | 87,6 | 0,4 | 450 | 1,0 |
| | 40. | Розточити отв. 17 попередньо напрохід | | 96,08 | 0,8 | 500 | 0,7 |
| | 39. | Розточити отв. 17 попередньо напрохід | | 102,9 | 1,5 | 550 | 0,5 |
| | 38. | Фрезерувати поверхн. 16 одноразово | | 94,2 | 2,2 | 300 | 0,3 хв/дм |
| | 36. | Нарізати різь в 2 отв. 11,13 | | 7,53 | – | 200 | 1,25 |
| | 35. | Зенкувати фаски в 2 отв. 11, 13 | | 18,84 | 1,6 | 400 | 0,8 |
| | 34. | Зенкувати 2 отв. 12, 14 | | 16,95 | 1,0 | 300 | 3,65 |
| № операції | № переходу | Найменування операції | Обладнання | V, м/хв | t, мм | n, об/хв | S, мм/об |
| | | Багатошпиндельна з ЧПК | 2206ВМФ2 | Режими різання | | | |

# Компоновка РТК




1. Верстат моделі 2204ВМФ4
2. ПР моделі "РС-40-Ц"
3. Пристрій керування ПР
4. Виконавчий орган
5. Захватний пристрій
6. Тактовий стіл-накопичувач заготовок моделі "СТ220"
7. Тактовий стіл-накопичувач деталей моделі "СТ220"




Технічні характеристики ПР

| | |
|---|---|
| – номінальна вантажопідйомність на руку | –4,0кг |
| – кількість рук/захватів на руку | –1/2 |
| – тип привода | – гідравлічний |
| – пристрій керування | – УПМ–331 |
| – похибка позиціювання, мм | – ±0,5 |
| – найбільший вильот руки, мм | – 730 |
| – лінійні переміщення, мм: | |
| x (зі швидкістю 0,8м/с) | –3100 |
| z (зі швидкістю 0,4м/с) | –400 |
| – кутові переміщення (зі швидкістю 45град/с)*,α=180 | |
| – довжина монрельсу,м | –7 |
| – маса, кг | –3000 |

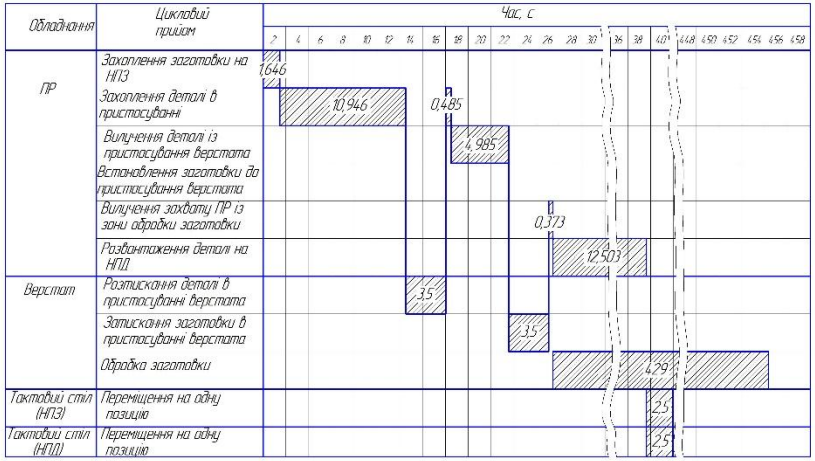
Основні показники РТК

Основні показники:
- циклова продуктивність $Q_{ц}$=0,00226;
- коефіцієнт відносної завантаженості $K_{в.в}$=0,247;
- коефіцієнт використання основного устаткування $K_{в}$=0,973;

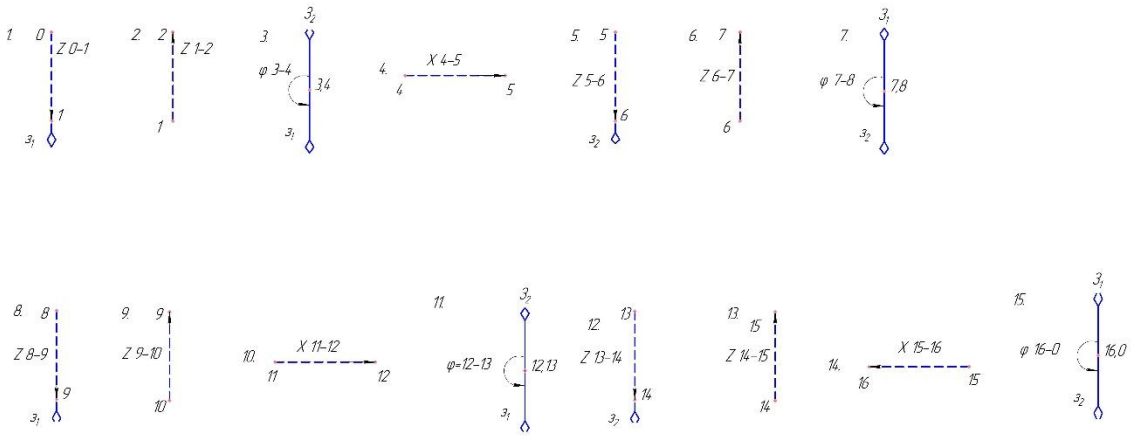
Безконтактні коефіцієнти:
- коефіцієнт використання =0,88
- коефіцієнт технічного використання =0,98
- коефіцієнт завантаження =0,9
- коефіцієнт зростання продуктивності праці =3,52

# Циклограма функціонування та алгоритм роботи РТК

## Циклограма роботи РТК




## Циклограма функціонування РТК




## Алгоритм роботи РТК

| Циклові прийоми | Найменування руху | Величина переміщення, мм (град) | Швидкість переміщення, м/с (°/с) | Час, с |
|---|---|---|---|---|
| Захоплення заготовки ПР | Переміщення маніпулятора М донизу | 300 | 0,4 | 0,75 |
| | Затискання захватом $З_1$ заготовки | – | – | 0,5 |
| | Переміщення маніпулятора М догори | 300 | 0,758 | 0,396 |
| | Сума | | | 1,646 |
| Захоплення деталі в пристосування верстата | Поворот каретки маніпулятора КМ проти годинникової стрілки на 180° | 180° | 45 | 4 |
| | Переміщення каретки К робота вправо до РЗВ | 1675 | 0,277 | 6,05 |
| | Переміщення маніпулятора М донизу | 300 | 0,758 | 0,396 |
| | Затискання захватом $З_2$ деталі | – | – | 0,5 |
| | Сума | | | 10,946 |
| Пристосування верстата | Розтискання деталі в пристосуванні верстата | – | – | 3,5 |
| | Сума | | | 3,5 |
| Вилучення деталі із пристосування верстату | Переміщення маніпулятора М догори | 300 | 0,619 | 0,485 |
| | Сума | | | 0,485 |
| Встановлення заготовки до пристосування верстата | Поворот каретки КМ проти годинникової стрілки на 180° | 180° | 45 | 4 |
| | Переміщення маніпулятора М донизу | 300 | 0,619 | 0,485 |
| | Розтискання захватом $З_1$ заготовки | – | – | 0,5 |
| | Сума | | | 4,985 |
| Пристосування верстата | Затискання заготовки в пристосуванні верстата | – | – | 3,5 |
| | Сума | | | 3,5 |
| Вилучення захвату ПР із зони обробки | Переміщення маніпулятора М догори | 300 | 0,805 | 0,373 |
| | | | | 0,373 |
| Верстат | Обробка заготовки | – | – | 4,29 |
| | Сума | | | 4,29 |
| Розвантаження деталі на НПД | Переміщення каретки К вправо до НПД | 1675 | 0,294 | 5,7 |
| | Поворот каретки КМ проти годинникової стрілки на 180° | 180° | 45 | 4 |
| | Переміщення маніпулятора М донизу до НПД | 300 | 0,805 | 0,373 |
| | Розтискання захвату $З_2$ обробленої деталі | – | – | 0,5 |
| | Переміщення маніпулятора М догори | 300 | 0,4 | 0,75 |
| | Переміщення каретки К вліво до НПЗ | 3350 | 0,8 | 4,19 |
| | Поворот каретки КМ проти годинникової стрілки на 180° | 180° | 45 | 4 |
| | Сума | | | 12,503 |

Дякую за увагу!