

2. ВЫБОР СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

В качестве средства автоматизации базовой технологии предложим роботизированный технологический комплекс, в котором манипулятор промышленного робота позиционирует деталь относительно электродов стационарной контактной сварочной машины (рис. 2.1). Такой комплекс состоит из манипулятора 2, который управляется контроллером 1, на кисти манипулятора закреплено захватное устройство, в котором держится деталь, позиционируемая относительно электродов сварочной машины 3 с трансформатором 4.

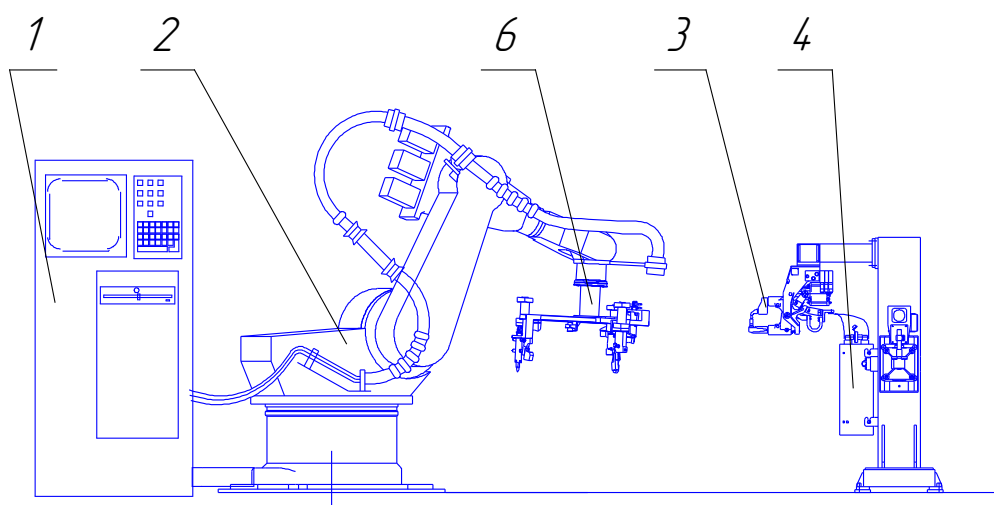


Рис. 2.1. Начальная планировка РТК

Помимо всего прочего такая схема имеет ряд преимуществ:

- увеличивается ресурс работы манипулятора, т.к. приходится перемещать относительно небольшие массы;
- имеется возможность снижения установленной мощности оборудования при условии применения специализированной сварочной машины со вторичным контуром, подогнанным под деталь.

Однако перед выбором конкретной марки робота необходимо произвести определиться с основными его параметрами, определяющими характеристики.

Выбор кинематической схемы. Кинематическая схема определяет основные возможности манипулятора в смысле достижимости точек простран-

ства и простоты выполнения различных движений. В настоящее время различают три основных кинематических схемы построения манипуляторов ПР:

- параллелограммный (рис. 2.2);
- антропоморфный (рис. 2.3);
- СКАРА (рис. 2.4).

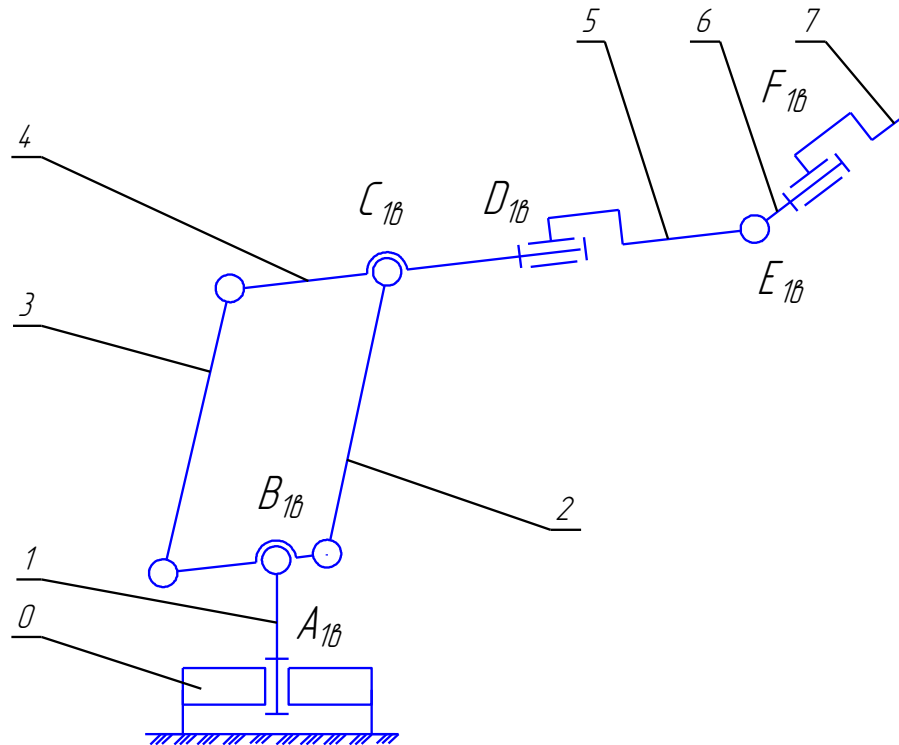


Рис. 2.2. Кинематическая схема параллелограммного манипулятора: 0-базисное основание, 1-поворотная колонна; 2-приводной рычаг; 3-приводная стойка; 4-основание руки; 5-рука; 6-кисть; 7-фланец для крепления рабочего инструмента

Антропоморфный робот уступает параллелограммному в грузоподъемности и скорости перемещения по осям, однако значительно превосходит его по геометрии рабочей зоны. Кроме того, в кинематической схеме параллелограммного манипулятора оси испытывают меньшие статические и динамические нагрузки, чем у антропоморфного манипулятора.

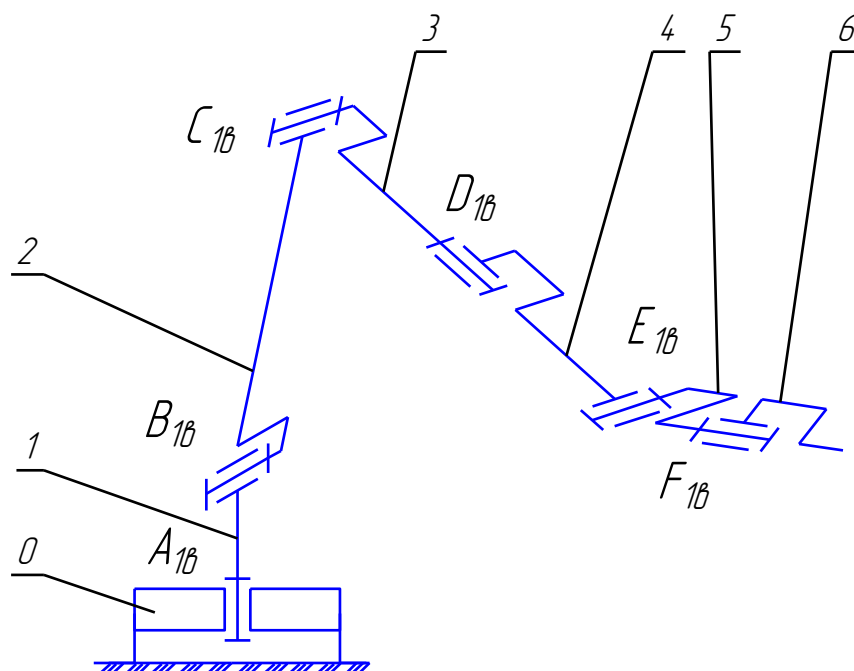


Рис. 2.3. Кинематическая антропоморфного манипулятора: 0-базисное основание, 1-карусель, 2-коромысло, 3-основание руки, 4-рука, 5-кисть, 6-фланец для крепления рабочего инструмента

В настоящее время для выполнения операций скоростной сборки получили распространение манипуляторы типа СКАРА. СКАРА (SCARA) – общее обозначение всех (обычно 4-х осных) манипуляторов, выполненных по кинематической схеме (рис. 2.4). Транспортирующие перемещения осуществляются за счёт поворота вокруг двух вертикальных осей: плеча 2 относительно базисного основания 1 и локтя 3 относительно плеча 2, поступательного перемещения кисти 4 относительно локтя 3. Ориентирующим является вращательное движение фланца для крепления инструмента 5 относительно кисти 4. Манипуляторы СКАРА выпускаются практически всеми крупными фирмами-роботопроизводителями (KUKA, Motoman, FANUC, Epson и др.).

Такая конструкция манипулятора характеризуется высокой жёсткостью, большими точностью (до $\pm 0,008$ мм) и скоростями позиционирования (до 3600 мм/с). Привод робота – электрический, все двигатели однотипные, управление контурное, во всех передачах используются волновые редукторы.

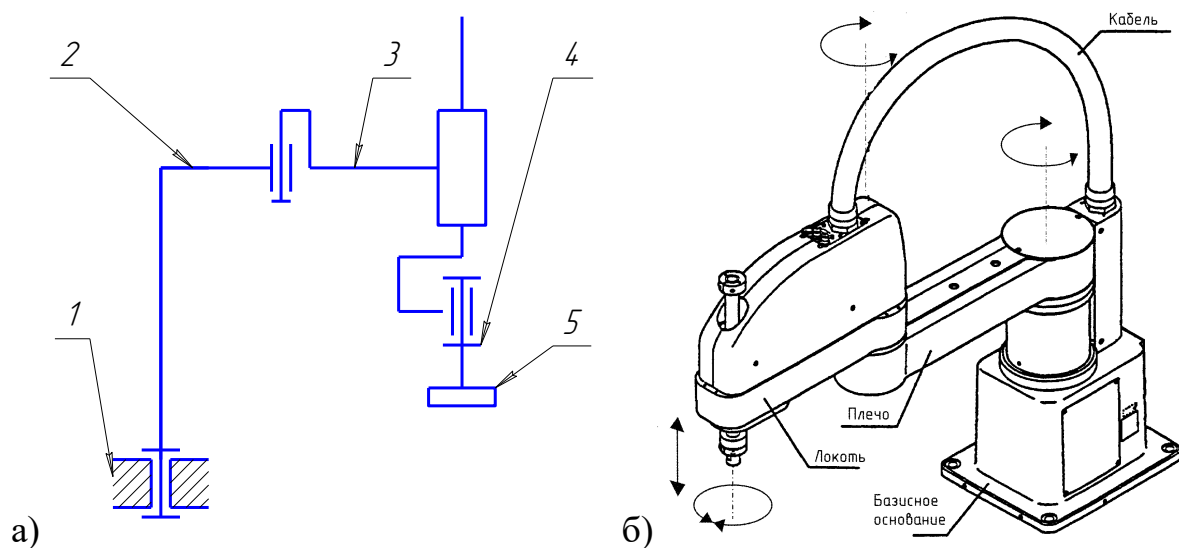


Рис. 2.4. манипулятор СКАРА: а – кинематическая схема; б – внешний вид

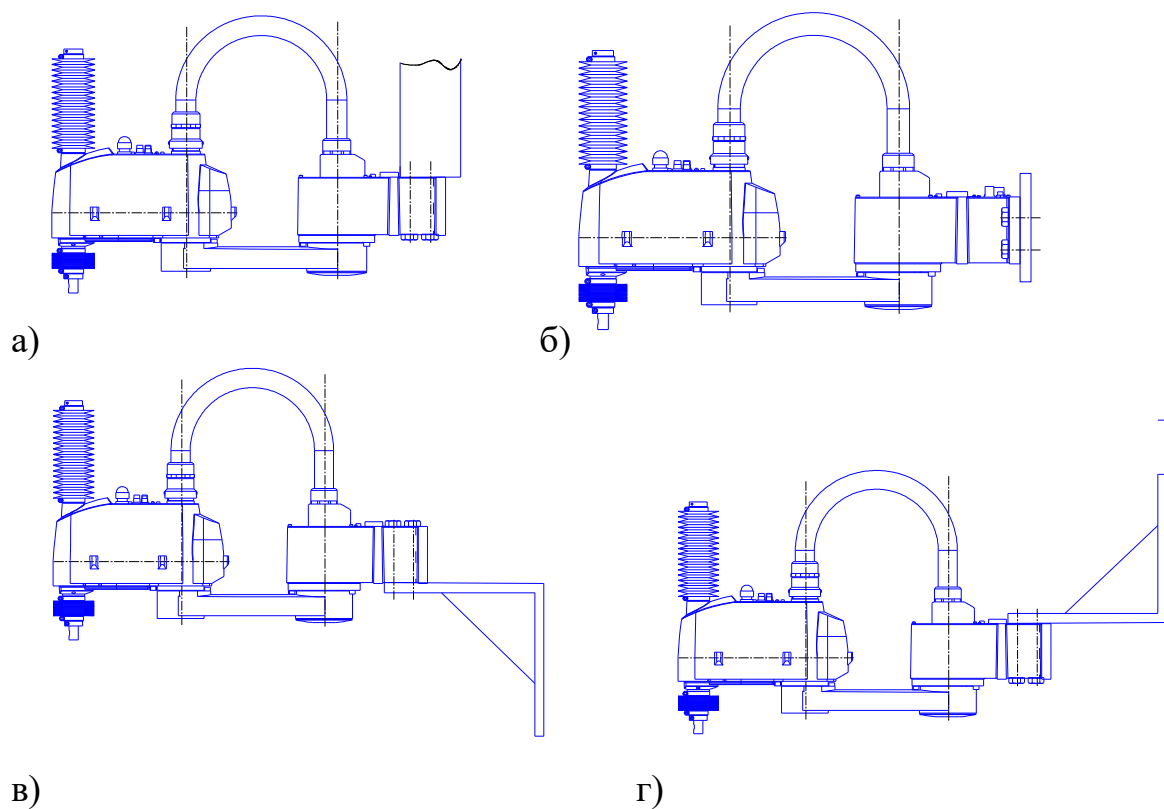


Рис. 2.5. Способы установки манипулятора СКАРА

Типы установки манипуляторов СКАРА делятся на:

- настольный;
- потолочный (рис. 2.5, а);
- настенный (рис. 2.5, б);
- на полке (рис. 2.5, в);
- под полкой (рис. 2.5, г).

Манипуляторы СКАРА работают в цилиндрической системе координат и имеют специфическую форму рабочей зоны (рис. 2.6), которая определяется длиной звеньев кинематической цепи (плечо, локоть) и величиной подачи инструмента по оси Z.

Таблица 2.1

Технические характеристики роботов СКАРА (Epson)

	E2C25	E2C35	E2S45	E2S55	E2S65	E2L65	E2L85
Вылет, мм	250	350	450	550	650	650	850
Точность позиционирования, мм	$\pm 0,008$	$\pm 0,010$	$\pm 0,015$	$\pm 0,015$	$\pm 0,015$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$
Грузоподъемность, кг	3	3	5	5	5	5	5
Скорость линейного перемещения, мм/с	2900	3600	5400	6000	6300	5200	6100
Скорость вертикальной подачи инструмента, мм/с	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
Масса манипулятора, кг	14	14	22	22	22	31	31

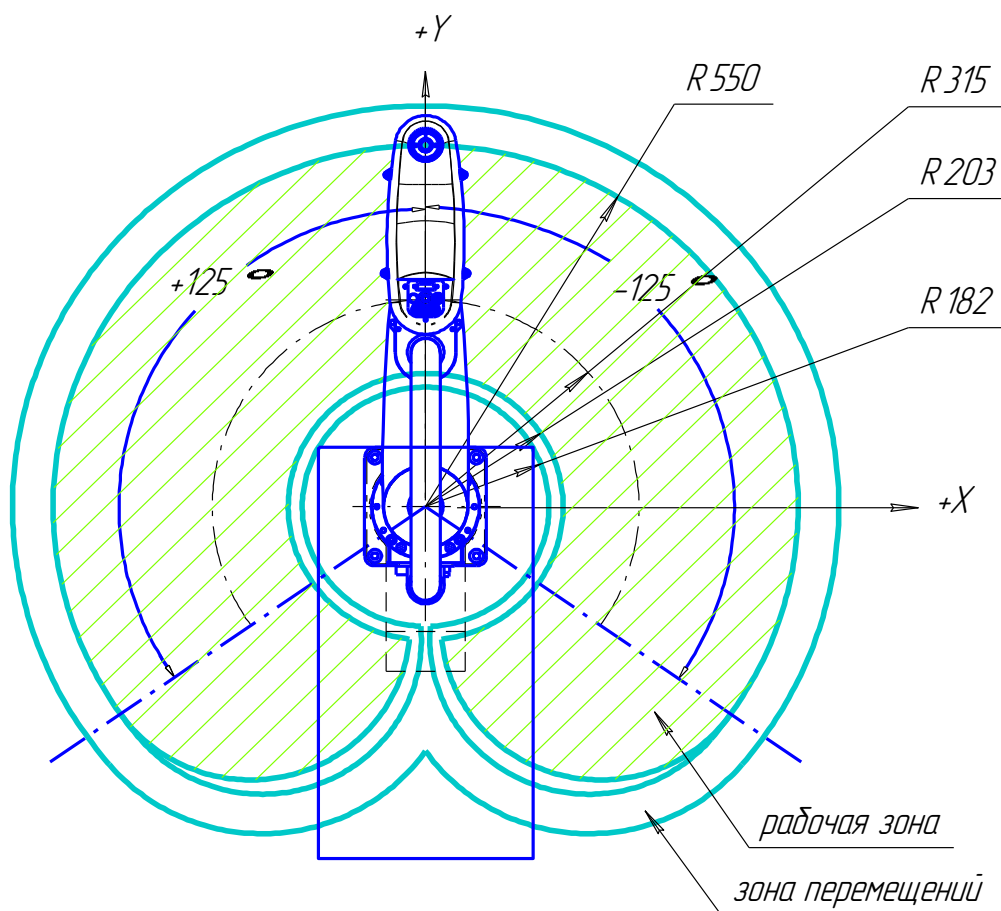


Рис. 2.7. Рабочая зона манипулятора HS-550 (Motoman)

Таблица 2.2

Технические характеристики роботов СКАРА серии НМ и HS (Motoman)

Модель	НМ-10-60	НМ-20-600	НМ-10-700	НМ-20-700	НМ-10-850	НМ-20-850	НМ-10-1000	НМ-20-1000	HS-5-350	HS-5-450	HS-5-550
Вылет, мм	600	600	700	700	850	850	1000	1000	350	450	550
Точность позиционирования, мм	±0,02				±0,025				±0,015		±0,02
Грузоподъемность, кг	10	20	10	20	10	20	10	20	5	5	5
Скорость линейного перемещения, мм/с	8800		9700		10500		10800		7200	6300	7100
Скорость вертикальной подачи инструмента, мм/с	2300								2000		
Масса манипулятора, кг	60								20		

Таким образом, для выбора робота зададимся начальными условиями поиска:

Для этого зададимся начальными условиями поиска:

1. Масса перемещаемых деталей (грузоподъемность) – порядка 5 кг
2. Максимальный вылет – для позиционирования деталей конструктивно ограничим минимально допустимый максимальный вылет робота 800 мм.
3. Точность позиционирования – исходя из анализа чертежа детали примем точность позиционирования $\pm 0,1$ мм.
4. Количество осей подвижности – исходя из критериев современного рынка роботов примем минимально допустимое количество осей для вспомогательного робота – 4 шт.

Для дальнейшего выбора робота необходимо проанализировать существующие крупные фирмы-роботопроизводители, способные поставлять качественную продукцию установленных выше характеристик.

Таковыми фирмами являются:

ABB - одна из ведущих и известных фирм в Европе в области производства робототехники. Производит роботов для: монтажа, манипулирования, точечной и дуговой сварки, палеттирования, упаковки, лакировки, окраски и т.д.

KUKA - не менее известная фирма в Европе, в области робототехники с широким спектром применения роботов: манипулирование, монтаж, полирование, дуговая сварка, точечная сварка, палеттирование, шлифование, и т.д. В зависимости от выполняемой работы, могут быть смонтированы на потолок, стену или пол. Язык программирования: KUKA-Control-Panel (KCP). Удобный язык программирования адаптированный под Windows 95. Снабжен корректором синтаксиса и логики. Имеется возможность создания диалога с обслуживающим персоналом.

STAUBLI – фирма, известная своими высоко точными роботами, нашедшими применение в автомобильной, машиностроительной, фармацевтической, пищевой промышленности, медицине. Языки программирования V+ и VAL3 снабжены корректором синтаксиса и логики, имеется возможность создания диалога с обслуживающим персоналом.

MOTOMAN или **Motoman/Yaskawa группа** – всемирно известная фирма по производству робототехники. На мировом рынке с 1983 г. Производит роботов для: манипулирования, сортировки, упаковки, сварки, шлифовки, полировки и т.д. Язык программирования: INFORM.

Остановим свой выбор на промышленном роботе A-520i фирмы FANUC.

Фирма FANUC выпускает робот A-520i (рис. 2.8) – четырехосный модульный, с электрическими приводами, который применяется для высокоскоростных операций сборки и обслуживания технологического оборудования. Особенностью этого робота является то, что кабели расположены внутри корпуса, что упрощает работу, улучшает внешний вид и защищает подводимые кабели от возможных повреждений. Робот A-520i имеет следующие характеристики:

- количество осей – 4 шт.;
- максимальная грузоподъемность – 20 кг;

- максимальный вылет – 900 мм;
- точность позиционирования – 0,05 мм;
- пределы движения по осям:
 - A1 - 300°
 - A2 - 300°
 - A3 - 300°
 - A4 - 540°
- скорость перемещения по осям:
 - A1 - 800 °/сек
 - A2 - 350 °/сек
 - A3 - 350 °/сек
 - A4 - 720 °/сек
- масса манипулятора – 300 кг

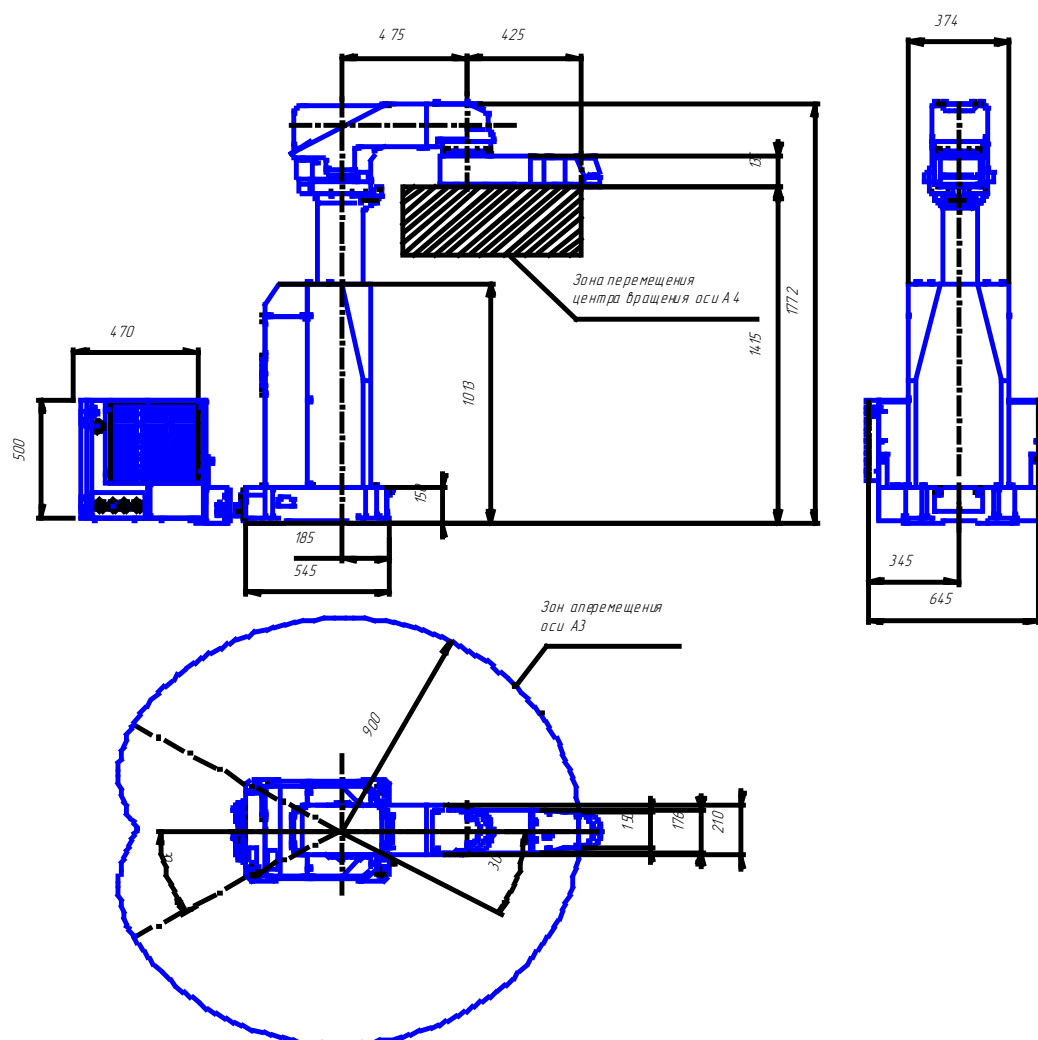


Рис. 2.8. Манипулятор A-520i (FANUC) в сборе с контроллером

Arc Mate 120iB

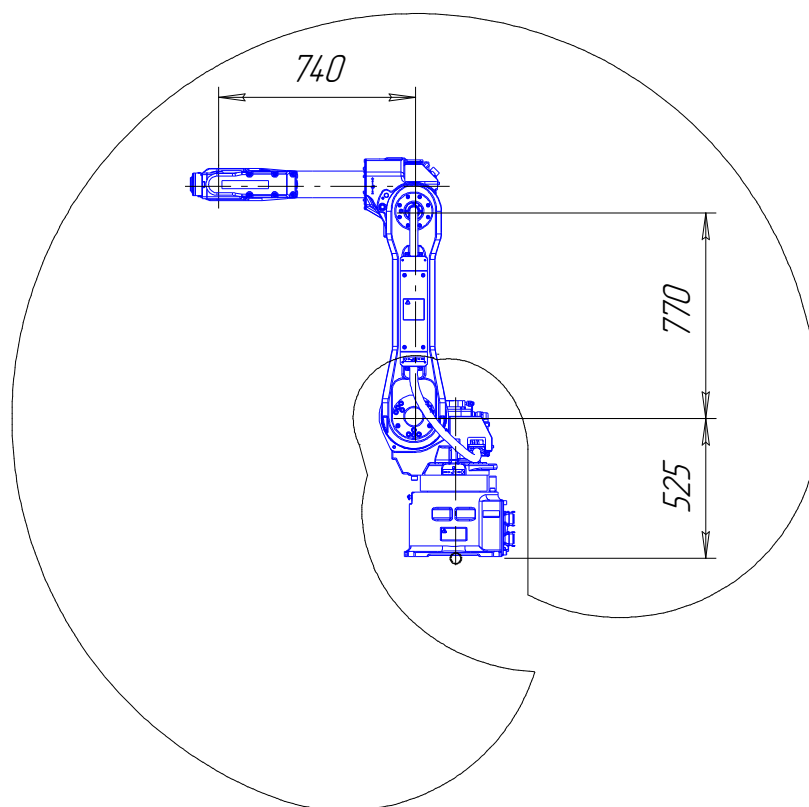


Рис. 2.9. Манипулятор робота для дуговой сварки AM 120iB (FANUC)

Таблица 2.3

Технические характеристики роботов для дуговой сварки серии ARC Mate (FANUC Robotics)

Показатель		50iB/3L	100iB/6S	100iB	120iB	120iB/10L
Количество осей, шт.		6	6	6	6	6
Грузоподъёмность кисти, кг		3	6	6	20	10
Дополнительная нагрузка на ось A3, кг		нет	12	13	20	12
Максимальный вылет, мм		856	951	1373	1667	1885
Точность позиционирования, мм		±0,04	±0,08	±0,08	±0,08	±0,1
Скорость перемещения по осям, °/сек	A1	140	200	150	165	
	A2	150	200	160	165	
	A3	160	260	170	175	
	A4	400	400	400	350	
	A5	330	400	400	340	
	A6	480	720	520	520	
Масса, кг		47	135	138	220	225
Способ установки		напольный, подвесной потолочный, подвесной настенный				

Роботы FANUC Robotics серии Arc Mate разработаны специально для дуговой сварки и за счёт оптимизации конструкции имеют увеличенную рабочую зону (рис. 2.9). Для простановки сварных швов на гайках приварных применим ПР АМ 120iB.

Различают несколько вариантов компоновки манипулятора для дуговой сварки в зависимости от размещения на нём сварочного оборудования: горелки, механизма подачи, катушки со сварочной проволокой.

При использовании роботов малой грузоподъёмности без дополнительной загрузки – 50iB/3L, IRB 140, KR 3 на фланце кисти манипулятора 1 крепится сварочная горелка 2, а всё остальное оборудование: механизм подачи проволоки 3, катушка с проволокой 4, контроллер 5, источник питания сварочной дуги 6 размещается стационарно (рис. 2.10, а). Такая компоновка манипулятора не позволяет подавать сварочную проволоку на большие расстояния (более 5 м) и применяется для сварки с малыми транспортными (региональными перемещениями сварочного инструмента) компактных деталей.

Манипуляторы с возможностью дополнительной нагрузки на ось А3 (100iB, IRB 1400, KR 6/2, UP 6 и др.) позволяют разместить механизм подачи сварочной проволоки на основании руки (рис. 2.10, б). Это делает сварочный робот более универсальным, даёт возможность увеличить его региональные перемещения, массу катушек до 400 кг, расстояние подачи проволоки до 10 м и более. В этом случае применяется принцип «тяги-толкая» - толкающий механизм расположен вблизи катушки 4, а дополнительный тянущий механизм 3 размещается на основании руки.

При использовании манипуляторов большой суммарной грузоподъёмности (IRB 2400/16, UP 20, KR 30, KR 210 S2000) возможно размещение катушки сварочной проволоки на карусели манипулятора (рис. 2.10, в). Это позволяет упростить механизм подачи проволоки, упростить конструкцию РТК за счёт отказа от длинных подвесных кабелей подачи.

В данном дипломном проекте предусмотрим компоновку манипулятора для дуговой сварки с размещением механизма подачи на основании руки (рис. 2.10, б).

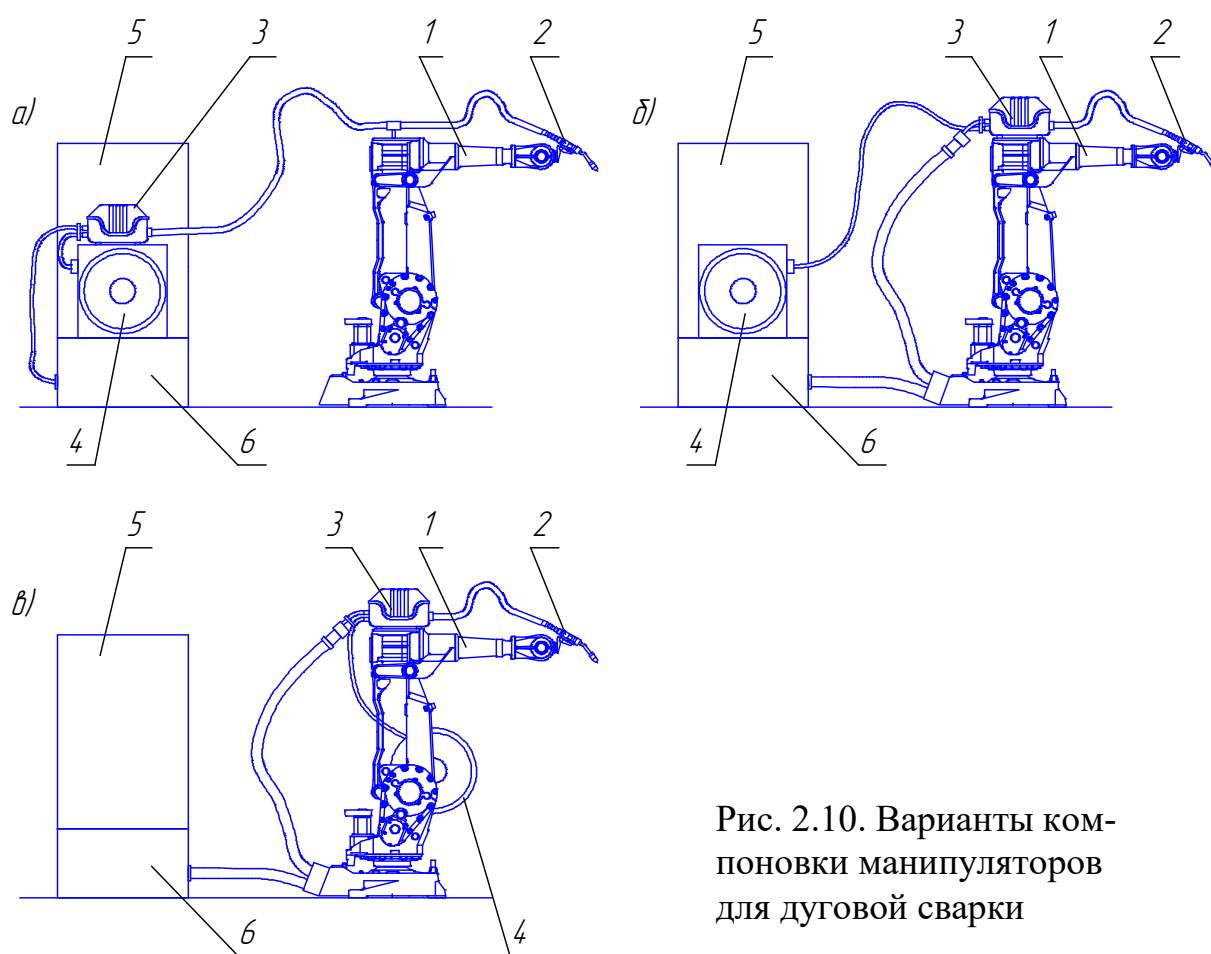


Рис. 2.10. Варианты компоновки манипуляторов для дуговой сварки

3. КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И СВАРКИ

Технологический процесс сборки и сварки (рис. 3.1) состоит из следующих операций:

- Рабочий берёт из тары обратной кронштейн крепления ремней безопасности и укладывает его на ложементы транспортёра подачи. Точность позиционирования деталей на транспортёре подачи составляет 0,1 мм и гарантируется системой прижимов и упоров на каждой секции;
- Манипулятор А 520i поворачивается на схват и при помощи магнитного схвата, установленного на фланце для крепления рабочего инструмента кисти робота, захватывает кронштейн крепления с транспортёра;
- Манипулятор А 520i позиционирует кронштейн относительно электродов сварочной машины. При этом происходит автоматическая подача в нижний электрод одной гайки и сварка;
- Манипулятор А 520i переставляет деталь так, чтобы приварить гайку на следующее место, происходит сварка второй гайки;
- Манипулятор А 520i позиционирует кронштейн относительно поста дуговой сварки, манипулятор АМ 120iВ производит простановку четырёх швов.
- После приварки всех гаек манипулятор позиционирует кронштейн над склизом и отпускает деталь, которая скатывается в тару обратную.

Всего цикл сборки и сварки занимает 6 секунд.

Наименование операции	Содержание перехода и режим обработки	Эскиз операции	Оборудование, приспособление, инструмент	Вспомогательные материалы
1. Подготовка деталей к сварке	1.1. Промывка: Т воды 80 град Цельсия время – 0,3 мин. 1.2. Сушка: Т воздуха 150..200 град Цельсия время – 1 мин.		1.1. Камера помывочная 1.2. Камера сушильная	1. 1..15% р-р кальцинированной соды 1.2. Воздух сжатый
2. Загрузка деталей	2.1. Загрузить в бункер гайки приварные 1/40995/00 – 150 кг 2.2. Взять из тары обратной 12 кронштейнов крепления (2123-5101292) и уложить в ячейки транспортера 2.3. Нажать кнопку "пуск" двуручного включения		2.1. Тара обратная 2.2. Транспортер-накопитель 2.3. Оператор – 1 чел 2.4. Бункер-накопитель	2.1. Рукавицы
3. Сварка	3.1. Автоматическая работа комплекса по заданной программе 3.2. Автоматическая закладка гайки в электрод нижний 3.3. А-520 позиционирует кронштейн крепления (2123-5101292) относительно МР макс. скорость перемещения – 2000 мм/с, точность позиционирования < 0,1 мм 3.4. Сварка на МР одной гайки I=17..19 кА, t=0,22..0,24 сек, F=3,5..4,0 кН Варить 2 гайки по рисунку 3.5. А-520 позиционирует кронштейн крепления (2123-5101292) относительно АМ120В: макс. скорость перемещения – 2000 мм/с, точность позиционирования < 0,1 мм 3.6. АМ120В выполняет 4 шва по рисунку: ток сварки – 90..100 А, напряжение дуги – 18..22 В, вылет 8..12 мм, диаметр проволоки – 0,8 мм, расход CO₂ – 6..8 л/мин		3.1. А-520 – 1 шт. 3.2. МР – 1 шт. 3.3. Транспортер подачи 3.4. Податчик гаек 3.5. АМ120В – 1 шт.	3.1. Электроды 3.2. Вода техническая 3.3. Воздух сжатый 3.4. Проволока Св-08ГС ГОСТ 2246-70* 3.5. Углекислый газ сварочный 1-го сорта ГОСТ 8050-64*
4. Разгрузка	4.1. Автоматическое перемещение и сброс сваренного кронштейна крепление регулятора (2123-5101290) в тару обратную		4.1. А-520 – 1 шт. 4.2. Тара обратная	4.1. Воздух сжатый
5. Контроль качества	5.1. Визуальный контроль качества сварного соединения 100%: отсутствие выплесков, прожогов, наличие теплового следа, снятия рельефа не допускается 5.2. Разрушающий контроль качества 0,1% от партии: усилие сворачивания гайки не менее 65 Нм		5.1. Ключ гаечный моментный	5.1. Рукавицы 5.2. Ветошь техническая

Рис. 3.1. Технологический процесс сборки и сварки