

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Материаловедение

Методические указания по выполнению курсовой работы
для студентов специальности 1-19 01 01 «Дизайн»
специализации 1-19 01 01-01 «Дизайн объемный»

Витебск
2017

УДК 620.9 (476)

Составители:

А. С. Ковчур, Р. В. Окунев, Е. В. Белов

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 6 от 27.09.2017.

Материаловедение : методические указания по выполнению курсовой работы / сост. А. С. Ковчур, Р. В. Окунев, Е. В. Белов. – Витебск : УО «ВГТУ», 2017. – 35 с.

Методические указания являются руководством по выполнению курсовой работы по курсу «Материаловедение», определяют порядок выбора студентом темы работы, общие требования, предъявляемые к курсовой работе, освещают последовательность ее подготовки, требования к структуре, содержанию и оформлению как самой работы, так и использование программных продуктов, научно-справочного аппарата и приложений.

УДК 620.9 (476)

© УО «ВГТУ», 2017

Содержание

Введение.....	4
1 История создания промышленного робота.....	5
2 История фирмы «FUJITSU FANUC».....	7
3 Инвариантное обоснование конструкции объекта проектирования.....	8
4 Проработка видоопределяющих элементов (деталей) объекта проектирования.....	13
5 Комплексный анализ и обоснованный выбор материалов для изготовления видоопределяющих элементов.....	18
6 Описание технологических процессов изготовления видоопределяющих элементов.....	20
Заключение.....	25
Список использованных источников.....	26
Приложение А. Чертежи.....	27
Приложение Б. Пример оформления титульного листа пояснительной записки.....	34

Введение

Курс «Материаловедение» для студентов специальности 1-19 01 01 «Дизайн» по направлению специальности 1-19 0101-01 «Дизайн объемный» согласно ОСВО 1-19 01 01-2013 входит в цикл специальных дисциплин. Ввиду особенности преподавания и ментальности студентов творческих специальностей при освоении специальных дисциплин принято решение методические указания оформить в виде, максимально приближенном к примеру выполнения. Исходными данными для моделирования объекта послужили качественные и количественные характеристики промышленного робота М-1 серии роботов М «FANUC Robot» компании «FUJITSU Fanuc».

Тема курсовой работы в настоящий момент весьма актуальна, так как роботизация является важной и своевременной задачей. Есть перспективы и настоятельная необходимость широкого внедрения промышленных роботов в производство. Однако помимо физических характеристик, качества выполняемых роботом операций и прочих параметров, необходимых для выполнения поставленных задач, к промышленным роботам также, хоть и в меньшей мере, предъявляют требования к внешней форме. Она должна сочетать в себе эстетичность и одновременно функциональность, что важно, в первую очередь, при работе и обслуживании робота. Немаловажную роль играет также цветовое решение корпуса, помогающее акцентировать внимание на объекте, что особенно учитывается техникой безопасности.

Целью курсовой работы является выбор материалов и технологическая проработка дизайна объекта для создания макета робота с указанием степеней свободы.

Задачи курсовой работы:

- сбор информации об истории возникновения промышленных роботов и развитии компании «FUJITSU Fanuc»;
- изучение вариантов конструкций промышленных роботов по каталогам производителей; изучение чертежей, качественных и количественных данных по прототипу робота М-1;
- проведение инвариантного обоснования конструкции объекта; проработка дизайна видоопределяющих элементов робота;
- комплексный анализ и обоснованный выбор материалов для изготовления; описание технологических процессов изготовления видоопределяющих элементов; создание 3D-модели робота на основе чертежей прототипа с учетом разработанного дизайна.

Основные методы, используемые в курсовой работе, – это анализ данных, изучение аналогов, обобщение, морфологический анализ прототипа, классификация промышленных роботов, сравнение их характеристик, внешней формы и выполняемой функции. Также используется метод моделирования.

1 История создания промышленного робота

Слово «робот» было придумано чешским писателем Карелом Чапеком и впервые использовано в пьесе Чапека «Р.У.Р.» («Россумские универсальные роботы», 1921). До появления промышленных роботов считалось, что роботы должны выглядеть подобно людям.

Современные предшественники промышленных роботов – это различного рода устройства для манипулирования на расстоянии объектами, непосредственный контакт с которыми опасен или невозможен для человека. Первые *манипуляторы* с ручным или автоматизированным управлением были пассивными, т. е. механизмами без приводов, и служили для повторения на расстоянии движений руки человека целиком за счет его мускульной силы.

Первые манипуляторы с приводами были созданы в 1940–1950 гг. для атомной промышленности. Подобные устройства также стали применяться в глубоководной технике, металлургии и ряде других отраслей.

В 1954 году американский инженер Дж. Девол получил патент на робота промышленного назначения. Вместе с Д. Энгельбергом в 1956 г. он организовал первую в мире компанию по выпуску промышленных роботов «Unimation» (сокр. «Universal Automation» (универсальная автоматика).

В 1959 году фирма «Консолидейтед Корпорейшн» (США) опубликовала описание манипулятора с числовым программным управлением (ЧПУ). В 1961 г. был разработан манипулятор, управляемый от ЭВМ и снабженный захватным устройством, очувствленным с помощью различного типа датчиков. Этот манипулятор МН-1 (рис. 1.1) получил название «рука Эрнста» по фамилии его создателя.

В 1962 году в США были созданы первые в мире промышленные роботы «Юнимейт» и «Версатран». Промышленный робот «Юнимейт» (рис. 1.1) имел 5 степеней подвижности с гидроприводом и двухпальцевое захватное устройство с пневмоприводом. Перемещение объектов массой до 12 кг осуществлялось с точностью 1,25 мм.



Рисунок 1.1 – «Юнимейт» – первый промышленный робот

Основное развитие промышленных роботов началось в конце 60-х – начале 70-х годов, когда в 1969 году в Стенфордском университете студент факультета машиностроения Виктор Шейнман (Victor Scheinman) разработал прототип современного робота, отдаленно воспроизводящего возможности человеческой руки, Stanford arm (рис. 1.2) с шестью степенями свободы, электрическими приводами и компьютерным управлением.

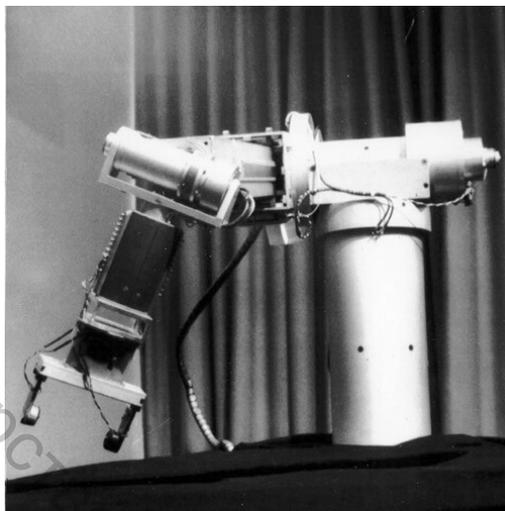


Рисунок 1.2 – Робот «Stanford arm»

Дальнейший рост промышленной робототехники был обусловлен развитием компьютера, электроники и масштабным расширением компаний на рынке автомобилестроения – основных заказчиков роботов. General Motors в 80-х годах потратила более 40 миллиардов долларов на разработки в области автоматизации. Появление в 70-х гг. микропроцессорных систем управления и замена специализированных устройств управления на программируемые контроллеры позволили снизить стоимость роботов в три раза, сделав рентабельным их массовое внедрение в промышленности.

Основным рынком роботов считается внутренний рынок Японии, на котором находится большинство компаний по их производству: Fuji, Denso, Epson, Fanuc, Intelligent Actuator, Kawasaki, Nachi, Yaskawa (Motoman), Nidec, Kawada. В 1995 году из 700 000 роботов, используемых в мире, 500 000 работали в Японии.

Первые серьезные результаты по созданию и применению роботов в СССР относятся к 1960-м гг. В 1966 г. был разработан автоматический манипулятор с простым цикловым управлением для переноса и укладывания металлических листов. Первые промышленные образцы современных промышленных роботов с позиционным управлением были созданы в 1971 г. (УМ-1, «Универсал-50», УПК-1). В 1968 г. был создан первый управляемый ЭВМ подводный автоматический манипулятор. В 1971 г. в Ленинградском политехническом институте были построены образцы интегральных роботов, снабженных развитой системой осязания, включая техническое зрение и речевое управление.

К концу 1980 г. парк промышленных роботов в стране превысил 6000 шт. и составлял более 20 % парка роботов в мире, а к 1985 г. превысил 40 тыс. шт., в несколько раз превзойдя парк роботов США и достигнув 40 % мирового парка.

С распадом СССР прекратилось серийное производство роботов. В результате к 1995 г. разработки и применение роботов в России сузились до задач обеспечения невыполнимых без роботов.

На рубеже 2000 г. начал восстанавливаться парк роботов в промышленности. В докризисный 2007 год было внедрено до 200 роботизированных систем с общей численностью около 8000 промышленных роботов по стране. Для примера, за тот же год в США было внедрено около 34 тыс., Европе – 43 тыс., Японии – 59 тыс. роботизированных систем.

Сейчас стоимость электроники продолжает снижаться, что делает рентабельным массовое внедрение роботов в промышленность. Быстро развиваются технологические роботы, выполняющие такие операции, как высокоскоростное резание, окраска, сварка.

На данный момент роботизация производства является важной и своевременной задачей. Есть перспективы и настоятельная необходимость широкого внедрения промышленных роботов на производстве.

2 История фирмы «FUJITSU FANUC»

FANUC CORPORATION – японская компания, производитель ЧПУ, промышленных роботов и систем промышленной автоматизации. Название является акронимом от полного названия *Factory Automation NUmberical Control* («Автоматизация технологических процессов и Числовое управление»). Девиз компании: *Сильные, Умные, Желтые*.

Fanuc ведет историю своего производства с 1956 года, когда была основана «FUJITSU Fanuc» – дочерняя компания концерна «FUJITSU LTD».

Изначально компания изготавливала автоматические режущие инструменты, но в 1972 году переключилась на выпуск роботов и систем управления. К 1974 году был разработан первый промышленный робот и успешно внедрен на собственном производстве компании «FANUC».

В 1977 году компания начала экспансию на внешние рынки. На данный момент фирма имеет представительства по всему миру (14 компаний в Азии, 4 – в Америке, 21 – в Европе).

В период с 2003 по 2008 гг. были открыты 11 европейских представительств компании «FANUC Robotics» (Бельгия, Великобритания, Венгрия, Германия, Италия, Испания, Польша, Россия, Франция, Чехия и Швейцария). К 2008 году «FANUC Robotics» было установлено 200 000 роботов по всему миру.

В 2009 году группа компаний FANUC вышла на 308 место в списке 500 самых крупных компаний в мире, публикуемом ежегодно Financial Times. FANUC занимает второе место в рейтинге наиболее успешных компаний Японии (сразу после Nintendo и перед фирмами Canon, Toyota, Honda).

Компания FANUC разрабатывает продукцию высокого качества, характеризующуюся «интеллектуальностью», «сверхточностью» и «высокой функциональностью». Все изделия компании FANUC разрабатываются и производятся в Японии. Внедряя высокотехнологичное оборудование на своих собственных заводах, компания FANUC наглядно показала, что автоматизация и роботизация гарантирует высокую производительность и сокращение расходов в промышленном производстве.

На данный момент компания выпускает более 10-ти серий промышленных роботов, которые отличаются грузоподъемностью, особенностями управления, размерами и сферами применения. Компания обладает самым широким в мире ассортиментом роботов, которые действуют в соответствии с тремя правилами: «Вижу» – «Думаю» – «Выбираю».

В свое время дочерней компанией концерна «FUJITSU LTD», а именно «FUJITSU Fanuc», была разработана линейка роботов, получивших название «FANUC Robot». Она включала в себя серии роботов M, A и S. Серия M представлена такими роботами, как M-00, M-0, M-1, M-2, M-1/1, Sirobot-2, M-3 (рис. 2.1).

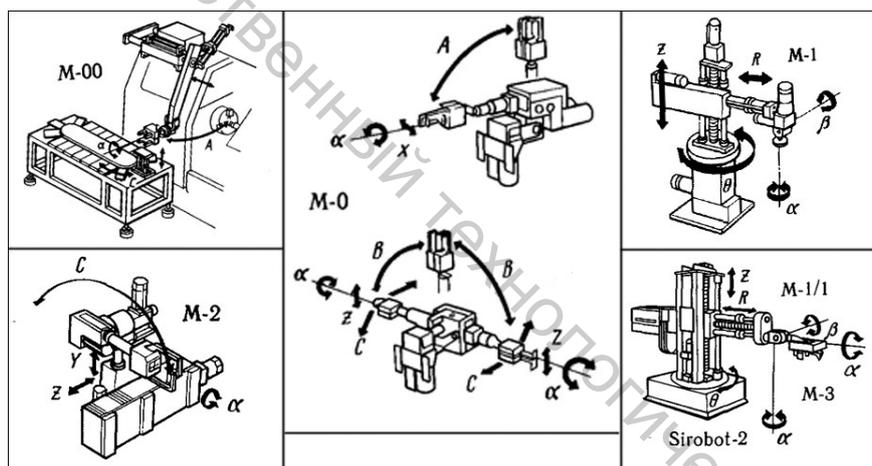


Рисунок 2.1 – Серия роботов M «FANUC Robot»

3 Инвариантное обоснование конструкции объекта проектирования

Промышленный робот – автономное устройство, состоящее из механического манипулятора и перепрограммируемой системы управления, которое применяется для перемещения объектов в пространстве и для выполнения различных производственных процессов.

Промышленные роботы могут выполнять основные технологические операции (сварка, окраска, сборка и др.) и вспомогательные технологические операции (загрузка – выгрузка технологического оборудования, транспортные и др.), которые позволяют улучшить качество изготавливаемых деталей и увеличить производительность труда [1].

Классификация промышленных роботов.

По характеру выполняемых операций роботов подразделяют на три группы: а) производственные, или технологические, – для основных операций технологических процессов; б) подъемно-транспортные, или вспомогательные, выполняющие действия типа «взять – перенести – положить»; в) универсальные для различных операций – основных и вспомогательных.

По специализации роботов подразделяют на: а) специальные, выполняющие строго определенные технологические операции; б) специализированные, или целевые, предназначенные для выполнения технологических операций одного вида (сварки, сборки, окраски и т. п.); в) универсальные, или многоцелевые, ориентированные на выполнение как основных, так и вспомогательных технологических операций.

Системы основных координатных перемещений. По этому признаку промышленные роботы делятся на системы с прямоугольной, полярной и ангулярной системами координат.

По числу степеней подвижности. Роботы имеют от трех до шести и более степеней подвижности. Принципиально трёх степеней подвижности достаточно для вывода концевой точки манипулятора в любую точку обслуживаемого роботом пространства. Ещё три степени подвижности необходимы, чтобы в этой точке осуществлять любую угловую ориентацию захватного устройства или инструмента.

Грузоподъёмность. Сверхлёгкие (до 1 кг), лёгкие (до 10 кг), средние (до 200 кг), тяжёлые (до 1000 кг) и сверхтяжёлые (свыше 1000 кг).

Конструктивное исполнение. Роботов выполняют встроенными в оборудование, подвесными и напольными.

По виду производства: литейные, сварочные, кузнечно-прессовые, для механической обработки, сборочные, окрасочные, транспортно-складские.

По типу силового привода: электромеханический, пневматический, гидравлический, комбинированный.

По подвижности основания: мобильные, стационарные.

По виду программы: с жесткой программой, перепрограммируемые, адаптивные, с элементами искусственного интеллекта.

По характеру программирования: позиционное, контурное, комбинированное.

Согласно данным классификациям робот М-1 является:

- по характеру выполняемых операций подъемно-транспортным роботом, выполняет действия типа «взять – перенести – положить»;
- робот является специализированным;
- имеет цилиндрическую систему координат с 2 поступательными и 3 вращательными движениями;
- число степеней подвижности равняется 5;
- М-1 – это робот средней грузоподъёмности (до 200 кг);
- по конструктивному исполнению робот является напольным;
- по виду производства: выполняет транспортно-складские операции;

- имеет комбинированный тип силового привода (электромеханический и гидравлический);
- по подвижности основания является стационарным;
- по характеру программирования – робот имеет позиционное программирование.

В таблице 3.1 дана сравнительная характеристика робота М-1 относительно других роботов серии М.

Таблица 3.1 – Сравнительная характеристика робота М-1

Серия, модель	Грузоподъемность, кг	Число степеней подвижности	Число программируемых координат	Система управления	Объем памяти системы управления (число точек)	Погрешность позиционирования, ± мм	Примечания
Серия М: М-00	10 или 5x2	5	1	Позиционная		1,0	Возможно оснащение двухпозиционным захватным устройством. Объем памяти определяется СПУ станка
М-0	10	6				0,5	
М-1/1	20	3-5			300	1,0	С системой управления от СПУ станка
М-1	20	3-5	3-5				Автономная система управления с компоновкой вместе или отдельно от механической системы ПР
М-2	40	4	1				Управление от СПУ станка
Sirobot-2	30	5	5				Возможно оснащение двухпозиционным захватным устройством
М-3	50	3-5	3-5		50-704		
					300-6000		

Структура промышленного робота и его основные элементы.

Функциональная схема промышленного робота состоит из механической части и системы управления этой механической частью, которая в свою очередь получает сигналы от сенсорной части. Механическая часть робота делится на манипуляционную систему и систему передвижения. Упрощенная блок-схема промышленного робота представлена на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Упрощенная блок-схема промышленного робота

Система программного управления (СПУ) (пульт управления, запоминающее устройство и т. д.) служат для непосредственного формирования и выдачи управляющих сигналов. Информационно-измерительная система (ИИС) (устройства обратной связи, датчики) предназначена для сбора и первичной обработки информации для системы управления о состоянии элементов, механизмов и внешней среды.

Основные элементы робота М-1 представлены на рисунке 3.2.

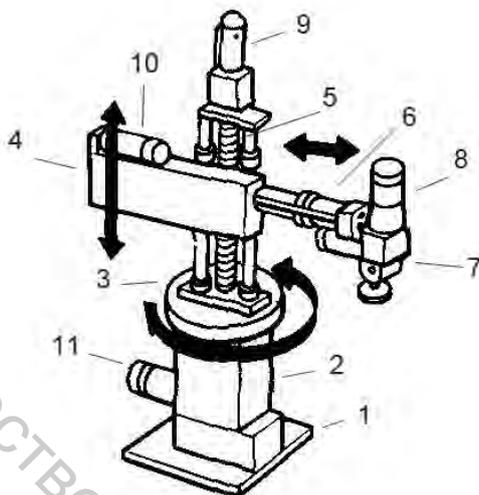


Рисунок 3.2 – Основные элементы робота М-1:

- 1 – основание; 2 – корпус; 3 – поворотная платформа; 4 – агрегат вертикального перемещения; 5 – винт; 6 – рука; 7 – манипулятор с захватным устройством; 8 – привод манипулятора; 9 – привод агрегата вертикального перемещения; 10 – пневмопривод руки; 11 – электропривод поворотного механизма

Опорные, или несущие, конструкции (основания, корпуса, стойки, колонны и т. п.) предназначены для размещения всех устройств и агрегатов промышленного робота, а также обеспечения необходимой прочности и жесткости манипулятора.

Манипуляционная система (многозвенный пространственный механизм с разомкнутой кинематической цепью) служит для переноса и ориентации рабочего органа или объекта манипулирования в заданной точке рабочей. Манипулятор оснащен приводами и рабочим органом. Рабочий орган манипулятора (захватное устройство или рабочий инструмент) предназначен для непосредственного воздействия на объект манипулирования при выполнении технологических операций. Захватное устройство устанавливают непосредственно на руке робота.

Привод (энергоустановка, двигатели и передаточные механизмы) необходим для преобразования подводимой энергии в механическое движение исполнительных звеньев манипулятора.

Устройство передвижения предназначено для перемещения манипулятора в необходимое место рабочего пространства и конструктивно состоит из ходовой части и приводных устройств.

Наиболее простые манипуляторы имеют три, реже две, подвижности. Такие манипуляторы значительно дешевле в изготовлении и эксплуатации, но предъявляют специфические требования к организации рабочей среды. Оборудование должно располагаться относительно такого робота с требуемой ориентацией.

В качестве захватного устройства на роботе М-1 используются вакуумные присоски. Они используются, когда необходимо поднять, переместить, перевернуть плоские объекты (детали, заготовки, упаковочные материалы и т.д.). Вакуумные присоски выполняют роль элемента, соединяющего захват (систему захватов) и деталь. Они состоят непосредственно из присоски (эластичной части) и соединительного элемента (ниппеля).

Вакуумную присоску к детали прижимает внешнее давление, т. к. оно больше давления между присоской и деталью. Эта разность давлений создается присоединением присоски к генератору вакуума, который откачивает воздух из области, расположенной между присоской и деталью.

Используются различные формы вакуумных присосок. Универсальные присоски удовлетворяют очень широким требованиям. Присоски для специальных применений разрабатываются с учетом требований в конкретной отрасли промышленности. В зависимости от формы различают плоские и гофрированные вакуумные присоски.

Плоские присоски (круглые, овальные, высокие и очень низкие) обычно используются для захвата деталей с плоской или немного изогнутой поверхностью. Плоская форма и малый внутренний объем обеспечивают минимальное время для создания вакуума.

Гофрированные присоски используются, когда необходимо компенсировать изменяющуюся высоту деталей, манипулировать деталями с неровными поверхностями. Гофры на присосках позволяют присоскам быть особенно гибкими и адаптирующимися.

На роботе М-1 установлена универсальная плоская присоска (рис. 3.3) для перемещения гладких и слегка шероховатых заготовок, таких как стальные листы, картон, стеклянные пластины, пластиковые части и деревянные доски.

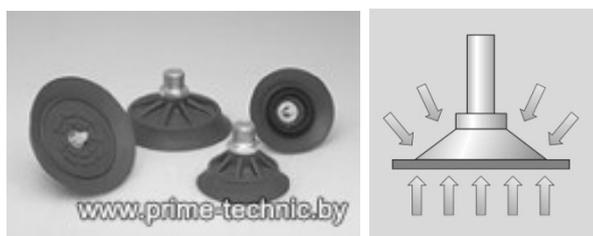


Рисунок 3.3 – Вакуумные присоски робота М-1

Робот М-1 имеет 5 степеней подвижности. Числом степеней подвижности промышленного робота является сумма возможных

координатных движений объекта манипулирования относительно опорной системы (стойки, основания).

Рабочее пространство промышленного робота — пространство, в котором может находиться исполнительный орган (устройство) промышленного робота. *Рабочая зона* — пространство, в котором может находиться рабочий орган (например, рука) при функционировании. *Зона обслуживания* — часть рабочей зоны, где полностью сохраняются заданные (паспортные) значения технических характеристик промышленного робота.

На рисунке 3.4 представлена схема возможных движений робота М-1. Помимо этого представлена количественная характеристика степеней подвижности робота. Так, поворотная платформа Q имеет угол поворота 300° , манипулятор с захватным устройством — $\beta = 190^\circ$, само захватное устройство (вакуумная присоска) — $\alpha = 300^\circ$. Минимальное и максимальное значения подъема/спуска каретки Z — 550 и 1300 мм соответственно, выдвижения руки робота R — соответственно 550 и 1100 мм.

Робот М-1 осуществляет погрузочно-разгрузочные операции, связывая транспортные потоки. Типичный пример применения робота М-1 для связи трех конвейеров показан на рисунке 3.5.

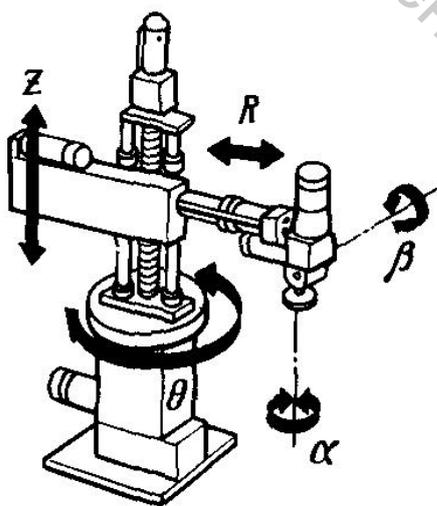


Рисунок 3.4 – Схема движений робота М-1

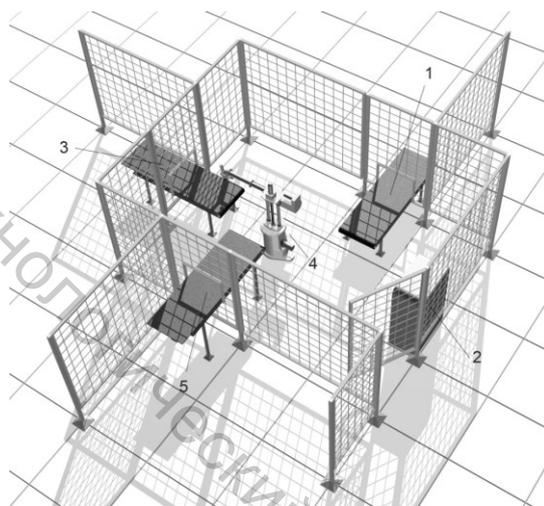


Рисунок 3.5 – Визуализация рабочей ячейки робота М-1:
1, 3, 5 – разноуровневые конвейеры;
2 – система управления роботом;
4 – робот

4 Проработка видеоопределяющих элементов (деталей) объекта проектирования

Согласно данным для моделирования объекта по качественным и количественным характеристикам промышленного робота М-1 серии роботов

М «FANUC Robot» компании «FUJITSU Fanuc» была построена 3D-модель объекта (рис. 4.1).

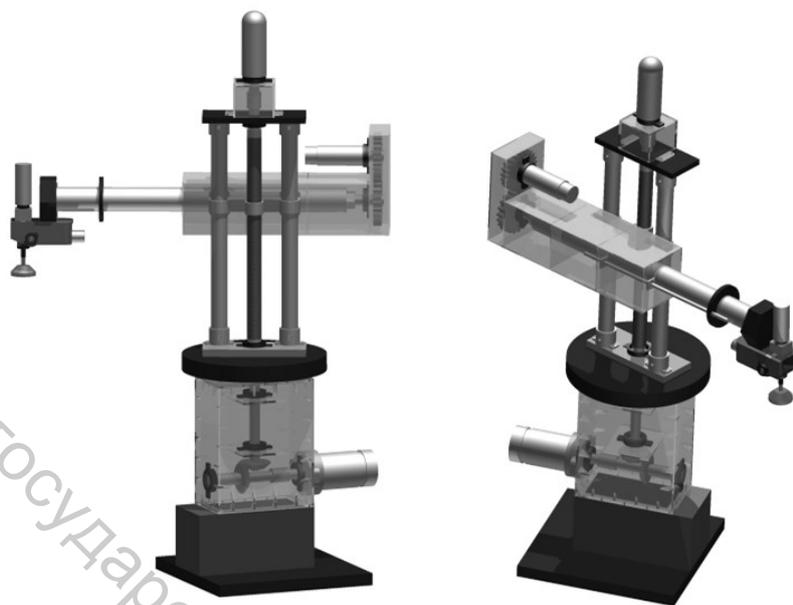


Рисунок 4.1 – 3D-модель робота M-1

В построенной 3D-модели показаны механизмы робота (рис. 4.2), используемые в дальнейшем для создания дизайн-макета изделия.

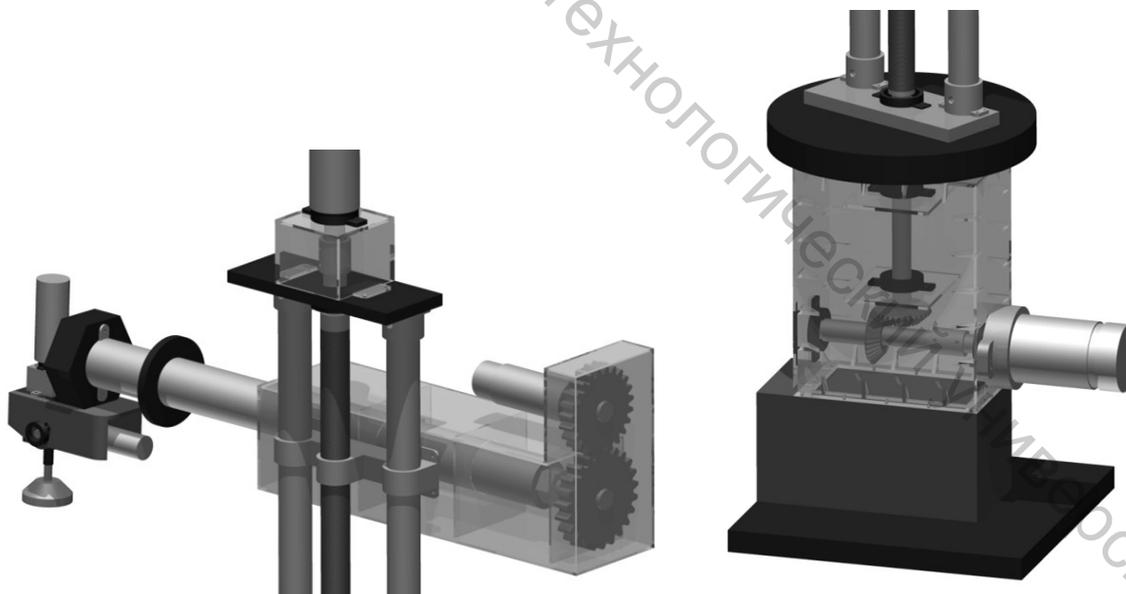


Рисунок 4.2 – 3D-модель механизмов робота

В качестве источников вдохновения для изменения дизайна робота M-1 использовался визуальный ряд линейки роботов компании «FUJITSU Fanuc» (рис. 4.3).

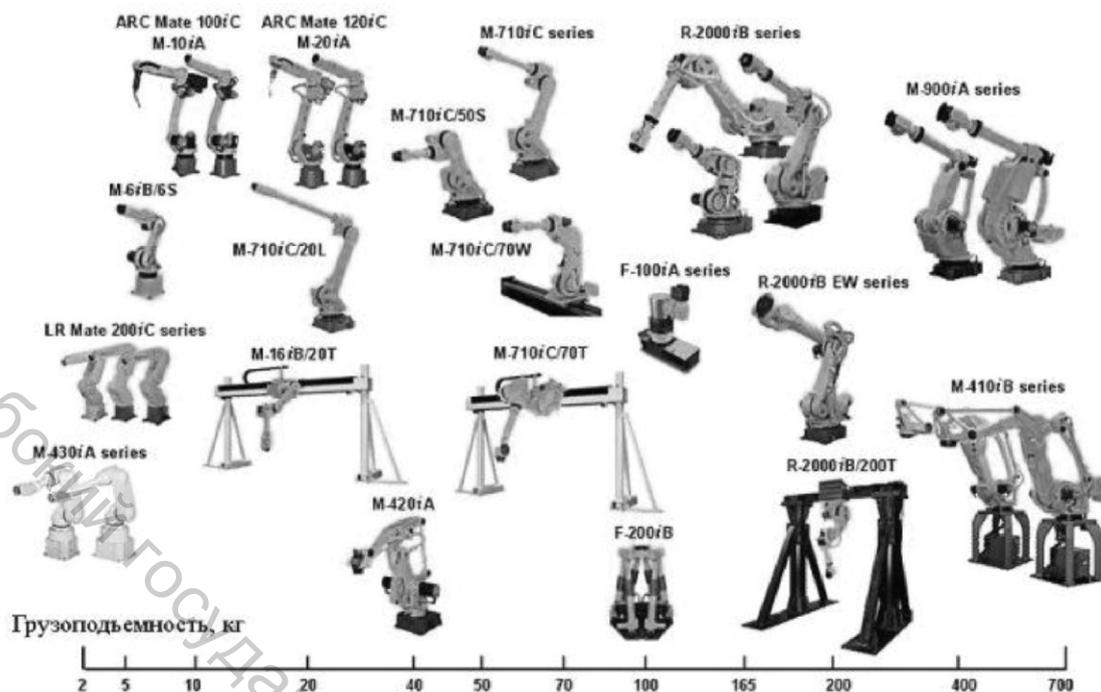


Рисунок 4.3 – Визуальный ряд роботов компании «FUJITSU Fanuc»

В линейке роботов компании «FUJITSU Fanuc» была замечена тенденция к бочкообразному основанию напольных роботов, представленному в виде колонн. Поверхности часто имеют фаски и скругления. Опорные, или несущие, конструкции (основания, корпуса, стойки и т. п.) имеют сложную форму, обусловленную расположением внутренних механизмов.

Робот М-1 является одним из более ранних прототипов роботов серии М. Общая его компоновка обусловлена выполняемой роботом функцией, необходимыми степенями подвижности и особым размещением внутренних механизмов. Робот обладает некоторой угловатостью из-за имеющихся в составе конструкции корпусов, выполненных в виде прямоугольных параллелепипедов. Они создают впечатление коробкообразности робота и придают ему несколько устаревший вид. Современные принципы формообразования предполагают иной взгляд на форму промышленных роботов.

Новые роботы серии М имеют меньшее количество отдельных частей корпуса, что позволяет сознанию воспринимать их сразу и в целом. Робот М-710i (рис. 4.4) также имеет интегрированный в корпус робота контроллер, что упрощает его установку и экономит место. Основу дизайна роботов «FUJITSU Fanuc» составляют исключительное соотношение компактности и величины рабочей зоны.

Особое отношение к цвету выражено также в девизе компании «Умные, сильные, желтые». Умные, т. к. главной задачей компании FANUC является неустанное развитие интеллекта производимых компанией роботов.



Рисунок 4.4 – Робот M-710i новой серии M

Сильные, т. к. компания FANUC является мировым лидером в автоматизации производства. Желтые. FANUC – единственная компания в секторе робототехники, которая разрабатывает и производит все основные компоненты на своих собственных предприятиях.

Желтый цвет является символом компании. Не только роботы выпускаются окрашенными в этот цвет. Он используется также в символике компании (рис. 4.5), в окраске ее офисов, расположенных в разных странах мира на нескольких континентах. Цвет объединяет в единую систему разрозненные офисы компании (рис. 4.6).

В визуальной системе сильная цветовая палитра является инструментом, вызывающим огромный эмоциональный резонанс. Правильно выбранный цвет вызывает необходимый отклик.

Психологи утверждают, что желтый цвет – самый счастливый цвет спектра, он внушает оптимизм и радость. Желтый цвет мгновенно регистрируется мозгом, стимулируя его работу и нервную систему. Поэтому его правильно использовать для окраски роботов на производстве. Яркие «акценты» цеха всегда будут регистрироваться глазом, что позволит повысить уровень безопасности [2].



Рисунок 4.5 – Символика компании Fanuc



Рисунок 4.6 – Завод в Японии у горы Фудзияма и офисы компании в разных странах

Высокая степень видимости желтого цвета способствует быстрому, четкому мышлению, о чем говорил теоретик цвета Фабер Биррен, который исследовал использование цветовых гамм в повседневной жизни. Желтый активно выступает в пространство, и поэтому считается самым заметным цветом; его предпочитают для дорожных знаков и различного рода упаковок. И конечно, легко заметить желтое такси на улице. Во многих странах желтый цвет означает успех, процветание и власть. В Японии он служит символом великодушия и благородства [3], а ведь компания FANUC родом из Японии. Поэтому выбор желтого цвета для окраски продукции кажется не случайным.

Согласно единому цветовому решению роботов компании «FUJITSU Fanuc», ориентируясь на новые способы формообразования в сфере промышленных роботов, в программе Autodesk Inventor Professional была создана 3D-модель робота M-1 с обновленным дизайном (рис. 4.7).

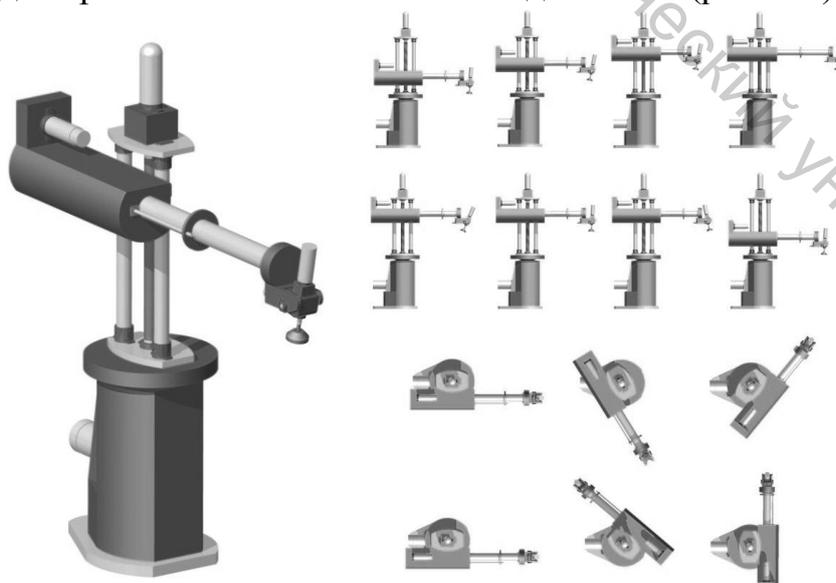


Рисунок 4.7 – 3D-модель робота M-1 с обновленным дизайном

Этот итоговый вариант дизайнерского решения будет использован для создания дизайн-макета объекта по созданным чертежам (приложение А) в масштабе 1:4.

5 Комплексный анализ и обоснованный выбор материалов для изготовления видеоопределяющих элементов

Основание и базовый корпус робота выполняют роль силовой конструкции, удерживая на себе весь вес робота и его внутренних механизмов. В качестве материала для них был выбран серый чугун. Этот чугун имеет хорошие литейные свойства, значительно дешевле других сплавов и достаточно прочный. Серый чугун – это сплав железа с углеродом, в котором невооруженным глазом видны включения пластинчатого, волокнистого и крабовидного характера. Свойства данного материала обеспечили ему широкое применение в машиностроении. Кристаллизуется он при довольно низких температурах, дает малую усадку, в жидком состоянии сохраняет высокую текучесть. Его литейные свойства оцениваются как высокие. Серый чугун служит основным материалом для цилиндров и поршней самых разных механизмов, станин станков и пр.

Детали, изготовленные из серого чугуна, могут относиться к первому или второму классу отливок. Ко второму классу обычно относят детали баз и корпусов станков, требующих повышенной прочности и износостойкости. В отличие от отливок первого класса, работающих на износ, детали второго класса на износ не работают, но, тем не менее, к ним тоже предъявляются требования по сохранению стабильной геометрической формы. Для гарантированного достижения необходимых показателей прочности рекомендуют использовать серый чугун следующих марок: СЧ 15-32, СЧ 21-40 и СЧ 28-48.

Тонкостенные внешние корпуса типа кожухов не выполняют роль силовой конструкции, а предназначены для защиты изделий от воздействия окружающей среды. Поэтому в качестве материала для изготовления кожуха механизма вертикального перемещения руки робота М-1 был выбран пластик.

Полиамид 6 (ПА 6) является конструкционным термопластом. Это материал с высокой механической прочностью. Сочетает высокую ударопрочность с жесткостью и стойкостью к ползучести. Материал стоек к истиранию. Полиамид 6 (ПА 6) является одним из наиболее широко применяемых конструкционных материалов. Марочный ассортимент отличается широким диапазоном механических характеристик: свойства материала значительно изменяются при введении модификаторов и наполнителей. Материал устойчив к автомобильному топливу, смазкам, углеводородам, нефтяным продуктам.

Также ПА 6 подходит для изготовления небольших деталей робота, скрывающих места соединений электрических приводов с валами или центральным винтом.

Корпус кисти робота, удерживающий на себе два привода, позиционирующих захватное устройство, требует особой прочности. Для его изготовления следует применять ударопрочный АБС пластик. Он обладает высокой стойкостью к ударным нагрузкам. Износостоек. Механические свойства меняются в широких пределах в зависимости от состава сополимера. Стоек к щелочам, смазочным маслам, растворам неорганических солей и кислот. Это один из наиболее часто применяемых материалов для корпусных деталей.

Материалом для механической части робота является сталь различных марок.

Валы передают крутящий момент и воспринимают действующие силы со стороны расположенных на них деталей или опор. Наиболее часто валы производятся из качественной легированной конструкционной стали ГОСТ 4543-71. Примером такого материала служит сталь марки 40ХН – это конструкционная легированная сталь. Она используется в промышленности для производства осей, валов, шатунов, зубчатых колес, муфт, шпинделей, болтов, рычагов, штоков, цилиндров и других ответственных нагруженных деталей, подвергающихся вибрационным и динамическим нагрузкам, к которым предъявляются требования повышенной прочности.

В механизмах робота присутствуют конические и цилиндрические прямозубые передачи, выполненные из конструкционной легированной стали марки 45ХН, из которой изготавливают также шатуны, шестерни, шпиндели, муфты, болты и другие ответственные детали.

Для шариковых подшипников используется конструкционная подшипниковая сталь марки ШХ15, т. к. от них требуется высокая твердость, износостойкость и контактная прочность. Для крупногабаритных колец роликоподшипников со стенками толщиной более 20–30 мм, роликами диаметром более 35 мм используется сталь ШХ15СГ. При помощи такого роликоподшипника двигается круглая поворотная платформа, на которой крепятся винт и направляющие, по которым перемещается рука робота.

Винт, направляющие трубки и цилиндрический корпус руки робота изготавливаются из стали 12Х18Н10Т. Эта специализированная нержавеющая сталь придает трубам долговечность и износостойкость. Металлические стальные трубы характеризуются безотказностью, долговечностью, надежностью. Марка стали 12Х18Н10Т устойчива к агрессивным средам, используется при производстве сосудов, работающих под высоким давлением.

В машиностроении как крепеж используются болты и гайки. Особенно незаменимы болты в тех случаях, когда крепежный элемент по диаметру более 10 мм. В качестве материала для их изготовления используются различные стали марок: 10КП, 20КП, 10, 20, 35, 20Г2Р.

При выборе материала вакуумной присоски для руки робота особое внимание уделяется способам применения и условиям эксплуатации. В зависимости от форм, размеров и сферы применения, выпускают вакуумные присоски из следующих материалов: NBR – пербунан; Si – силикон; NK –

натуральный каучук; НТ1 – высокотемпературный материал; ED – эластодур; PU – полиуретан; VU1 – вулкан; PVC – поливинилхлорид; FPM – фторкаучук; CR – хлоропрен; EPDM – этилен-пропиленовый каучук; EPDM MOS – пенная резина, изготовленная из этилен-пропиленового каучука; ECO – эпихлор. Т. к. робот М-1 является погрузочно-разгрузочным роботом, он может иметь несколько вариантов вакуумных присосок для взаимодействия с различными материалами. NBR подходит для работы с гладкими поверхностями типа стекол. Устойчив к постоянной деформации, стоек к воздействию масла и спирта. НК используется при транспортировании деревянных панелей. Обладает большей, чем NBR устойчивостью к постоянной деформации, стоек к воздействию спирта. НТ1 пригоден для перемещения пластика. Износостоек, обладает хорошей стойкостью к воздействию атмосферных факторов. Обладает превосходной стойкостью к воздействию озона, масла и спирта. Стоек к действию пара.

На лакокрасочные покрытия роботизированных технологических комплексов распространяется ГОСТ 22133-86. Он устанавливает общие требования по цвету, фактуре и классам используемых лакокрасочных покрытий.

Класс покрытий основных поверхностей, определяющих внешний вид станков, машин и промышленных роботов обычного исполнения, определяется по ГОСТ 9.032 как IV. При выборе систем лакокрасочных покрытий учитываются условия эксплуатации оборудования. Покрытия оборудования должны быть устойчивы к климатическим факторам и другим видам воздействия (смазочно-охлаждающих жидкостей, рабочих жидкостей и др.), определяющим условия эксплуатации. Вид климатического исполнения покрытий по ГОСТ 9.104 для условий умеренного климата – УХЛ4.

Цвета лакокрасочных покрытий оборудования разделяют на: основные, вспомогательные, сигнальные и отличительные. Психологическое воздействие сигнальных цветов следует использовать с целью привлечения внимания к опасности. Для захватных устройств промышленных роботов и другого оборудования, представляющего наибольшую опасность для работающих, используют лакокрасочное покрытие красного сигнального цвета.

6 Описание технологических процессов изготовления видоопределяющих элементов

Производственный процесс – совокупность всех взаимосвязанных действий, включая и сопутствующие, по превращению исходных материалов в продукцию определенного назначения и качества.

Технологический процесс – часть производственного процесса, в результате которого достигается изменение формы, размеров и свойств материалов и происходит последовательное соединение отдельных элементов в готовое изделие.

Технологический процесс изготовления всего изделия представляет собой совокупность технологических процессов изготовления отдельных деталей, их сборки. Каждая деталь имеет свой технологический процесс.

Далее будут рассмотрены технологические процессы изготовления элементов робота М-1 с обновленным дизайном. Для описания этих технологических процессов были выбраны следующие видоопределяющие элементы (рис. 6.1).

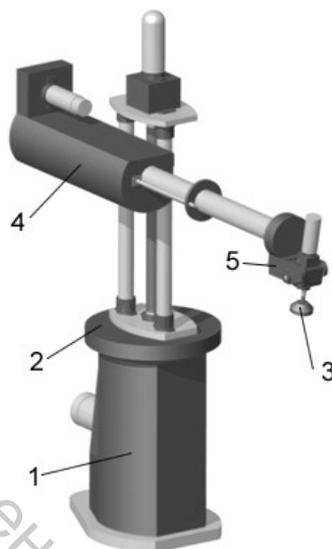


Рисунок 6.1 – Выбранные видоопределяющие элементы:

- 1 – базовый корпус; 2 – поворотная платформа; 3 – захватное устройство (вакуумная присоска); 4 – кожух агрегата вертикального перемещения; 5 – кожух руки робота

Базовый корпус и поворотную платформу робота изготавливают из серого чугуна путем литья по газифицируемым моделям. Такое литье, как новый технологический процесс, появилось в середине 50-х годов. Эта технология позволяет получать отливки весом от 10 грамм до 300 килограмм с чистотой поверхности Rz40, размерной и весовой точностью до 7 класса (ГОСТ 26645-85).

Технический процесс изготовления корпуса робота путем литья по газифицируемым моделям состоит из нескольких этапов:

1. Изготовление модели. Для изготовления модели используется литейный полистирол, который предварительно подвспенивается на паровой ванне и просушивается. В пресс-формы задувается подвспененный полистирол, пресс-форма устанавливается в автоклав и выдерживается до спекания гранул полистирола. Затем пресс-форму охлаждают и достают готовую модель. Детали литниковой системы вырезаются по шаблонам с использованием станка с компьютерным управлением. Элементы детали склеиваются в модель.

2. Производится окраска модели в 1 слой специальным противопожарным покрытием, путём окунания в ванну. Сушка окрашенных блоков производится в камере при температуре 40–60° С.

3. Формовка осуществляется в специальные опоки, на вибростоле, с постепенной засыпкой кварцевым песком. Сформованные опоки подаются на заливочный участок. Опоки подсоединяются к вакуумной системе и системе очистки газов. Наверх формы укладывается полиэтиленовая плёнка. После включения вакуумного насоса и системы очистки газов формовочный песок приобретает необходимую прочность.

4. Плавка чугуна осуществляется на индукторных печах емкостью 500 кг. Регулировка времени плавки при индукционном способе позволяет вносить легирующие компоненты в состав чугуна до момента розлива.

5. Заливка металла производится прямо в полистирольные стояки. Горячий металл выжигает (газифицирует) полистирол и занимает его место. Выделяющиеся газы отсасываются через слой антипригарной краски, в песок вакуумной системы. Металл точно повторяет форму полистирольного блока. Залитая модель остывает в песке.

6. Очистка и обрубка. После извлечения модели из опоки она проходит очистку от остатков антипригарного покрытия. От нее отделяется литниковая система. Обрезанные литники отправляются на дальнейшую переплавку.

7. Изготовление и окраска корпуса робота.

Корпуса типа кожухов получают литьем выбранного пластика под давлением. Литье под давлением – метод формования изделий из полимерных материалов, заключающийся в нагревании материала до вязкотекучего состояния и передавливании его в закрытую литьевую форму, где материал приобретает конфигурацию внутренней полости формы и затвердевает. Цикл формования изделия можно представить следующим образом (рис. 6.2).

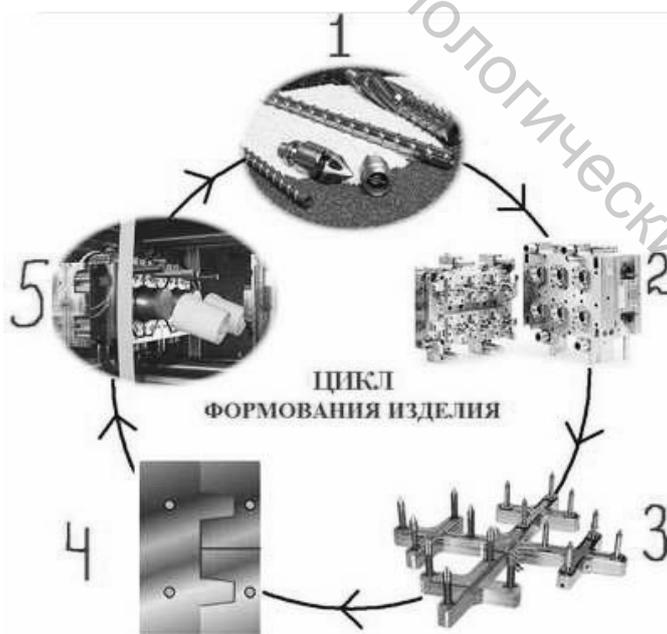


Рисунок 6.2 – Цикл формования изделия:

- 1 – пластикация материала в цилиндре машины;
- 2 – смыкание формы с усилием запираения;
- 3 – впрыск расплава и выдержка под давлением изделия;
- 4 – охлаждение изделия;
- 5 – раскрытие пресс-формы и извлечение изделия

После проектирования разъемных деталей кожуха изготавливают пресс-формы для их литья под давлением. Вначале сыпучий материал в виде гранул (хлопьев, порошка или частиц другой формы), находящийся в бункере, поступает в материальный цилиндр литейной машины (рис. 6.3).

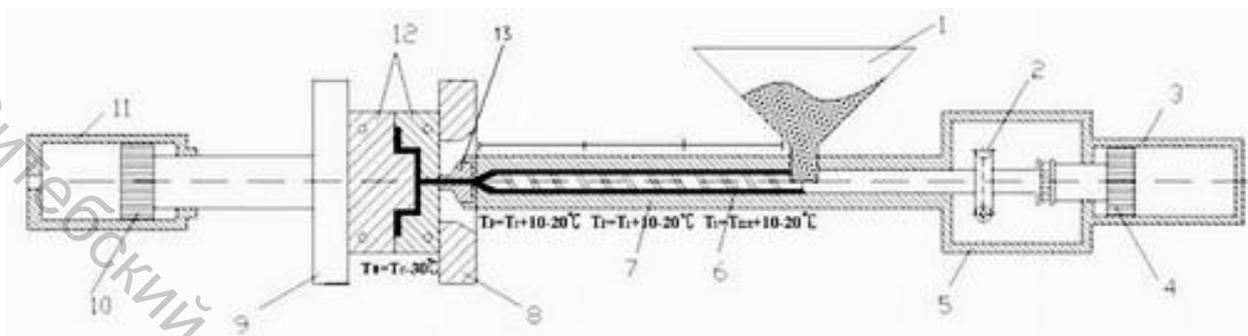


Рисунок 6.3 – Машина для литья под давлением

Полимер начинает плавиться, при этом он перемещается от зоны загрузки к зоне дозирования, а червячный винт по мере пластикации отходит назад в сторону зоны загрузки. В результате происходящего процесса перед червяком образуется порция гомогенизированного материала. Когда она набрана, шнек двигается в режиме поршня при помощи гидравлики, он двигается вперед и расплав впрыскивается в заранее сомкнутую литейную форму.

После впрыска расплава проводится выдержка изделия под давлением и охлаждение. Последний этап производства заключается в раскрытии пресс-формы и извлечении детали. После изготовления всех деталей кожухов робота производится их покраска и сборка.

Процесс формования изделия начинается с момента впрыска, и заканчивается охлаждением изделия и размыканием формы. Литье полиамида проводят при температуре на 6–11 град выше температуры его плавления, что обуславливает его частичное окисление. Поэтому в некоторых случаях литье полиамидов осуществляют в атмосфере азота или углекислого газа [4].

При выборе материала вакуумной присоски особое внимание уделялось способам применения и условиям эксплуатации. НК – натуральный каучук, использующийся для присосок, удобных при транспортировании деревянных панелей.

Основными процессами резинового производства являются: приготовление резиновых смесей, их переработка в изделия и вулканизация.

1. Процесс приготовления резиновой смеси включает сушку и просев порошкообразных материалов, входящих в ее состав. Просев производится с целью освобождения смеси от крупных включений и посторонних предметов. Каучук распаривается, режется на куски и подвергается вальцеванию для придания необходимой пластичности. После этого подготовленные

порошкообразные составляющие и каучук тщательно перемешивают до получения однородной массы в специальных смесителях.

2. Переработка резиновой смеси в изделие производится литьем под давлением. Это один из наиболее прогрессивных технологических процессов переработки резин в изделия. Литье вакуумной присоски производится на специальном прессе с литьевой камерой, в которую загружается резиновая смесь. В нижней части камеры имеются отверстия, через которые резиновая смесь пуансоном выдавливается в пресс-форму.

3. Завершающей операцией при изготовлении вакуумной присоски с целью повышения прочности резин на износ, твердости и эластичности является процесс вулканизации. Вулканизацию проводят в пресс-форме.

Завершающим этапом технологического процесса производства робота М-1 является сборка деталей в единую систему. Базовый корпус робота закрепляется на основании. В корпуса и кожухи робота монтируются валы, зубчатые передачи и прочие составляющие кинематических схем. Устанавливаются приводы и система энергоснабжения. На базовый корпус устанавливается поворотная платформа с закрепленными на ней винтом и направляющими руки робота. Монтируется рука робота, производится выбор и установка захватного устройства. Рука робота через крепления кожуха устанавливается на направляющие и винт. Робот программируется для производства проверки функционирования всех систем.

Заключение

По исходным данным для моделирования робота М-1 серии роботов М компании «FUJITSU Fanuc» была выполнена трехмерная модель с улучшенным дизайном. Основной проблемой при создании 3D-модели оказалось отсутствие подробных чертежей и параметрических данных этой конкретной модели производителя. Механизмы робота были разработаны согласно аналогам стационарных напольных роботов. По созданным чертежам была выполнена проработка дизайн-макета объекта с указанием степеней свободы робота.

Согласно целям курсовой работы также был проведен выбор материалов для изготовления видоопределяющих элементов промышленного робота. Описан технологический процесс их создания, обработки и итоговой сборки.

Были выполнены задачи по сбору информации об истории возникновения промышленных роботов и развитии компании «FUJITSU Fanuc». Изучены варианты конструкций промышленных роботов по каталогам и чертежам. Используются качественные и количественные характеристики прототипа робота М-1. Было проведено инвариантное обоснование конструкции объекта, проработан дизайн видоопределяющих элементов робота.

При создании нового дизайна робота М-1 особое внимание уделялось выбору определенной пластики, соответствующей современным принципам формообразования, применяемым в робототехнике. Визуальный образ робота М-1 изменился. Исчезла большая часть прямых углов. Робот получил новый объединенный базовый корпус, скругленными очертаниями более подходящий к круглой площадке поворотной платформы.

Особое внимание уделялось цвету окраски робота. Здесь было учтено и потребительское восприятие «желтых роботов» компании «Fanuc». Была принята во внимание эргономика выделения определенного цвета из окружающей среды. Примененная окраска робота позволяет воспринимать его отдельные элементы в целом, правильно соотнося габариты робота и окружающее пространство. Также были учтены требования безопасности, согласно которым для хватных устройств промышленных роботов следует применять лакокрасочные покрытия красного сигнального цвета.

В курсовой работе были использованы методы анализа данных, изучения аналогов, обобщения, морфологического анализа прототипа, классификации промышленных роботов, сравнения их характеристик, внешней формы и выполняемой функции.

Главным для создания дизайн-макета робота послужил метод трехмерного моделирования внутренних механизмов и нового дизайна робота в программе Autodesk Inventor Professional. Для визуализации 3D-модели использовалась программа Autodesk 3ds Max.

Список использованных источников

1. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы : справочник / Ю. Г. Козырев.– 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : «Машиностроение», 1988.
2. Терри Ли Стоун. Дизайн цвета. Практикум : практическое руководство по применению цвета в графическом дизайне / Терри Ли Стоун, Син Адамс, Норин Мориока. – Москва : РИП-холдинг, 2006.
3. Тина Саттон. Гармония цвета : полное руководство по созданию цветовых комбинаций / Тина Саттон, Брайд Вилен. – Издательство АСТ, 2004.
4. Барвинский, И. А. Литье пластмасс. Справочная информация для конструкторов и технологов. Версия 1.2.6.

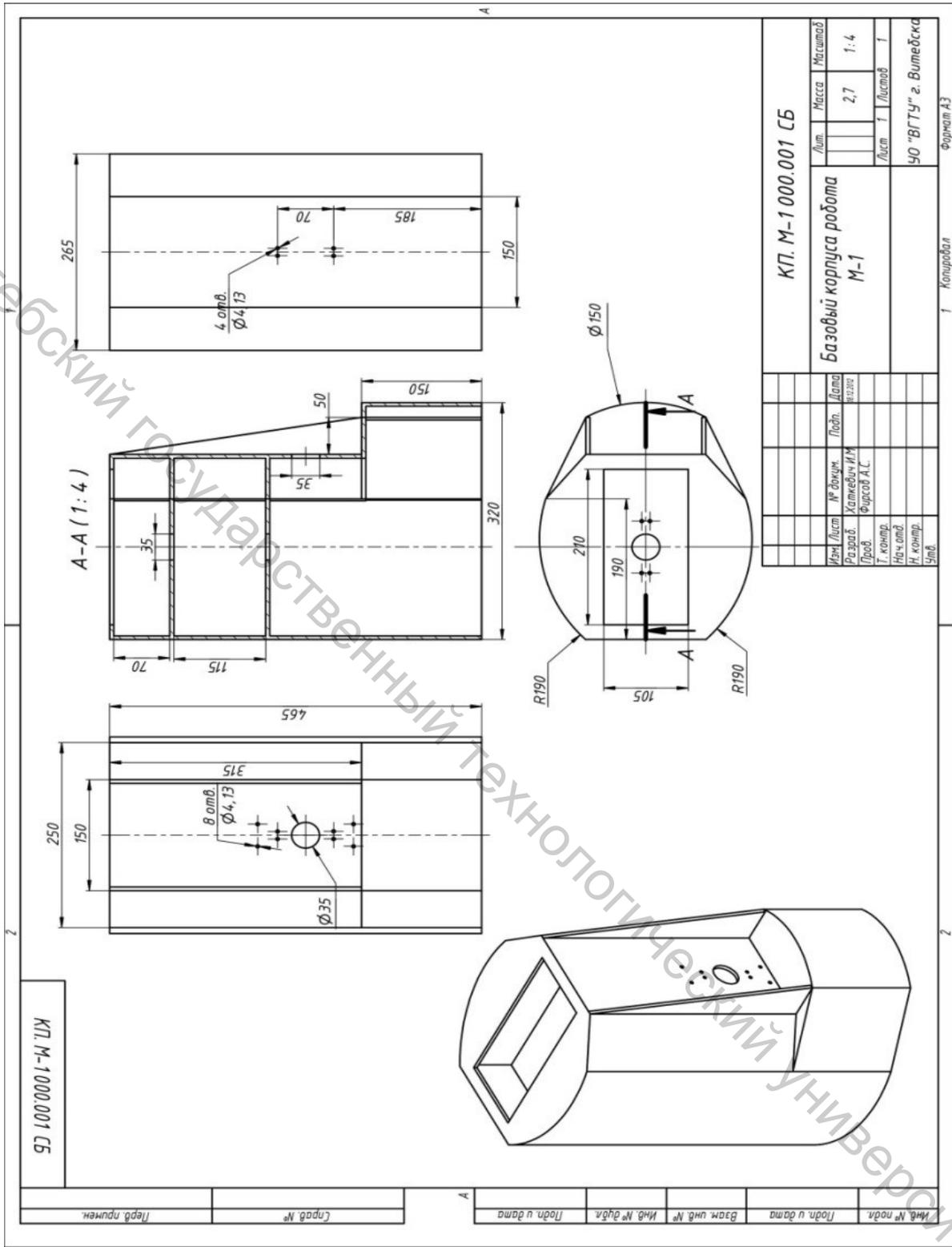


Рисунок А.2 – Базовый корпус робота

Витебский государственный технологический университет

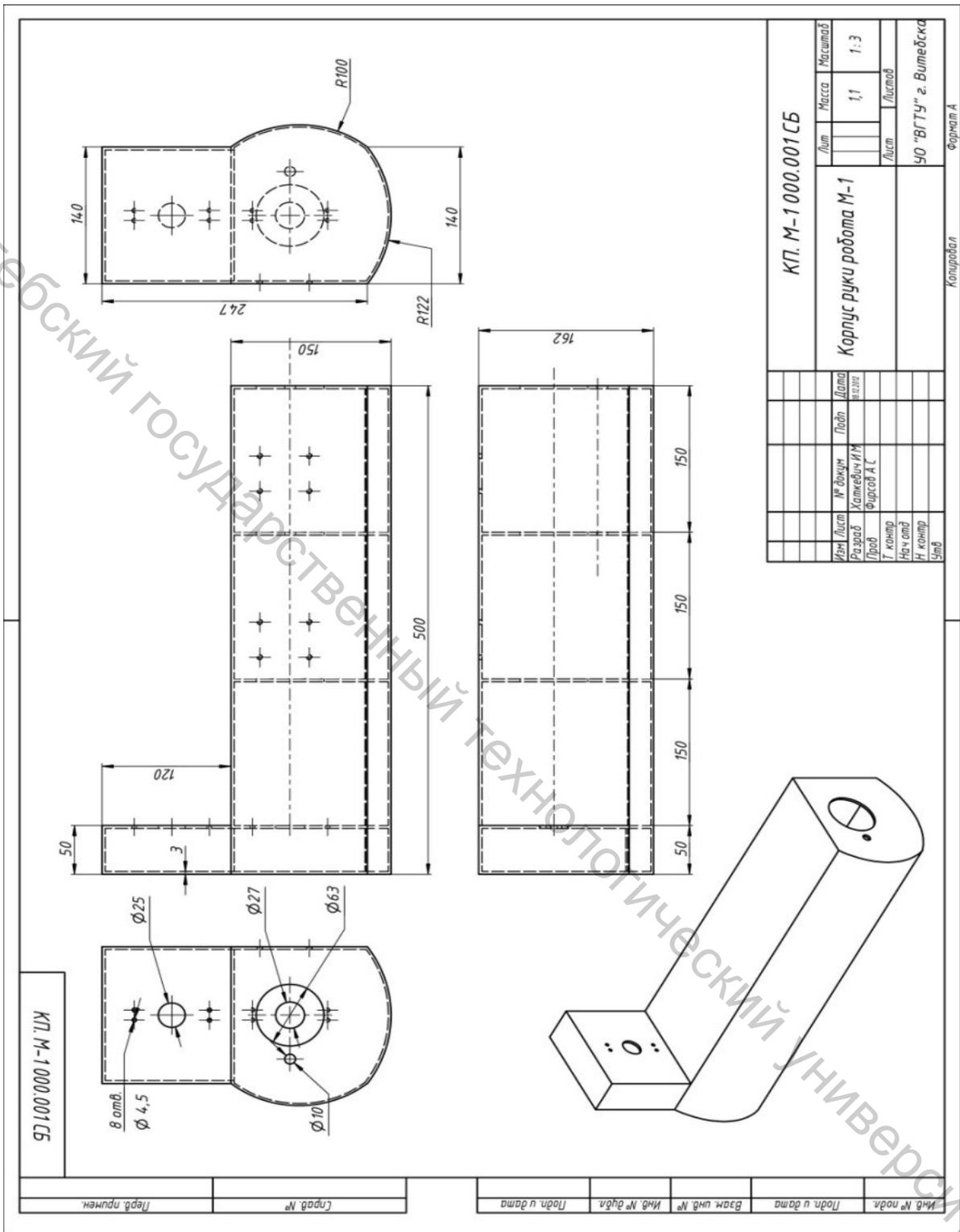


Рисунок А.3 – Корпус руки робота

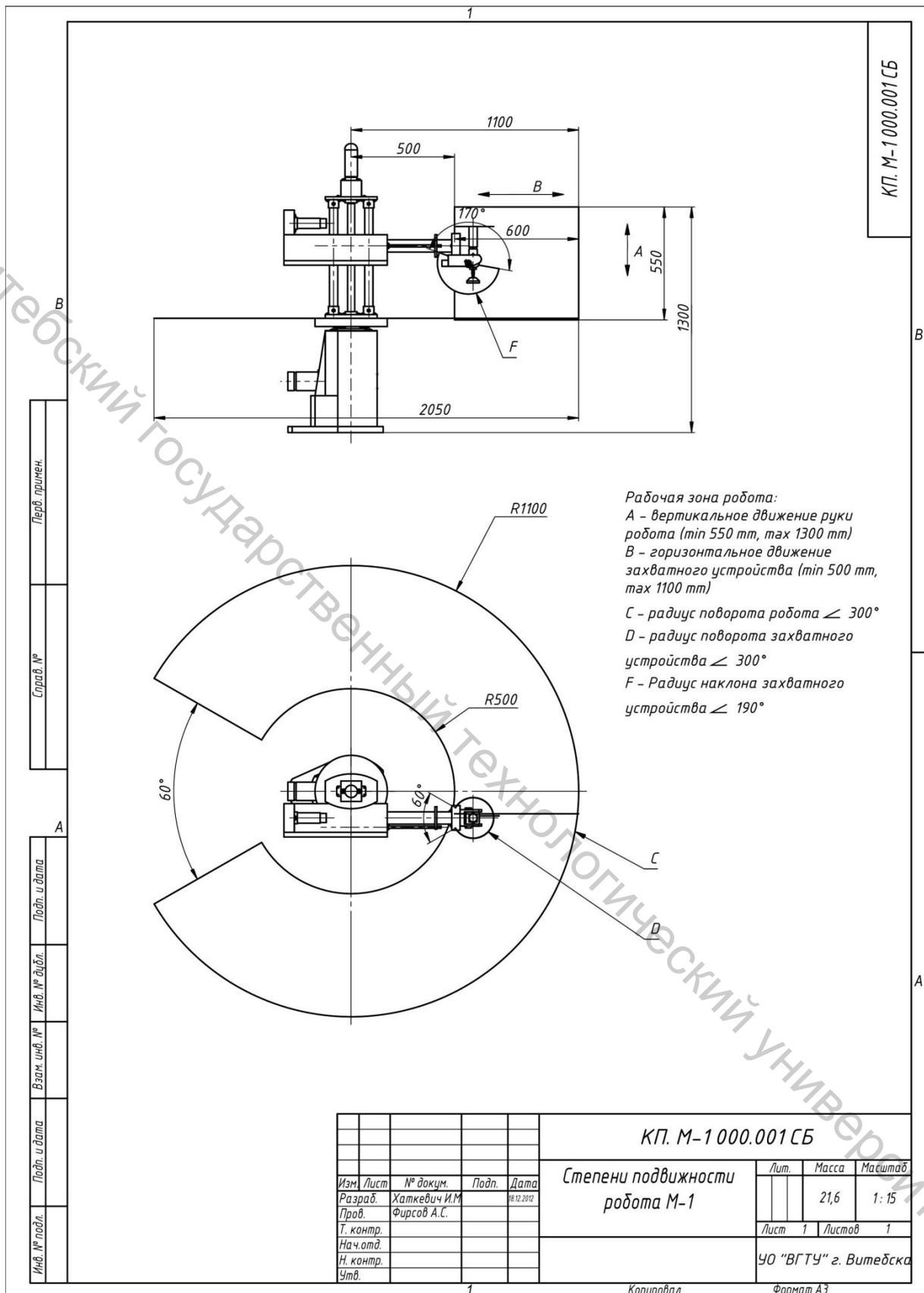


Рисунок А.4 – Степени подвижности робота

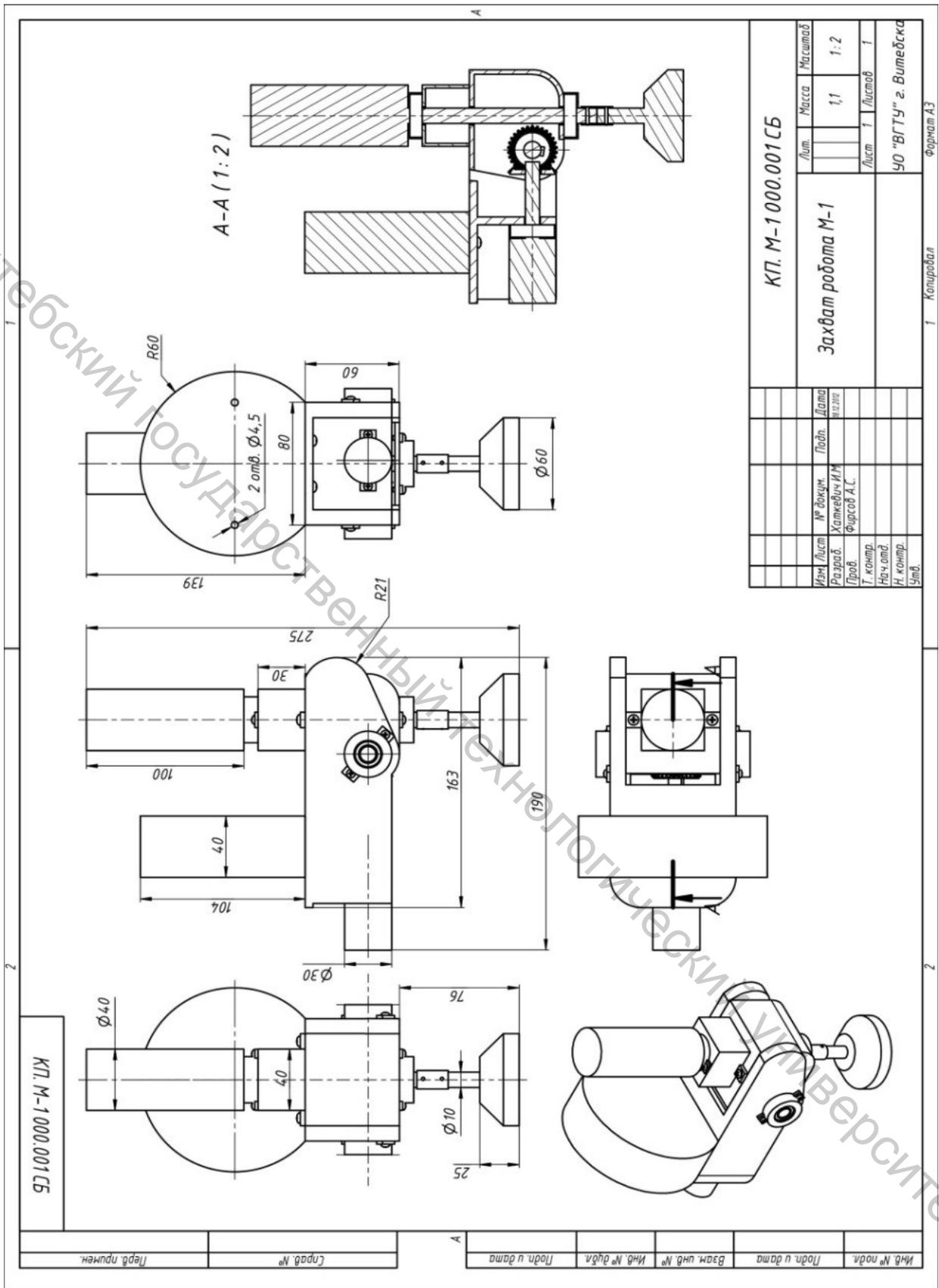


Рисунок А.5 - Захват работа

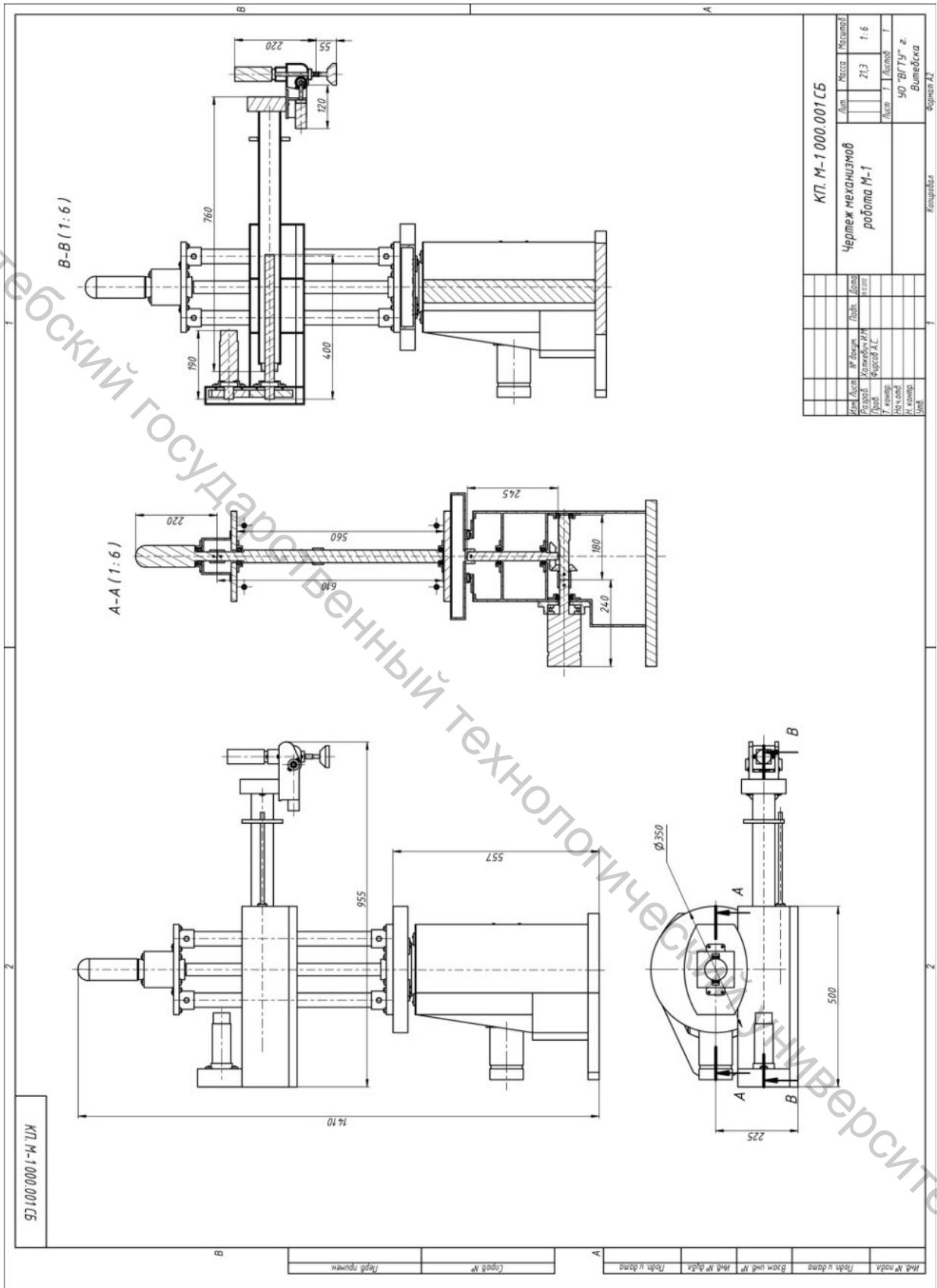


Рисунок А.6 – Чертеж механизмов робота

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Образец оформления оборота титульного листа пояснительной записки

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УО «Витебский государственный технологический университет»**

Кафедра Технологии и оборудования машиностроительного производства

КУРСОВАЯ РАБОТА

**по дисциплине: «Материаловедение и технологии
в промышленном дизайне»**

**на тему: «Технологическая проработка дизайн макета объекта, работа
промышленного М-1, с выбором материалов»**

Выполнил:
студент группы 4Дзо-__
Ф.И.О.
Руководитель: Ф.И.О.

Витебск
201_

Учебное издание

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Методические указания по выполнению курсовой работы

Составители:

Ковчур Андрей Сергеевич
Окунев Роман Владимирович
Белов Евгений Валентинович

Редактор Н.В. Медведева

Корректор Т.А. Осипова

Компьютерная верстка О.С. Герасимова

Подписано к печати 16.10.17. Формат 60x90 1/16. Усл. печ. листов 2.2.
Уч.-изд. листов 2.1. Тираж 25 экз. Заказ № 330.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210035, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.