

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Чернігівська політехніка»

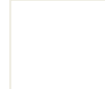
Автоматизація виробничих процесів в машинобудуванні

Частина 2

Методичні вказівки (слайди)
до лекцій
з дисципліни “Автоматизація виробничих процесів в машинобудуванні”
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 133 “Галузеве машинобудування”
освітньо-професійної програми “Галузеве машинобудування”

Затверджено
на засіданні кафедри
автомобільного транспорту та галузевого машинобудування
Протокол № 4
від 11.04.2024 р.

Чернігів 2024



Автоматизація технологічних процесів в машинобудуванні. Частина 2. Методичні вказівки (слайди) до лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 133 “Галузеве машинобудування” освітньо-професійної програми “Галузеве машинобудування”/ Укл.: Пасов Г.В., Кологойда А.В., Завертанний Б.С. – Чернігів: НУ “Чернігівська політехніка”, 2024. – 72 с.

Укладачі:

Пасов Геннадій Володимирович кандидат технічних наук,
доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого
машинобудування;
Кологойда А.В., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри
автомобільного транспорту та галузевого машинобудування
Завертанний Б.С., доктор філософії, старший викладач кафедри
автомобільного транспорту та галузевого машинобудування

Відповідальний за випуск:

Кальченко В.І., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
автомобільного транспорту та галузевого машинобудування

Рецензент:

Сіра Н.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри
автомобільного транспорту та галузевого машинобудування



ЗМІСТ

Стор.

1 КОМПЛЕКСНА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВЕЛИКОСЕРІЙНОГО І МАСОВОГО ВИРОБНИЦТВА	9
1.1 КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМАТИЧНИХ ЛІНІЇ (АЛ)	9
Рисунок 1.1 – Схема синхронної АЛ	9
Рисунок 1.2 – Схема не синхронної АЛ	9
Рисунок 1.3 – Схема АЛ з наскрізним та не наскрізним транспортером	10
Рисунок 1.4 – Схема АЛ з нерозгалуженим та розгалуженим потоками	10
1.2 ОСНОВНІ ВУЗЛИ ТА МЕХАНІЗМИ АЛ	11
Рисунок 1.5 – Схема пневмогідравлічної головки	11
Рисунок 1.6 – Будова пневмогідравлічної головки	12
Рисунок 1.7 – Рейнерний кроковий конвеєр	13
Рисунок 1.8 – Конвеєри крокові з заскочками та з прапорцями	14
Рисунок 1.9 – Грейферні крокові конвеєри	15
Рисунок 1.10 – Штовхаючий кроковий конвеєри	16
Рисунок 1.11 – Ланцюговий конвеєри	17

Рисунок 1.12 – Транспортери розташовані на різних площинах з робочим транспортером	18
Рисунок 1.13 – Транспортер в одній площині з робочим транспортером	19
Рисунок 1.14 – Підіймачі для транспортування заготовок на задану висоту	20
1.3 ДОПОМІЖНІ МЕХАНІЗМИ АЛ	21
Рисунок 1.15 – Схема транзитного накопичувача для зберігання штучних деталей	21
Рисунок 1.16 – Схема тупикового накопичувача для зберігання штучних деталей	22
Рисунок 1.17 – Конвеєри видалення стружки	23
1.4 КОНСТРУКЦІЇ АЛ	24
Рисунок 1.18 – Конструктивна схема роторної машини	24
Рисунок 1.19 – Кінематична схема роторної машини	25
Рисунок 1.20 – Структурна схема АРЛ	26
Рисунок 1.21 – Структурна схема АРКЛ	27
2 ЗАСОБИ ТА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РОЗМІРІВ ТА ОСНОВНИХ	
ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ	28
2.1 ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ АКТИВНОГО	
КОНТРОЛЮ	28
Рисунок 2.1 – Класифікація пристроїв активного контролю	28

Рисунок 2.2 – Приклади вимірювань внутрішнього та зовнішнього діаметрів деталей	29
Рисунок 2.3 – Двоконтактні прилади для вимірювання поверхонь на круглошліфувальних верстатах та внутрішньо шліфувальних верстатах	30
Рисунок 2.4 – Триконтактні прилади для вимірювання поверхонь на круглошліфувальних верстатах та внутрішньо шліфувальних верстатах	31
Рисунок 2.5 – Прилади, які контактують по циліндричній поверхні	32
Рисунок 2.6 – Прилад для вимірювання конусності циліндричної поверхні	33
2.2 АВТОМАТИЧНІ ПІДНАЛАДЧИКИ	34
Рисунок 2.7 – Релейна система автоматичної під наладки безцентровошліфувального верстата	34
2.3 АВТОМАТИЧНІ БЛОКУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ	35
Рисунок 2.8 – Вимірювальний пристрій з блокувальним клапаном	35
3 КОМПЛЕКСНА АВТОМАТИЗАЦІЯ ШИРОКОНОМЕНКЛАТУРНОГО ВИРОБНИЦТВА	36
3.1 ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ГАВ	36
Рисунок 3.1 – Історія розвитку ГАВ (1-ий етап)	36
Рисунок 3.2 – Історія розвитку ГАВ (2-ий етап)	37
Рисунок 3.3 – Історія розвитку ГАВ	38

3.2 ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ. БАГАТОЦІЛЬОВИЙ ВЕРСТАТ З ЧПК .. 39

Рисунок 3.4 – Револьверні головки	39
Рисунок 3.5 – Магазин поворотного типу	40
Рисунок 3.6 – Магазин ланцюгового типу	41
Рисунок 3.7 – Магазин стелажного типу	42
Рисунок 3.8 – Конструкція привода з револьверною головкою з поворотними шпинделями	43
Рисунок 3.9 – ПАЗІ з використанням револьверної головки для розширення набору інструментальних оправок	44
Рисунок 3.10 – БВ з механізмами, розташованими на столі	45
Рисунок 3.11 Двошпindelна револьверна головка з магазином, який знаходиться на шпindelній бабці	46
Рисунок 3.12 – Механізми з захватними пристроями біля шпинделя	47
3.3 ПРОМИСЛОВІ РОБОТИ ТА МАНІПУЛЯТОРИ	48
Рисунок 3.13 – Загальна функціональна схема ПР	48
Рисунок 3.14 – Компонування маніпулятора	49
Рисунок 3.15 – Маніпулятор, який працює в прямокутній системі координат	50
Рисунок 3.16 – Робоча зона маніпулятора	51

3.4 АВТОМАТИЗОВАНА ТРАНСПОРТНО-НАКОПИЧУВАЛЬНА СИСТЕМА ..	52
Рисунок 3.17 – Класифікація транспортного обладнання типових АТНС ГВС	52
Рисунок 3.18 – Самохідний візок	53
Рисунок 3.19 – Оперативний накопичувач	54
Рисунок 3.20 – Супутник	55
Рисунок 3.21 – Електромеханічний завантажувальний маніпулятор	56
Рисунок 3.22 – Грейферний кроковий транспортер	57
Рисунок 3.23 – Агрегат завантаження супутників	58
3.5 РОБОТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ	59
Рисунок 3.24 – Класифікація роботизованих комплексів	59
Рисунок 3.25 – Компонування РТК в ГАВ	60
4 МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ СКЛАДАЛЬНИХ РОБІТ	62
4.1 ШЛЯХИ І ЗАСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СКЛАДАННЯ	62
Рисунок 4.1 – Принципова схема здійснення автоматичного складання	62
Рисунок 4.2 – Класифікація складальних конвеєрів	63
Рисунок 4.3 – Класифікація механізованого інструменту	64

4.2 АВТОМАТИЧНЕ ОРІЄНТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ У ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРИСТОСУВАННЯХ	65
Рисунок 4.4 – Різні положення ступінчатого валу	65
5 МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА ТА КОНТРОЛЕРИ – НАЙЕФЕКТИВНІШИЙ ЗАСІБ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ	66
5.1 ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ У СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ ВЕРСТАТІВ З ЧПК, ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ ТА РОБОТИЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ	66
Рисунок 5.1 – Блок-схема системи ЧПК типу CNC	66
Рисунок 5.2 – Структурна схема ПЧПК класу CNC (DNC, HNC) з мікропроцесором на вході ...	67
Рисунок 5.3 – Структурна схема ПЧПК класу CNC з контролерами	68
Рисунок 5.4 – Схема обміну сигналами між системою ЧПК та PLC	69
Рисунок 5.5 – Структурна схема ПЧПК класу CNC з формуванням програми при обробці першої деталі	70
Рисунок 5.6 – Дільниця АСВР-012	71
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	72

1 КОМПЛЕКСНА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВЕЛИКОСЕРІЙНОГО І МАСОВОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1 КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМАТИЧНИХ ЛІНІЙ (АЛ)

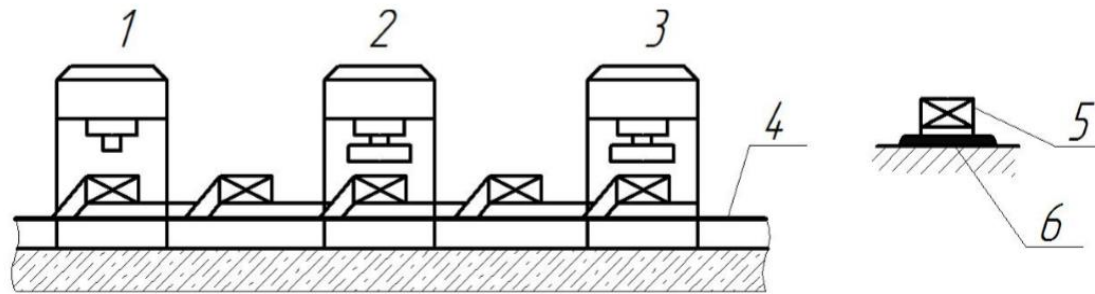


Рисунок 1.1 – Схема синхронної АЛ

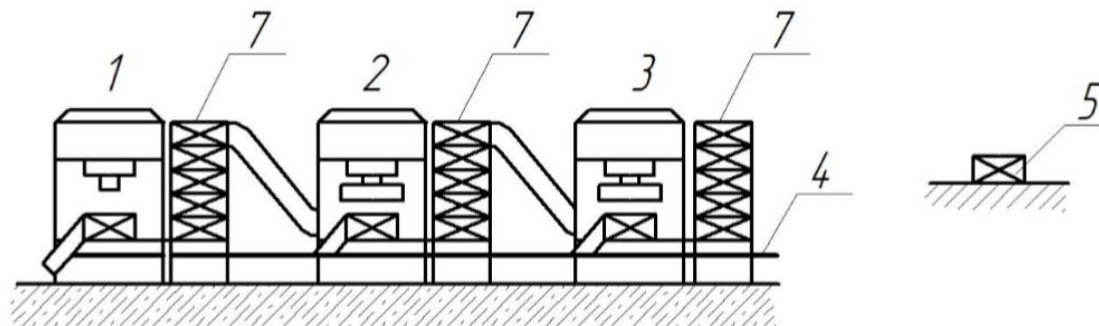


Рисунок 1.2 – Схема несинхронної АЛ

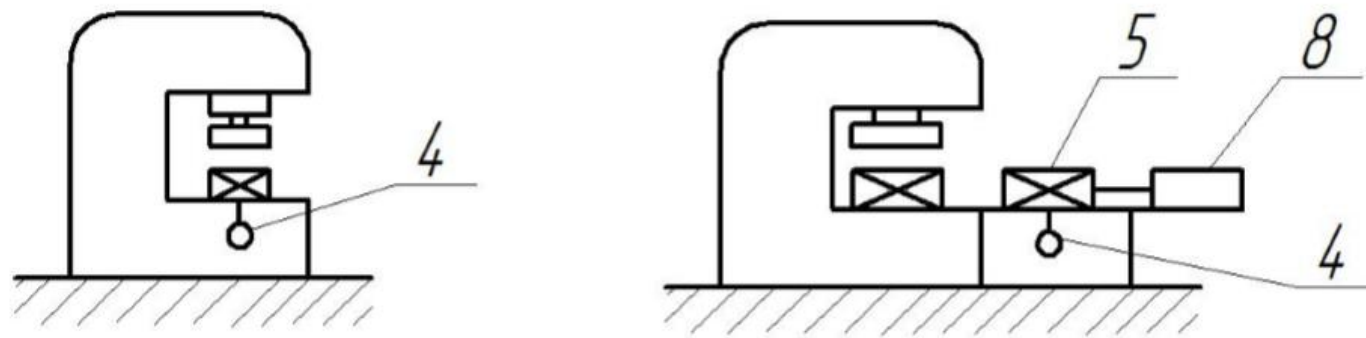


Рисунок 1.3 – Схема АЛ з наскрізним та ненаскрізним транспортом

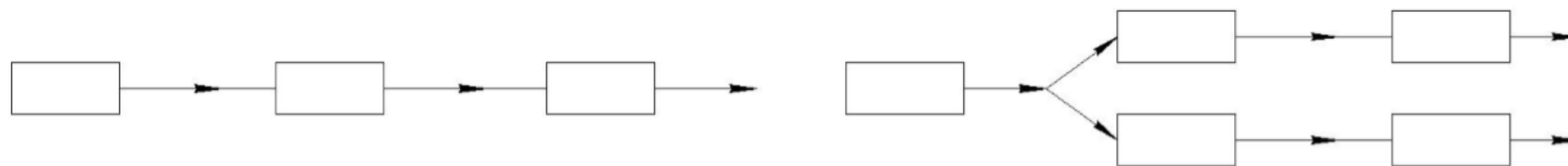


Рисунок 1.4 – Схема АЛ з нерозгалуженим та розгалуженим потоками

1.2 ОСНОВНІ ВУЗЛИ ТА МЕХАНІЗМИ АЛ

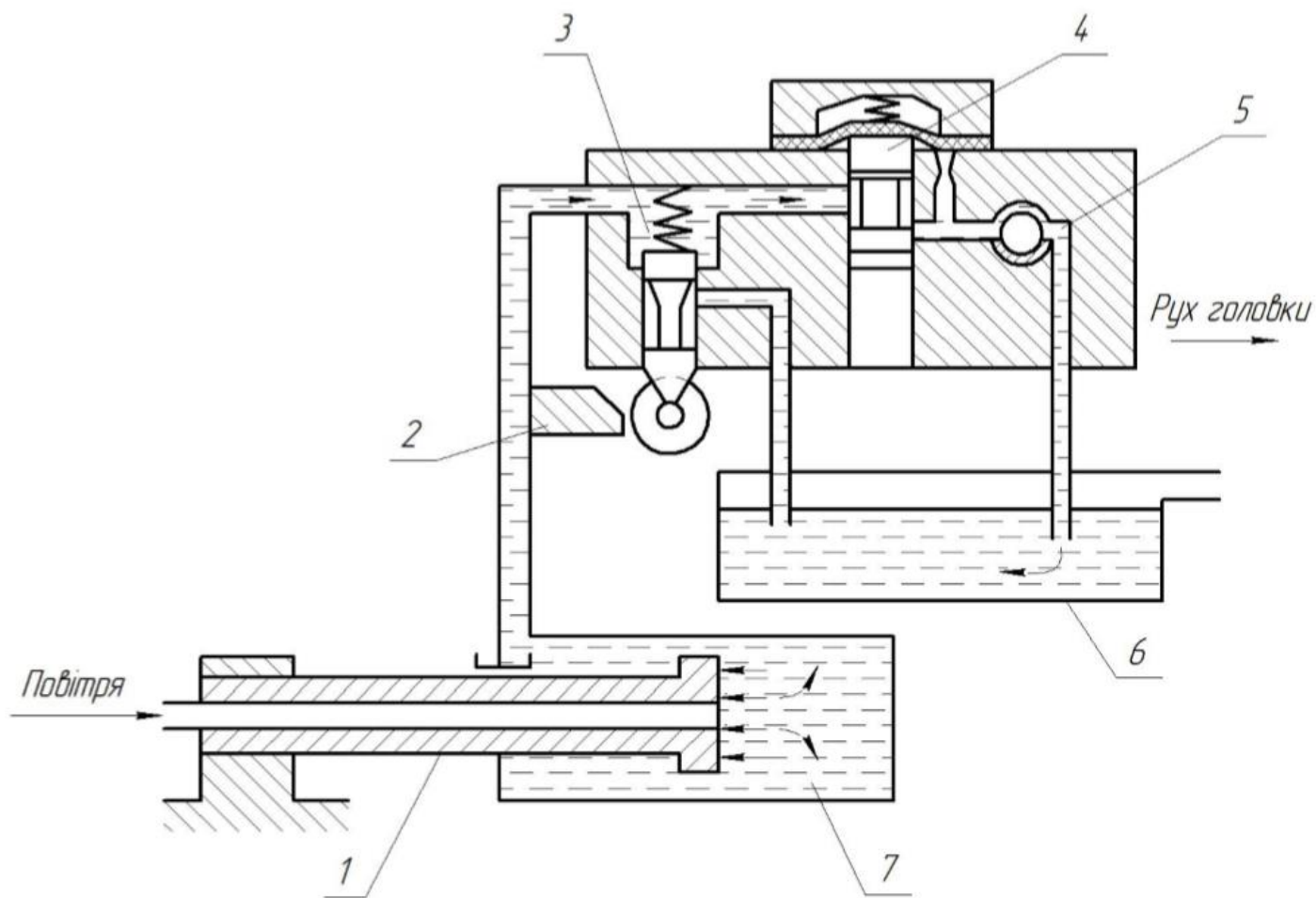


Рисунок 1.5 – Схема пневмогідравлічної головки

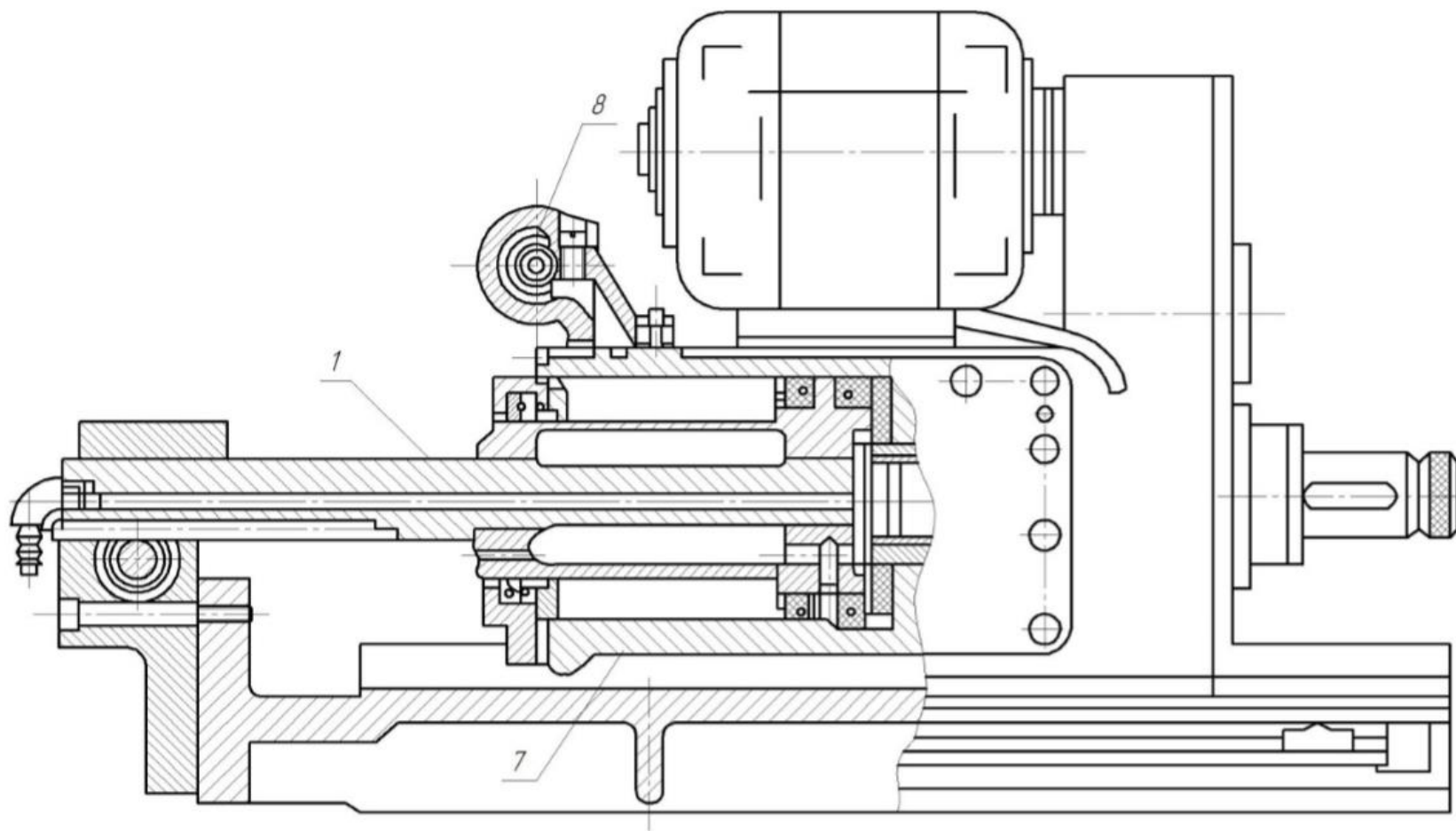


Рисунок 1.6 – Будова пневмогідравлічної головки

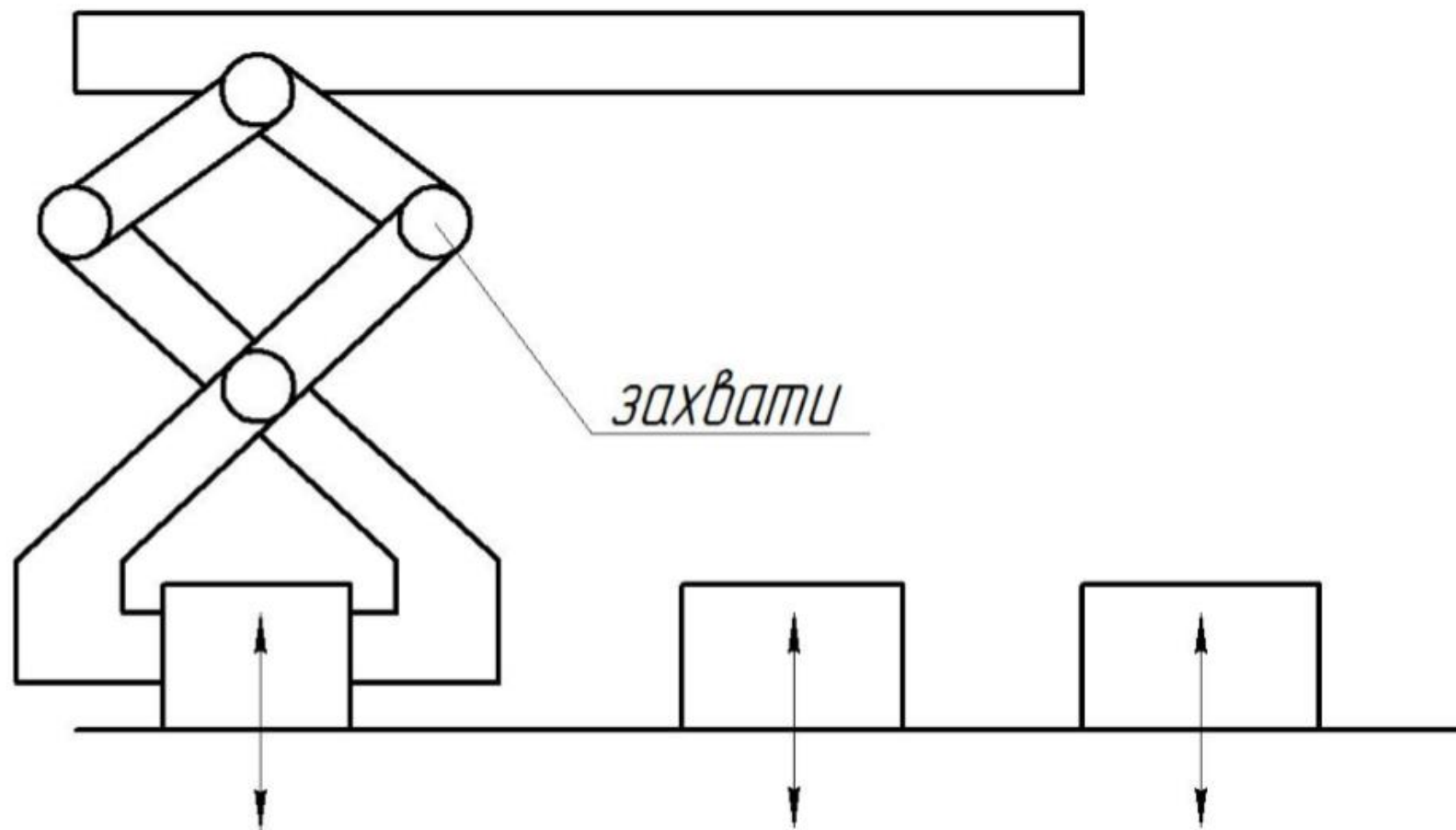


Рисунок 1.7 – Рейнерний кроковий конвеєр

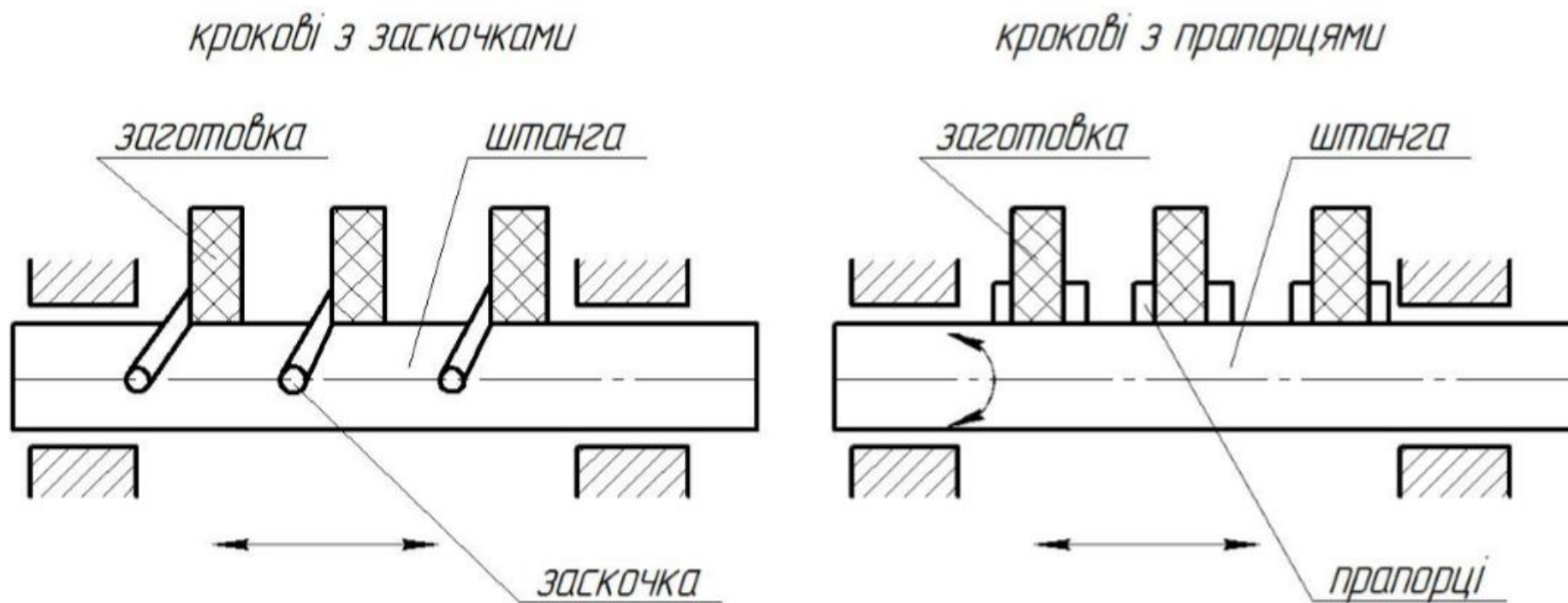


Рисунок 1.8 – Конвеєри крокові з заскочками та з прапорцями

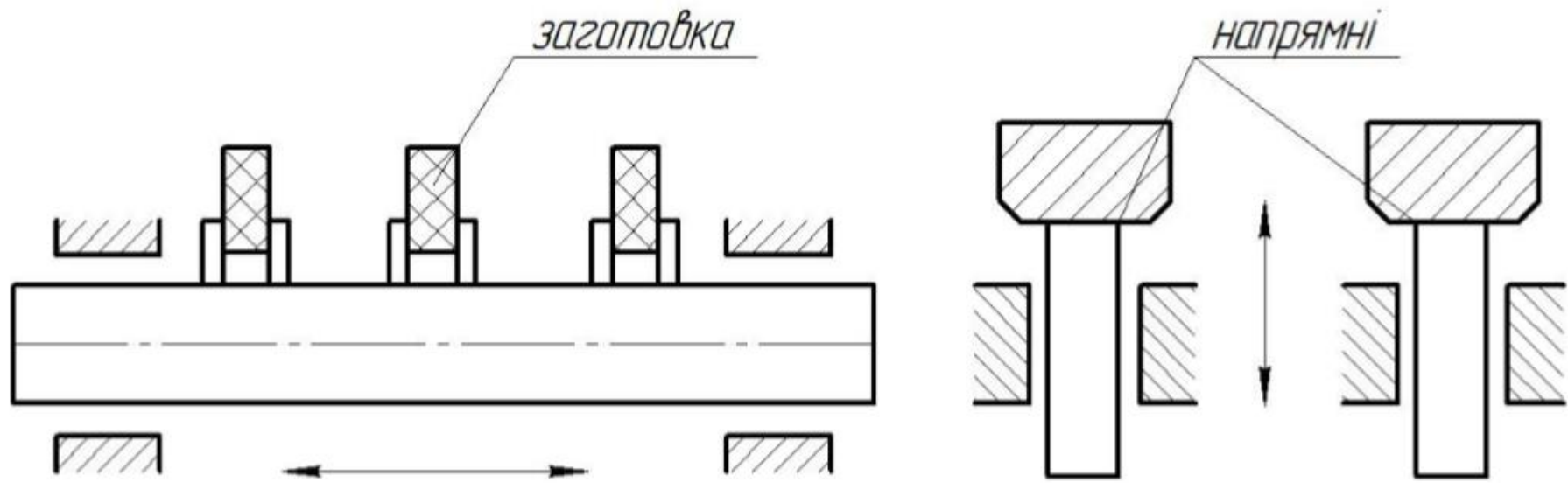


Рисунок 1.9 – Грейферні крокові конвеєри

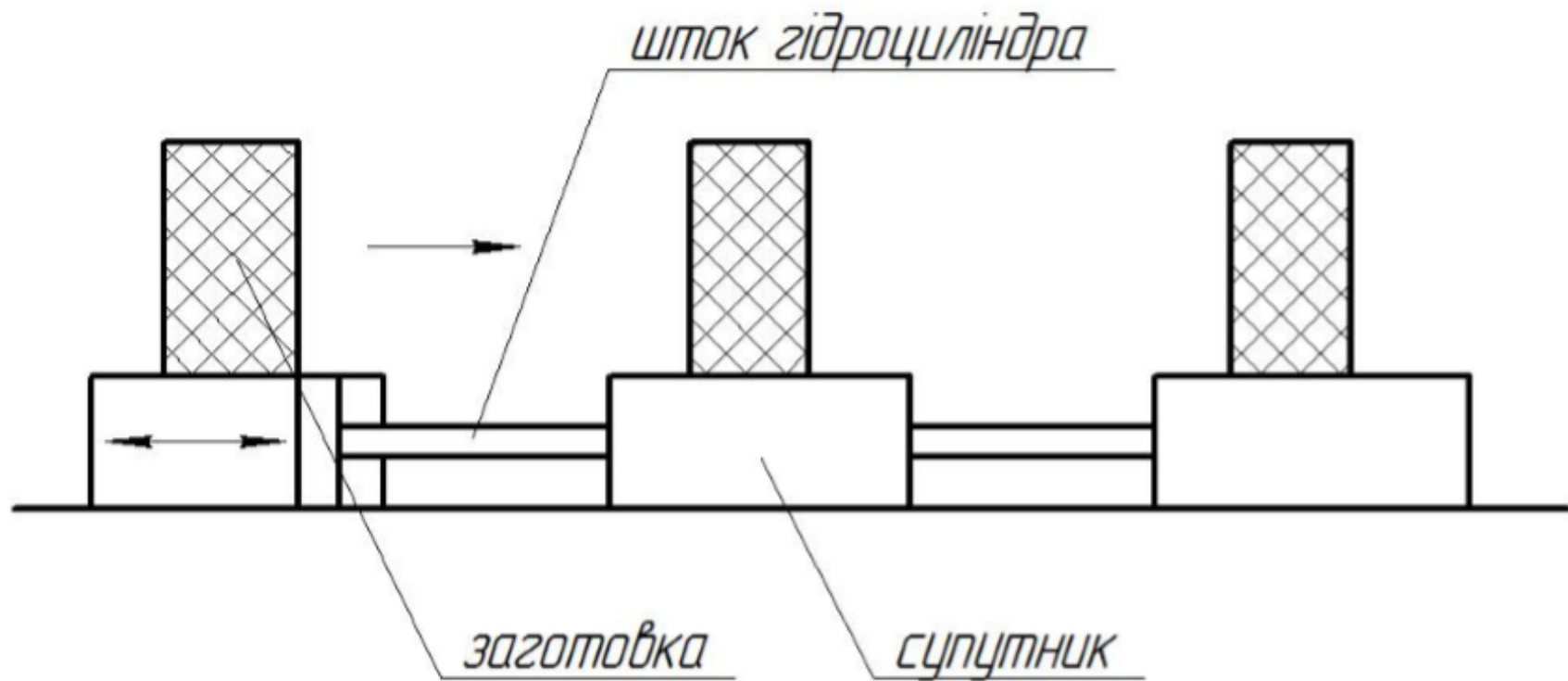


Рисунок 1.10 – Штовхаючий кроковий конвеєри

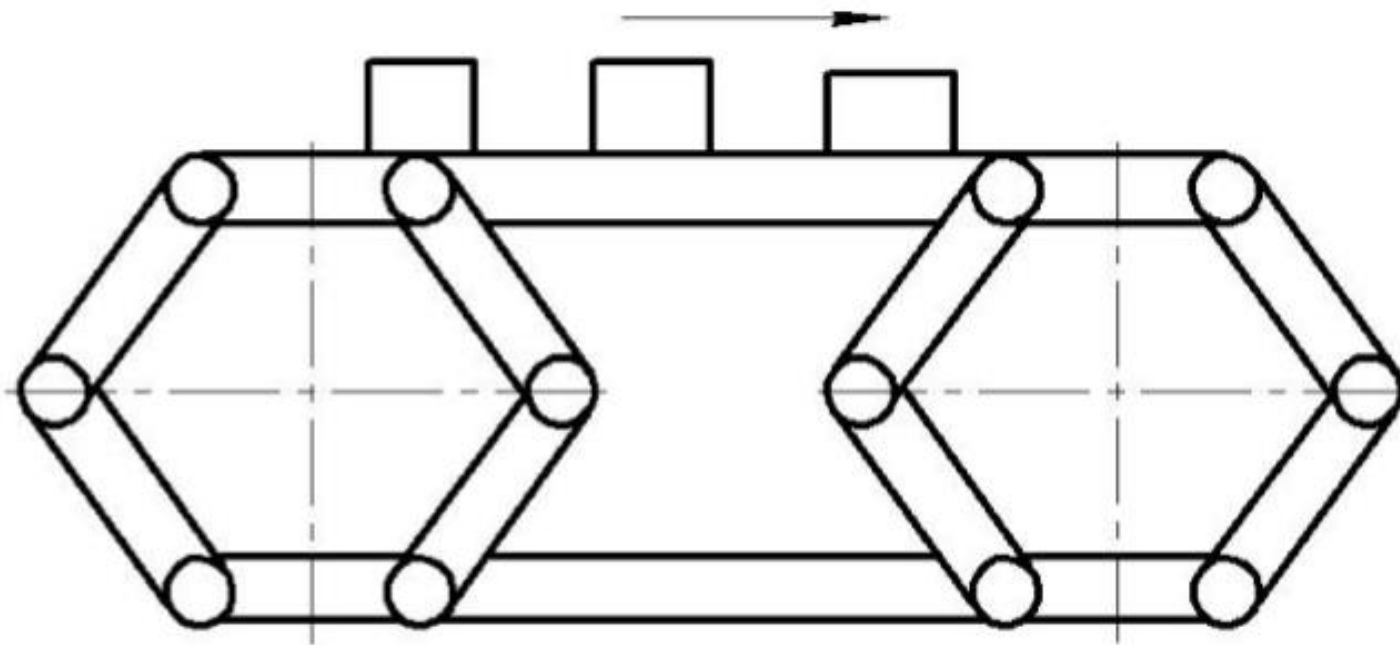
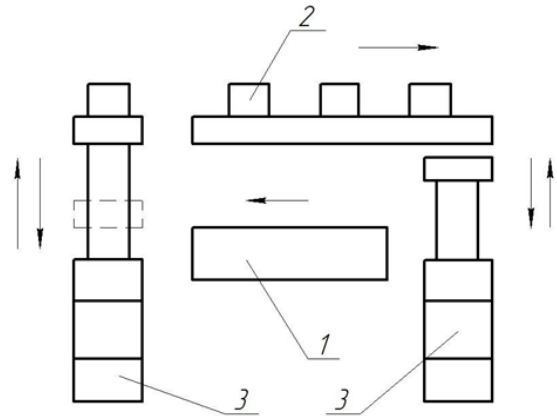
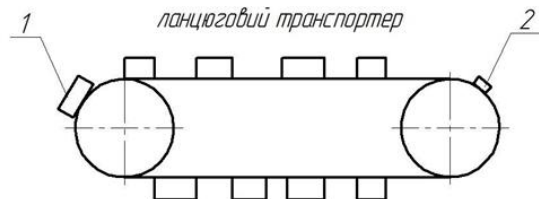


Рисунок 1.11 – Ланцюговий конвеєри

транспортер під основним робочим транспортером



*1 - транспортуюча поверхня супутника,
2 - супутник, 3 - підйомні механізми*



1 - завантаження заготовок, 2 - розвантаження заготовок

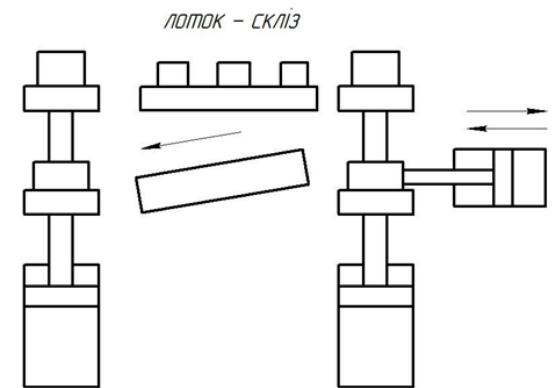


Рисунок 1.12 – Транспортери розташовані на різних площинах з робочим транспортером

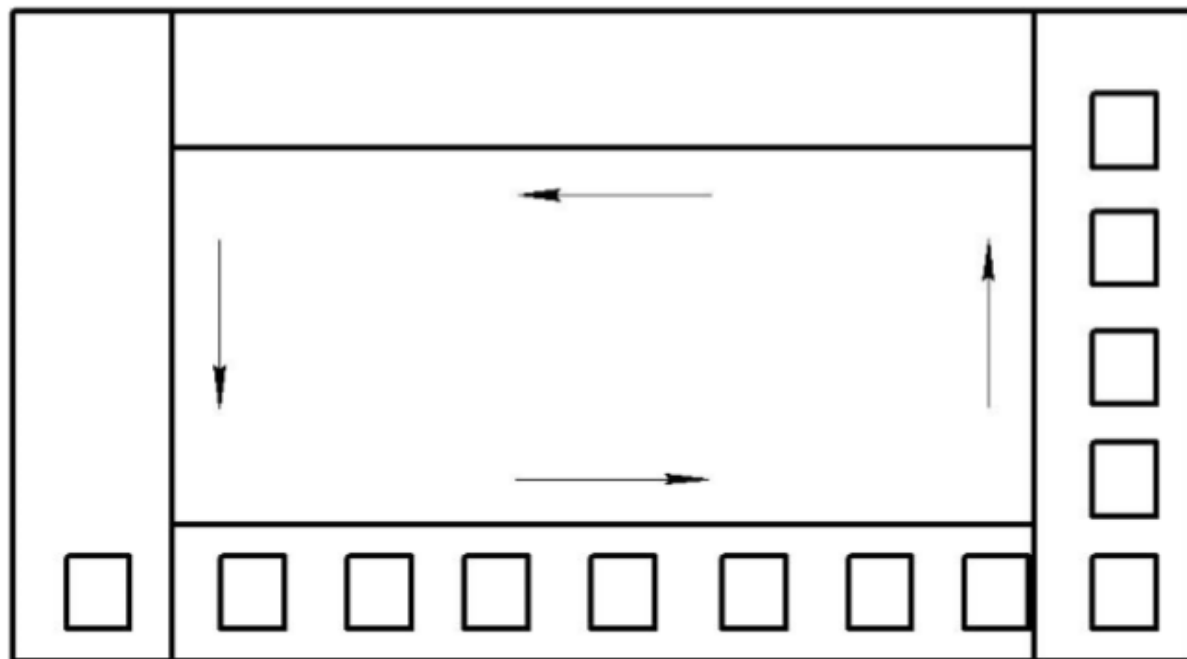


Рисунок 1.13 – Транспорт в одній площині з робочим транспортером

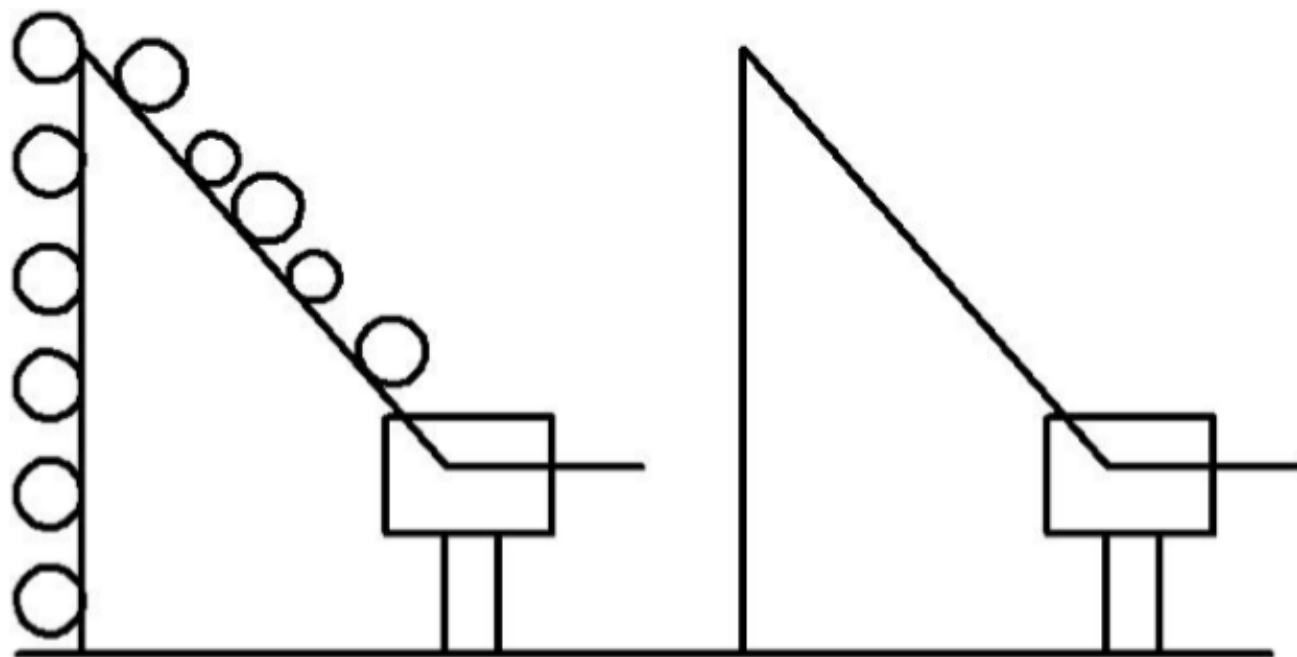


Рисунок 1.14 – Підіймачі для транспортування заготовок на задану висоту

1.3 ДОПОМІЖНІ МЕХАНІЗМИ АЛ

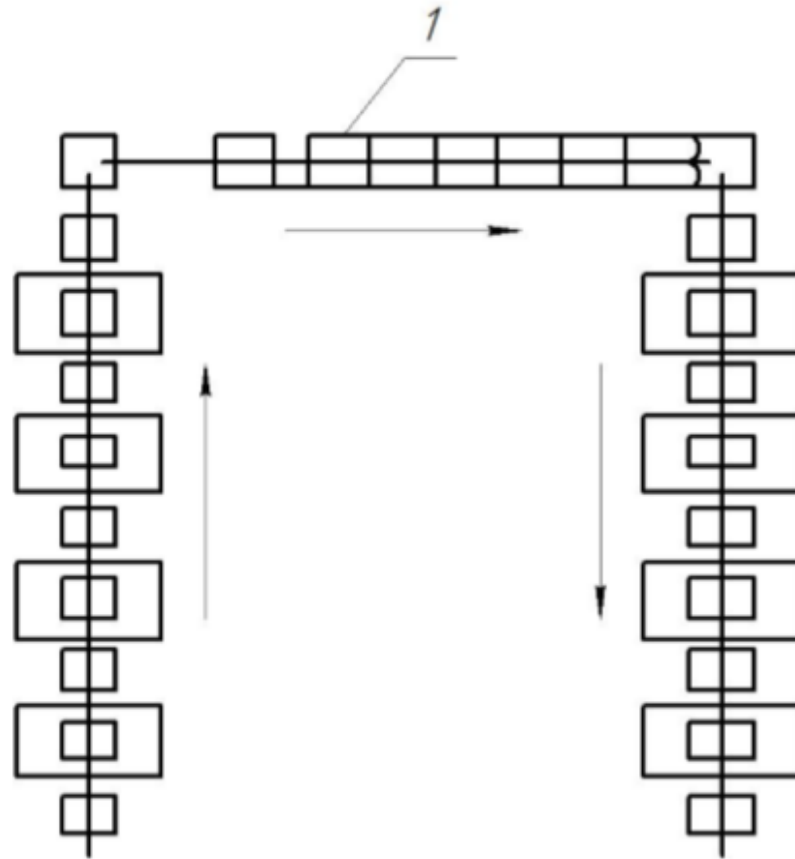


Рисунок 1.15 – Схема транзитного накопичувача для зберігання штучних деталей

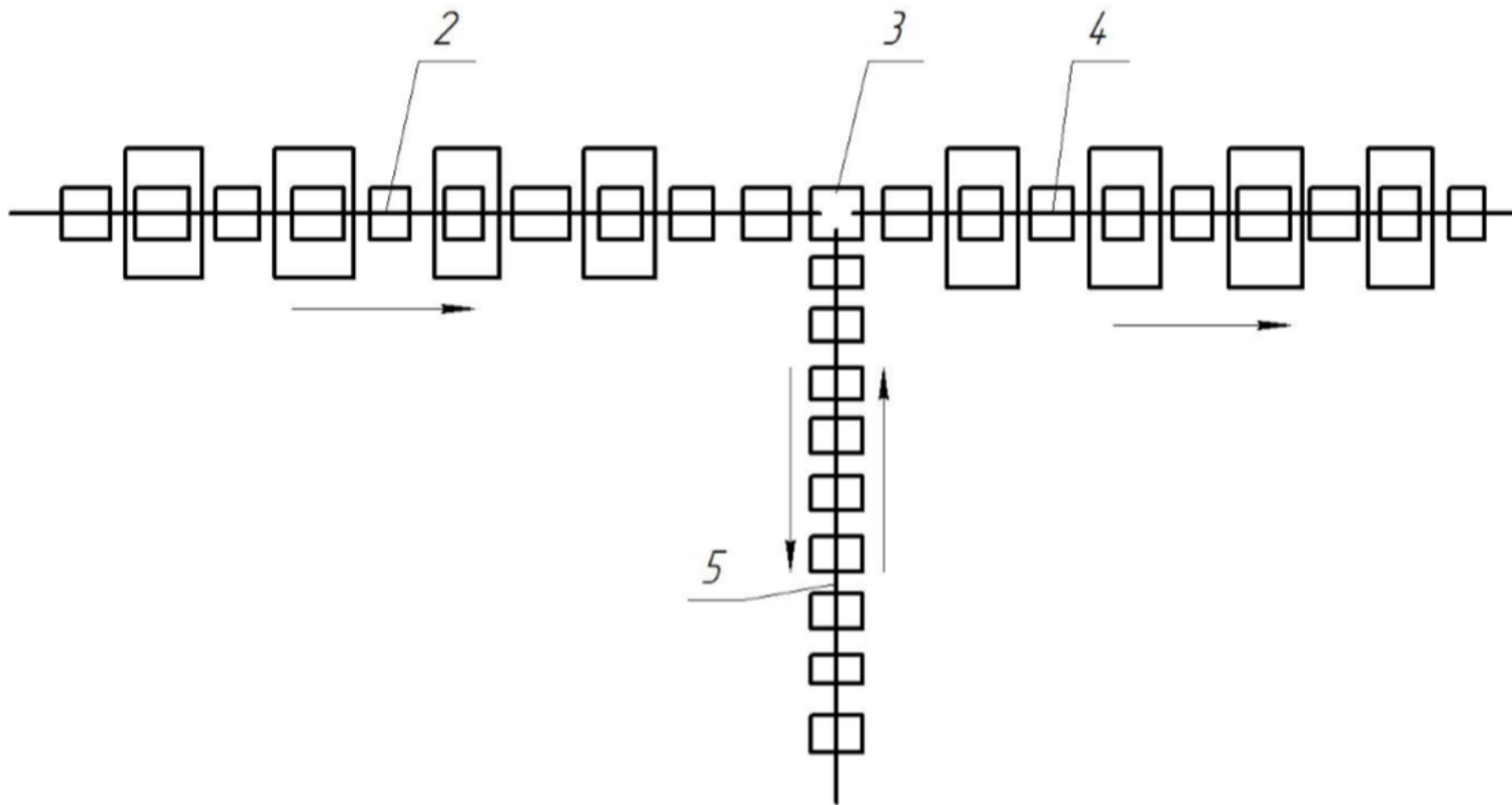
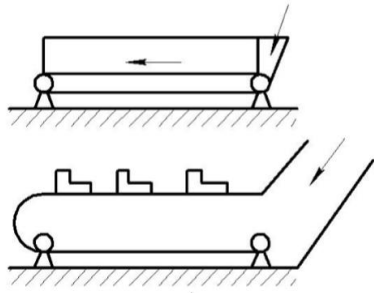
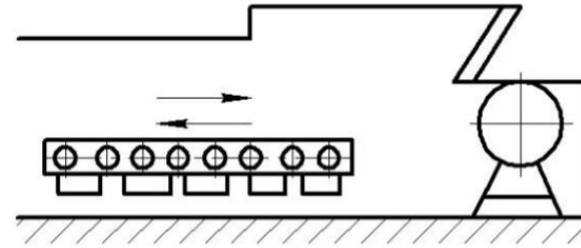


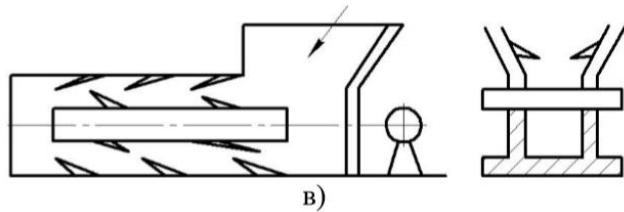
Рисунок 1.16 – Схема тупикового накопичувача для зберігання штучних деталей



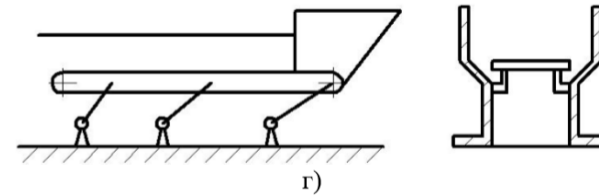
а) – стрічковий;



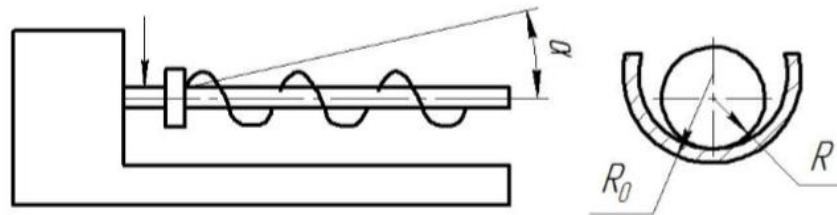
б) – скребковий



в) – скребково-хараповий



г) – вібраційний



д) – шнековий

Рисунок 1.17 – Конвеєри видалення стружки

1.4 КОНСТРУКЦІЇ АЛ

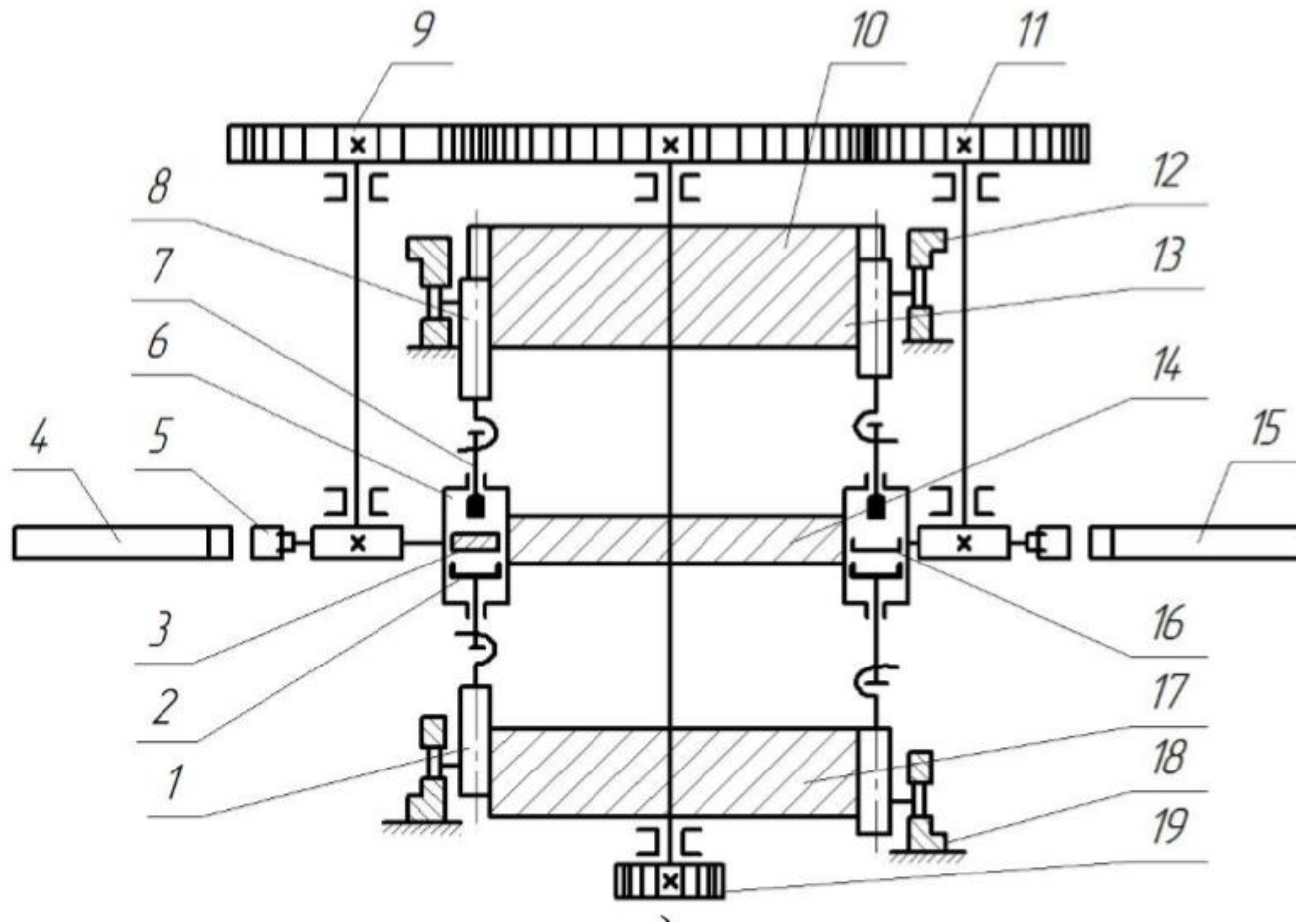


Рисунок 1.18 – Конструктивна схема роторної машини

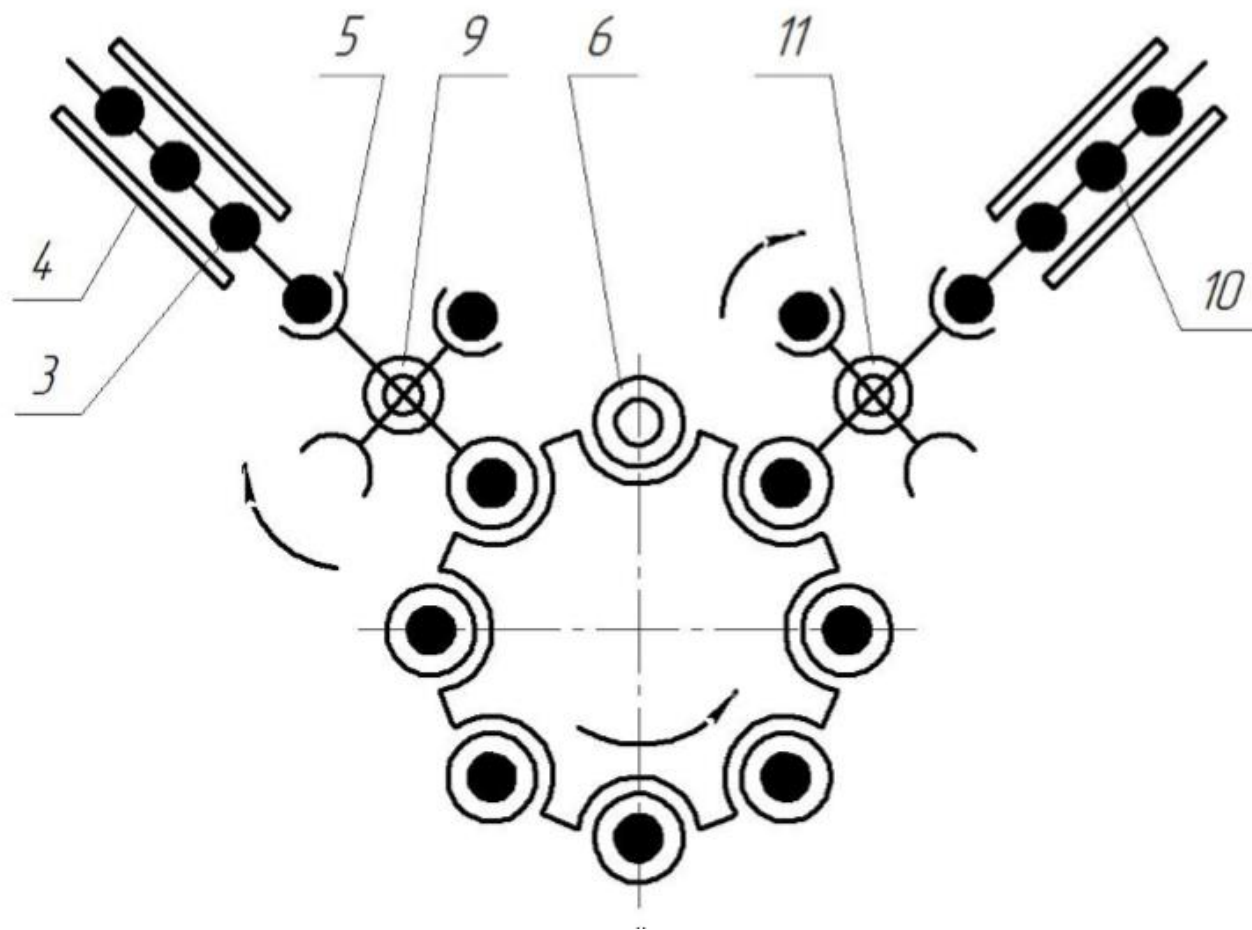


Рисунок 1.19 – Кінематична схема роторної машини

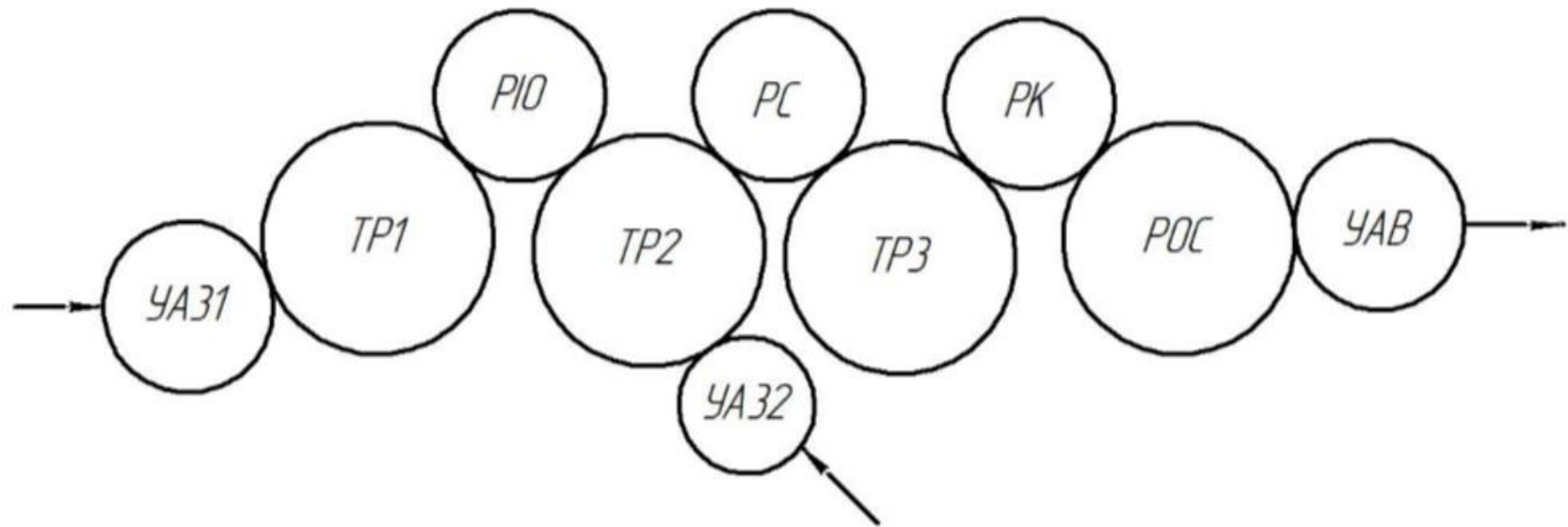


Рисунок 1.20 – Структурна схема АРЛ

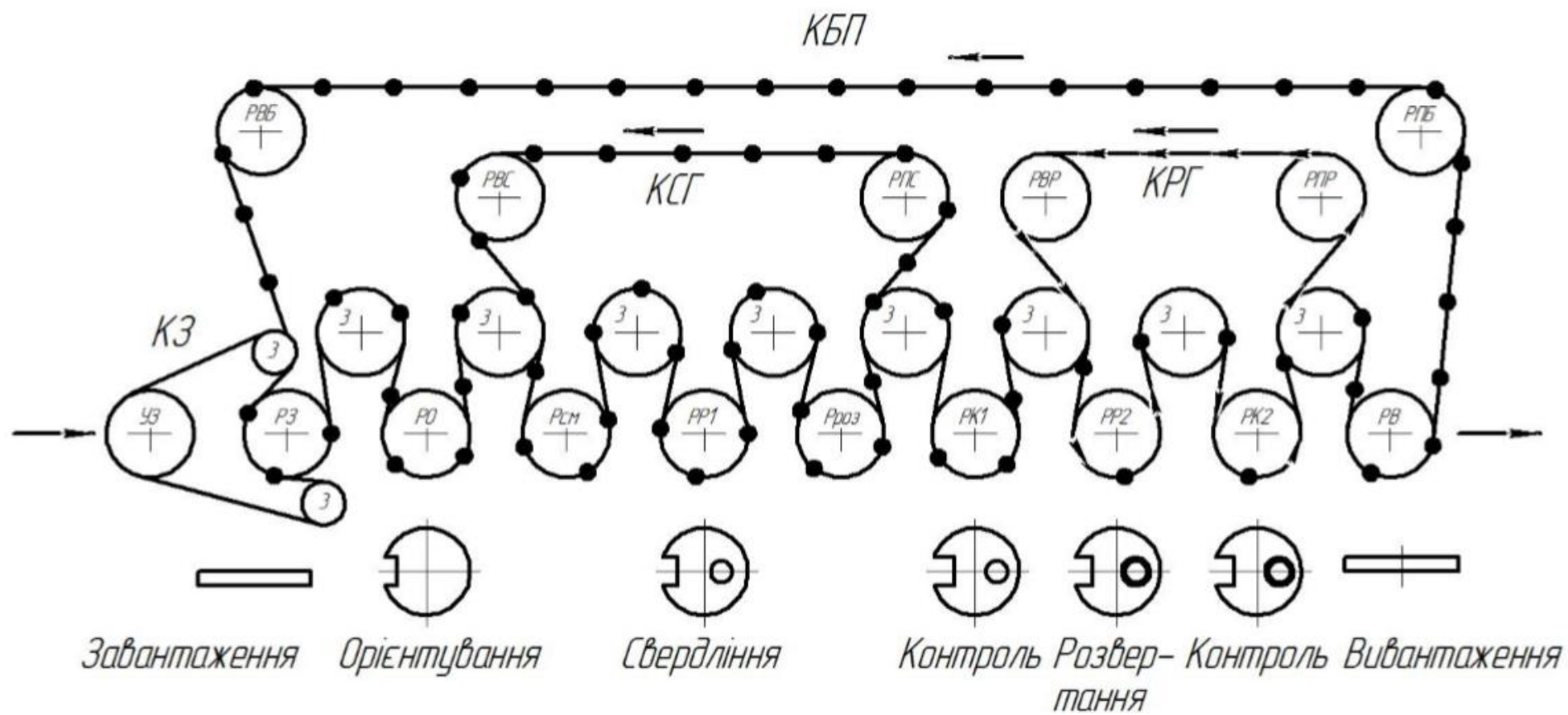


Рисунок 1.21 – Структурна схема АРКЛ

2 ЗАСОБИ ТА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РОЗМІРІВ ТА ОСНОВНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ

2.1 ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ АКТИВНОГО КОНТРОЛЮ

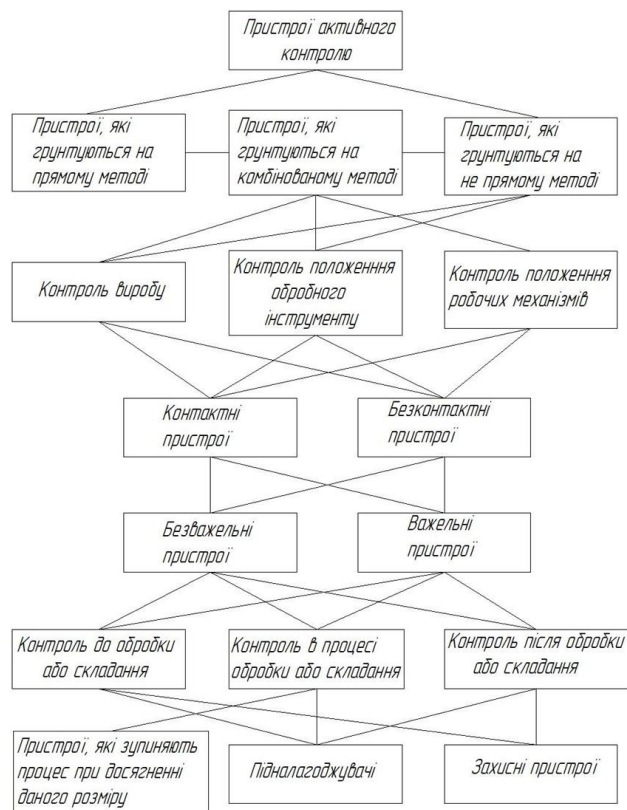


Рисунок 2.1 – Класифікація пристроїв активного контролю

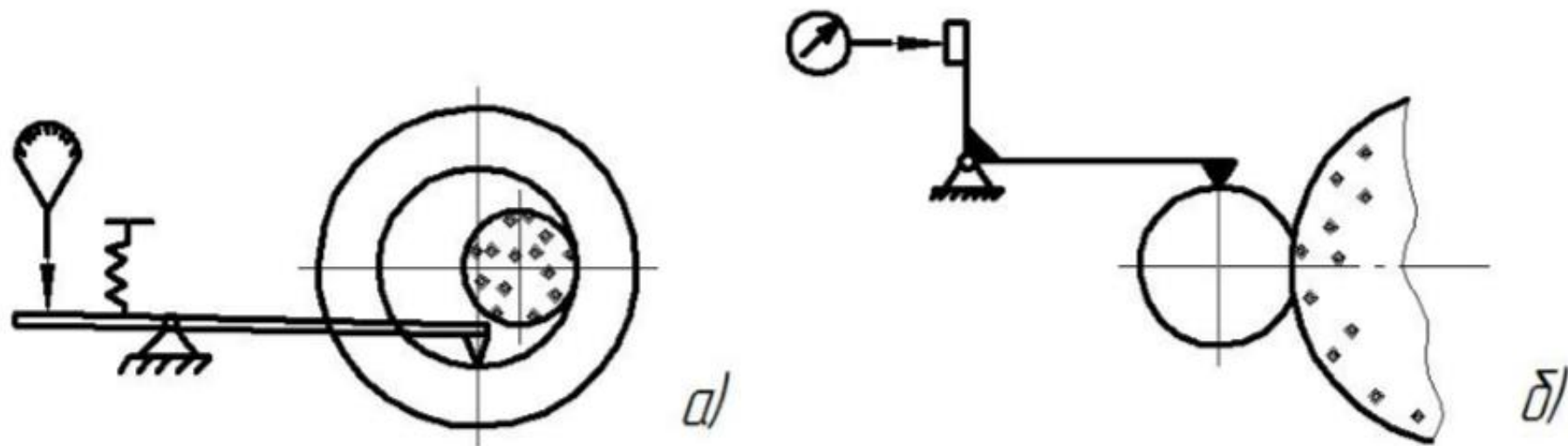


Рисунок 2.2 – Приклади вимірювань внутрішнього (а) та зовнішнього (б) діаметрів деталей

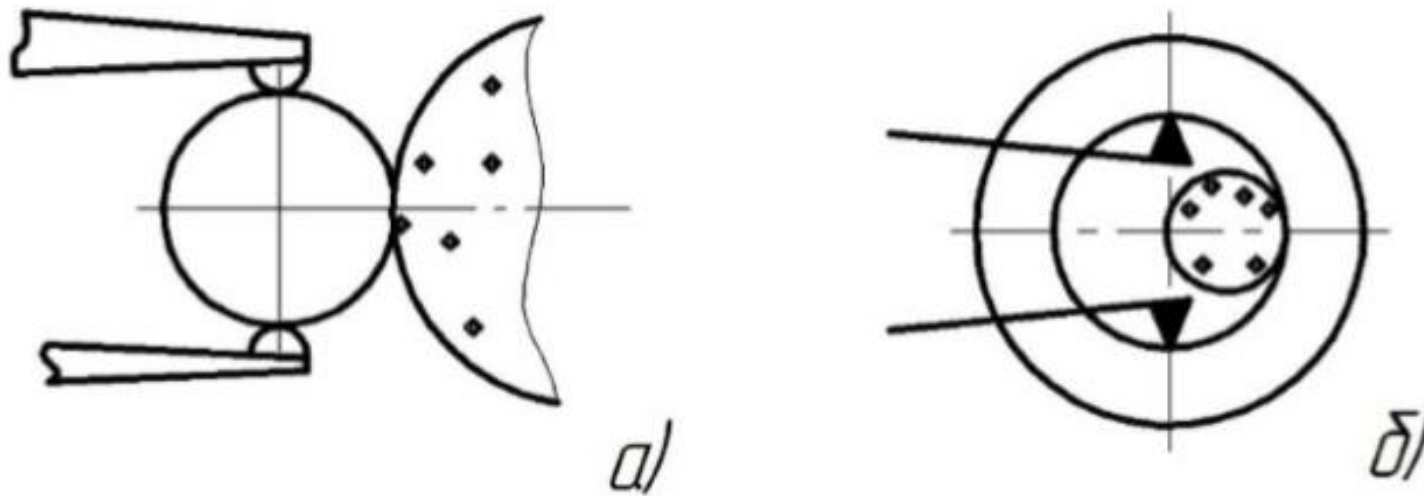


Рисунок 2.3 – Двоконтактні прилади для вимірювання поверхонь на круглошліфувальних верстатах (а) та внутрішньо шліфувальних верстатах (б)

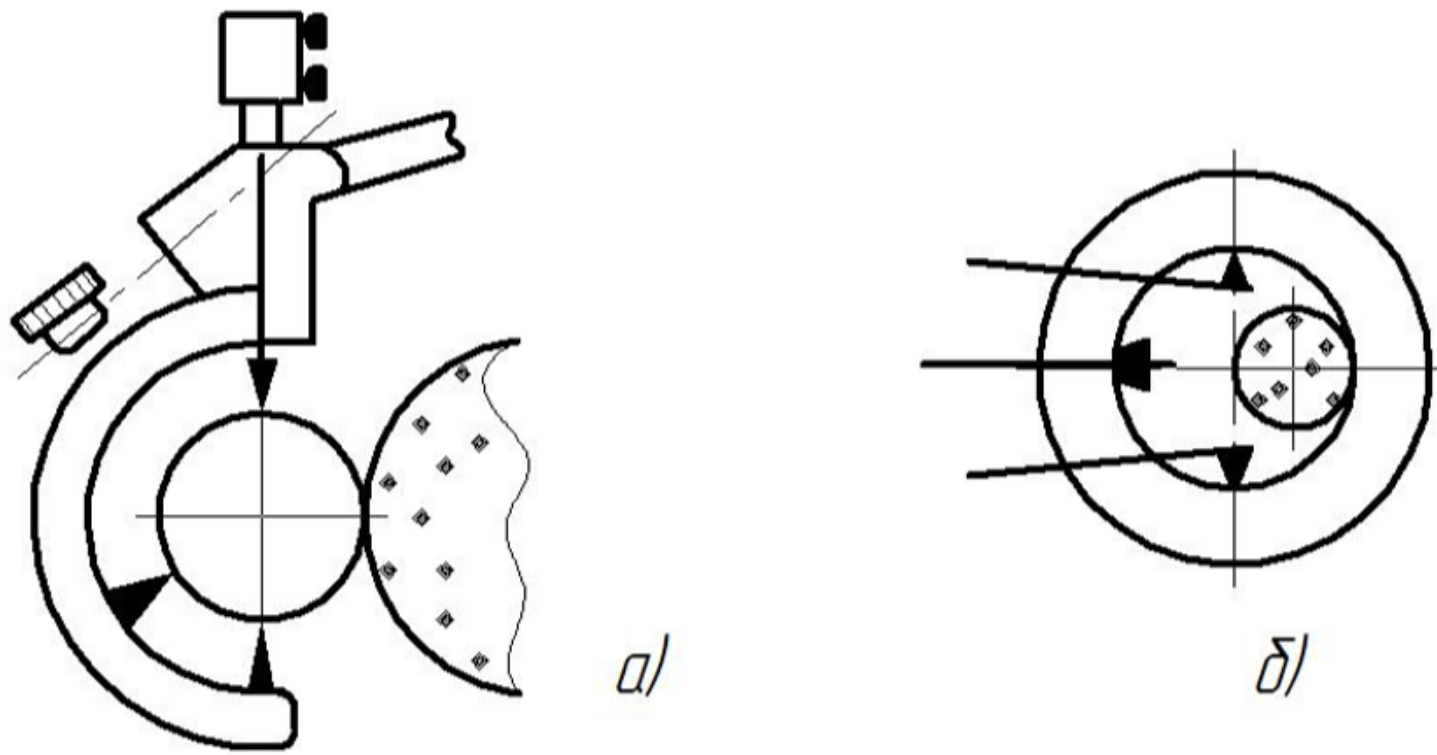


Рисунок 2.4 – Триконтактні прилади для вимірювання поверхонь на круглошліфувальних верстатах (а) та внутрішньо шліфувальних верстатах (б)

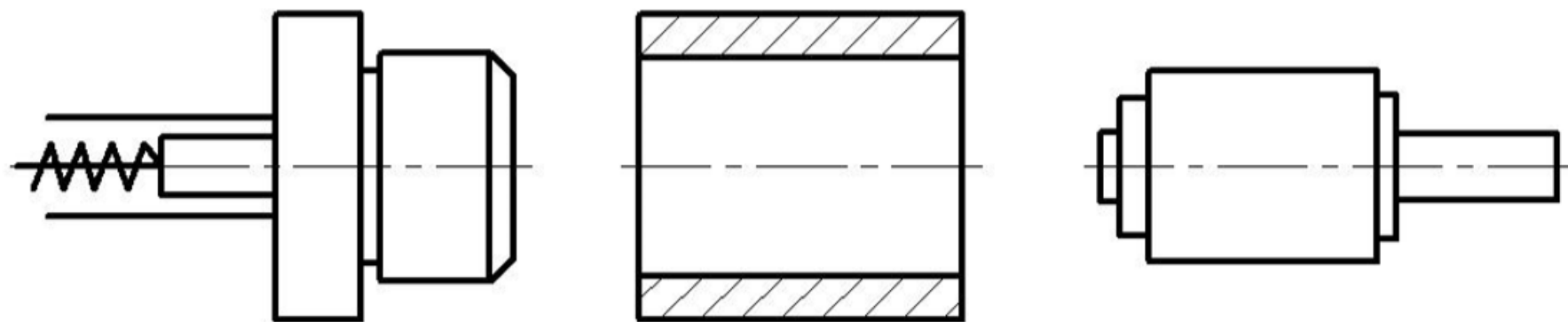


Рисунок 2.5 – Прилади, які контактують по циліндричній поверхні

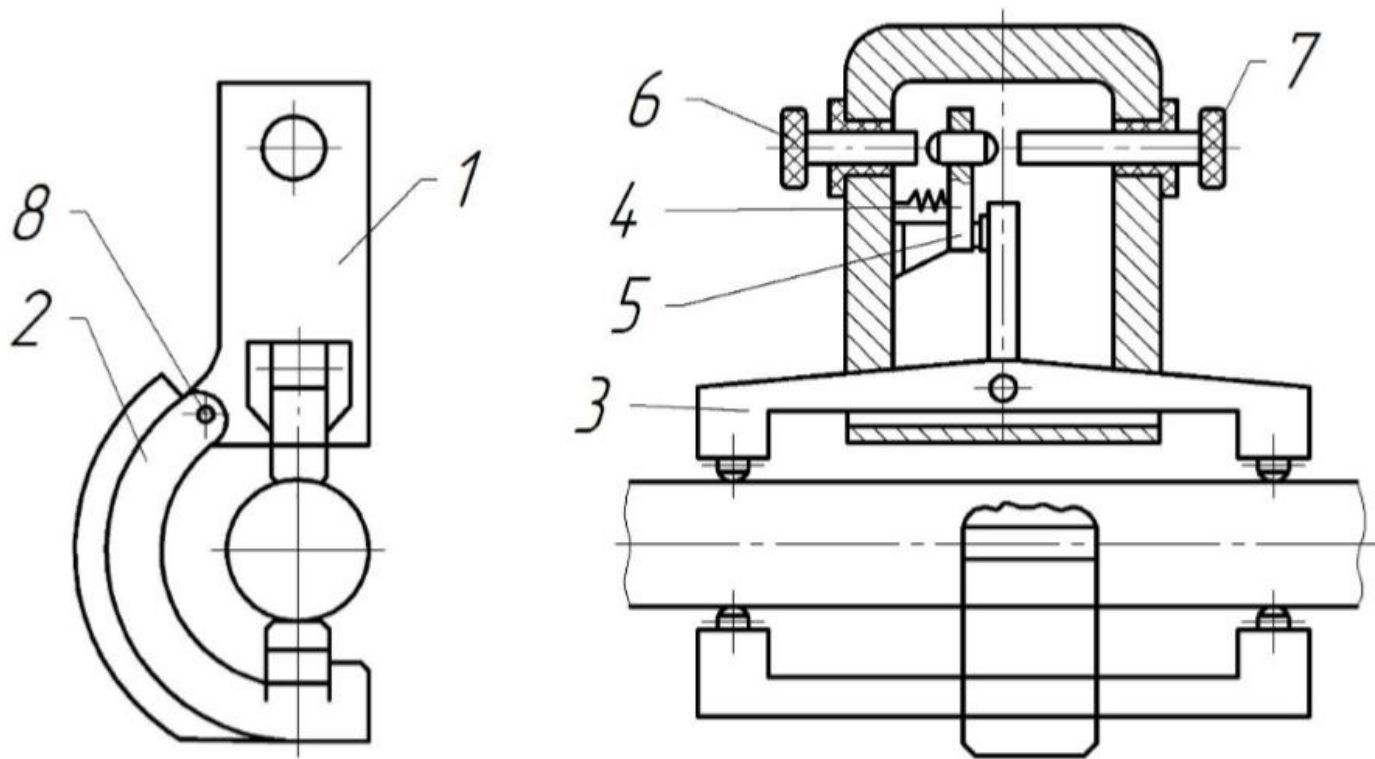


Рисунок 2.6 – Прилад для вимірювання конусності циліндричної поверхні

2.2 АВТОМАТИЧНІ ПІДНАЛАДЧИКИ

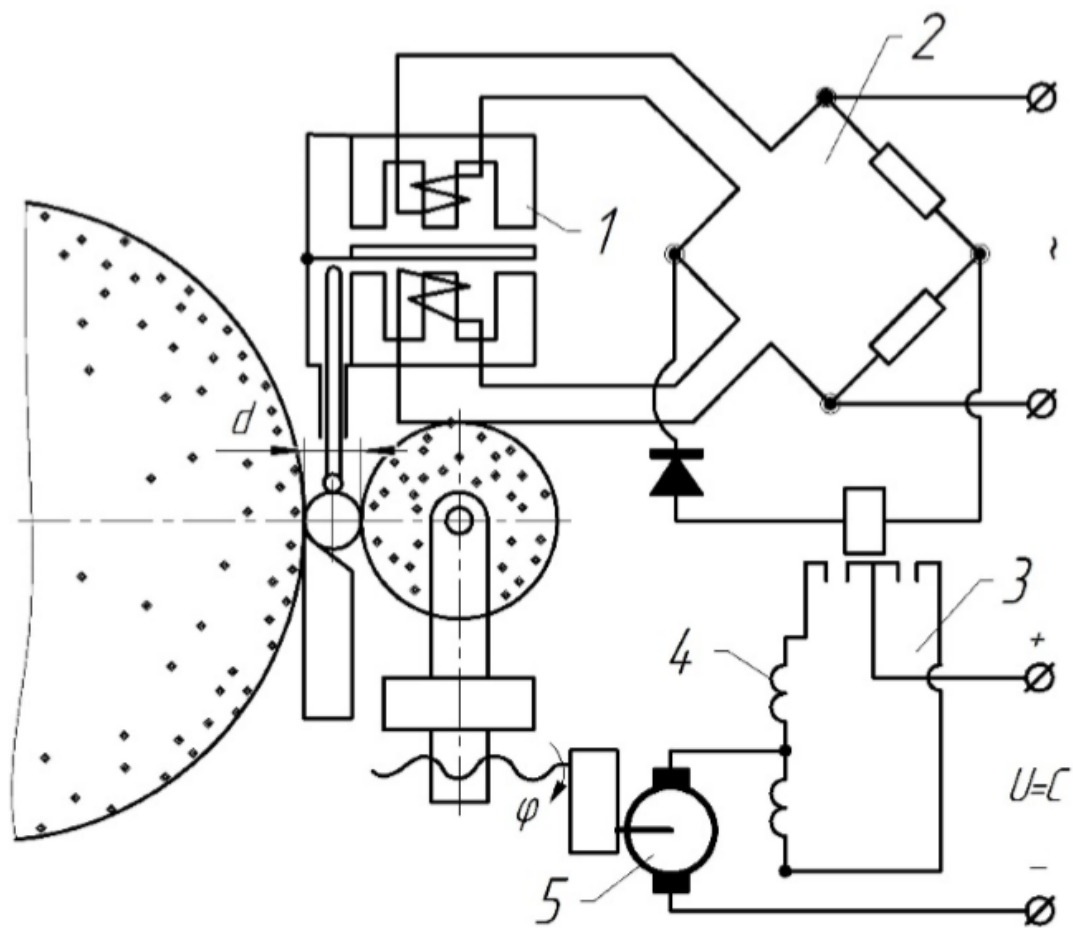


Рисунок 2.7 – Релейна система автоматичної під наладки безцентровошліфувального верстата

2.3 АВТОМАТИЧНІ БЛОКУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

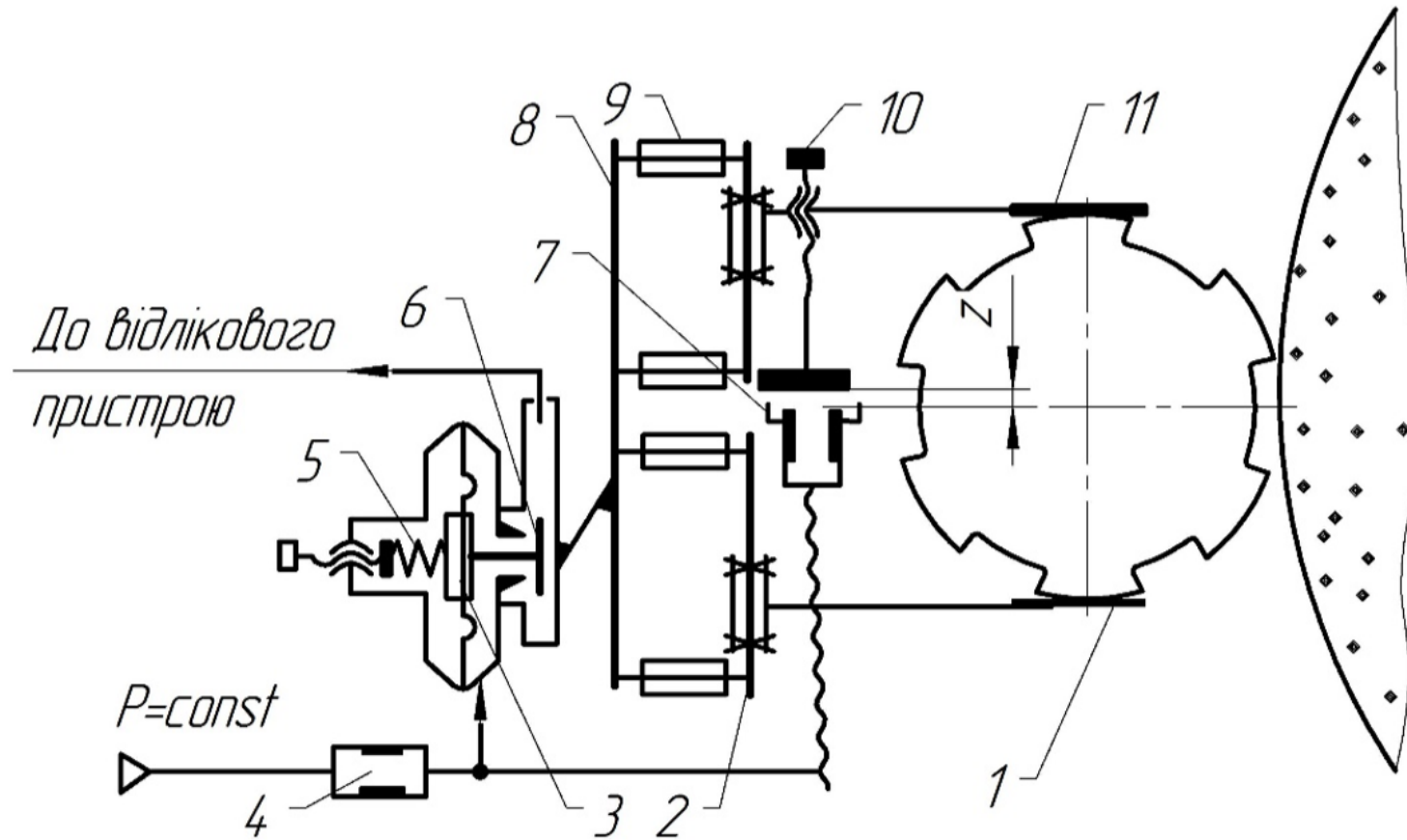


Рисунок 2.8 – Вимірювальний пристрій з блокувальним клапаном

3 КОМПЛЕКСНА АВТОМАТИЗАЦІЯ ШИРОКОМЕНКЛАТУРНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ГАВ

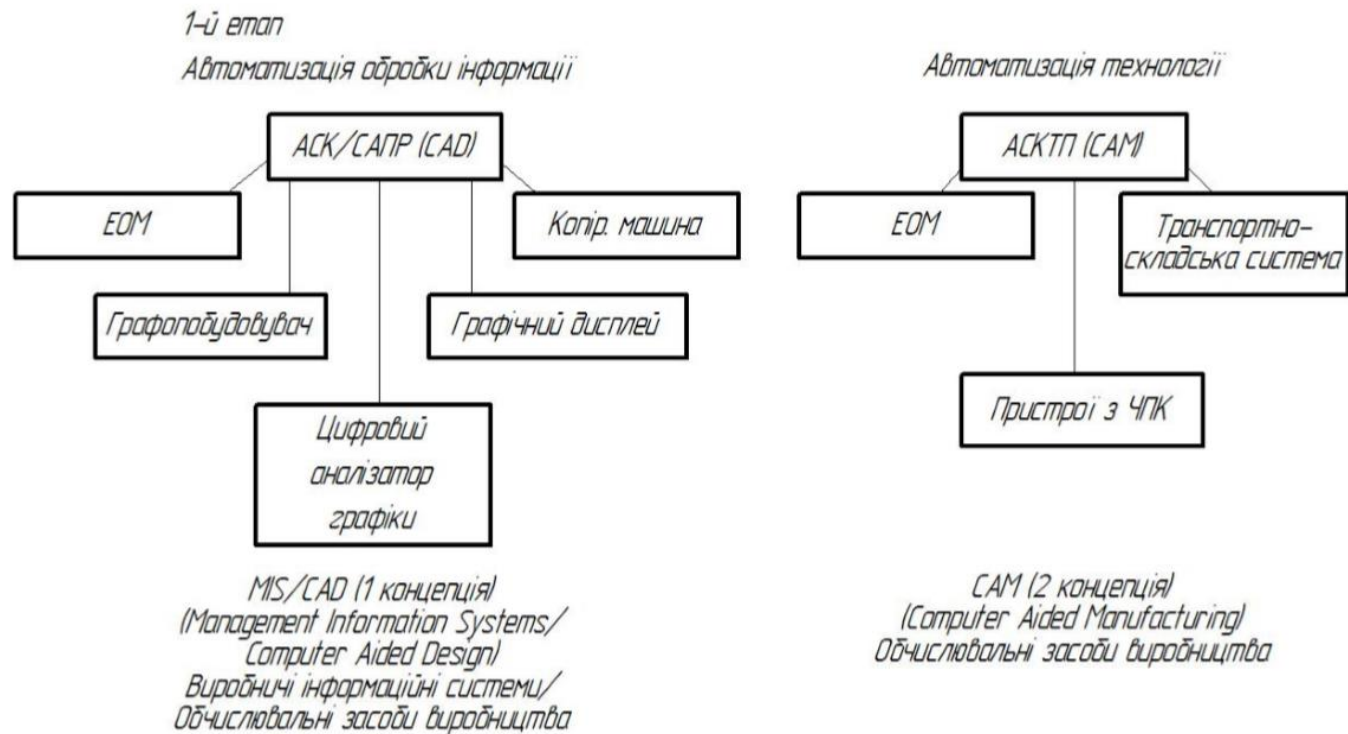


Рисунок 3.1 – Історія розвитку ГАВ (1-ий етап)

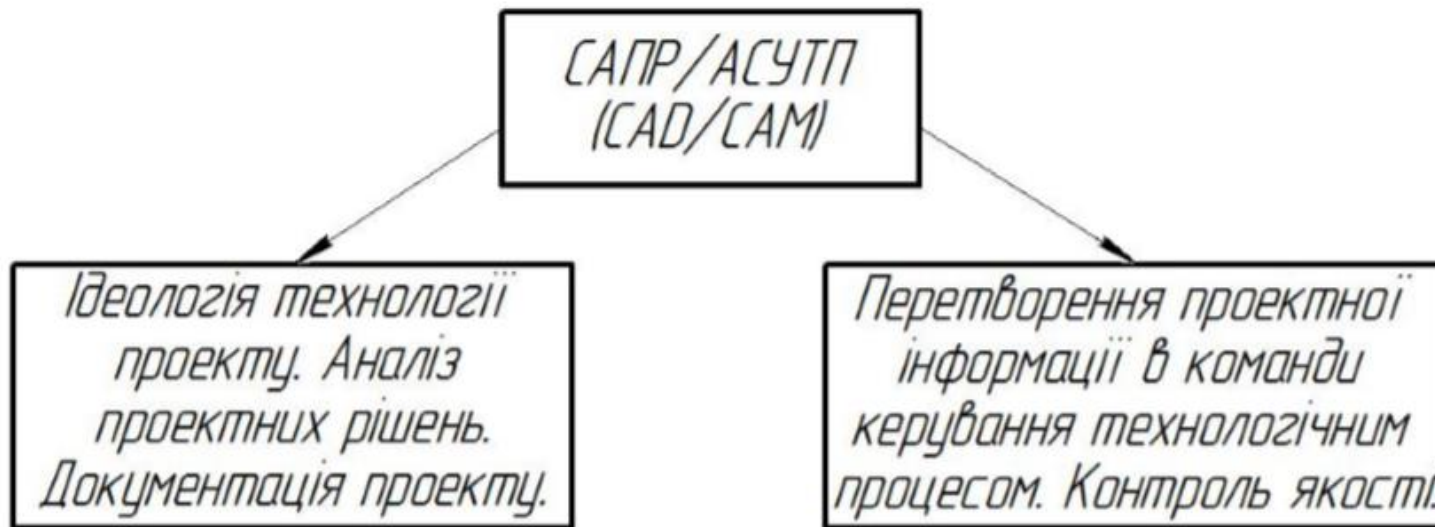


Рисунок 3.2 – Історія розвитку ГАВ (2-ий етап)

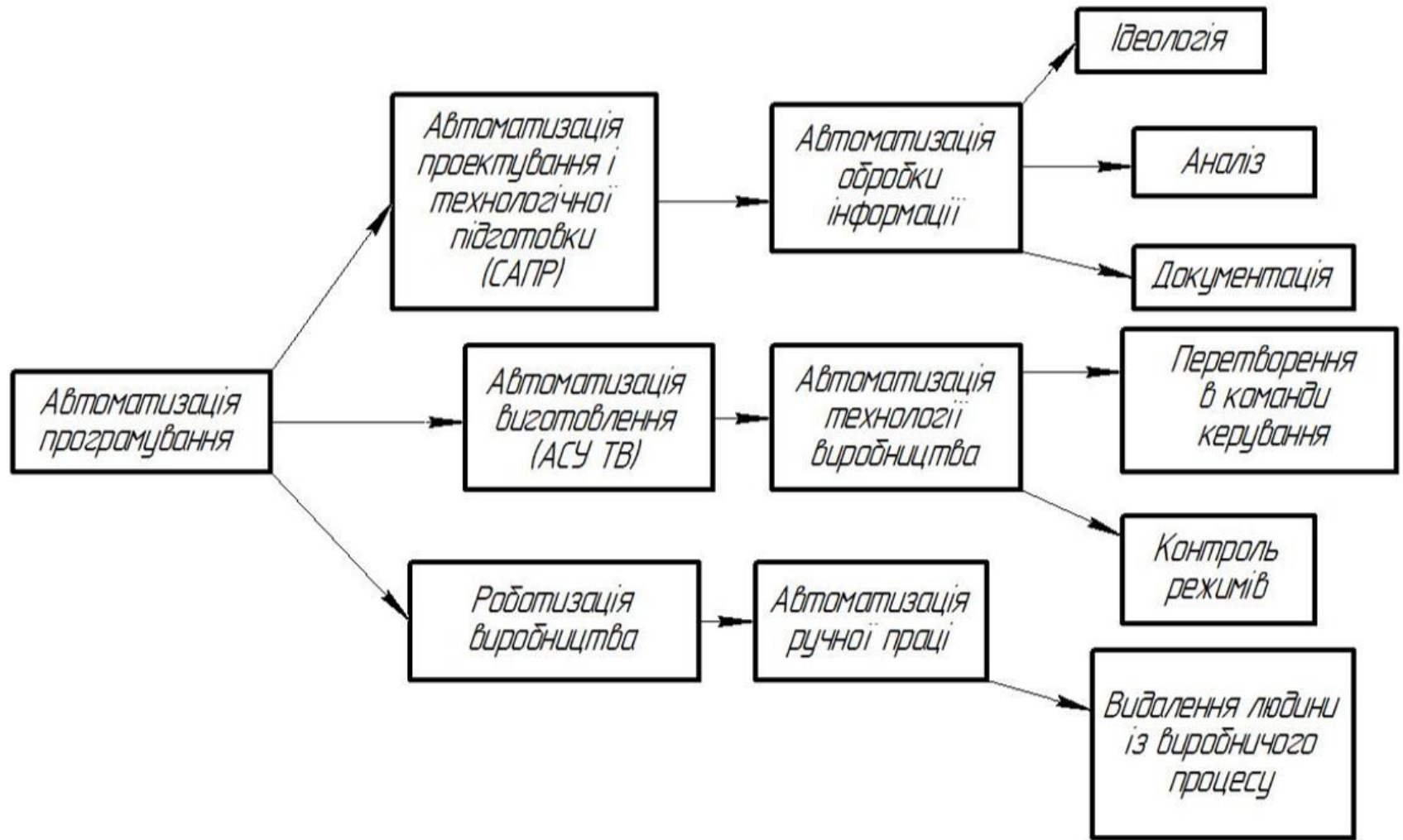


Рисунок 3.3 – Історія розвитку Г АВ

3.2 ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ. БАГАТОЦІЛЬОВИЙ ВЕРСТАТ З ЧПК

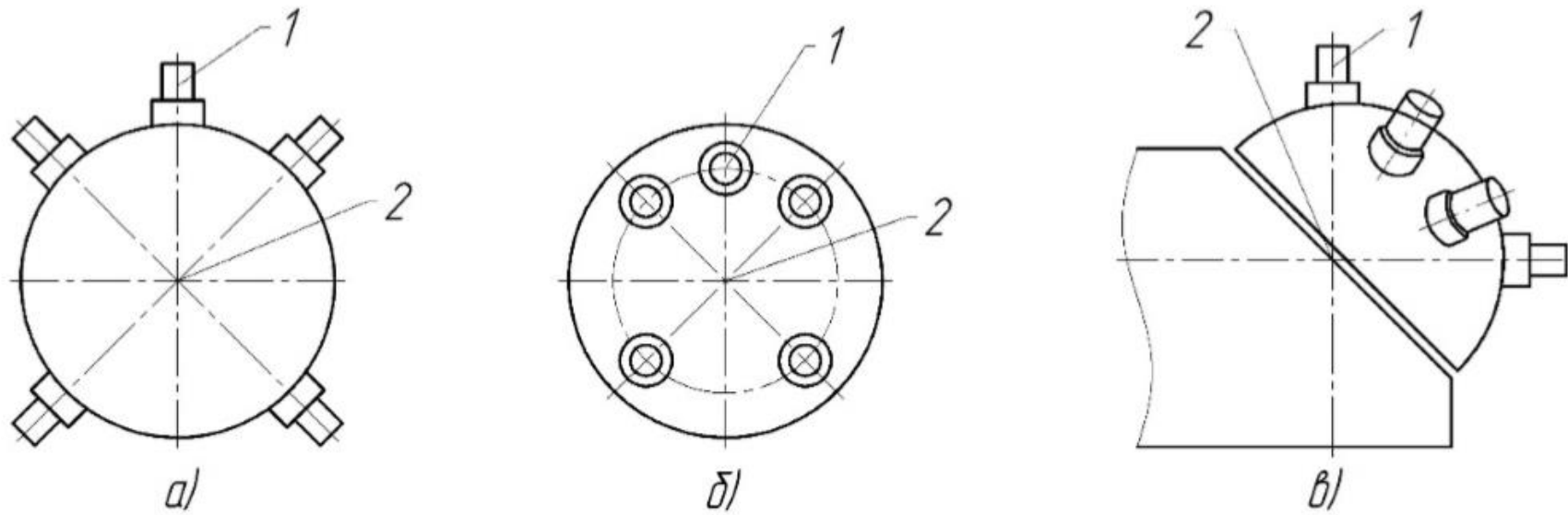


Рисунок 3.4 – Револьверні головки

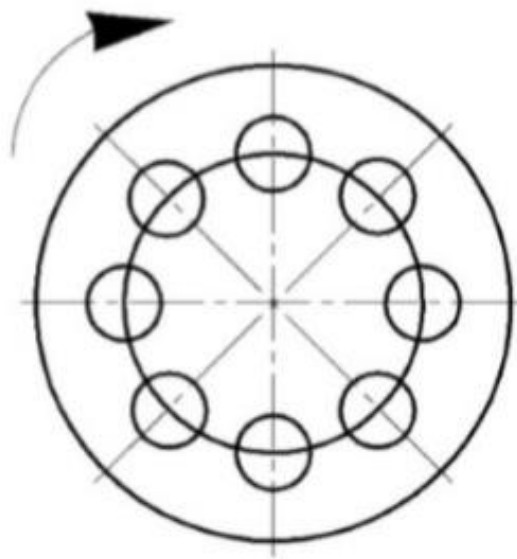


Рисунок 3.5 – Магазин поворотного типа

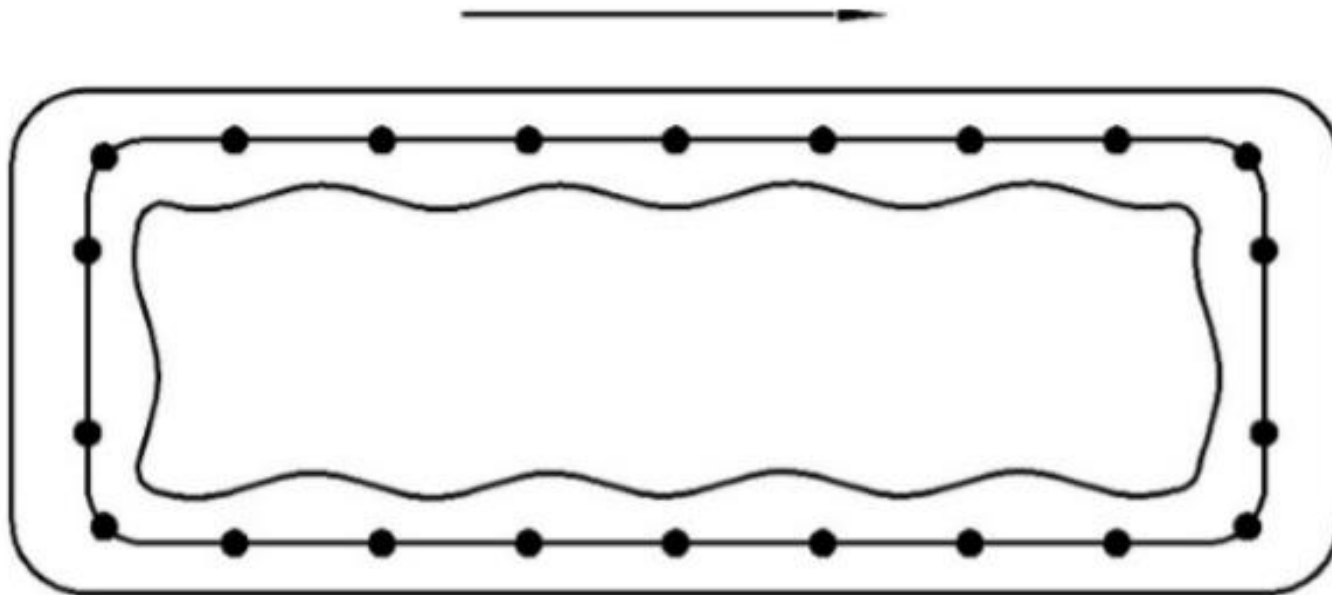


Рисунок 3.6 – Магазин ланцюгового типу

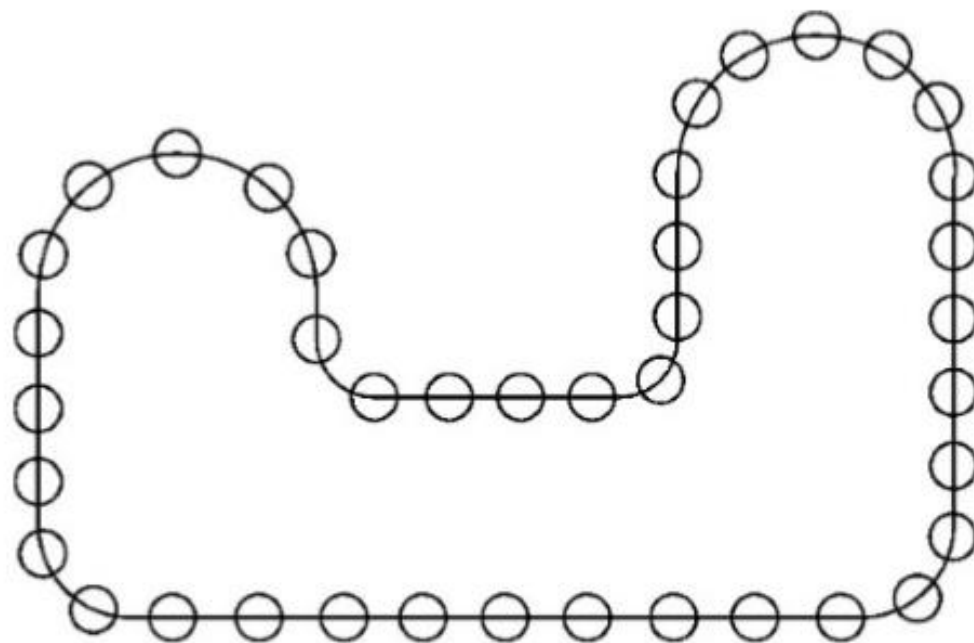


Рисунок 3.7 – Магазин стелажного типу

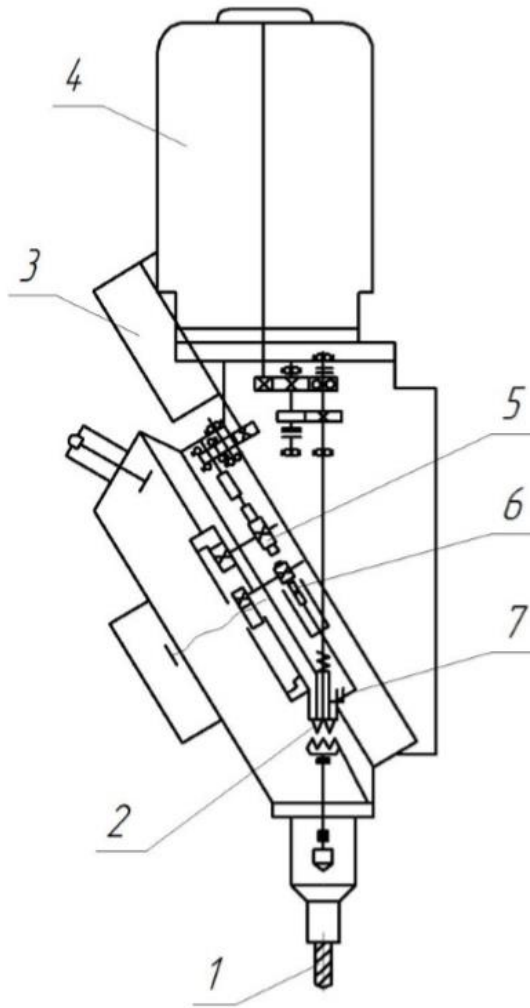


Рисунок 3.8 – Конструкція привода з револьверною головою з поворотними шпинделями

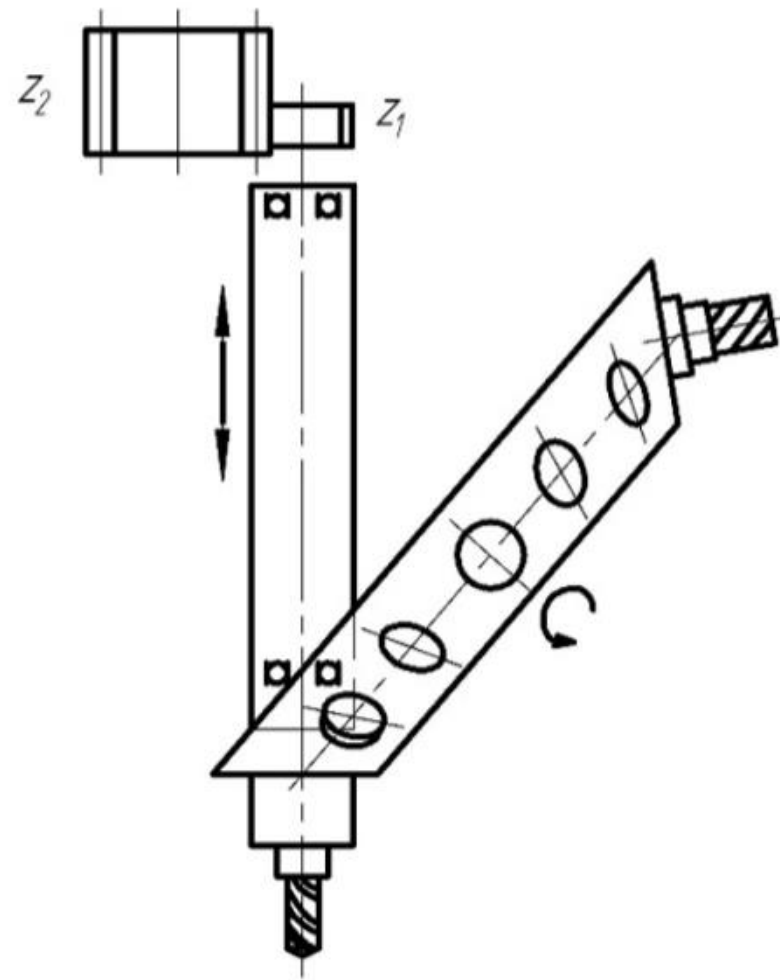


Рисунок 3.9 – ПАЗІ з використанням револьверної головки для розширення набору інструментальних оправок

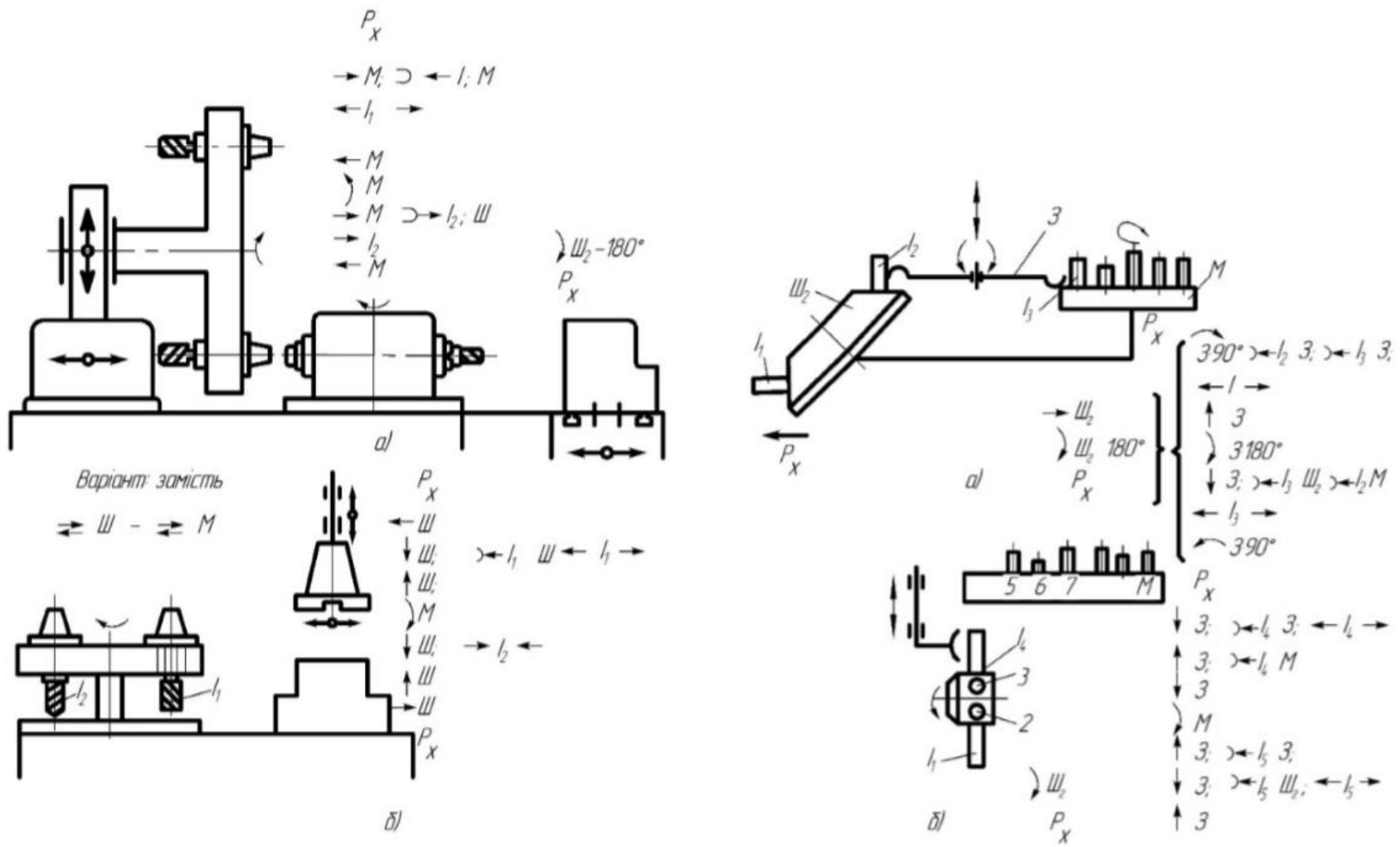


Рисунок 3.10 – БВ з механізмами, розташованими на столі

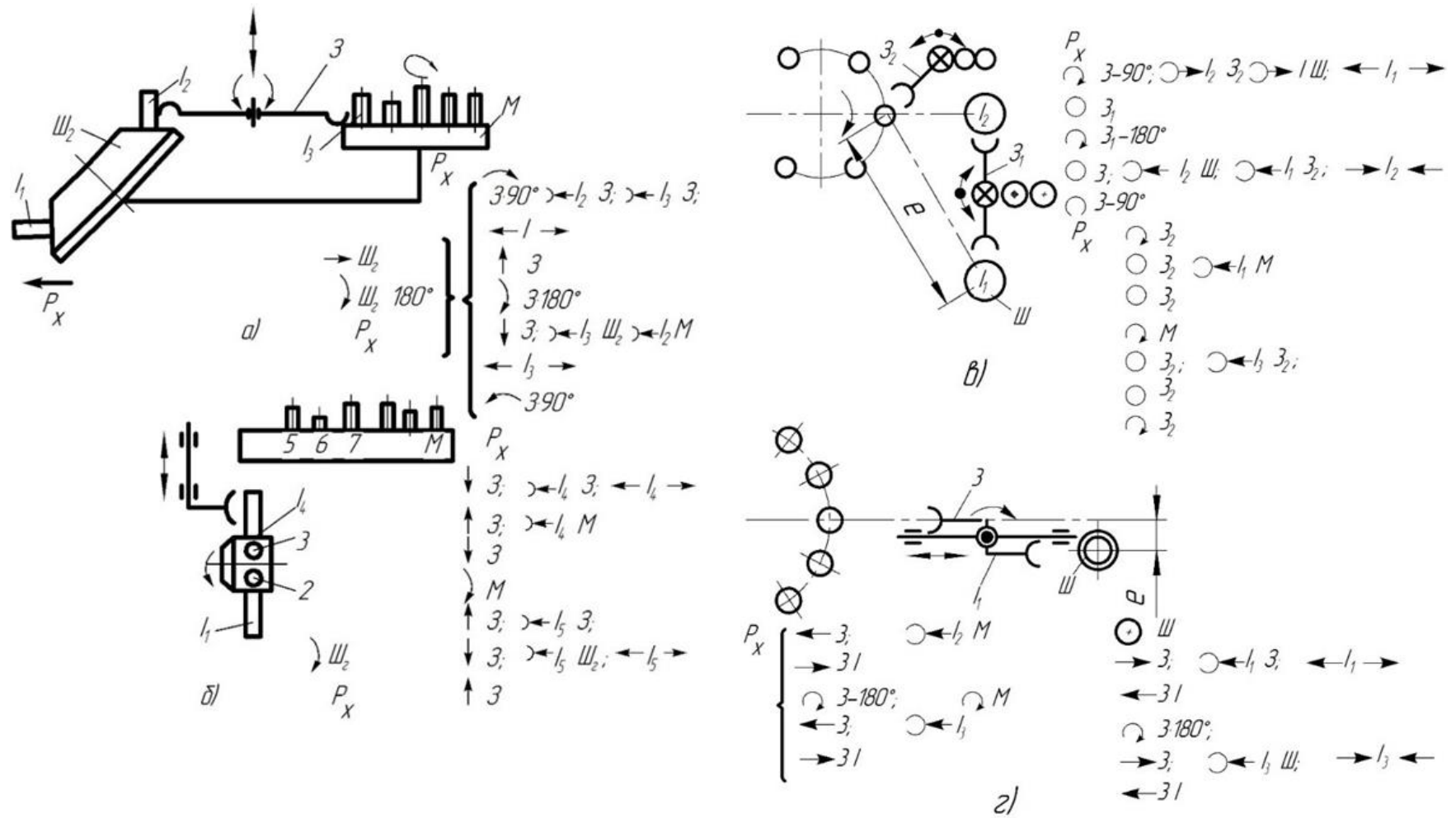


Рисунок 3.11 – Двошпindelна револьверна головка з магазином, який знаходиться на шпindelній бабці

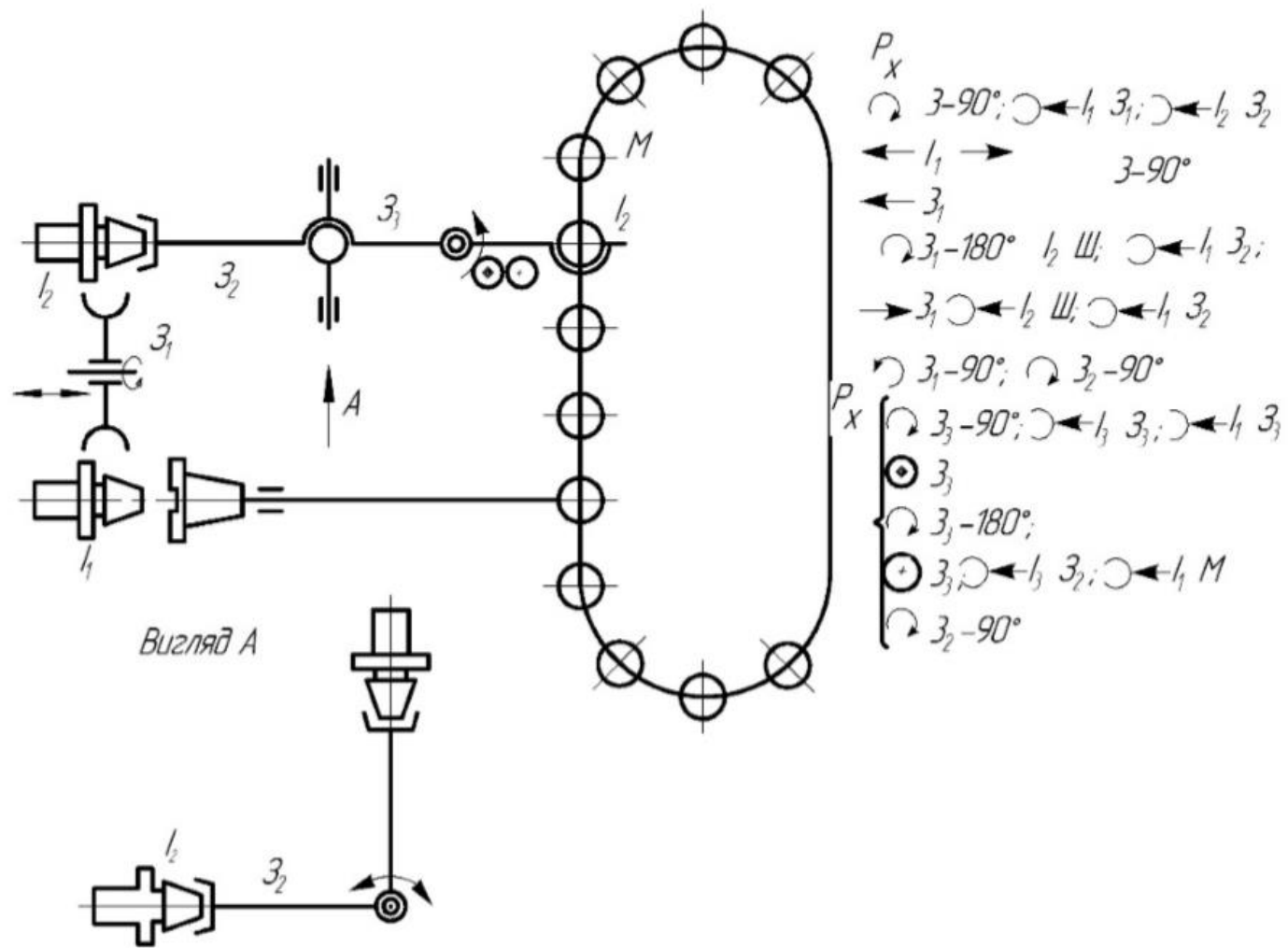


Рисунок 3.12 – Механізми з захватними пристроями біля шпинделя

3.3 ПРОМИСЛОВІ РОБОТИ ТА МАНІПУЛЯТОРИ

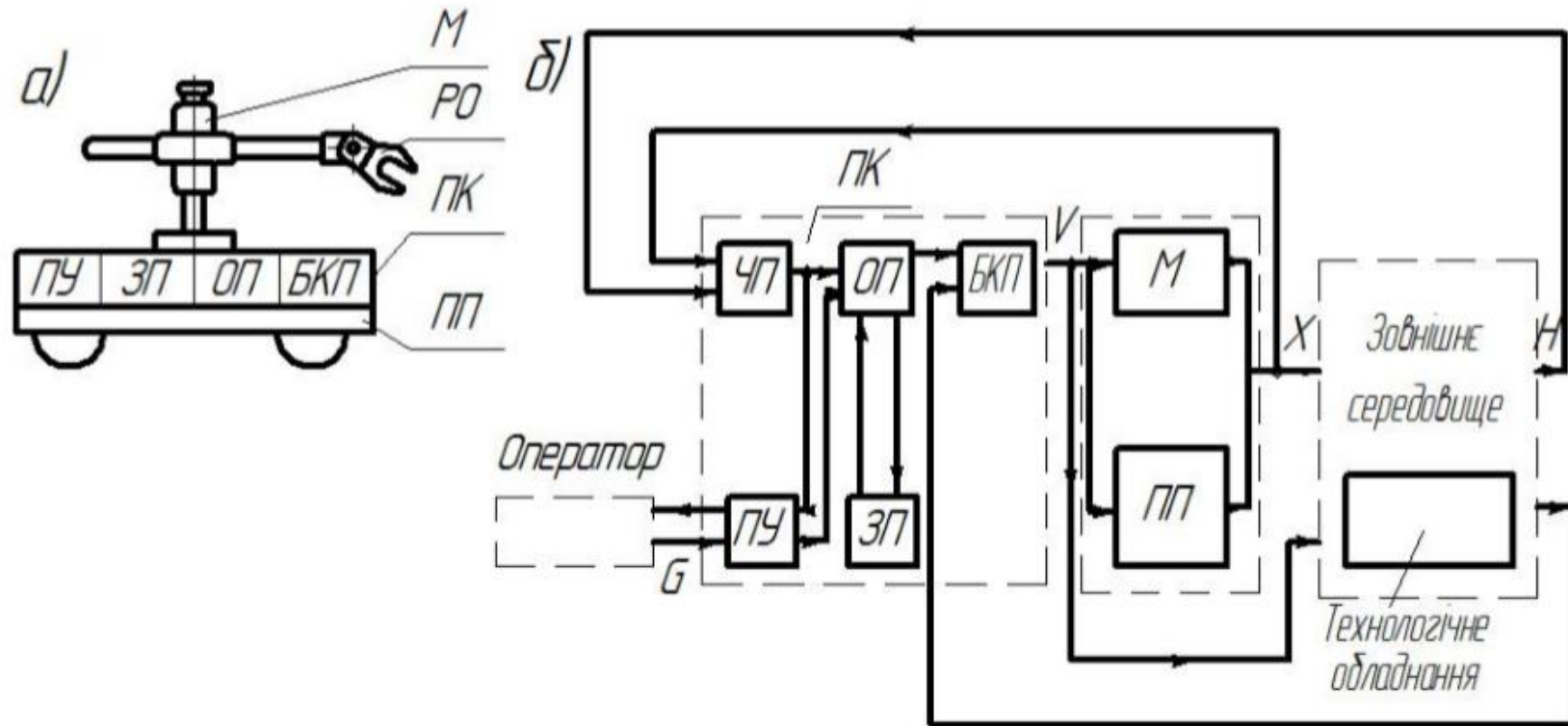


Рисунок 3.13 – Загальна функціональна схема РР

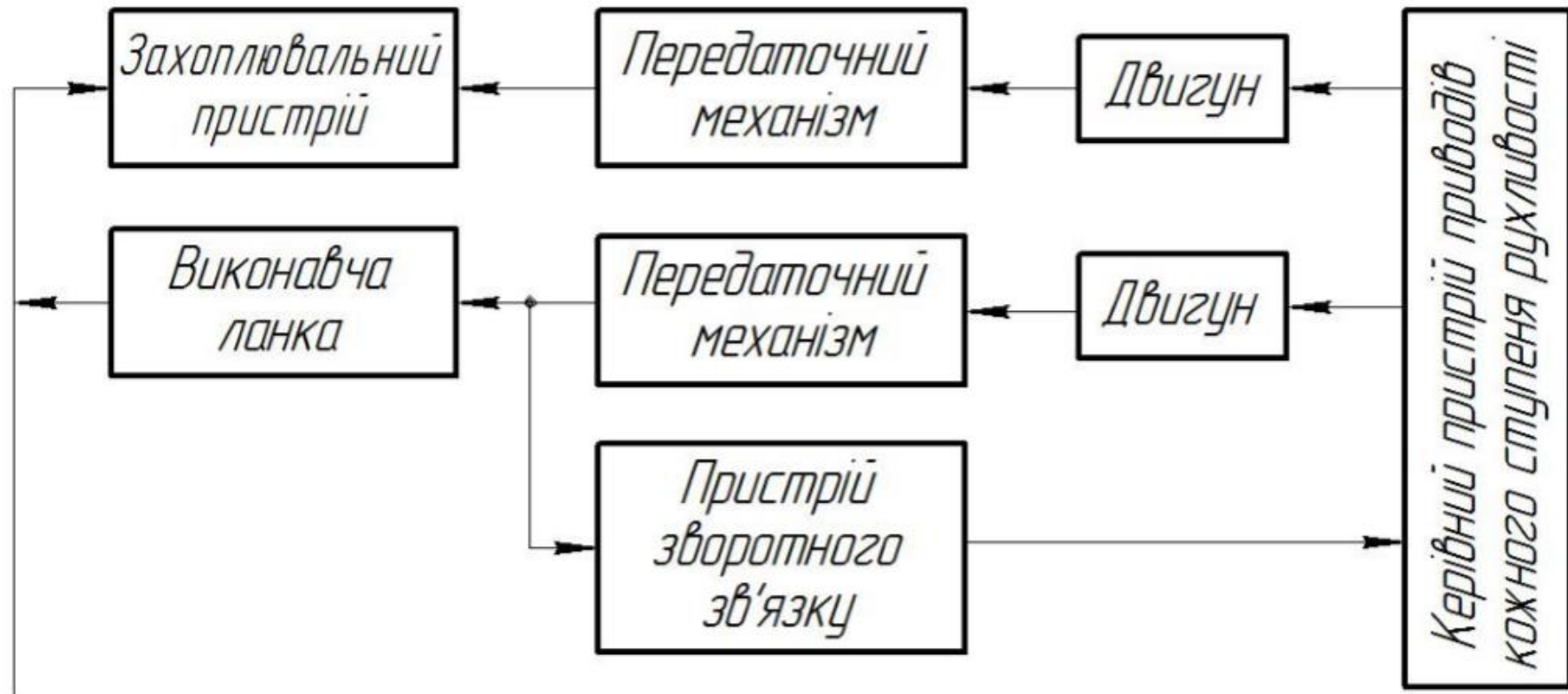


Рисунок 3.14 – Компонування маніпулятора

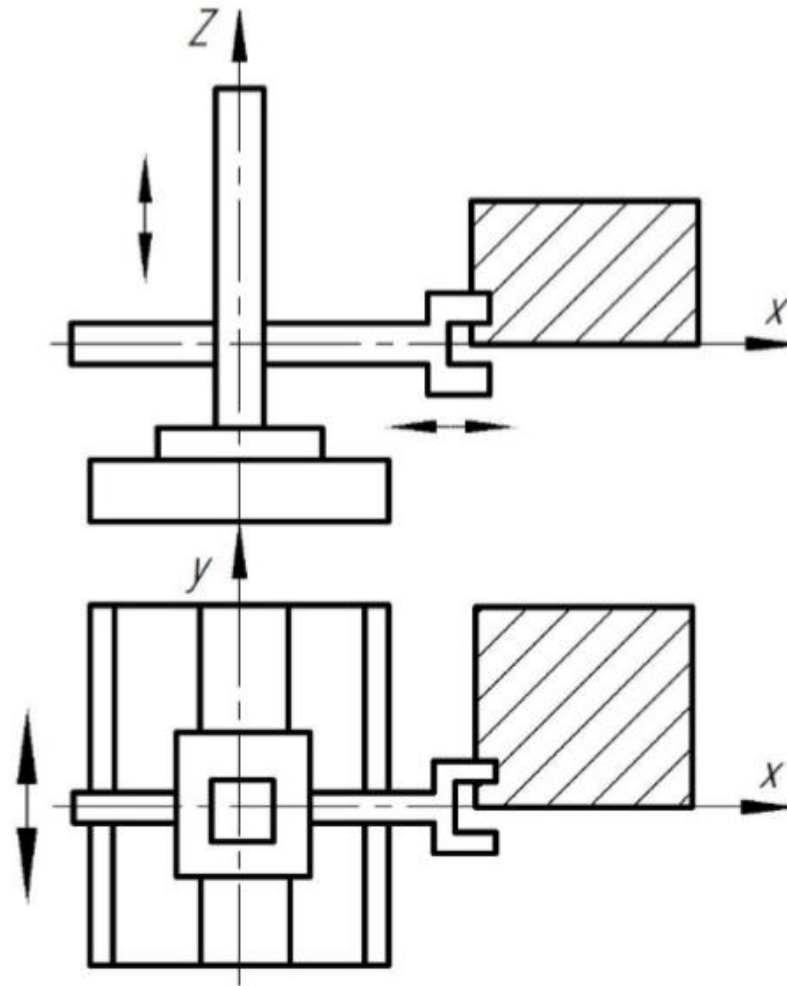


Рисунок 3.15 – Маніпулятор, який працює в прямокутній системі координат

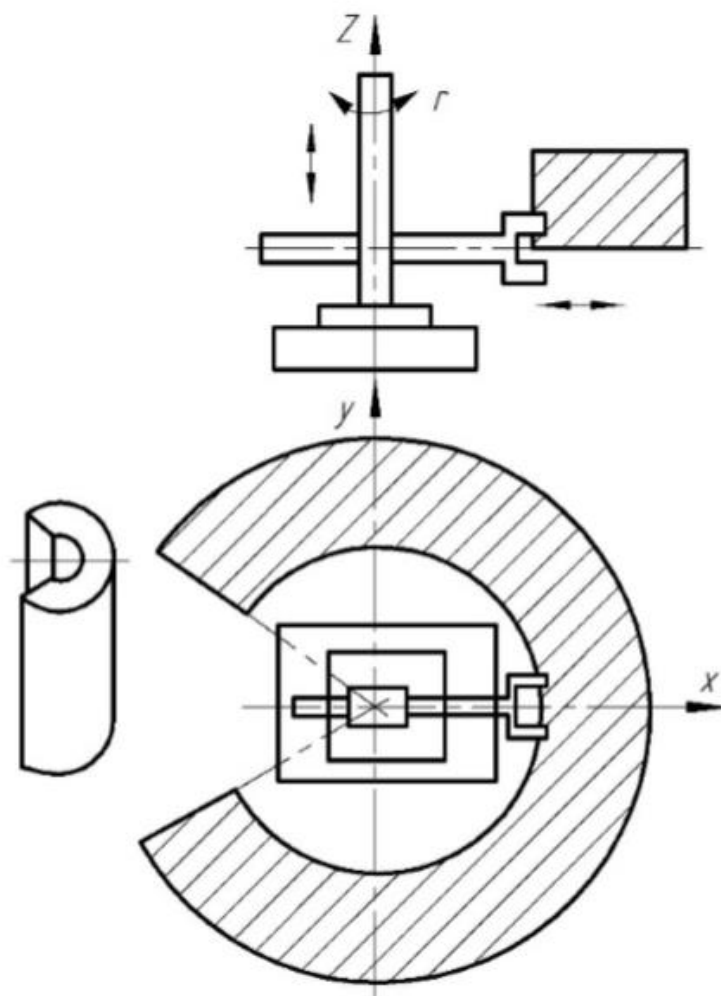


Рисунок 3.16 – Робоча зона маніпулятора

3.4 АВТОМАТИЗОВАНА ТРАНСПОРТНО-НАКОПИЧУВАЛЬНА СИСТЕМ

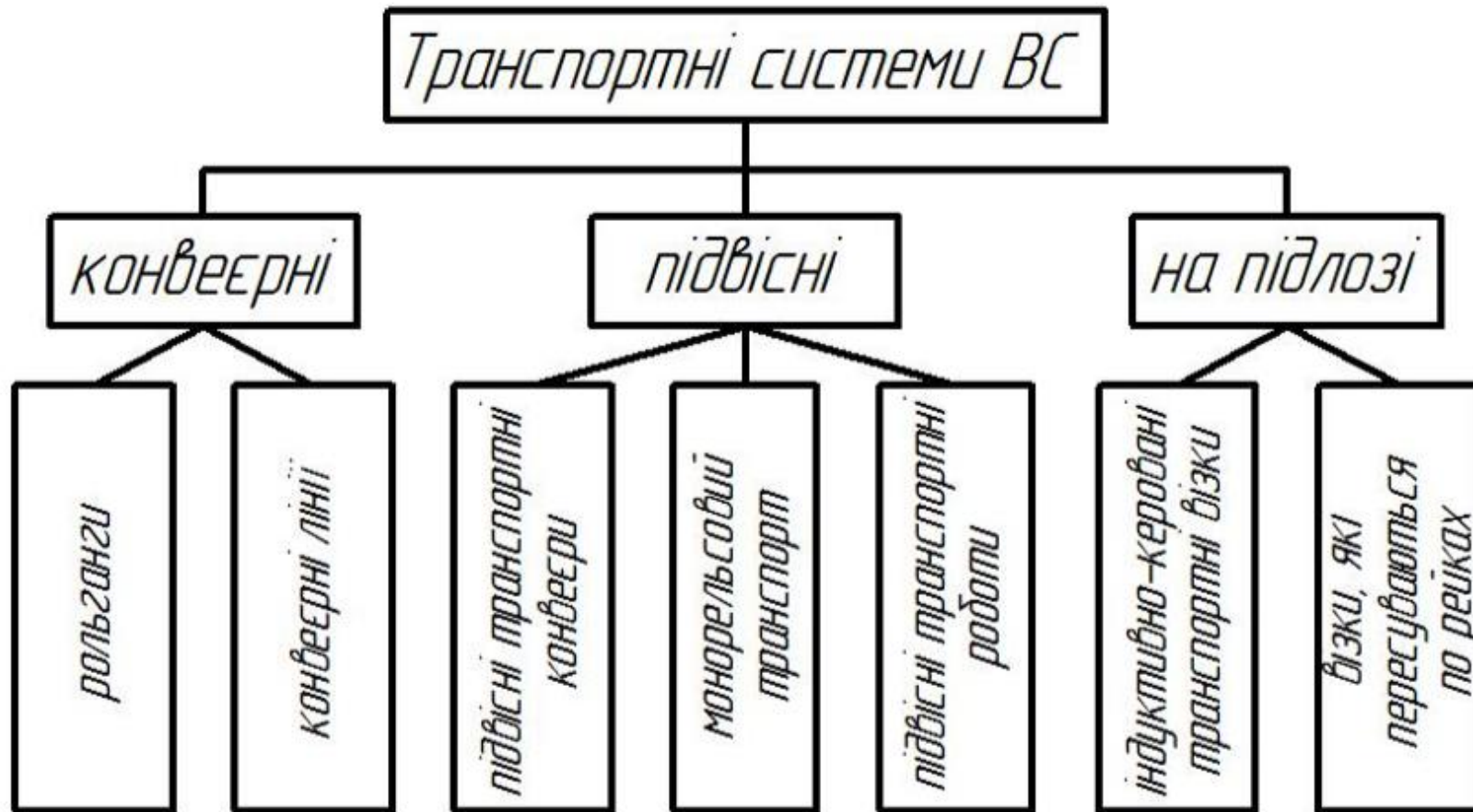


Рисунок 3.17 – Класифікація транспортного обладнання типових АТНС ГВС

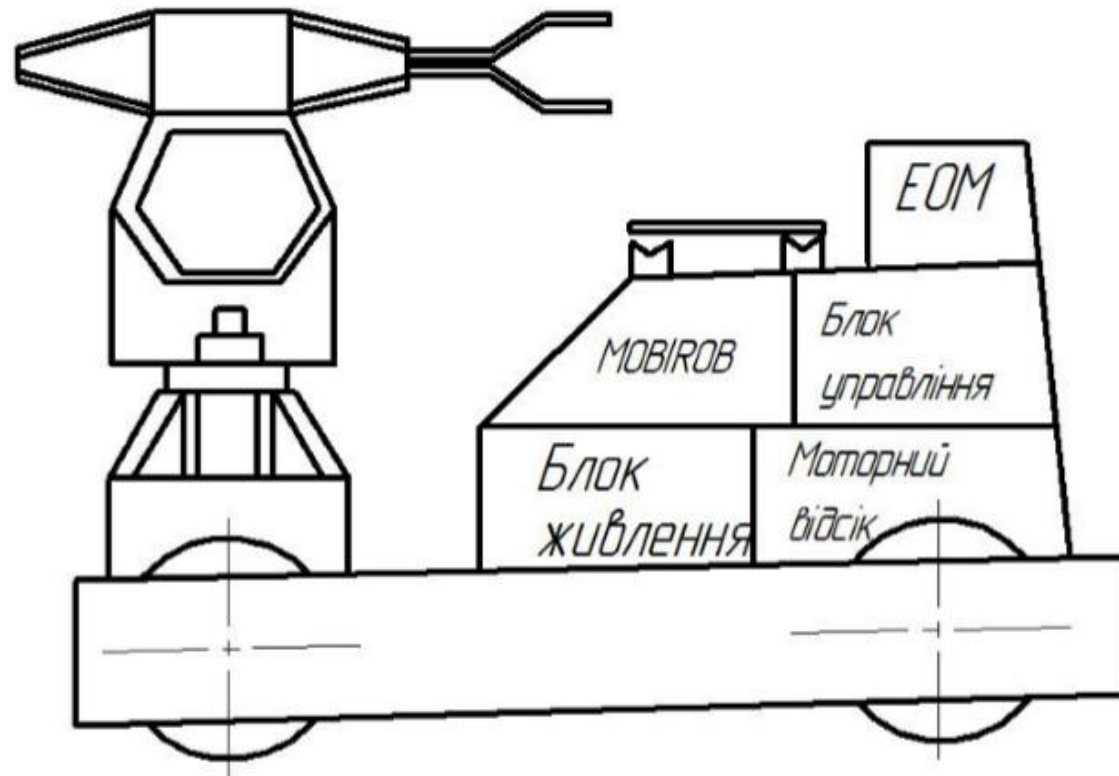


Рисунок 3.18 – Самохідний візок

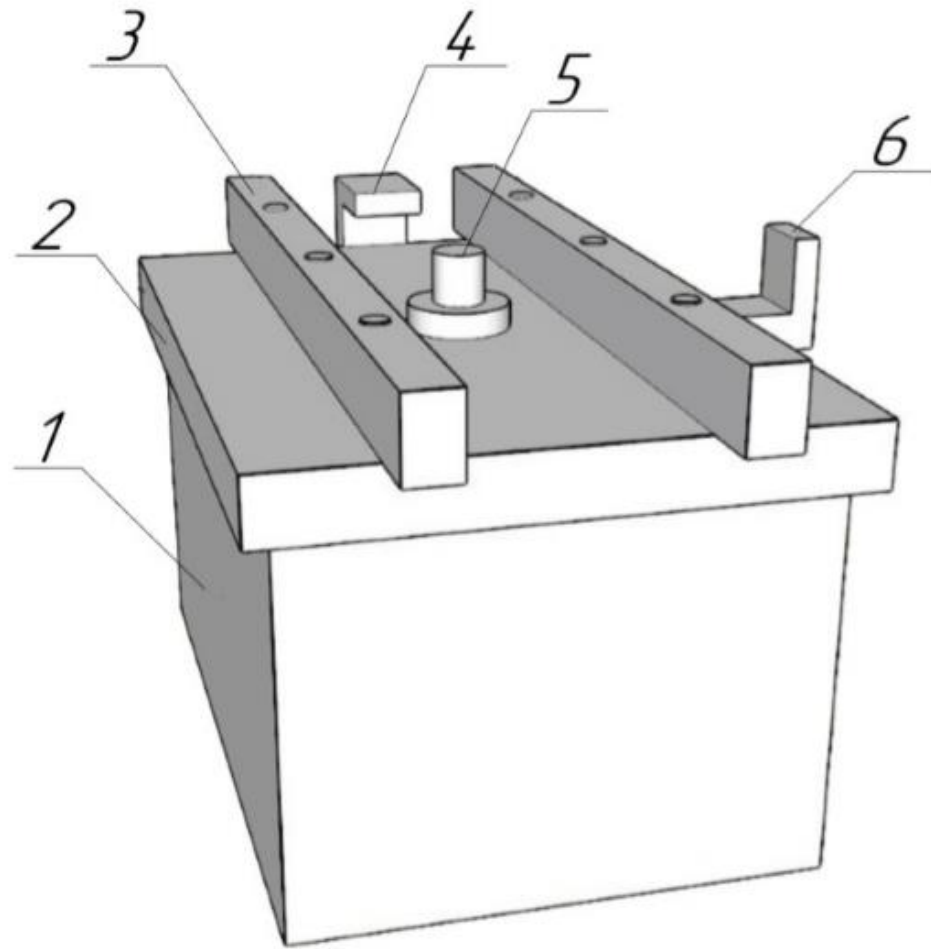


Рисунок 3.19 – Оперативний накопичувач

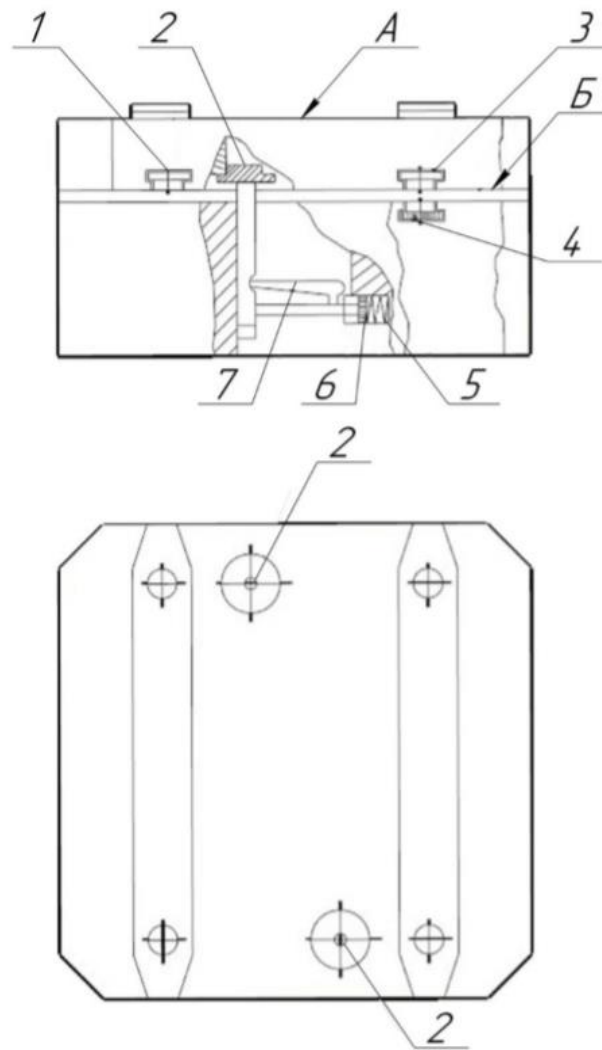


Рисунок 3.20 – Супутник

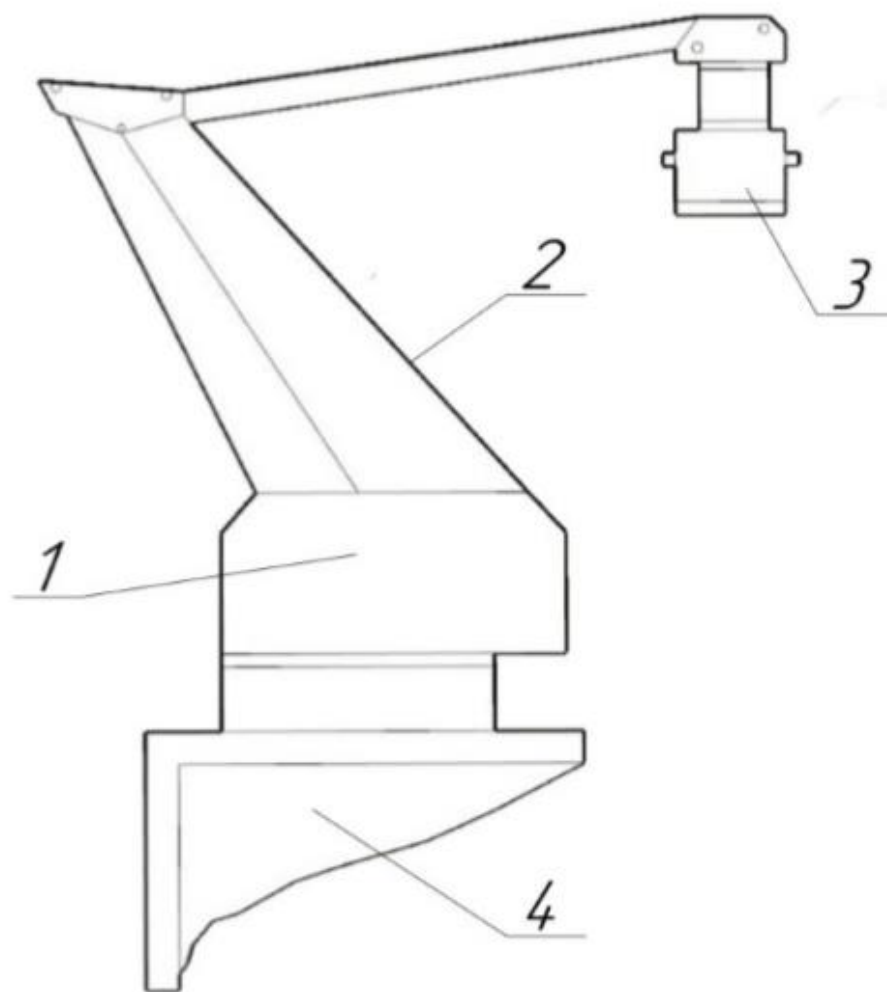


Рисунок 3.21 – Електромеханічний завантажувальний маніпулятор

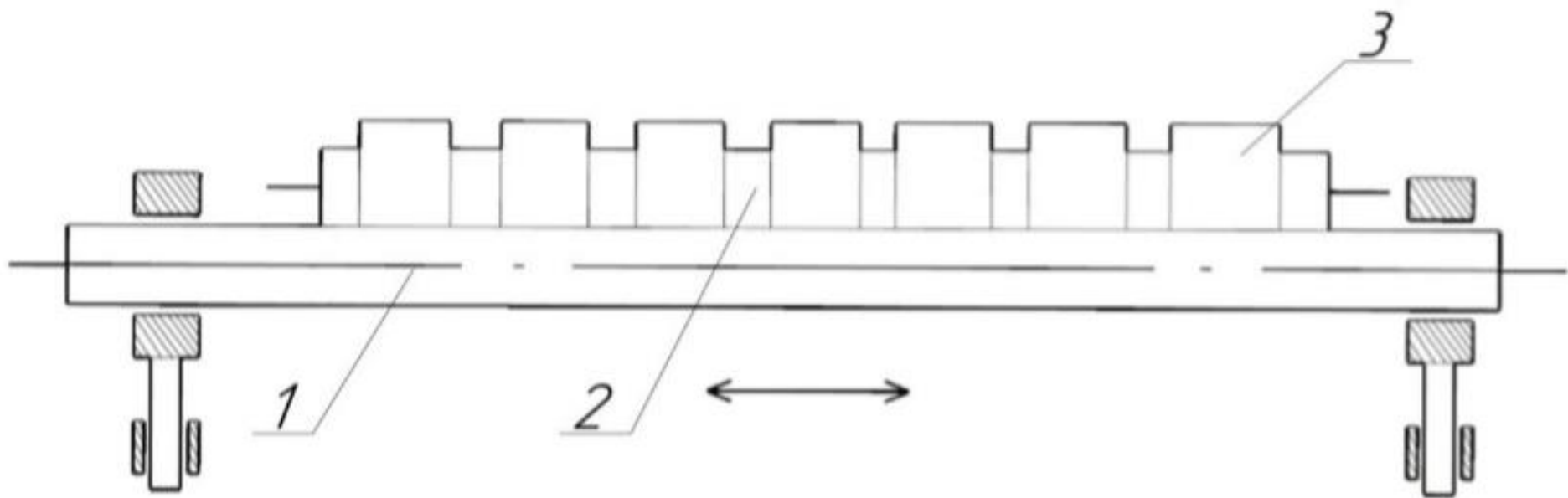


Рисунок 3.22 – Грейферний кроковий транспортер:

1 – штанга; 2 – прапорці; 3 - супутник

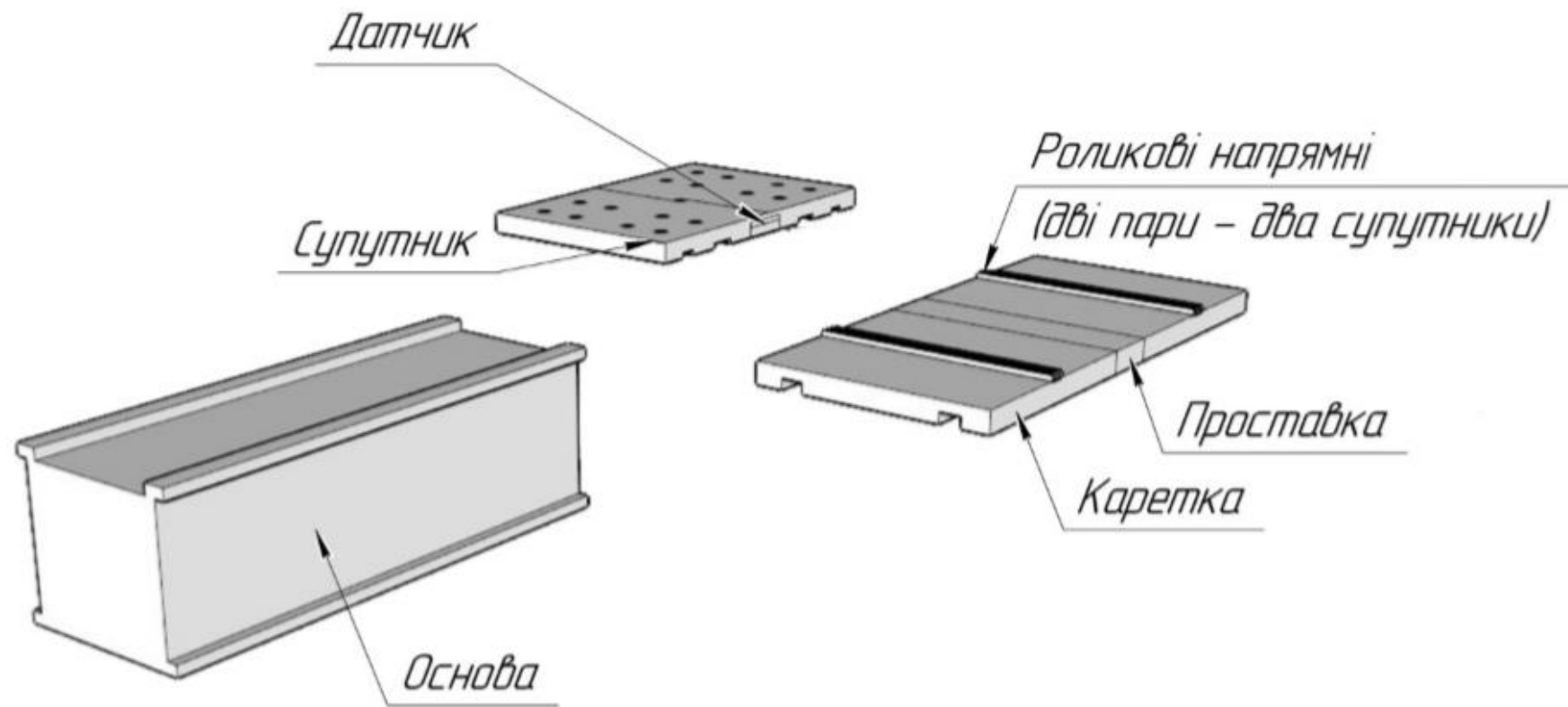


Рисунок 3.23 – Агрегат завантаження супутників

3.5 РОБОТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

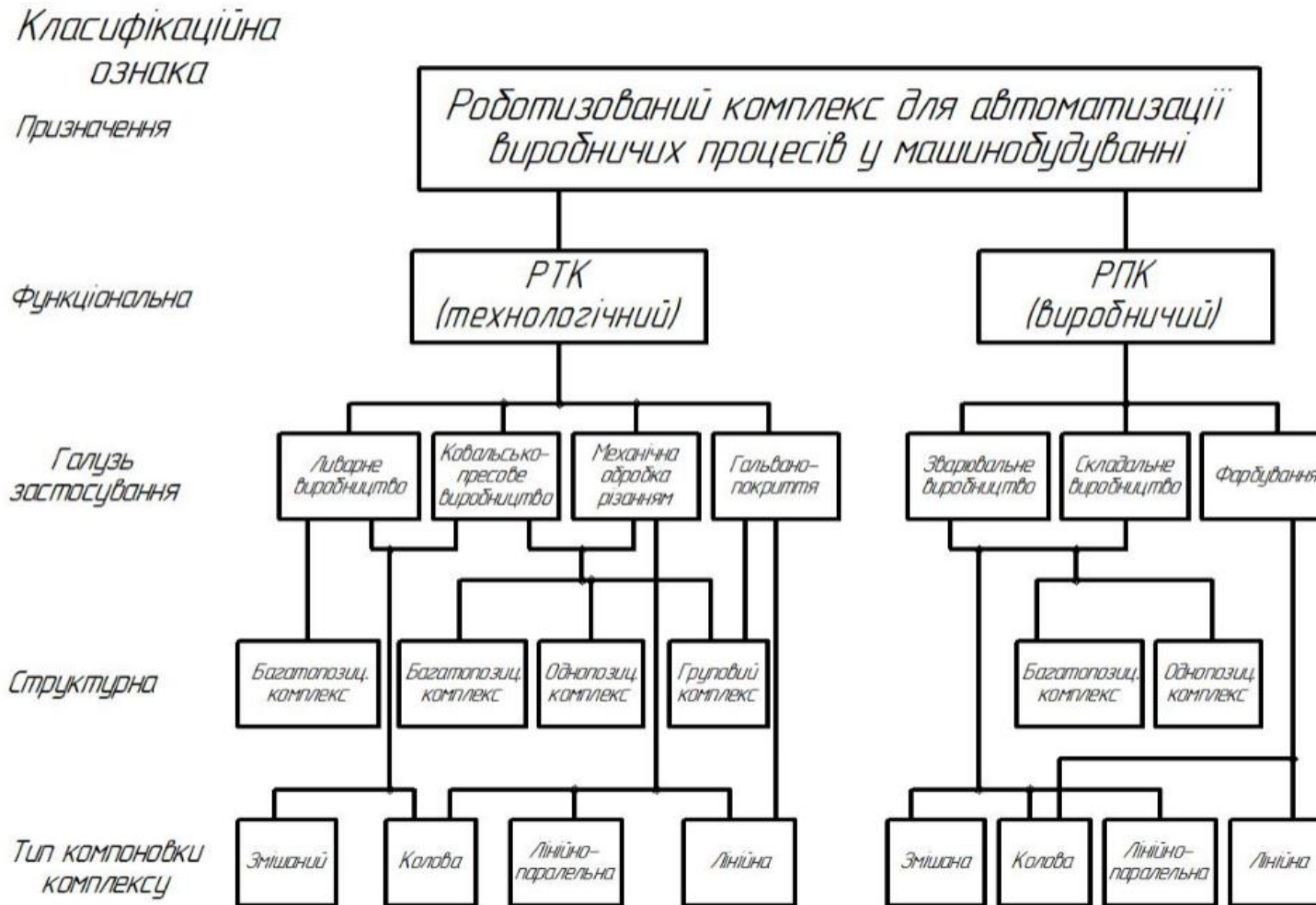
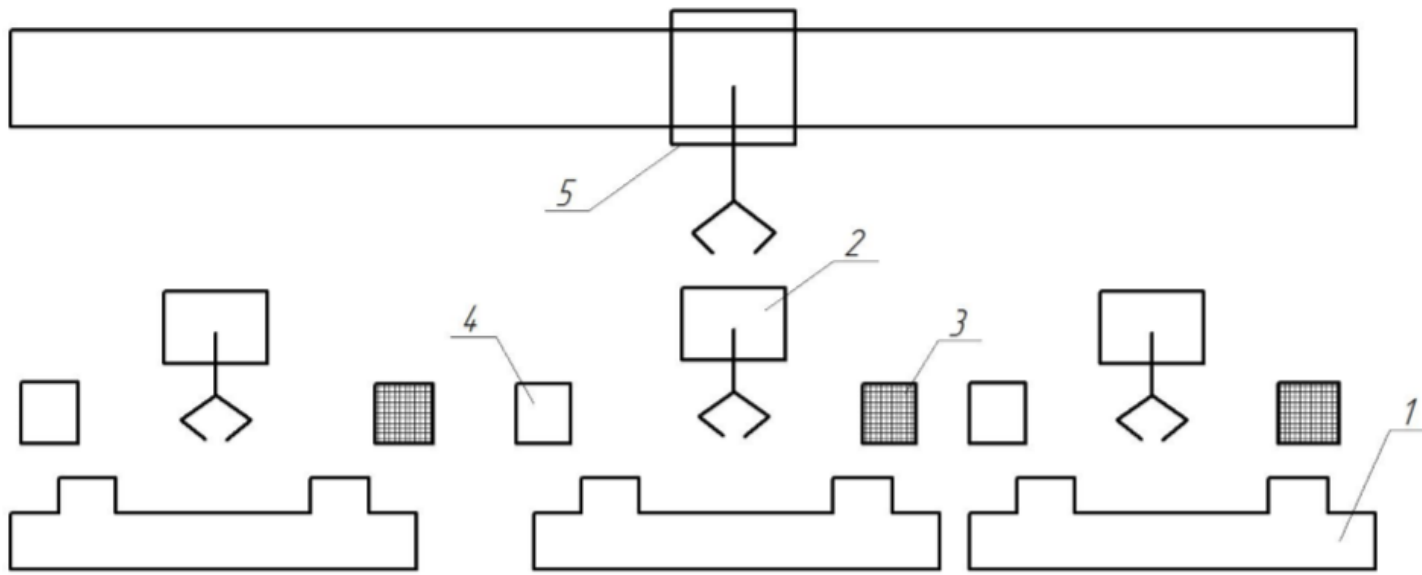
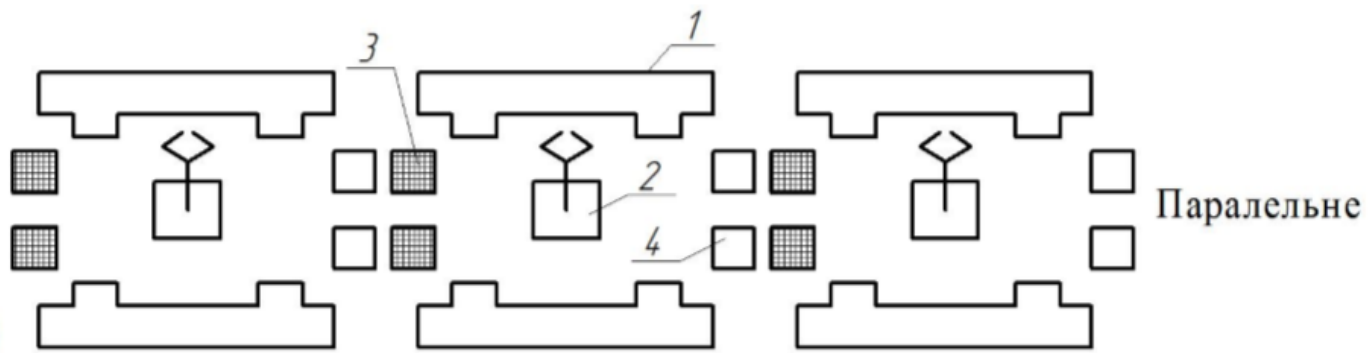


Рисунок 3.24 – Класифікація роботизованих комплексів



Лінійне розміщення обладнання

a)



б)

Паралельне

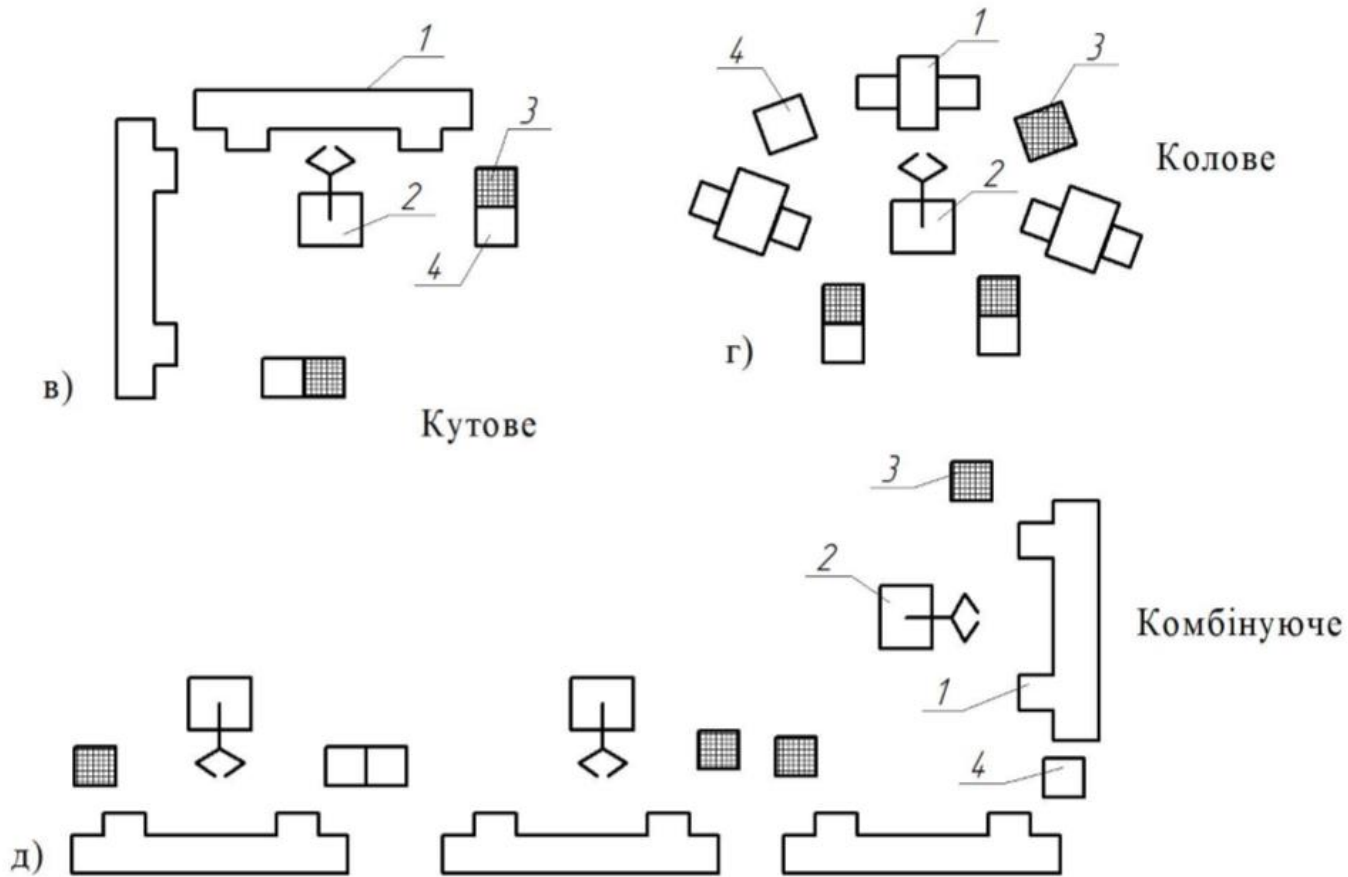


Рисунок 3.25 – Компонування РТК в ГАВ:

1 – верстат; 2 – завантажувально-розвантажувальний ПР; 3 – тара з обробленими деталями;

4 – магазин для заготовок; 5 – транспортний ПР

4 МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ СКЛАДАЛЬНИХ РОБІТ

4.1 ШЛЯХИ І ЗАСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СКЛАДАННЯ

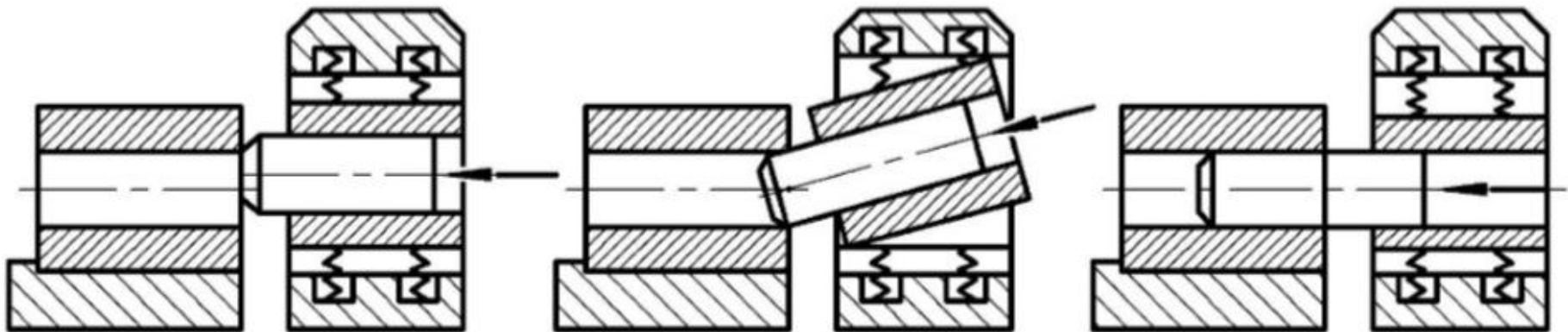


Рисунок 4.1 – Принципова схема здійснення автоматичного складання

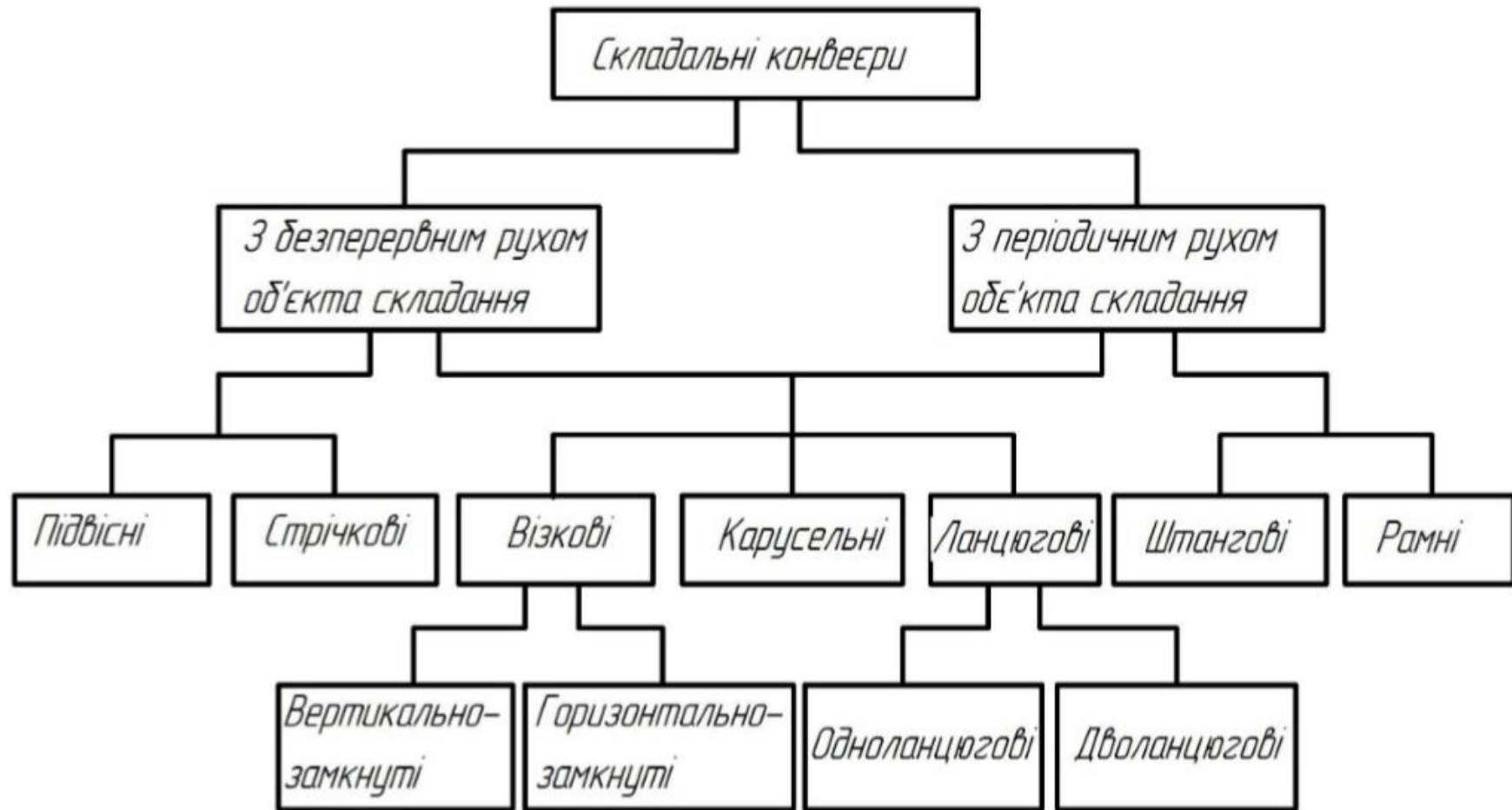


Рисунок 4.2 – Класифікація складальних конвеєрів

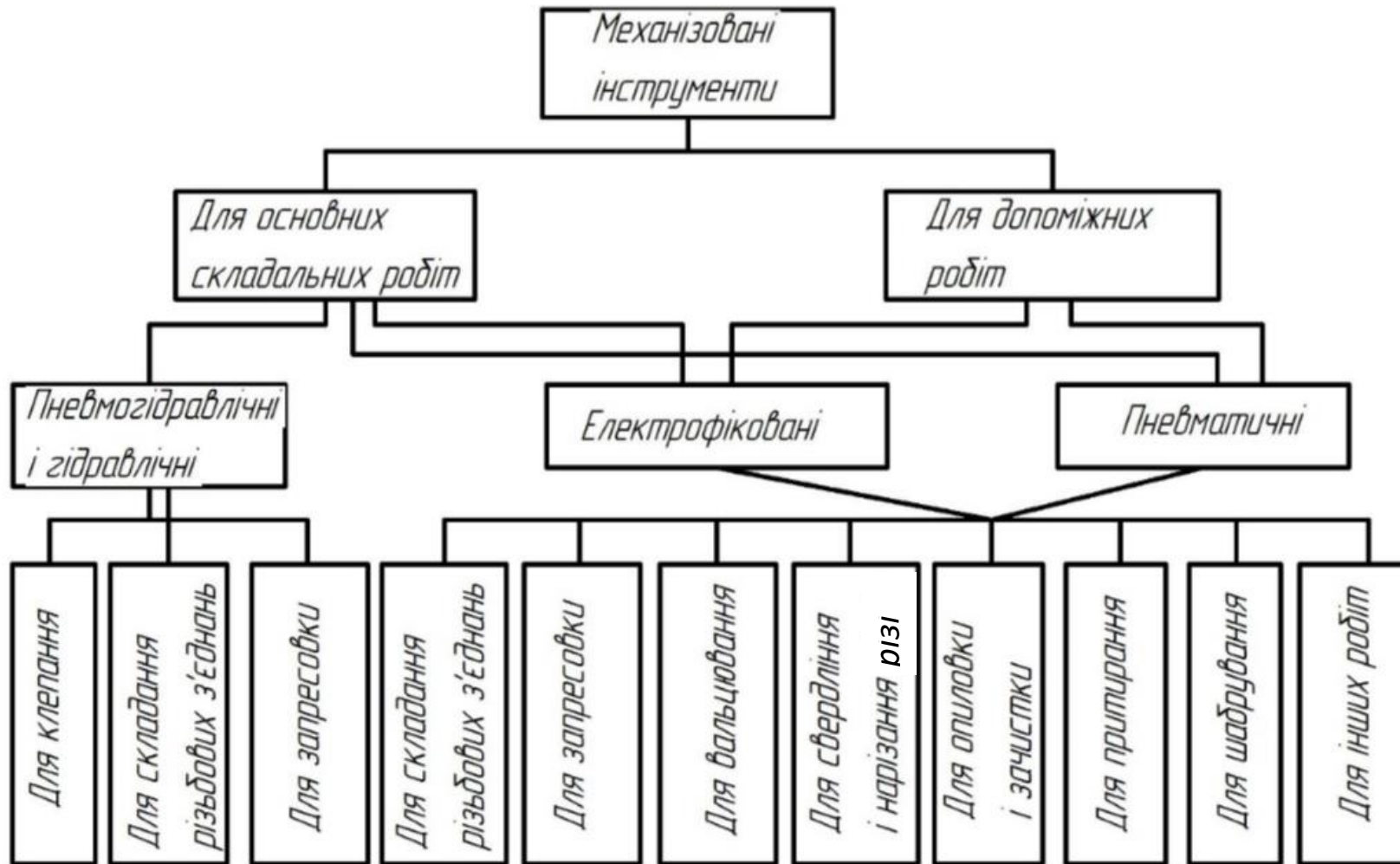


Рисунок 4.3 – Класифікація механізованого інструменту

4.2 АВТОМАТИЧНЕ ОРІЄНТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ У ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРИБОРІВ

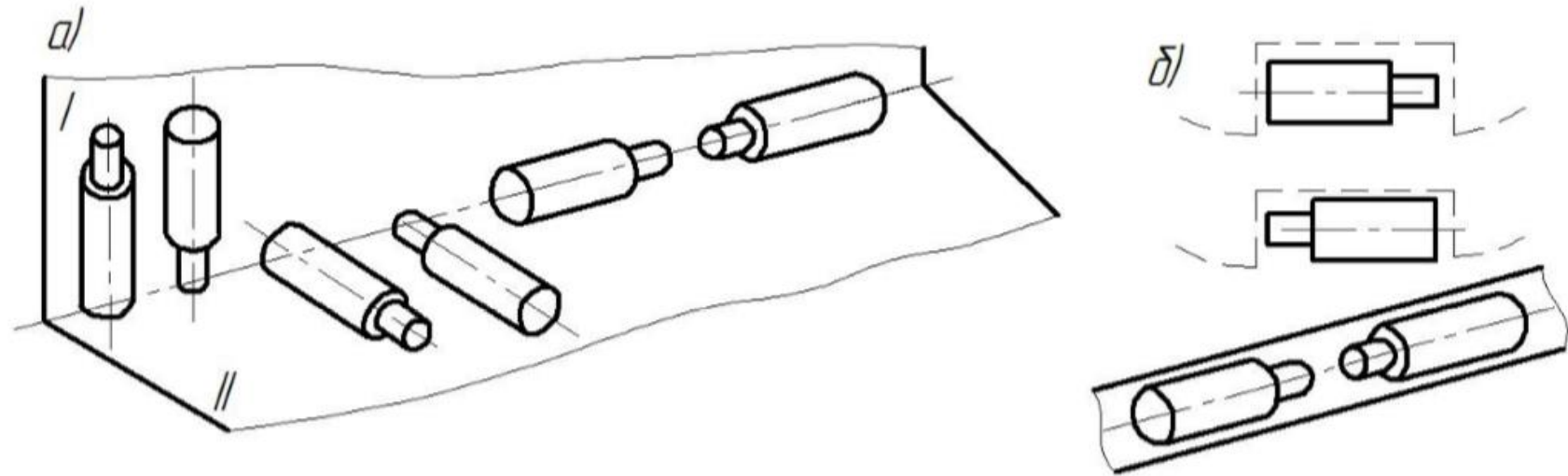


Рисунок 4.4 – Різні положення ступінчатого валу:

а) – напрямна площина; б) – основні площина

5 МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА ТА КОНТРОЛЕРИ – НАЙЕФЕКТИВНІШИЙ ЗАСІБ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

5.1 ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ У СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ ВЕРСТАТІВ З ЧПК, ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ ТА РОБОТИЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ

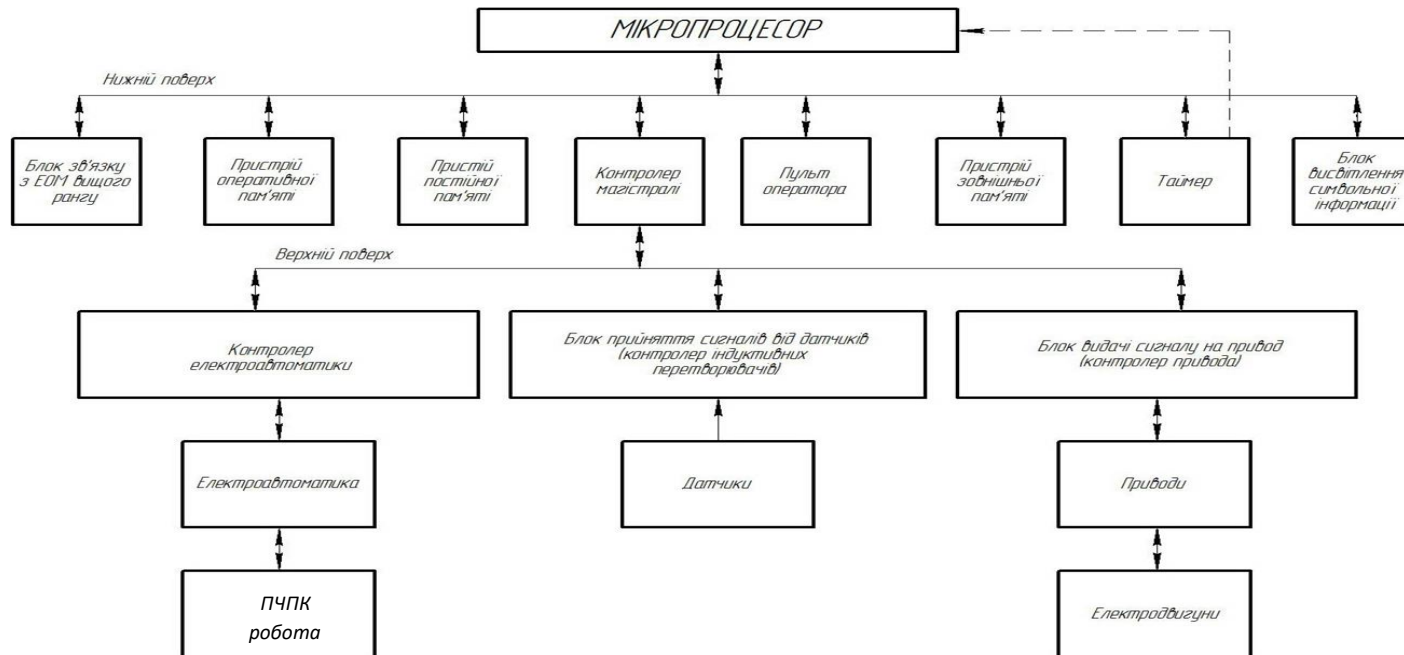


Рисунок 5.1 – Блок-схема системи ЧПК типу CNC

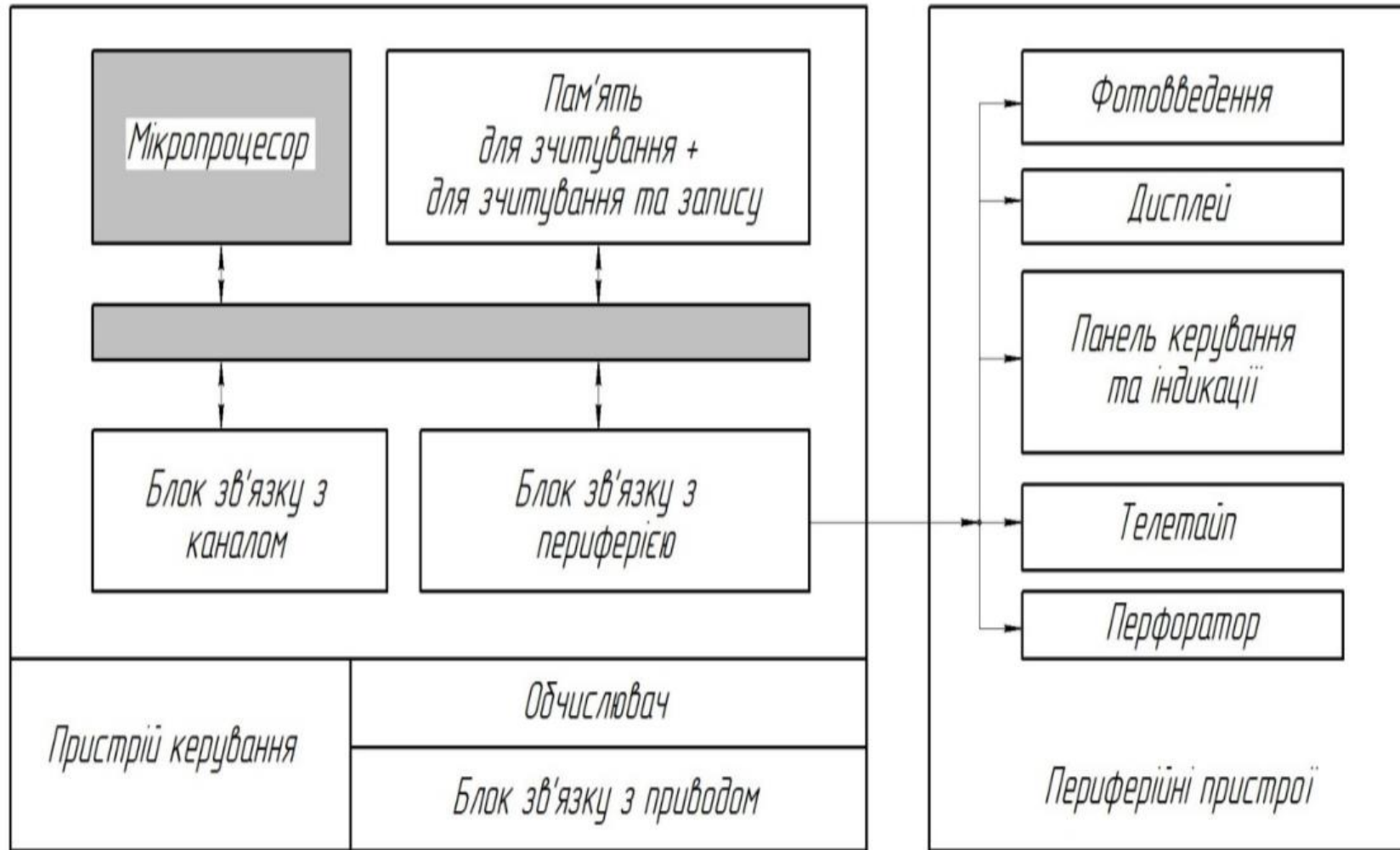


Рисунок 5.2 – Структурна схема ПЧПК класу CNC (DNC, HNC) з мікропроцесором на вході

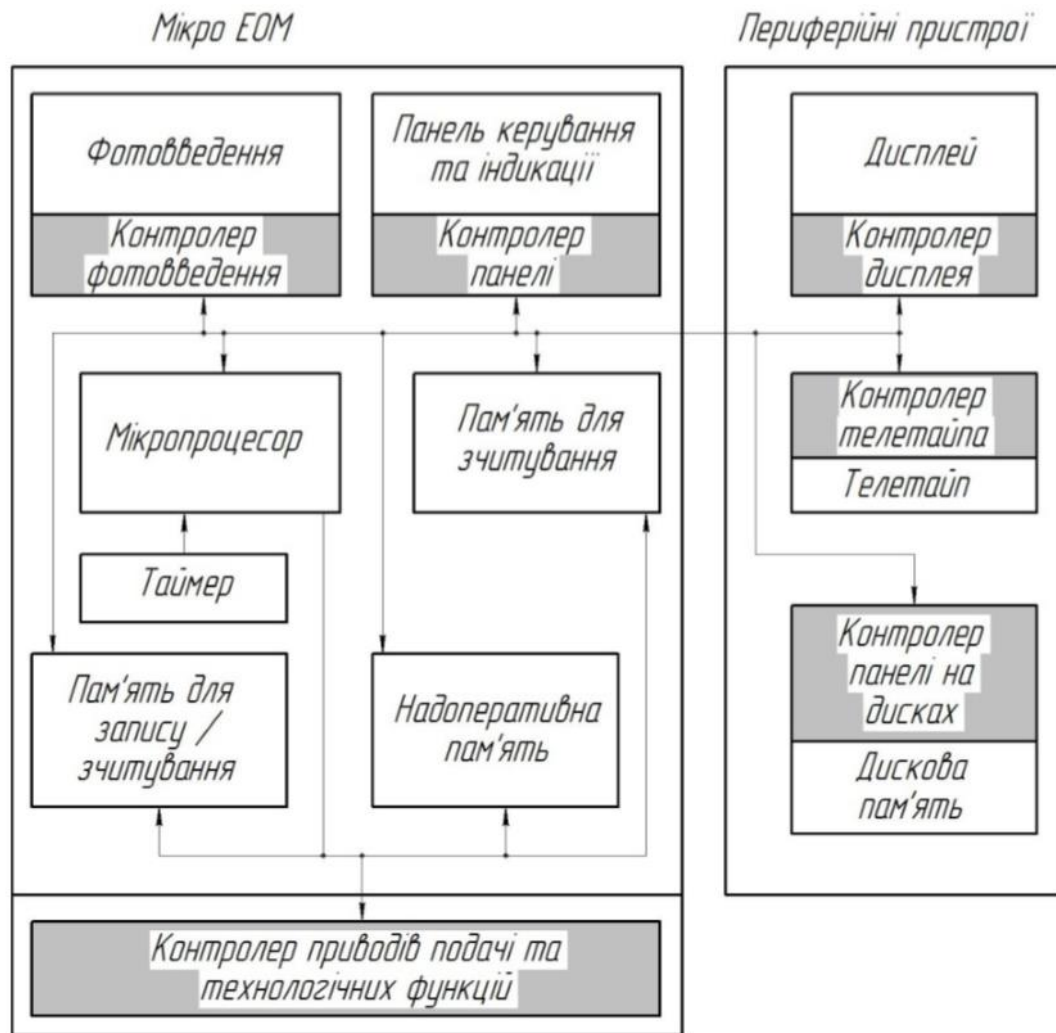


Рисунок 5.3 – Структурна схема ПЧПК класу CNC з контролерами

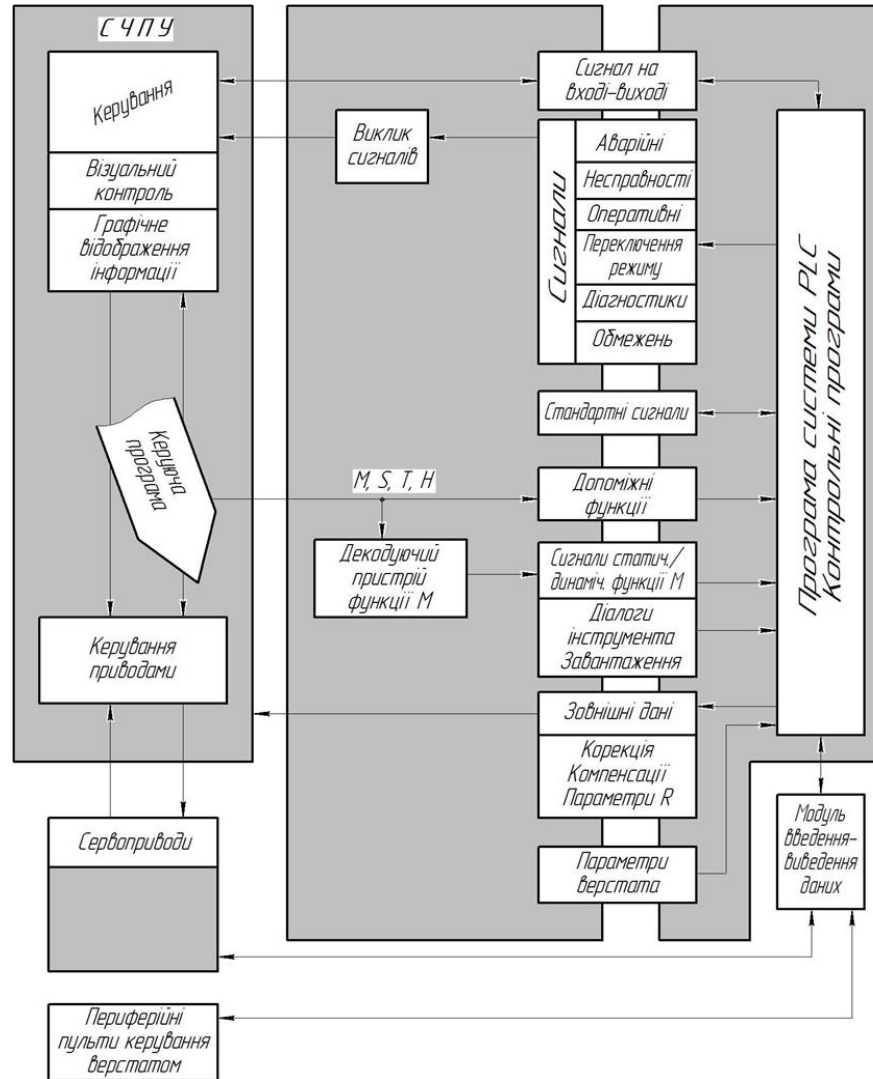


Рисунок 5.4 – Схема обміну сигналами між системою ЧПК та PLC

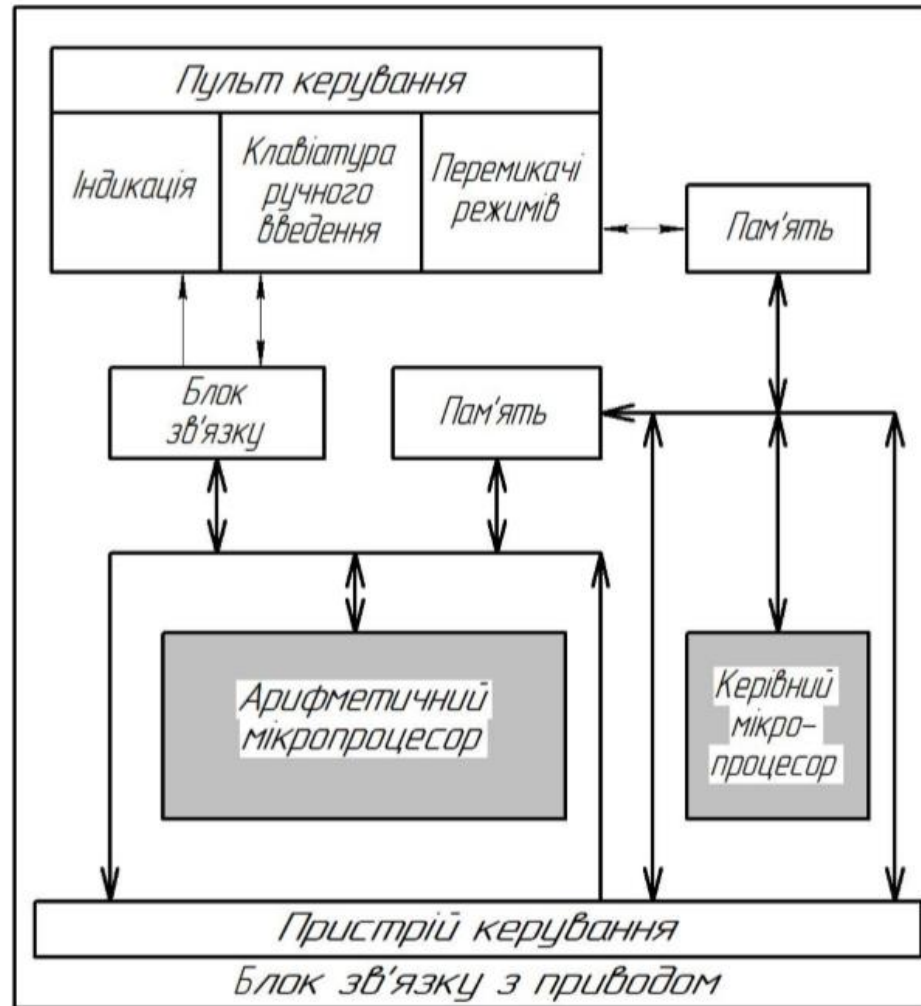


Рисунок 5.5 – Структурна схема ПЧПК класу CNC з формуванням програми при обробці першої деталі

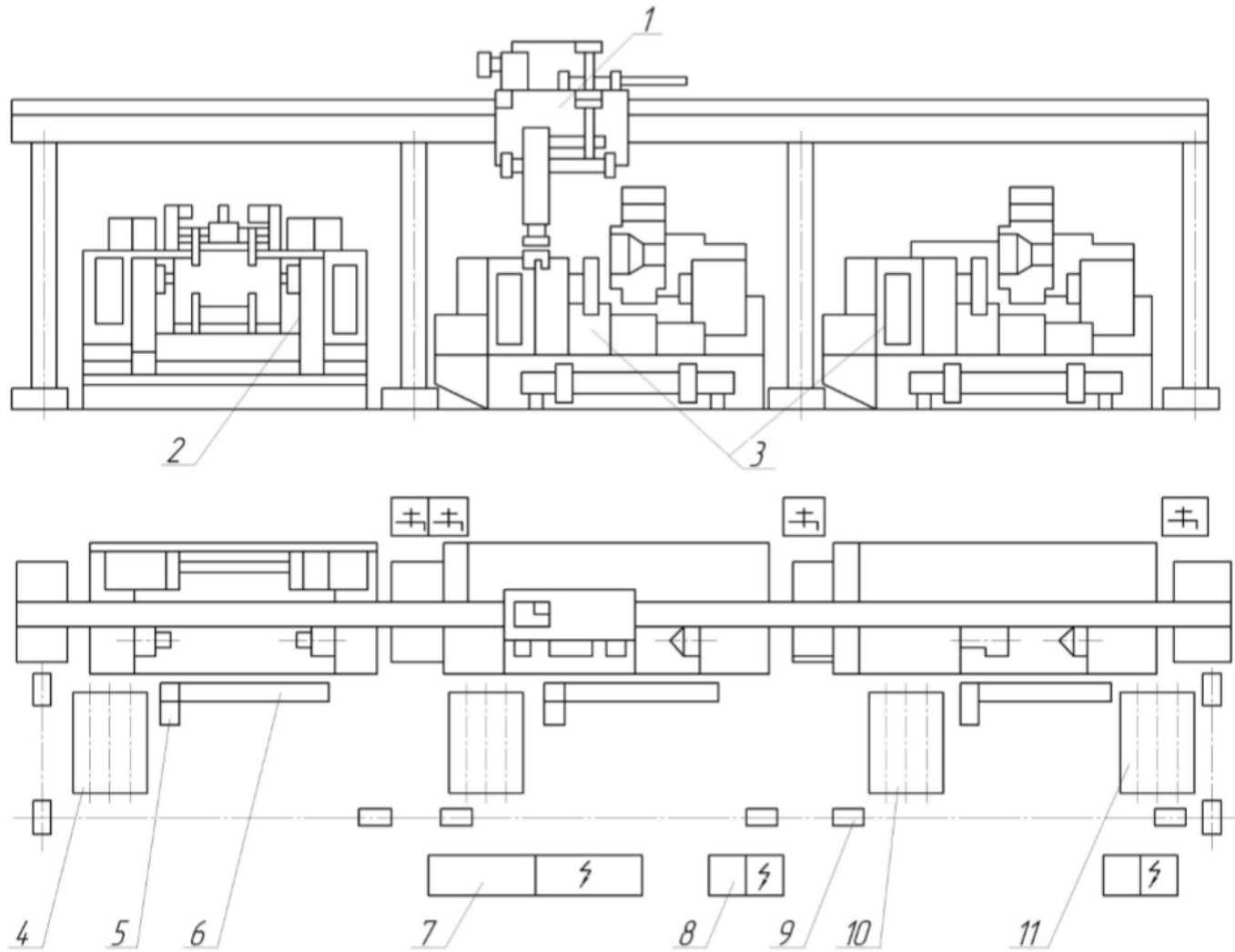


Рисунок 5.6 – Дільниця АСВР-012

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Автоматизація виробництва в машинобудуванні : практикум / [Ю. І. Муляр, В. П. Пурдик, С. В. Репінський та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 133 с.
2. Буренніков Ю. А. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : навчальний посібник / Ю. А. Буренніков, І. А. Немировський, Л. Г. Козлов. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 273 с.
3. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи, гідропневмоавтоматика : лабораторний практикум / [Ю. А. Буренніков, О. В. Дерібо, Л. Г. Козлов та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 100 с.
4. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи. Курсове проектування для студентів напрямів підготовки 6.050502 – «Інженерна механіка», 6.050503 – «Машинобудування» : [навчальний посібник] / Ю. А. Буренніков, Л. Г. Козлов, В. П. Пурдик, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 238 с.
5. Головка Д. Б. Автоматика і автоматизація технологічних процесів : підручник / Головка Д. Б., Рего К. Г., Скрипник Ю. О. – К. : Либідь, 1997. – 232 с.
6. Доля В. М. Програмування, введення та відпрацювання управляючих програм для верстатів з ЧПУ та РТК / Доля В. М. – Харків : НТУ «ХПЗ», 2004. – 169 с.
7. Пашков Є. В. Електропневмоавтоматика у виробничих процесах : навч. посібник / Пашков Є. В., Осинський Ю. О., Четв'оркін О. О. ; під ред. Є. В. Пашкова. – [2-е вид., перероб. і доп.]. – Севастополь : Вид-во СевНТУ, 2003. – 496 с.
8. Пашков Є. В. Промислові мехатронні системи на основі пневмоприводу : навч. посібник / Є. В. Пашков, Ю. О. Осинський. – Севастополь : Вид-во СевНТУ, 2007. – 388 с.