

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы



Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Түймебай Елнұр Ғаниұлы

«Құбырдың ішінде жүретін мобильді роботты жобалау»

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

7M07107 – Робототехника және мехатроника

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

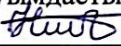
Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

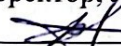
«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы


Түймебай Елнұр Ғаниұлы

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін
МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертацияның атауы: «Құбырдың ішінде жүретін мобильді роботты жобалау»
Дайындау бағыты: 7M07107 – Робототехника және мехатроника

Ғылыми
жетекші т.ғ.к.,
PhD профессор,
қауымдастырылған профессор
 Ешмухаметов А.Н.
«02» маусым 2023 ж.

Рецензент т.ғ.к.,
Ғылым және ынтымақтастық жөніндегі
проректор, ДКА АҚ
 Балбаев Г.К.
«05» маусым 2023 ж.

Норма бақылаушы
PhD профессор,
қауымдастырылған профессор
 Бектилезов А.Ю.
«02» маусым 2023 ж.



Алматы 2023

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

7M07107 – Робототехника және мехатроника



**Магистрлік диссертацияны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Магистрант Түймебай Елнұр Ғаниұлы

Тақырыбы: Құбырдың ішінде жүретін мобильді роботты жобалау

Университет ректорының 2021 ж. «29» 10 №1753-14 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «31» маусым 2023 ж.

Магистрлік диссертацияның бастапқы деректері:..

Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Қазіргі таңда бар құбырышілік роботтардың мүмкіншіліктері

б) Роботтардың құрылымдарын жетелдіру

в) Отандық робот саласында өзгерістер енгізу

Графикалық материалдың тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

жұмыс презентациясы слайтарда 14 көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 35 әдебиеттер тізімі және қосымша

Магистрлік диссертацияны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Құбыршілік мобильді роботтардың конструкциялары	16.01.2023	Орындалды
Мобильді робот құрылымын жобалау	09.03.2023	Орындалды
Роботты басқару құрылғылары	17.04.2023	Орындалды
Қорытынды бөлім	22.05.2023	Орындалды

Аяқталған магистрлік диссертация үшін, оған қытысты бөлімдердегі диссертациялар кеңесшілері мен қалып бақылаушының қолдары

Бөлімдердің атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	PhD профессор, қауымдастырылған профессор Бектилезов А.Ю.	02.06.2023	
Негізгі бөлім	PhD профессор, қауымдастырылған профессор Ешмухаметов А.Н	02.06.2023	
Есептеу бөлім	PhD профессор, қауымдастырылған профессор Ешмухаметов А.Н	02.06.2023	

Ғылыми жетекшісі

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

Күні

Ешмухаметов А.Н.

Түймебай Е.Ф.

« 02 » маусым 2023 ж.

АНДАТПА

Диссертациялық жұмыс құбырлар мен кәріз жүйелерінің ішінде жұмыс істеуге арналған құбыр ішіндегі мобильді роботты әзірлеуге және жобалауға арналған. Қазіргі қоғамда роботтар барған сайын маңызды рөл атқарады және қызметтің әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады. Құбыр ішіндегі роботты жасау өзекті тақырып болып табылады, өйткені ол адамға жету қиын жерлерге еніп, құрылымдарды бұзбай тексеру, жөндеу және техникалық қызмет көрсетуді жүзеге асыра алады, сонымен қатар үлкен тереңдікте қауіпсіз жұмыс істей алады.

Диссертациялық зерттеудің объектісі – құбыршілік мобильді робот құрылымдарын жобалау және әзірлеу.

Зерттеу пәні құбыр ішіндегі жылжымалы роботтың тиімді құрылымдары мен механизмдерін жасау, оның маневрлігін, тұрақтылығын, сенімділігін және құбырлар ішінде қажетті тапсырмаларды орындау қабілетін қамтамасыз ету болып табылады.

Жұмыстың мақсаты - құбыр ішіндегі тапсырмаларды тиімді орындауға қабілетті құбыр ішіндегі мобильді роботтың дизайнын әзірлеу және жобалау.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер тұжырымдалды: құбыршілік мобильді роботтар саласындағы қолданыстағы шешімдерді қарастыру, роботтың дизайнына қойылатын талаптарды анықтау, заманауи дизайн әдістерін қолдана отырып роботтың дизайнын әзірлеу және имитациялау, прототипін жасап, оны сынау.

Бұл зерттеудің өзектілігі құбырлардың ішінде және жету қиын жерлерде жұмыс істеуге арналған тиімді және маневрлі роботтарды әзірлеу қажеттілігінің артуына байланысты. Әзірленген робот құрылымдарды бұзуды қажет етпей, тексеру, техникалық қызмет көрсету және жөндеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді және үлкен тереңдікте қауіпсіздікті қамтамасыз етеді.

Бұл зерттеудің ғылыми жаңалығы бірнеше аспектіде жатыр. Біріншіден, жұмыстың басты жаңалығы ретінде қозғалтқышты шынжыр табанның ішіне орналастырудан тұратын инновациялық шешімі болып табылады. Бұл роботтың тегіс және тендестірілген дизайнына, сондай-ақ қысымның оңтайлы таралуына және құбырлар ішіндегі маневрдің жоғарылауына әкеледі. Екіншіден, жұмыс ортасына байланысты шынжыр табандарды өзгерту мүмкіндігі зерттелді. Бұл роботқа әртүрлі жағдайларға икемділік пен бейімделуді қамтамасыз етеді және оңтайлы маневрлік пен тұрақтылыққа қол жеткізеді. Бұл инновациялық шешімдер желідегі мобильді роботтың тиімділігі мен функционалдығына үлкен үлес қосады.

Диссертациялық зерттеудің нәтижесі - құбыршілік мобильді роботтың дизайнын әзірлеу және прототиптеу, сонымен қатар тәжірибелік үлгіні сынақтан өткізу және нәтижелерді талдау.

Бұл зерттеу роботтық жүйелерді жасаумен айналысатын инженерлер мен мамандар үшін практикалық маңызды болып табылады және оқу және ғылыми мақсаттарда да пайдаланылуы мүмкін.

АННОТАЦИЯ

Диссертационная работа посвящена разработке и проектированию внутритрубного мобильного робота, который предназначен для работы внутри трубопроводов и канализационных систем. В современном обществе роботы играют все более важную роль и широко применяются в различных сферах деятельности. Разработка внутритрубного робота является актуальной темой, поскольку он способен проникать в труднодоступные для человека места и выполнять осмотр, ремонт и техническое обслуживание без разрушения конструкций, а также безопасно работать на больших глубинах.

Объектом диссертационного исследования является проектирование и разработка конструкций внутритрубного мобильного робота.

Предметом исследования является разработка эффективных конструкций и механизмов для внутритрубного мобильного робота, обеспечивающих его маневренность, устойчивость, надежность и возможность осуществления необходимых задач внутри трубопроводов.

Целью работы является разработка и проектирование конструкции внутритрубного мобильного робота, способного эффективно выполнять задачи внутри трубопроводов.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: провести обзор существующих решений в области внутритрубных мобильных роботов, определить требования к конструкции робота, разработать и промоделировать конструкцию робота с использованием современных методов проектирования, создать прототип и провести его испытания.

Актуальность данного исследования обусловлена растущей потребностью в разработке эффективных и маневренных роботов для работы внутри труб и труднодоступных мест. Разработанный робот предоставляет возможности осмотра, обслуживания и ремонта без необходимости разрушения конструкций и обеспечивает безопасность на больших глубинах.

Научная новизна данного исследования заключается в нескольких аспектах. Во-первых, в рамках работы было разработано инновационное решение, заключающееся в размещении двигателя внутри гусениц. Это позволяет достичь более гладкого и сбалансированного дизайна робота, а также обеспечивает оптимальное распределение нагрузки и повышенную маневренность внутри трубопроводов. Во-вторых, была исследована возможность смены гусениц в зависимости от рабочей среды. Это предоставляет роботу гибкость и адаптивность к различным условиям и позволяет достичь оптимальной проходимости и устойчивости. Эти новаторские решения значительно способствуют эффективности и функциональности внутритрубного мобильного робота.

Результатом диссертационного исследования является разработка и прототипирование конструкции внутритрубного мобильного робота, а также проведение испытаний прототипа и анализ полученных результатов.

Данное исследование имеет практическую значимость для инженеров и специалистов, занимающихся разработкой робототехнических систем, а также может быть использовано в образовательных и научных целях.

ABSTRACT

The dissertation work is devoted to the development and design of an in-pipe mobile robot, which is designed to work inside pipelines and sewer systems. In modern society, robots play an increasingly important role and are widely used in various fields of activity. The development of an in-pipe robot is a hot topic, since it is able to penetrate into places that are hard to reach for a person and perform inspection, repair and maintenance without destroying structures, and also work safely at great depths.

The object of the dissertation research is the design and development of structures of an in-line mobile robot.

The subject of the research is the development of efficient structures and mechanisms for an in-pipe mobile robot, ensuring its maneuverability, stability, reliability and the ability to perform the necessary tasks inside pipelines.

The aim of the work is to develop and design the design of an in-pipe mobile robot capable of effectively performing tasks inside pipelines.

To achieve this goal, the following tasks were formulated: to review existing solutions in the field of in-line mobile robots, determine the requirements for the design of the robot, develop and simulate the design of the robot using modern design methods, create a prototype and test it.

The relevance of this study is due to the growing need to develop efficient and maneuverable robots for working inside pipes and hard-to-reach places. The developed robot provides the possibility of inspection, maintenance and repair without the need for destruction of structures and ensures safety at great depths.

The scientific novelty of this study lies in several aspects. Firstly, as part of the work, an innovative solution was developed, which consists in placing the engine inside the tracks. This results in a smoother and more balanced robot design, as well as optimal load distribution and increased maneuverability inside pipelines. Secondly, the possibility of changing tracks depending on the working environment was investigated. This provides the robot with flexibility and adaptability to different conditions and achieves optimal maneuverability and stability. These innovative solutions greatly contribute to the efficiency and functionality of the in-line mobile robot.

The result of the dissertation research is the development and prototyping of the design of an in-line mobile robot, as well as testing the prototype and analyzing the results.

This study is of practical importance for engineers and specialists involved in the development of robotic systems, and can also be used for educational and scientific purposes.

ҚАБЫЛДАНҒАН ҚЫСҚАРТУЛАР ТЕРМИНДЕРІ ТІЗІМІ

PLA – Polylactic Acid

PVA – Polyvinyl Alcohol

ABS – Acrylonitrile Butadiene Styrene

MRP – Material Requirements Planning

OpenCV – Open Source Computer Vision Library

USB – Universal Serial Bus

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	10
1	Құбыршілік мобильді роботтардың конструкциялары	13
1.1	Желідегі мобильді роботтардың классификациясы	16
1.1.1	Роботтардың қозғалыс принципі бойынша талдау	21
1.2	Қазіргі роботтардың қолданыстағы құрылымдары	23
1.2.1	Артықшылықтар мен кемшіліктерін талдау	27
1.2.2	Қолданыстағы құбырларды диагностикалау роботтары	30
1.3	Құбыршілік мобильді роботтың технологиялық аспектілері	36
2	Мобильді робот құрылымын жобалау	40
2.1	Робот орындайтын тапсырмаларды анықтау	43
2.2	Роботтың механикалық бөлігінің конструкциясы	49
2.2.1	CAD жүйесі арқылы роботтың механикалық бөлігін модельдеу	55
2.2.2	3D принтер арқылы роботтың бөліктерін шығару	63
2.2.3	Құбыршілік роботты құрастыру	65
3	Роботты басқару құрылғылары	69
3.1	Микроконтроллер және камера	70
	Қорытынды	
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	

КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта робототехника – технологияның ең перспективалы және қарқынды дамып келе жатқан салаларының бірі. Роботтар қызметтің әртүрлі салаларында, соның ішінде өнеркәсіпте, медицинада, авиацияда, тау-кен өнеркәсібінде және т.б. кең қолданыс тапты. Робототехниканы дамытудың маңызды бағыттарының бірі адам үшін қиын және қол жетімсіз жағдайларда жұмыс істеуге қабілетті мобильді роботтарды жасау болып табылады.

Құбыр ішіндегі мобильді роботтар - әртүрлі диаметрлі құбырлар мен құбырларда жұмыс істеуге арналған жылжымалы роботтардың бір түрі. Бұл роботтар мұнай-газ өнеркәсібі, сумен жабдықтау, канализация және т.б. салаларда қолданылады. Олар құбырларды тексеру, тексеру, жөндеу және техникалық қызмет көрсету сияқты әртүрлі тапсырмаларды орындауға қабілетті.

Бұл диссертацияның мақсаты – оның ұтқырлығына, навигациясына, сенімділігіне және қауіпсіздігіне қойылатын талаптарды ескере отырып, желілік мобильді роботтың құрылымдарын әзірлеу және жобалау. Жұмыс сонымен қатар желілік мобильді роботтардың қолданыстағы конструкцияларын, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін зерттеуге, сондай-ақ мұндай роботтарды жобалау мен модельдеудің жаңа әдістерін әзірлеуге бағытталған.

Бұл мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

– Желідегі мобильді роботтардың қолданыстағы конструкцияларын талдап, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтау.

– Тапсырмаларға, оның ішінде ұтқырлық, маневрлік, навигация, сенімділік және қауіпсіздікке байланысты желідегі мобильді роботты жобалауға қойылатын талаптарды анықтау.

– Анықталған талаптарды ескере отырып, желілік мобильді роботтың дизайнын жобалау және модельдеу әдістерін әзірлеу.

– Әзірленген роботтың прототипін жасаңыз және оның өнімділігі мен талаптарға сәйкестігін тексеру үшін сынау.

Бұл жұмыстың ғылыми жаңалығы олардың ұтқырлығына, навигациясына, сенімділігіне және қауіпсіздігіне қойылатын талаптарды ескере отырып, желілік мобильді роботтардың жаңа конструкцияларын әзірлеуде жатыр. Сонымен қатар, жұмыста ұсынылған жобалау және имитациялау әдістері робототехника саласындағы әрі қарайғы зерттеулер мен әзірлемелерде қолданылуы мүмкін.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы құбыр жағдайында әртүрлі тапсырмаларды орындауға қабілетті тиімді және сенімді желілік мобильді роботтарды жасау мүмкіндігінде жатыр. Бұл құбырларға техникалық қызмет көрсетуді жақсартуға, апаттар қаупін азайтуға, жөндеу жұмыстарының уақыты мен құнын төмендетуге әкелуі мүмкін.

Бұл жұмыста қолданылатын зерттеу әдістері қатардағы мобильді роботтардың қолданыстағы конструкцияларын талдауды, роботтың

механикалық және электрондық бөліктерін жобалауды, заманауи компьютерлік модельдеу құралдарын пайдалана отырып құрылымды модельдеу және талдауды, сондай-ақ құруды қамтып, прототипі және оны сынау.

Диссертацияның одан әрі құрылымында желілік мобильді роботтардың қолданыстағы конструкцияларына шолу, дизайн талаптары, әзірлеу және жобалау әдістері, дизайнды модельдеу және талдау, тәжірибелік үлгіні әзірлеу және сынақтан өткізу қарастырылады. Қорытынды жұмысты қорытындылайды және зерттеуді одан әрі дамыту бойынша ұсыныстарды ұсынады.

Осылайша, ұсынылып отырған диссертациялық жұмыстың өзекті ғылыми және практикалық маңызы бар және робототехниканы дамытуға және құбырларға тиімді қызмет көрсетуді қамтамасыз етуге маңызды үлес қоса алады.

Құбыр ішіндегі роботтар маңызды артықшылықтарды қамтамасыз ететін және әртүрлі қолданбаларға қолдау көрсететін көптеген әртүрлі салалар мен секторларда қажет. Бұл роботтар адамдар немесе кәдімгі роботтық жүйелер үшін қиын немесе мүмкін емес жұмыстарды орындай алады, өйткені олар әртүрлі өлшемдегі және материалдардан тұратын құбырлар мен құбырлар ішінде маневр жасау және жұмыс істеу үшін арнайы жасалған. Төменде құбыр ішіндегі роботтардың пайдасына кейбір негізгі дәлелдер берілген:

Техникалық қызмет көрсету және тексеру: құбыр ішіндегі роботтар мұнай мен газды, суды және ағынды суларды басқаруды, сондай-ақ инспекция мен техникалық қызмет көрсету міндеттерін орындау үшін инфрақұрылымды басқаруды қоса алғанда, салаларда жиі қолданылады. Олар күрделі құбыр желілері арқылы қозғала алады, олардың күйін бағалай алады, кемшіліктерді, ағып кетулерді немесе кедергілерді таба алады және операторларға пайдалы ақпарат бере алады. Құбыр жүйелерінің қызмет ету мерзімін алдын ала техникалық қызмет көрсету, жоспарлы тексеру және қымбат тұратын бұзылулардың алдын алу арқылы арттыруға болады.

Құбыр ішіндегі роботтар қауіпті немесе шектеулі жағдайларда пайдаланылады, адамның қол жеткізуі қауіпті немесе қымбат болуы мүмкін, бұл қауіпсіздік пен үнемділікке әкеледі. Операторлар роботтарды пайдалана отырып, адам жұмысшылары үшін қауіпті азайтып, ықтимал апаттардың алдын алады. Құбыр ішіндегі роботтар қолмен тексеру немесе жөндеумен салыстырғанда уақыт пен ақшаны үнемдей отырып, күрделі қазбаларды немесе бөлшектеуді қажет етпей-ақ жету қиын аймақтарға қол жеткізе алады.

Қоршаған ортаны бақылау: Сенсормен жабдықталған құбыр ішіндегі роботтар су сапасы, ағын жылдамдығы және газ шығарындылары сияқты қоршаған орта факторларын қадағалай алады. Ластаушы заттарды немесе

ауытқуларды анықтау ерте араласуға және қоршаған ортаның ластануына жол бермеуге болатын ағынды суларды тазарту қондырғыларында бұл мүмкіндік өте маңызды. Құбыр ішіндегі роботтар құбырлардың жай-күйін үнемі тексеріп, ағып кетуді табу арқылы ресурстарды тұрақтырақ басқаруға және олардың қоршаған ортаға әсерін азайтуға көмектеседі.

Өнеркәсіптік қолданбалар: Тексеру мен техникалық қызмет көрсетуден басқа, құбыр ішіндегі роботтар өнеркәсіптік қолданудың кең ауқымына ие. Соңғы өнімнің тиімділігі мен сапасын қамтамасыз ету үшін олар құбырлардың ішкі беттерін тазалау, бояу немесе тексеру үшін өндірістік процестерде қолданылуы мүмкін. Құбыр ішіндегі роботтар энергетикалық өнеркәсіпте жылу алмастырғыштарды, қазандықтарды немесе салқындату жүйелерін тазалау немесе тексеру үшін пайдаланылады, бұл олардың өнімділігін жақсартады және тоқтау уақытын азайтады.

Құбыр ішіндегі роботтарды құбырлардың жарылуы, бітелуі немесе химиялық заттардың төгілуі сияқты төтенше жағдайларға жауап ретінде пайдалануға болады. Олар мәселені тауып, шешу үшін құбырлар арқылы жылдам қозғала алады, әсерді азайтады және жылдамырақ жауап береді. Құбыр ішіндегі роботтар жағдай туралы хабардар болу және нақты уақыттағы деректер беру арқылы төтенше жағдайға жауап берушілерге шешім қабылдауға көмектеседі, бұл тұтастай дағдарысты басқарудың тиімділігін арттырады.

Зерттеулер және әзірлемелер: Роботтехника мен автоматтандыру бойынша зерттеулер мен әзірлемелерді ілгерілету үшін құбырдағы роботтар маңызды құрал болып табылады. Олар жаңа сенсорлар, басқару элементтері және технологиялар үшін сынақ алаңы ретінде әрекет етеді. Зерттеушілер мен инженерлер құбыр ішіндегі роботтардың мүмкіндіктерін үздіксіз арттыра отырып, олардың сенімділігін, автономиясын және икемділігін арттыра алады, осылайша әртүрлі қолданбалар үшін көбірек әлеуетті босатады.

1 Құбыршілік мобильді роботтардың конструкциялары

Құбыр ішіндегі мобильді роботтар - құбырлар, арналар немесе басқа тар кеңістіктердегі тапсырмаларды орындауға арналған арнайы роботтық жүйелер. Олар мұнай-газ өнеркәсібі, сумен жабдықтау, канализация, энергетика және т.б. сияқты әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады.

In-ріре мобильді роботтардың даму тарихы бұрынғыдан бастау алады. Құбырларда жұмыс істейтін роботтарды жасаудың алғашқы әрекеттері 20 ғасырдың ортасында жасалды. Алайда, сол кезде техникалық шектеулер мен заманауи технологиялардың жоқтығы тиімді және сенімді шешімдерді жасауға мүмкіндік бермеді. Робототехниканың, электрониканың және материалдардың дамуымен қатардағы роботтардың жетілдірілген конструкцияларын жасау үшін жаңа мүмкіндіктер пайда болды.

In-ріре мобильді роботтардың даму тарихы бірнеше ондаған жылдарға созылады. Өздерінің дамуының басында олар қарабайыр болды және мүмкіндіктері шектеулі болды. Дегенмен, технологияның дамуымен және жаңа материалдарды қолданумен қатардағы роботтар тиімдірек болды және құбырлар ішіндегі әртүрлі тапсырмаларға бейімделді.

Құбыр ішіндегі мобильді роботтардың ең алғашқы мысалдарының бірі - үлкен диаметрлі құбырлар немесе кедергілер сияқты тар кеңістіктерде жұмыс істеуге арналған шынжыр табанды роботтар. Бұл роботтар шынжыр табанды қозғалыс жүйелерімен жабдықталған, бұл оларға құбырлардың бұдырлары мен иілулерін еңсеруге мүмкіндік берді. Дегенмен, мұндай роботтар айтарлықтай көлемді және басқару қиын болды.

Робототехника саласындағы технологиялардың дамуымен құбырлардың ішінде жұмыс істейтін дөңгелекті роботтар пайда болды. Бұл роботтар ықшам өлшемдерімен және құбырлар арқылы айтарлықтай жылдам қозғалу мүмкіндігімен ерекшеленді. Дөңгелекті роботтар қадағаланатын роботтарға қарағанда епті және пайдалану оңайырақ болды, бірақ олардың шектеулері болды, әсіресе тар құбыр желілерінде немесе биіктік өзгерістері болған кезде.

Соңғы жылдары құбырлар ішінде жұмыс істеуге арналған магниттік роботтар тұжырымдамасы кеңінен қолданыла бастады. Бұл роботтар құбырлардың металл қабырғаларына бекіту үшін магниттік күштерді пайдаланады. Олар көлденең және тік беттерде қозғала алады, иілулер мен биіктік айырмашылықтарын жеңе алады. Магниттік роботтар мұнай-газ өнеркәсібінде құбырларды тексеру және жөндеу үшін кеңінен қолданылады.

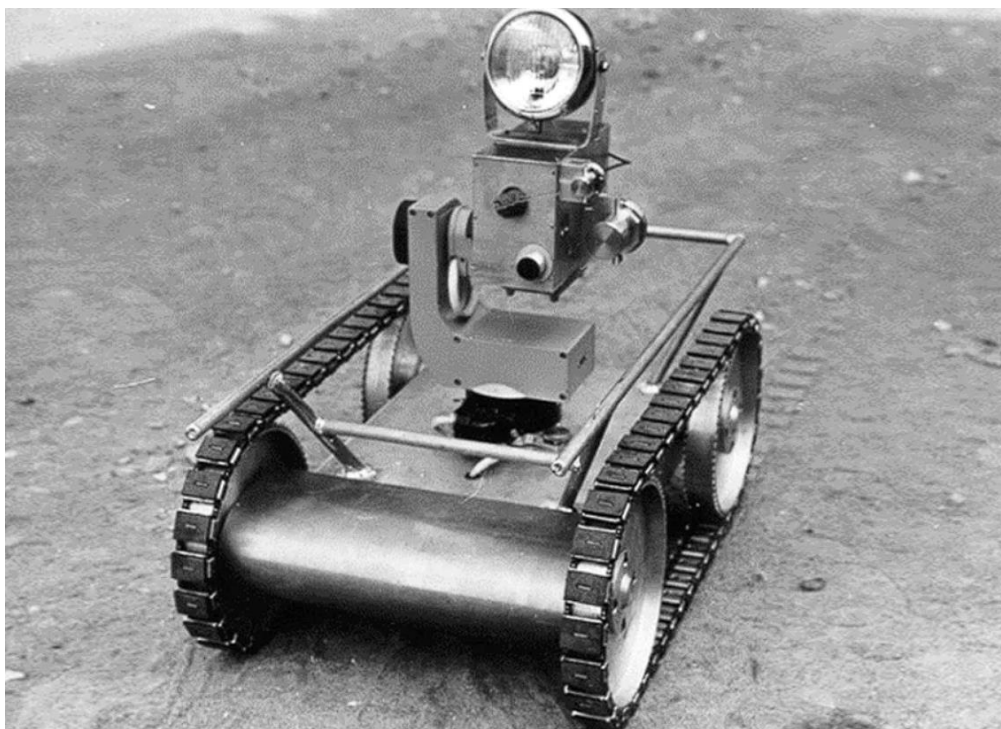
Сонымен қатар, «creep» принципін қолданатын роботтар (жеңілгіш роботтар) болды. Бұл роботтардың икемді және жылжымалы құрылымдары бар, олар жәндіктер сияқты құбырлардың ішкі беттерімен қозғалуға мүмкіндік береді. Шынжыр табанды роботтар жақсы маневрлік және құбырлардағы кедергілерді жеңу қабілетін көрсетеді. Желілік мобильді роботтардың жаңа түрлерін жасау саласында үнемі зерттеулер мен эксперименттер жүргізілуде. Кейбір зерттеушілер мен инженерлер сұйық құбырлардың ішінде жұмыс істеу үшін қалқымалы роботтарды пайдалануды қарастыруда, ал басқалары шағын

тапсырмаларды орындау немесе тар құбырларды тексеру үшін микророботтарды пайдалануды зерттеп жатыр.

Желілік мобильді роботтардың даму тарихы осы саладағы тұрақты ілгерілеушілікті көрсетеді. Робототехника, нано- және микротехнологиялар сияқты заманауи технологияларды пайдалану, сондай-ақ жаңа материалдар мен энергия көздерін игеру тиімдірек және жан-жақты роботтарды құру үшін жаңа мүмкіндіктер ашады.

Құбырышылық мобильді роботтардың конструкцияларының бірнеше түрі бар, олардың әрқайсысының өзіндік сипаттамалары мен артықшылықтары бар.

Жалпы дизайнның бірі - шынжыр табанды роботтар. Олар шынжыр табанды жетектермен жабдықталған, бұл әртүрлі беттік сипаттамалары бар құбырлардың ішінде қозғалуға мүмкіндік береді. Шынжыр табанды роботтар әдетте жақсы маневрге ие және құбырлар ішіндегі жарықтар мен соққылар сияқты кедергілерді жеңе алады.



Сурет 1.1 – Шынжыр табанды робот

Тағы бір танымал дизайн - модульдік роботтар. Олар құбырдың әртүрлі өлшемдеріне бейімделу үшін қосылуға немесе ажыратуға болатын бірнеше модульдерден тұрады. Модульдік роботтар әдетте қозғалу кезінде тұрақтылық пен басқаруды қамтамасыз ететін құбырдың ішкі бетін ұстау механизмдерімен жабдықталған.

Сондай-ақ, жәндіктердің қозғалысына ұқсайтын қырықаяқты роботтар бар. Бұл роботтардың әрқайсысын дербес басқаруға болатын бірнеше аяқтары

бар. Бұл оларға кедергілерді оңай жеңуге және әртүрлі пішіндегі құбырлардың ішінде қозғалуға мүмкіндік береді.

Бұдан басқа, құбырдағы сұйықтықтың ішінде көпіршіктер жасау арқылы қозғалатын көпіршікті роботтар бар. Роботтың бұл түрі әдетте су және кәріз жүйелерінде қолданылады.

Мобильді роботтың әрбір түрі өзінің артықшылықтары мен шектеулеріне ие және нақты дизайнды таңдау тапсырманың талаптары мен шарттарына байланысты. Дегенмен, олардың барлығы құбырлар ішіндегі процестерді жеңілдетуге және автоматтандыруға, әртүрлі салалардағы қауіпсіздік пен тиімділікті арттыруға бағытталған.

Құбырышілік мобильді роботтардың конструкциялары да уақыт өте келе белсенді дамып, жетілдірілуде. Зерттеулер мен инженерлік әзірлемелер олардың маневрлік қабілетін, навигациялық мүмкіндіктерін, батареялардың жұмыс ұзақтығын жақсартуға, сондай-ақ қысым және жеңіл құрылымдарды дамытуға бағытталған.

Кейбір заманауи құбырышілік робот үлгілері инспекция, тексеру, жөндеу немесе құбырларды тазалау сияқты күрделі тапсырмаларды орындауға мүмкіндік беретін озық қашықтан басқару және автономды навигация жүйелерімен жабдықталған. Олар сондай-ақ құбырлардың күйі туралы ақпарат жинау және ықтимал ақауларды анықтау үшін камералар, акселерометрлер, гироскоптар және қысым датчиктері сияқты әртүрлі сенсорлармен жабдықталған.

Қазіргі заманғы құбырышілік Роботтар сандық басқару және деректерді өңдеу жүйелерімен байланысты бола бастады. Олар жиналған ақпаратты нақты уақыт режимінде қашықтағы басқару пункттеріне немесе бақылау орталықтарына жібере алады, бұл операторларға деректерге жылдам қол жеткізуге және жедел шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

Құбырышілік роботтарды дамытудағы қиындықтардың бірі – жоғары температура, агрессивті орта немесе тар кеңістіктер сияқты төтенше жағдайларда жұмыс істеу сенімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету. Материалдар мен өндіріс технологиялары бойынша зерттеулер әр түрлі жағдайларға төтеп бере алатын тұрақты және берік роботтар жасау үшін жалғасуда. Құбырышілік мобильді роботтарды дамытудың тағы бір маңызды бағыты-жасанды интеллект технологияларын интеграциялау. Машиналық оқыту және үлгіні тану алгоритмдерін қолдану роботтарға жиналған деректерді автоматты түрде талдауға және құбырлардың күйі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Бұл операторларға ақпараттандырылған шешімдер қабылдауға және ықтимал мәселелерге аз кідіріспен жауап беруге көмектеседі.

Сонымен қатар, белсенді зерттеу бағыттарының бірі-өзін-өзі диагностикалау және өзін-өзі жөндеу мүмкіндігі бар роботтарды әзірлеу. Мұндай роботтар адамның араласуынсыз құбырлардағы ақауларды немесе зақымдарды анықтау және түзету қабілетіне ие. Бұл жұмыс уақытын

қысқартуға және жүйелердің жалпы жұмыс тиімділігін жақсартуға мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, микро деңгейде қозғалуға және тапсырмаларды орындауға қабілетті шағын автономды роботтар болып табылатын нанороботтардың дамуын атап өткен жөн. Бұл роботтарды құбырлардағы микроскопиялық зақымдануды немесе бітелуді тексеру және жөндеу үшін пайдалануға болады.

Ағып кетуді анықтайтын сенсорлар, виртуалды шындықты пайдаланатын қашықтан басқару жүйелері немесе жақсартылған байланыс жүйелері сияқты қосымша функционалдылықты біріктіру сонымен қатар құбырышiлік роботтардың өнiмдiлiгi мен тиiмдiлiгiн арттыру үшiн зерттеу және әзiрлеу нысаны болып табылады.

Тұтастай алғанда, құбырышiлік мобильдi роботтар саласында көптеген инновациялар мен белсендi зерттеулер бар. Конструкцияларды жетiлдiру, жаңа технологияларды интеграциялау және жаңа функционалдылықтарды әзiрлеу инфрақұрылымдық жүйелердiң тиiмдiлiгi мен қауiпсiздiгiн қамтамасыз ету үшiн үлкен маңызға ие құбырларды зерттеу, қызмет көрсету және жөндеу процестерiн жақсартуға мүмкiндiк бередi. Құбыр iшiндегi мобильдi роботтар құбыр жүйелерiн зерттеу және техникалық қызмет көрсету үшiн маңызды құрал болып табылады. Осы саладағы үздiксiз зерттеулер мен инновациялар осы роботтардың функционалдығы мен тиiмдiлiгiн жақсартады, бұл әртүрлi салалардағы процестердi оңтайландыруға және сенiмдi, қауiпсiз инфрақұрылымды қамтамасыз етуге әкеледi.

1.1 Желiдегi мобильдi роботтардың классификациясы

Құбыр iшiндегi мобильдi роботтарды әртүрлi критерийлер бойынша, соның iшiнде қозғалыс принципi, өлшемі, мақсаты және тағы басқа талаптар бойынша жiктеуге болады. Жолдармен, дөңгелектермен, алты немесе одан да көп аяқтармен жабдықталған роботтар, сондай-ақ қозғалыс үшiн магнит немесе пневматикалық жүйелердi пайдаланатын роботтар бар. Классификация қолданыстағы конструкцияларды жүйелеуге және олардың ерекшелiктерi мен артықшылықтарын анықтауға мүмкiндiк бередi.

Құбыр iшiндегi мобильдi роботтар алуан түрлi және қозғалыс принципi, өлшемі және мақсаты сияқты әртүрлi критерийлерге сәйкес жiктелуi мүмкiн. Роботтардың классификациясы бар конструкцияларды жүйелеуге және олардың ерекшелiктерiн анықтауға көмектеседi. Төменде осы мүмкiндiктерге негiзделген желiдегi мобильдi роботтардың классификациясы берiлген.

Желiдегi мобильдi роботтардың классификациясы олардың дизайны мен функционалдык мүмкiндiктерiнiң әртүрлi аспектiлерi мен сипаттамаларына негiзделген. Міне, осындай роботтарды жiктеу үшiн қолданылатын бiрнеше негiзгi сыныптар:

Қозғалыс түрi бойынша:

– Шынжыр табанды роботтар: бұл роботтар құбырдың iшкi бетiнде қозғалуға мүмкiндiк беретiн шынжыр табанды жүйелермен жабдықталған.

Шынжыр табанды роботтар әдетте жақсы трафикке ие және құбырлардағы жарықтар мен кедір-бұдырлар сияқты кедергілерді жеңе алады.

– Миллипед роботтары: бұл роботтар көптеген аяқтары бар жәндіктердің қозғалысын имитациялайды. Олар үлкен ептілікке ие және құбырлардың ішіндегі әртүрлі пішіндер мен өлшемдегі кедергілерді жеңе алады.

– Көпіршікті роботтар: роботтардың бұл түрі қозғалу үшін құбырдағы сұйықтықтың ішінде көпіршіктер жасауды қолданады. Олар көпіршіктердің көмегімен қозғалыс пен бағытты басқаруға мүмкіндік беретін механизмдермен жабдықталған.

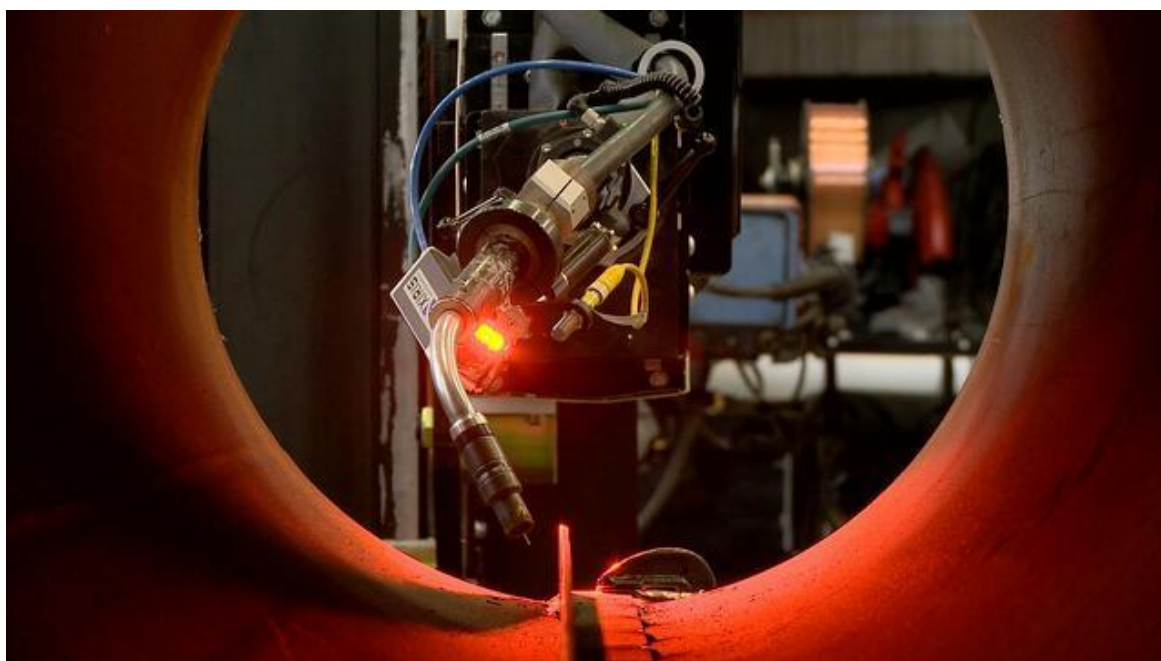
– Модульдік роботтар: бұл роботтар құбырдың көлеміне байланысты қосылуы немесе ажыратылуы мүмкін бірнеше модульдерден тұрады. Модульдік роботтар әдетте құбырлардың әртүрлі жағдайлары мен өлшемдеріне бейімделу икемділігіне ие.

Функционалдығы бойынша:

– Тексеру роботтары: бұл роботтар құбырлардың ішкі күйін тексеруге және тексеруге арналған, мысалы, жарықтар, коррозия немесе басқа зақымдарды анықтау.

– Жөндеу және техникалық қызмет көрсету роботтары: бұл роботтар бөлшектерді ауыстыру, ағып кетуді жою немесе шөгінділерді тазарту сияқты құбырлардың ішіндегі жөндеу жұмыстарын жүргізуге арналған.

– Робот-манипуляторлар: роботтардың бұл класы құбырлардағы әртүрлі тапсырмаларды орындау үшін манипуляторлармен немесе роботтық қолдармен жабдықталған, мысалы, жүйе элементтерін қосу немесе ажырату немесе нақты әрекеттерді орындау.



Сурет 1.2 – Робот-манипулятор құбыр ішінде жұмыс жасауы

Көлемі бойынша:

– Макроскопиялық роботтар: бұл мұнай құбырлары немесе үлкен диаметрлі газ құбырлары сияқты ірі құбырлардың ішінде қозғалуға қабілетті үлкен роботтар.

– Микроскопиялық роботтар: бұл шағын диаметрлі құбырларда немесе кеңістігі шектеулі жүйелерде микро деңгейде жұмыс істей алатын шағын роботтар.

Құбырышілік мобильді роботтардың жіктелуі олардың әртүрлілігін ұйымдастыруға көмектеседі және нақты тапсырмалар мен жұмыс жағдайлары үшін ең қолайлы шешімдерді таңдауға мүмкіндік береді. Бұл роботтар әртүрлі салаларда бере алатын мүмкіндіктердің кең ауқымын көрсетеді.

Құбырлардың ішінде жұмыс істегенде нақты желідегі мобильді роботты таңдау маңызды. Міне, дұрыс роботты таңдаудың маңыздылығының бірнеше себептері:

Құбырдың өлшемдері мен сипаттамаларына сәйкес: Әртүрлі құбырлар диаметрі, конфигурациялары және жұмыс жағдайлары әртүрлі. Белгілі бір құбырдың ішінде қозғалатын және тиімді жұмыс істей алатын роботты таңдау құбыр ішіндегі әрекеттердің максималды өткізгіштігін, маневрлігін және дәлдігін қамтамасыз етеді.

Функционалдық және тапсырмалар: Әртүрлі роботтар тексеру, жөндеу, техникалық қызмет көрсету немесе тазалау сияқты әртүрлі тапсырмаларды орындауға арналған. Сәйкес функционалдығы бар роботты таңдау құбыр ішіндегі жұмыс процестерін оңтайландыруға және қажетті тапсырмалардың орындалуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Жұмыс шарттары: Құбырларда жоғары температура, коррозиялық орта немесе шектеулі кеңістік сияқты әртүрлі жұмыс жағдайлары болуы мүмкін. Осы жағдайларда жұмыс істей алатын роботты таңдау құбыр ішіндегі жұмыстың қауіпсіздігі мен сенімділігін қамтамасыз етеді.

Ақпаратқа қол жеткізу: Кейбір роботтар әртүрлі сенсорлармен және камералар, сенсорлар немесе ағып кетуді анықтау жүйелері сияқты деректерді жинау жүйелерімен жабдықталған. Деректерді жинаудың дұрыс құралдары бар дұрыс роботты таңдау сізді құбырдың денсаулығы туралы құнды деректермен қамтамасыз ете алады және сол деректер негізінде негізделген шешімдер қабылдайды.

Тиімділік пен уақытты үнемдеу: құбыр талаптары мен тапсырмаларына сәйкес келетін дұрыс роботты табу жөндеу уақытын қысқартуға және процестің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде ресурстарды үнемдеуге және шығындарды үнемдеуге әкеледі.

Арнайы желідегі мобильді роботты таңдау құбырлар ішінде сәтті жұмыс істеуді қамтамасыз ету үшін маңызды қадам болып табылады. Өлшемді, функционалдылықты, жұмыс жағдайларын және ақпаратқа қол жеткізуді сәйкестендіру шошқа операцияларының оңтайлы өнімділігі мен қауіпсіздігіне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

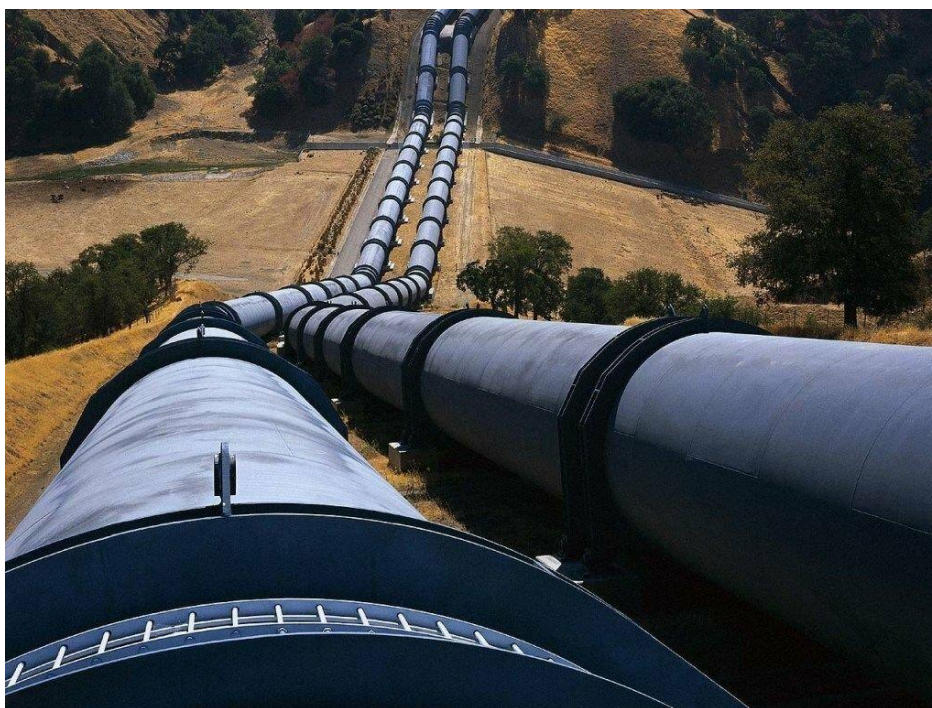
Құбырлар біздің күнделікті өмірімізде ажырамас рөл атқарады, әртүрлі жүйелер мен инфрақұрылымның жұмысын қамтамасыз етеді. Олардың маңыздылығы көптеген аспектілерде көрінеді.

Су құбырлары біздің өмір сүруіміз бен денсаулығымыз үшін қажет таза ауыз суға қол жеткізуге мүмкіндік береді. Құбырлы сумен жабдықтау жүйесінің арқасында біз аз күш жұмсай отырып, суды қраннан тікелей ала аламыз.

Кәріз құбырлары ағынды сулар мен қалдықтарды алып тастайды, санитарлық жағдайды қамтамасыз етеді және инфекциялар мен аурулардың таралуын болдырмайды. Олар қоршаған ортаны сақтауға және қоғамдық гигиенаны жақсартуға ықпал етеді.

Газ құбырлары табиғи газды тасымалдайды, ол жылу, тамақ дайындау және басқа да тұрмыстық қажеттіліктер үшін маңызды энергетикалық ресурс болып табылады. Олар біздің үйлеріміз бен бизнестерімізде жайлылық пен қауіпсіздікті қамтамасыз ететін сенімді қуат көзін қамтамасыз етеді.

Мұнай және мұнай өнімдерін тасымалдауда мұнай құбырлары негізгі рөл атқарады. Олар автомобиль жанармайын, жылуды және пластмасса өнеркәсібін қоса алғанда, әртүрлі өнеркәсіп салаларын энергиямен және шикізатпен қамтамасыз етеді.



Сурет 1.3 – Мұнай құбырлары

Құбырлар жылыту және ауаны баптау жүйелерінде, бу мен жылу беруде де маңызды рөл атқарады. Олар бізге ғимараттарда жайлы өмір сүру және жұмыс жағдайларын жасауға мүмкіндік береді.

Құбыр инфрақұрылымы болмаса, біздің өміріміз айтарлықтай шектеулі болар еді. Құбырлар бізге өмірлік маңызды ресурстарға, энергияға және қызметтерге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Олар заманауи өркениеттің іргетасы болып табылады, өмір сүру сапасын жақсартады және экономикалық дамуға ықпал етеді. Сондықтан құбыр жүйелеріне техникалық қызмет көрсету, диагностикалау және тиімді пайдалану біздің әл-ауқатымыз бен алға жылжуымыз үшін өте маңызды.

Құбырларды диагностикалау инфрақұрылымдық жүйелерді тексерудің маңызды бөлігі болып табылады. Олардың сенімді жұмысын қамтамасыз ету және ықтимал ақауларды болдырмау үшін диагностиканы қажет ететін құбырлардың бірнеше түрі бар.

– Су құбырлары: Су жүйелері қалалар мен елді мекендерді сумен қамтамасыз етуде басты рөл атқарады. Су құбырларының диагностикасы судың сапасының төмендеуіне және ресурстардың жоғалуына әкелуі мүмкін ағып кетуді, коррозияны, бітелуді және басқа ақауларды анықтай алады.

– Кәріз құбырлары: Кәріз жүйелері ағынды суларды жинауға және жоюға жауапты. Кәріз құбырларының диагностикасы су тасқынына және қоршаған ортаның ластануына әкелетін бітелу, қабырғаның құлауы, жарықтар немесе ағып кету сияқты мәселелерді анықтауға көмектеседі.

– Газ құбырлары: Газ құбырлары табиғи газды үйлерге, кәсіпорындарға және өндірістік нысандарға тасымалдау үшін қолданылады. Газ құбырының диагностикасы ағып кетуді, құбырдың тозуын, ағып тұрған қосылымдарды және қауіпсіздікке қауіп төндіретін және газдың жоғалуына әкелетін басқа мәселелерді анықтай алады.

– Мұнай құбырлары: Мұнай құбырлары мұнай мен мұнай өнімдерін ұзақ қашықтыққа тасымалдау үшін қолданылады. Мұнай құбырының диагностикасы құбырдың тұтастығындағы ақауларды, коррозияны, шөгінділерді және ағып кету мен апаттарға әкелуі мүмкін басқа мәселелерді анықтауға көмектеседі.

– Жылу магистральдары: Жылу магистральдары жылуды ғимараттар мен құрылыстарға тасымалдау үшін қолданылады. Жылыту құбырларының диагностикасы жылу шығындарын, оқшаулау ақауларын және жүйенің тиімділігін төмендететін және жылыту шығындарын арттыратын құбыр ақауларын іздеуді қамтиды.

Құбырлардың осы түрлерін диагностикалау ақауларды анықтау және апаттардың алдын алу үшін маңызды процесс болып табылады. Тұрақты диагностика ақауларды ерте анықтауға және түзету шараларын қабылдауға мүмкіндік береді, бұл инфрақұрылымды жұмыс тәртібінде ұстауға және қоғам үшін қауіпсіздік пен жайлылықты қамтамасыз етуге ықпал етеді.

1.1.1 Роботтардың қозғалыс принципі бойынша талдау

Роботтардың қозғалыс принципі олардың жұмыс істеуінің негізгі аспектісі болып табылады. Роботтар мақсаты мен дизайнына байланысты әртүрлі қозғалыс принциптерін қолдана алады. Кейбір роботтар тұрақтылық пен маневрді қамтамасыз ететін дөңгелектермен немесе жолдармен қозғалады. Басқалары соққылар мен кедергілерді кесіп өту үшін аяқ механизмдерін немесе паукпен жүруді пайдаланады. Кейбір роботтар реактивті қозғалысты қолдана алады немесе сұйықтықтарда жүзеді. Басқалары кеңістікте еркін қозғалу үшін суспензия принциптерін немесе магнит өрістерін пайдалана алады. Роботтардың қозғалыс принципін талдау олардың тиімділігін, маневрлік қабілетін және қоршаған ортаның әртүрлі жағдайларына бейімделуін оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Роботтардың қозғалыс принципі олардың түріне және орындауға тиіс тапсырмаға да байланысты. Кейбір роботтар тегіс беттерде қозғалуға немесе еңістерге көтерілуге мүмкіндік беретін қозғалтқыштармен және жетектермен жабдықталуы мүмкін. Басқа роботтар қозғалу үшін реактивті күштерді немесе сымдар немесе рельстер сияқты сыртқы қуат көздерін пайдалана алады.

Қозғалыс принциптері навигация мен позицияны басқару үшін сенсорлар мен алгоритмдерді пайдалануды да қамтуы мүмкін. Роботтар қоршаған ортаға әсер етіп, траекториясын реттей отырып, автономды қозғалысты жүзеге асыра алады.

Роботтардың қозғалыс принципін талдау тапсырмаларды орындау кезінде олардың тиімділігін, жылдамдығын, дәлдігін және тұрақтылығын арттыруға көмектеседі. Роботтық қозғалыс принциптерін дәл түсіну әртүрлі салаларға, соның ішінде өнеркәсіп, медицина, ғылыми зерттеулер және т.б. үшін жаңа және инновациялық шешімдерді әзірлеуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, роботтардың қозғалыс принципі олардың маневрлік қабілеті мен кедергілерді жеңу қабілетіне тікелей әсер етеді. Әртүрлі қозғалыс принциптері роботтарға тегіс емес жер, су, ауа немесе ғарыш сияқты әртүрлі орталарда жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Мысалы, доңғалақтағы роботтар тегіс беттерде жылдам және тиімді болуы мүмкін, бірақ оларда кедергілерге көтерілу немесе тегіс емес жерлерде қозғалу қиын болуы мүмкін. Сонымен қатар, аяғы бар роботтар қиын ортада үлкен қозғалғыштық пен бейімделгіштікке ие болуы мүмкін, бірақ олардың тиімділігі төмен және баяу болуы мүмкін. Роботтың қозғалыс принциптерін талдау белгілі бір тапсырма мен орта үшін роботтың нақты түрін таңдауды оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл роботтардың жұмысының тиімділігі мен тиімділігін арттыруға, сондай-ақ олардың әртүрлі жағдайлар мен жағдайларға бейімделу қабілетін арттыруға ықпал етеді.

Құбыр ішіндегі роботтардың қозғалыс принципін талдау ерекше маңызға ие, өйткені құбыр ішіндегі талаптар мен шектеулер басқа орталар мен кеңістіктерден айтарлықтай ерекшеленеді. Құбыршілік Роботтар

құбырлардың ішкі беттерін тексеру, тексеру, диагностикалау және жөндеу сияқты әртүрлі тапсырмаларды орындауға арналған.

Құбыр ішіндегі роботтарының қозғалыс принциптері әдетте құбырдың шектеулі кеңістігінде тиімді жұмыс істей алатын миниатюралық механизмдер мен мобильді жүйелерге негізделген. Кейбір роботтар құбырдың ішкі бетін айналып өту үшін жолдарды, дөңгелектерді немесе роликтерді пайдаланады. Басқа Роботтар құбырдың бүйірлеріне бекітіліп, олардың бойымен қозғалу үшін магниттік ілінісу немесе микро сору принциптерін қолдана алады.

Құбыр ішілік роботтардың қозғалыс принципін зерттеу олардың тар және қисық құбырларда маневр жасау, биіктік айырмашылықтарын жеңу, кедергілерді айналып өту және дәл навигацияны жүзеге асыру қабілетін оңтайландыруға мүмкіндік береді. Мұндай талдау Робот жасаушыларға олардың ұтқырлығын, тұрақтылығы мен тиімділігін жақсартуға көмектеседі, бұл өз кезегінде құбырлар ішіндегі тапсырмаларды тиімдірек және қауіпсіз орындауға ықпал етеді.

Сонымен қатар, құбыр ішіндегі роботтардың қозғалыс принципін талдау сонымен қатар олар жұмыс істейтін құбырдың ерекшеліктерін ескереді. Құбырлардың әртүрлі диаметрлері, Тегіс немесе өрескел беттері, әртүрлі қисықтары мен бұрыштары болуы мүмкін. Мұның бәрі роботтардың тиімді қозғалуы және құбырлар ішіндегі тапсырмаларды орындауы үшін арнайы қозғалыс принциптерін әзірлеуді қажет етеді.

Роботтардың қозғалыс принципін зерттеу құбырдың белгілі бір түрі үшін ең қолайлы қозғалыс механизмдері мен жүйелерін анықтауға мүмкіндік береді. Мысалы, тар, төмен қисық құбырлар үшін құбыр пішініне бейімделе алатын икемді немесе модульдік механизмдері бар роботтарға артықшылық берілуі мүмкін. Үлкен диаметрлі құбырлар үшін тұрақтылық пен тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін берік дөңгелектері немесе жолдары бар роботтарды пайдалануға болады.

Құбыр ішілік роботтың қозғалыс принциптерін талдау олардың дизайнын, тиімділігі мен сенімділігін оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл құбырларды дәлірек және тиімді диагностикалауға, жөндеуге және күтіп ұстауға ықпал етеді, нәтижесінде шығындар азаяды, қауіпсіздік жақсарады және құбыр инфрақұрылымының қызмет ету мерзімі ұзарады.

Шынжыр табанды роботтар

Шынжыр табанды роботтар - желідегі мобильді роботтардың ең көп таралған түрлерінің бірі. Олар танктерде немесе бульдозерлерде қолданылатындарға ұқсас шынжыр табанды қозғалыс жүйелерімен жабдықталған. Шынжыр табанды роботтар өте мобильді және құбырлардағы соққылар мен иілулерді жеңе алады. Олар әдетте үлкенірек және ауыр болады, бұл оларды тұрақты және қосымша жабдықты тасымалдауға қабілетті етеді. Шынжыр табанды роботтарды құбырларды тексеру, техникалық қызмет көрсету және жөндеу сияқты әртүрлі тапсырмалар үшін пайдалануға болады.

Доңғалақты роботтар

Доңғалақты роботтар - жинақы және икемді кірістірілген роботтар. Олар құбырлар арқылы қозғалуға мүмкіндік беретін дөңгелектермен жабдықталған. Доңғалақты роботтардың артықшылығы жылдамдық пен басқарудың қарапайымдылығына ие. Олар шағын иілу және биіктік айырмашылығы бар түзу құбырларда тиімді болуы мүмкін. Доңғалақты роботтар құбырларды тексеру және бақылау үшін, сондай-ақ жөндеу жұмыстарының кейбір түрлерінде кеңінен қолданылады.

Магниттік роботтар

Магниттік роботтар құбырлардың металл қабырғаларына бекіту үшін магниттік күштерді пайдаланады. Олар көлденең және тігінен қозғала алады. Магниттік роботтар иілу мен биіктік өзгерістерін жеңе алады, бұл оларды әсіресе тік немесе көлбеу құбырларда жұмыс істеу үшін пайдалы етеді. Олар мұнай-газ өнеркәсібінде құбырларды тексеру, тексеру және жөндеу үшін кеңінен қолданылады.

1.2 Қазіргі роботтардың қолданыстағы құрылымдары

Қазіргі уақытта желілік мобильді роботтардың әртүрлі конструкциялары бар, олардың әрқайсысының өзіндік сипаттамалары мен қолданбалары бар. Соған орай роботтардың бірнеше түрлерін қарастыра кетсек.

Шынжыр табанды роботтар

Тізбектелген роботтардың жақсы маневрлік қабілеті және құбырлардағы кедергілерді жеңу қабілеті бар. Олар тұрақтылық пен маневрлікті қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін жолдармен жабдықталған. Бұл роботтар көбінесе үлкен диаметрлі құбырларды тексеру және ұстау үшін қолданылады.

Шынжыр табанды роботтар – шынжыр табанды қозғалыс жүйесімен жабдықталған мобильді роботтардың бір түрі. Беткеймен нүктелік жанасуы басым дөңгелекті роботтардан айырмашылығы, шынжыр табанды роботтар субстратпен кеңірек жанасу аймағына ие. Бұл оларға топырақ, құм, қар немесе күнделікті жұмыс сияқты тегіс емес немесе қиын жерлері бар жерлерде артықшылық береді.

Шынжыр табанды роботтардың негізгі принципі әртүрлі беттерде қозғалу үшін жолдарды пайдалану болып табылады. Шынжыр табандар бір-бірімен байланысқан жолдар деп аталатын жылжымалы пластиналар сериясынан тұрады. Бұл шынжыр табанды роботтарға кедергілерді жеңуге, тегіс емес рельефті, құмды, қиыршық тасты, қарды және басқа да қиын беттерді басып өтуге мүмкіндік береді.

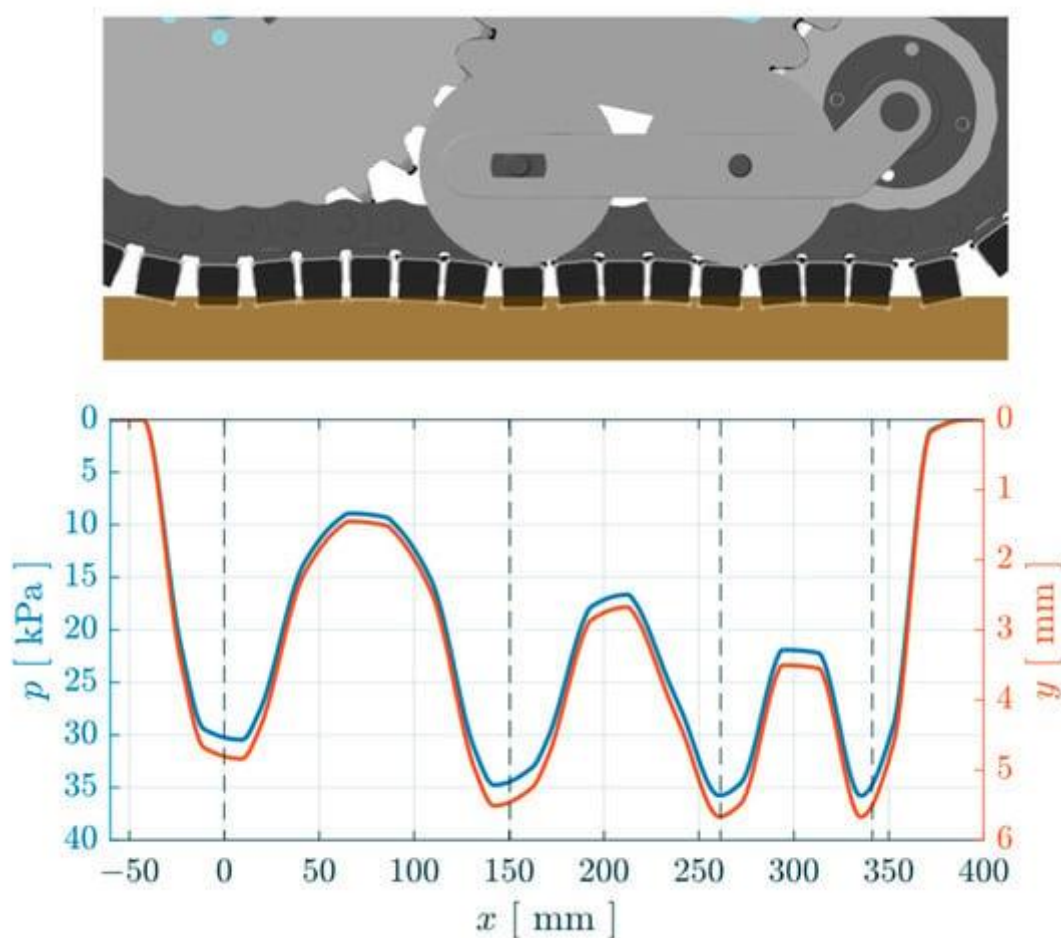
Шынжыр табанды роботтардың артықшылықтары:

- Керемет флотация: Шынжыр табанды роботтар тамаша флотацияға ие және бұдырларды, қиыршық тастарды, құмдарды, қарды және басқа да қиын беттерді жеңе алады. Олар өрескел жерлерді оңай шарлап, кедергілерді жеңе алады.

- Тұрақтылық: Жол жүйесі тегіс емес жерде жүргенде роботқа жақсы тұрақтылықты қамтамасыз етеді. Ол роботтың салмағын біркелкі таратып, оны тұрақтырақ етеді және тіпті тік беткейлерде немесе тегіс емес беттерде тепе-теңдікті сақтай алады.

- Жүк көтергіштігі: Дизайнына байланысты шынжыр табанды роботтар жоғары жүк көтергіштігіне ие. Олар үлкен және ауыр заттарды алып жүруге және басқаруға қабілетті.

- Қысымның біркелкі таралуы: бақыланатын жүйе робот қозғалатын бетке қысымды біркелкі таратады. Бұл зақымдануды немесе жарақатты азайту үшін жұмсақ немесе сынғыш беттермен жұмыс істегенде өте маңызды.



Сурет 1.4 – Шынжыр табанның жерге қысымды біркелкі түсіруі

Бақыланатын роботтар әртүрлі салаларда, соның ішінде ғылыми-зерттеу, барлау, әскери, өнеркәсіп, ауыл шаруашылығы, медицина және құтқару операцияларында кеңінен қолданылады. Олар жету қиын жерлерде зерттеуге, жүктерді жеткізуге, материалдарды тасымалдауға, патрульдерге және т.б.

Арнайы талаптар мен тапсырмаларға байланысты шынжыр табанды роботтар әртүрлі сенсорлармен, камералармен және құралдармен

жабдықталуы мүмкін, сонымен қатар бағдарламалық қамтамасыз ету мен басқару алгоритмдерін пайдалана отырып, автономды жұмыс істей алады.

Шынжыр табанды роботтарды құрастыру кезінде осы факторлардың барлығын ескеру қажет. Шынжыр табанды және доңғалақты жүріс жүйелері арасындағы оңтайлы таңдау тапсырманың нақты талаптарына, жұмыс жағдайларына және қоршаған ортаға байланысты.

Доңғалақты роботтар

Доңғалақты роботтар – доңғалақты қозғалыс жүйесімен жабдықталған мобильді роботтардың бір түрі. Дөңгелектер роботтың әртүрлі беттерде қозғалысын қамтамасыз ететін негізгі элемент болып табылады. Доңғалақты роботтар әртүрлі салаларда, соның ішінде өнеркәсіпте, логистикада, ғылыми-зерттеу және үй шаруашылығында кеңінен қолданылады. Доңғалақты роботтар қозғалыстың жоғары жылдамдығымен және қарапайым дизайнымен ерекшеленеді. Олар дөңгелектермен жабдықталған, бұл шағын диаметрлі құбырлар арқылы жылдам қозғалуға мүмкіндік береді. Доңғалақты роботтар сумен жабдықтау және кәріз жүйелерінде тексеру және техникалық қызмет көрсету үшін кеңінен қолданылады.

Доңғалақты роботтар дөңгелектердің конфигурациясына байланысты әр түрлі болуы мүмкін:

– Бір доңғалақты роботтар: Олардың роботты жылжыту және қолдау функциясын орындайтын бір дөңгелегі бар.

– Екі доңғалақты роботтар: бір-біріне параллель екі дөңгелектен тұрады. Олар роботқа тепе-теңдік пен тұрақтылықты қамтамасыз етеді.

– Үш доңғалақты роботтар: үшбұрышта немесе сызықта орналасатын үш доңғалақ бар. Үш доңғалақ конфигурациясы жақсы маневрлік және орнында бұрылу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

– Төрт доңғалақты роботтар: әр осьте екіден жұп болып орнатылатын төрт дөңгелектен тұрады. Бұл тұрақтылық пен жоғары жүк көтергіштігін қамтамасыз етеді.

Доңғалақты роботтар әртүрлі салаларда, соның ішінде өнеркәсіпте, логистикада, медицинада, ғылыми-зерттеу және тұрмыстық мақсаттарда кеңінен қолданылады. Олар дизайн мен пайдаланудың қарапайымдылығын ұсынады және әртүрлі жағдайлар мен беттердің түрлерінде тиімді болуы мүмкін. Доңғалақтарды тартуға, беріктікке және ептілікке қойылатын талаптарға байланысты резеңке, пластик немесе металл сияқты әртүрлі материалдардан жасауға болады.

Доңғалақты роботтар әдетте тегіс емес беттерде робот үшін жастық пен тұрақтылықты қамтамасыз ететін суспензия жүйесімен жабдықталған. Олар сондай-ақ тапсырманы орындау үшін әртүрлі сенсорлармен және жетектермен жабдықталуы мүмкін, мысалы, бейне камералар, лидарлар, ұстағыштар және басқа құралдар.

Доңғалақты роботтың доңғалақ конфигурациясын және басқа сипаттамаларын таңдау тапсырманың талаптарына, соның ішінде беттің

түріне, маневрлік қажеттілігіне, жүк көтергіштігіне, роботтың жылдамдығы мен ұзақтығына байланысты.

Шынжыр табанды және доңғалақты роботтар арасындағы оңтайлы таңдау тапсырманың нақты талаптарына, қоршаған ортаның сипаттамаларына және жұмыс жағдайларына байланысты.

Магниттік роботтар

Магниттік роботтар құбырлардың металл қабырғаларына бекіту үшін магниттік күштерді пайдаланады. Олар көлденең және тік беттерде қозғалуға және иілулер мен биіктік айырмашылықтарын жеңуге қабілетті. Магниттік роботтар мұнай-газ өнеркәсібінде құбырларды тексеру және жөндеу үшін кеңінен қолданылады.

Магниттік роботтар - әртүрлі орталарда қозғалу және жұмыс істеу үшін магниттік күштерді пайдаланатын мобильді роботтардың бір түрі. Олар металл беттерді ұстауды қамтамасыз ететін және роботқа қозғалып, тапсырмаларды орындауға мүмкіндік беретін магниттік жүйелермен жабдықталған.

Магниттік роботтардың негізгі жұмыс принципі робот магниті мен металл беті арасындағы тартымды немесе итеруші күштерді қолдануға негізделген. Бұл роботқа қабырғалар, төбелер, құбырлар немесе металл құрылымдар сияқты көлденең, тік немесе көлбеу беттермен қозғалуға мүмкіндік береді.

Магниттік роботтар әртүрлі салаларда қолданылады:

- **Өнеркәсіп:** Оларды металл конструкцияларды, құбырларды, резервуарларды және қол жетімділігі шектеулі немесе адамдар үшін қауіпті басқа объектілерді тексеру және жөндеу үшін пайдалануға болады.

- **Құрылыс:** Магниттік роботтарды құрылыс алаңдарында материалдарды жылжыту, қоқыстарды тазалау немесе металл беттерді жөндеу үшін пайдалануға болады.

- **Медицина:** Медицина саласында магнитті роботтар пациенттің денесінде дәрі-дәрмек жеткізу немесе микрохирургиялық процедуралар сияқты манипуляцияларды орындау үшін қолданылады.

- **Зерттеу және ғылым:** Магниттік роботтар магниттік өрістерді, нанотехнологияларды, магниттік материалдарды және басқа өрістерді зерттеу үшін ғылыми зерттеулерде қолданылады.

Магниттік роботтар нақты тапсырмаларға байланысты әртүрлі сенсорлармен, камералармен және құралдармен жабдықталуы мүмкін. Олар сондай-ақ жолды жоспарлау және тапсырмаларды орындау үшін алгоритмдерді пайдалана отырып, бағдарламалық қамтамасыз ету немесе автономды болуы мүмкін.

Магниттік роботтардың басты артықшылықтарының бірі - дәстүрлі роботтар немесе адамдар жете алмайтын тар кеңістікте жұмыс істеу қабілеті. Олар жақсы ұтқырлыққа ие және тегіс және тік беттерде қозғала алады, бұл құлау немесе зақымдану қаупін азайтады.

Дегенмен, магниттік роботтардың да кейбір шектеулері бар. Олар адгезия үшін металл беттерді қажет етеді және металл емес немесе магнитті емес беттерде қолдануға болмайды. Сонымен қатар, магнит өрістері басқа электрондық құрылғыларға әсер етуі мүмкін және кейбір орталарда қалаусыз болуы мүмкін. Металл беттерде қозғалу және жету қиын жерлерде жұмыс істеу қабілетіне байланысты магниттік роботтар әртүрлі салаларда және қызмет салаларында кең қолдану мүмкіндігі бар мобильді роботтардың маңызды түрі болып табылады.

1.2.1 Артықшылықтар мен кемшіліктерін талдау

Желідегі мобильді роботтың әрбір дизайнының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар, олар жаңа шешімдерді әзірлеу кезінде ескерілуі керек. Тізбектелген роботтардың маневрлік қабілеті жоғары, бірақ тар құбырларда шектелуі мүмкін. Доңғалақты роботтар жылдамырақ қозғалады, бірақ кедергілерді жеңу қиын болуы мүмкін. Магниттік роботтар тік беттерде жұмыс істей алады, бірақ магнитті емес құбырлармен шектелуі мүмкін.

Қолданыстағы конструкцияларды зерттеу олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтауға, сондай-ақ жаңа шешімдерді одан әрі жетілдіру және дамыту бағыттарын анықтауға мүмкіндік береді. Зерттелетін құрылымдарды және оларды талдауды ескере отырып, желілік мобильді роботты жобалауға қойылатын талаптарды қарастырайық.

In-pipe мобильді роботтар құбырлар ішіндегі әртүрлі тапсырмаларды орындаудың маңызды құралы болып табылады. Роботтың әрбір түрінің өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар, олар белгілі бір тапсырма үшін ең қолайлы дизайнды таңдаған кезде ескерілуі керек. Сондықтан, желідегі мобильді роботтардың түрлерінің артықшылықтары мен кемшіліктерін қарастыру маңызды жұмыстардың бірі десек те болады.

Артықшылықтар мен кемшіліктерді талдау құбыр ішінде пайдалану үшін белгілі бір роботты таңдаудағы маңызды қадам болып табылады. Міне, осындай талдаудың маңыздылығының кейбір себептерін қарастыра кетсек.

Оңтайлы шешім: Артықшылықтар мен кемшіліктерді талдау құбыр ішіндегі белгілі бір тапсырма үшін қандай роботтардың ең қолайлы екенін анықтауға мүмкіндік береді. Әртүрлі роботтардың өзіндік ерекше мүмкіндіктері мен мүмкіндіктері бар және дұрыс роботты таңдау тапсырмаларды тиімдірек және дәл орындауға көмектеседі.

Тиімділік және өнімділік: Артықшылықтар мен кемшіліктерді түсіну роботтың құбыр ішіндегі жұмысын бағалауға мүмкіндік береді. Бұған қозғалыс жылдамдығы, навигацияның дәлдігі, кедергілерді жеңу және қажетті әрекеттерді орындау мүмкіндігі кіреді. Тапсырма талаптарына сәйкес келетін роботты таңдау тиімділікті арттырып, нәтижелерді жақсартуға мүмкіндік береді.

Қауіпсіздік: Роботтардың артықшылықтары мен кемшіліктерін талдау олардың құбыр ішінде қауіпсіз жұмыс істеу қабілетін бағалауға көмектеседі. Бұл құбырдың зақымдануы, жүйенің ақаулары немесе төтенше жағдайлардың ықтималдығы сияқты ықтимал тәуекелдерді бағалауды қамтиды. Қауіпсіз және сенімді роботты таңдау тәуекелдерді азайтып, жұмыстардың жалпы қауіпсіздігін жақсартады.

Құны және қол жетімділік: Артықшылықтар мен кемшіліктерді талдау сонымен қатар әртүрлі роботтардың құны мен қолжетімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Кейбір роботтар қымбатырақ немесе техникалық қызмет көрсету қиын болуы мүмкін, ал басқалары арзанырақ және үнемді болуы мүмкін. Талдау роботтың құны мен өнімділігі арасындағы оңтайлы теңгерімді табуға көмектеседі.

Икемділік және бейімделгіштік: Құбыр ішіндегі роботтардың артықшылықтары мен кемшіліктерін талдау олардың икемділігін және құбыр ішіндегі әртүрлі жағдайларға бейімделу қабілетін бағалауға мүмкіндік береді. Кейбір роботтар белгілі бір құбыр түрлеріне немесе тапсырмаларына мамандандырылған болуы мүмкін, ал басқалары жан-жақты және бейімделгіш болуы мүмкін. Талдау белгілі бір тапсырманың талаптары мен қажеттіліктеріне сәйкес келетін роботты таңдауға көмектеседі.

Техникалық шектеулер: Әрбір роботтың максималды ұзындығы, диаметрі немесе радиусы сияқты өзіндік техникалық шектеулері бар, бұл оның құбырлардың белгілі бір түрлерінде қозғалу немесе жұмыс істеу мүмкіндігін шектеуі мүмкін. Артықшылықтар мен кемшіліктерді талдау қандай роботтардың құбырдың нақты параметрлері мен шектеулеріне ең қолайлы екенін анықтауға көмектеседі.

Интеграция және басқару: Құбырдың ішінде жұмыс істеу үшін роботты таңдағанда, оның басқа жүйелермен біріктіру және оны басқару мүмкіндіктерін ескеру қажет. Роботтардың артықшылықтары мен кемшіліктерін талдау роботты бар жүйеге қаншалықты оңай және тиімді біріктіруге болатынын немесе жұмыс кезінде басқарылатынын анықтауға мүмкіндік береді.

Артықшылықтар мен кемшіліктерді талдау құбыр ішінде жұмыс істеуге арналған оңтайлы роботты таңдаудың маңызды құралы болып табылады. Ол өнімділік, қауіпсіздік, құн және бейімделу сияқты әртүрлі факторларды бағалауға және тапсырма талаптарына және қоршаған орта жағдайларына ең жақсы сәйкес келетін роботты таңдауға мүмкіндік береді. Бұл құбыр ішіндегі операцияларды тиімдірек және сәтті жүзеге асыруға және жұмыс сапасы мен сенімділігін арттыруға әкеледі.

Құбырдың ішінде жұмыс істеу үшін белгілі бір роботты таңдау кезінде саналы шешім қабылдау үшін артықшылықтар мен кемшіліктерді талдау маңызды. Ол тапсырманың сипаттамаларын, қоршаған орта жағдайларын, қауіпсіздік талаптарын және қаржылық шектеулерді ескеруге мүмкіндік

береді, бұл сайып келгенде, жобаның неғұрлым тиімді және сәтті жүзеге асырылуына ықпал етеді.

Шынжыр табанды роботтар

Шынжыр табанды роботтардың артықшылықтары:

- Биік рельеф: Шынжыр табанды роботтар тамаша жер бедерімен ерекшеленеді және құбырлардағы соққыларды, иілулерді және кедергілерді жеңе алады.
- Тұрақтылық: Бақыланатын саяхат жүйесінің арқасында шынжыр табанды роботтар тіпті тегіс емес беттерде де өте тұрақты.
- Қосымша жабдықты тасымалдау мүмкіндігі: Шынжыр табанды роботтар жөндеу құралдары немесе диагностикалық жүйелер сияқты қосымша жабдықпен жабдықталуы үшін жеткілікті үлкен.

Шынжыр табанды роботтардың кемшіліктері:

- Көлемді: Тізбектелген роботтар әдетте үлкенірек және ауыр болады, бұл оларды аз жинақы және тар құбырларда жұмыс істеуді қиындатады.
- Басқарудың күрделілігі: Күрделі құрылымы мен қадағаланатын қозғалыс жүйесіне байланысты қадағаланатын роботтар роботтардың басқа түрлерімен салыстырғанда күрделірек және дәл басқаруды қажет етуі мүмкін.



Сурет 1.5 – Доңғалақты тексеру роботы

Доңғалақты роботтар

Доңғалақты роботтардың артықшылықтары:

- Ықшам және маневрлі: Доңғалақты роботтар өлшемі бойынша ықшам және шағын иілулері мен кедергілері бар құбырлар арқылы оңай маневр жасай алады.
- Басқарудың қарапайымдылығы: доңғалақтардағы қозғалыстың қарапайым принципіне байланысты доңғалақты роботтардың жұмысы салыстырмалы түрде қарапайым және интуитивті.

- Қозғалыс жылдамдығы: Доңғалақты роботтар құбырлардың түзу учаскелері бойынша айтарлықтай жоғары қозғалыс жылдамдығын дамыта алады.

Доңғалақты роботтардың кемшіліктері:

- Рельефтік шектеулер: Доңғалақты роботтар құбырлардағы соққылар мен биіктіктерді келісу қиынға соғуы мүмкін.

- Доңғалақтардың үйкелісі және тозуы: Доңғалақты роботтар ұзақ уақыт пайдаланған кезде доңғалақтардың тозуы мен үйкелісіне ұшырайды, бұл дөңгелекті тұрақты ауыстыруды немесе техникалық қызмет көрсетуді қажет етуі мүмкін.

Магниттік роботтар

Магниттік роботтардың артықшылықтары:

- Тік және көлбеу беттерге өрмелеу: Магниттік роботтар құбырлардың тік және көлбеу қабырғалары бойымен қозғала алады, бұл олардың қолданылу аясын кеңейтеді.

- Металл беттеріндегі тұрақтылық: Магниттік күштердің арқасында магниттік роботтар өте тұрақты және оларды құбырлардың металл қабырғаларына бекітуге болады.

Магниттік роботтардың кемшіліктері:

- Тек металл беттерде жұмыс істеуге шектелген: Магниттік роботтарды тек металл қабырғалары бар құбыр желілерінде қолдануға болады, бұл оларды металл емес жүйелерде пайдалануды шектейді.

- Шектеулі жүру мүмкіндігі: Магниттік роботтар құбырлардағы иілулер мен биіктіктердің өзгеруін келісу қиынға соғуы мүмкін.

1.2.2 Қолданыстағы құбырларды диагностикалау роботтары

SHENZHEN SROD INDUSTRIAL GROUP – инновациялық роботтық шешімдерді әзірлеуге және өндіруге арналған компания. Олардың өнімдерінің бірі - құбырларды тексеру роботы. Srod Industrial Group – Қытайдың Шэньчжэнь қаласында орналасқан инновациялық компания. Олар әртүрлі роботтық шешімдерді, соның ішінде өнеркәсіпке, автоматтандыруға және басқа салаларға арналған роботтарды әзірлеуге және өндіруге маманданған.

Srod robotics робототехника саласында кең ауқымды тәжірибе мен тәжірибеге ие. Олар өз командасына озық шешімдерді әзірлеумен және құрастырумен айналысатын жоғары білікті инженерлер мен мамандарды біріктіреді. Компания тұтынушылардың қажеттіліктерін қанағаттандыратын инновациялық және тиімді шешімдерді нарыққа шығару үшін ғылыми-зерттеу жұмыстарына белсенді түрде инвестиция салады.

Srod robotics жетекші өнімдерінің бірі құбырларды диагностикалау және тексеру роботтары болып табылады. Бұл роботтар әртүрлі типтегі және өлшемдегі құбырларды дәл диагностикалау және тексеру үшін озық

технологиялармен және функционалдық мүмкіндіктерімен жабдықталған. Олар операторларға ақауларды табуға, параметрлерді өлшеуге және техникалық қызмет көрсету және жөндеу шешімдерін қабылдау үшін құбыр жағдайы деректерін жинауға көмектеседі.

Компания робототехника саласындағы үздіксіз даму мен инновацияларға ұмтылады. Олар нақты қажеттіліктер мен талаптарға жауап беретін теңшелген шешімдерді жасау үшін тұтынушылармен және серіктестермен белсенді түрде ынтымақтасады. Компания сонымен қатар өз тұтынушыларына роботтық шешімдердің жоғары тиімділігі мен ұзақ мерзімділігін қамтамасыз ету үшін өнімнің сапасына, қауіпсіздігіне және сенімділігіне баса назар аударады.

Srod robotics робототехника нарығының белсенді қатысушысы болып табылады және Қытайда да, халықаралық деңгейде де өз қызметін кеңейтуді жалғастыруда. Олардың өнімдері мен шешімдері әртүрлі салаларда, соның ішінде өңдеу өнеркәсібінде, мұнай және газда, құрылыста және тиімді және сенімді робототехника қажет басқа салаларда тұтынушылардың мойындауы мен сеніміне ие болды.



Сурет 1.6 – S300E Pipe Inspection Robot

Srod robotics әзірлеген құбырларды тексеру роботы - құбырлардың әртүрлі түрлерін тексеруге және диагностикалауға арналған жетілдірілген құрылғы. Роботтың ықшам өлшемі мен икемді сипаттамалары бар, бұл құбырлар ішіндегі тар және жету қиын жерлерге еруге мүмкіндік береді.

Құбырларды тексеру роботының негізгі мүмкіндіктеріне мыналар жатады:

1. Камералар мен сенсорлар: Робот құбырлар ішінде жоғары ажыратымдылық пен дәл кескіндерді қамтамасыз ететін жоғары сапалы камералар мен сенсорлармен жабдықталған. Бұл операторларға құбыр

жағдайының егжей-тегжейлі визуалды диагнозын жасауға және ықтимал ақаулар мен зақымдарды анықтауға мүмкіндік береді.

2. Икемділік және маневрлік: Құбырларды тексеру роботының икемді дизайны бар, ол құбырлар ішіндегі қисаюларды, бұрыштарды және кедергілерді оңай жеңуге мүмкіндік береді. Робот әртүрлі диаметрлер мен пішіндегі құбырлар арқылы маневр жасай алады, бұл толық қамтуды және сенімді диагностиканы қамтамасыз етеді.

3. Автономды навигация: Робот автономды навигациялық жүйемен жабдықталған, ол құбырдың ішінде өздігінен жүруге мүмкіндік береді. Операторлар қажетті бағытты немесе жұмыс режимін орната алады, ал робот диагностикалық тапсырмаларды автоматты түрде орындайды.

4. Байланыс жүйесі: Құбырларды тексеру роботында операторларға құбырлардың жай-күйі туралы нақты уақытта ақпарат алуға мүмкіндік беретін сенімді байланыс жүйесі бар. Бұл құбырларға техникалық қызмет көрсету мен жөндеуге қатысты жылдам және негізделген шешімдер қабылдауға көмектеседі.

Srod robotics компаниясының құбырларды тексеру роботы - құбырларды тексерудің жетілдірілген шешімі. сияқты бірқатар артықшылықтарға ие жоғары диагностикалық дәлдік, икемділік және автономды навигация ретінде, бұл оны құбырларды пайдалану және қызмет көрсетумен айналысатын компаниялар үшін құнды құрал етеді.

Құбырларды тексеруге арналған және құбыр ішін қадағалайтын роботтардың бірі XYZ Robotics жасаған InPipe инспекциялық роботы болып табылады. Бұл робот құбырлардың ішкі беттерін тексеру мен тексеруге арналған және кейбір бірегей ерекшеліктері мен жетістіктері бар.

XYZ Robotics роботтық шешімдерді әзірлеу және өндіру саласындағы жетекші компания болып табылады. Олар қосымшалардың кең ауқымына, соның ішінде желілік диагностика мен құбырларды тексеруге арналған инновациялық роботтарды жасауға маманданған.

Компания әртүрлі салалардағы күрделі мәселелерді шешуге көмектесетін озық технологияларды жасау үшін үздіксіз зерттеулер мен әзірлемелерге ұмтылады. Олардың мақсаты - тұтынушыларға олардың процестерінің өнімділігін, сенімділігін және қауіпсіздігін арттыратын инновациялық және тиімді роботтық шешімдерді ұсыну.

Құбыршілік робототехника саласында XYZ Robotics бірқатар озық шешімдерді әзірледі. Олардың бірі - құбырлардың ішкі беттерін диагностикалау мен тексеруге арналған InPipe Inspection шынжыр табанды роботы.

XYZ Robotics-те инженерлерден, әзірлеушілерден және робототехника мамандарынан тұратын мықты команда бар. Олардың роботтарды жобалау және құрастыру бойынша терең білімі мен тәжірибесі бар, бұл оларға инновациялық және жоғары технологиялық өнімдерді жасауға мүмкіндік береді.

Компания тұтынушылармен және серіктестермен олардың қажеттіліктерін түсіну және олардың талаптарына сәйкес келетін шешімдерді ұсыну үшін белсенді жұмыс істейді. Олар өз роботтарына толық қолдауды, оқытуды және техникалық қызмет көрсетуді қамтамасыз етеді, осылайша тұтынушылар өз процестерінде олардан барынша пайда ала алады.

XYZ Robotics сонымен қатар саланың дамып келе жатқан қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін инновацияларды жалғастыруға және өнім ұсыныстарын кеңейтуге ұмтылады. Олар робототехникадағы соңғы жетістіктерден хабардар болып, роботтарының мүмкіндіктерін арттыру үшін жасанды интеллект пен машиналық оқыту сияқты озық технологияларды пайдаланады.

Қауіпсіздік XYZ Robotics философиясының маңызды бөлігі болып табылады. Олар жоғары қауіпсіздік стандарттарын ұстанады және роботтарының нормативтік талаптар мен ережелерге сәйкестігін қамтамасыз ету үшін барлық қажетті шараларды қабылдайды.

XYZ Robotics робототехника индустриясының танымал көшбасшысы болып табылады және салалардағы процестерді жақсарту үшін жаңа шешімдерді белсенді түрде зерттеуді және әзірлеуді жалғастыруда. Олардың тұрақты инновациялары мен сапаға деген ұмтылысы оларды робототехника саласындағы маңызды ойыншыға айналдырады.

InPipe Inspection — мұнай және газ құбырларын, су және кәріз жүйелерін және өнеркәсіптік құбырларды қоса алғанда, құбырлардың әртүрлі түрлерінің ішін тексеруге арналған жоғары технологиялық робот. Робот ықшам өлшемдерге ие және құбыр ішіндегі шектеулі кеңістік жағдайында жұмыс істеуге бейімделген.

InPipe инспекциясының негізгі мүмкіндіктері:

1. Датчиктер мен жабдықтар: Робот әртүрлі датчиктермен, соның ішінде жоғары ажыратымдылықтағы оптикалық камералармен, термобейне камерасымен, сондай-ақ құбыр қабырғасының қалыңдығын өлшеуге және ағып кетуді анықтауға арналған сенсорлармен жабдықталған. Бұл оған құбырдың жағдайы туралы нақты және егжей-тегжейлі ақпарат алуға мүмкіндік береді.

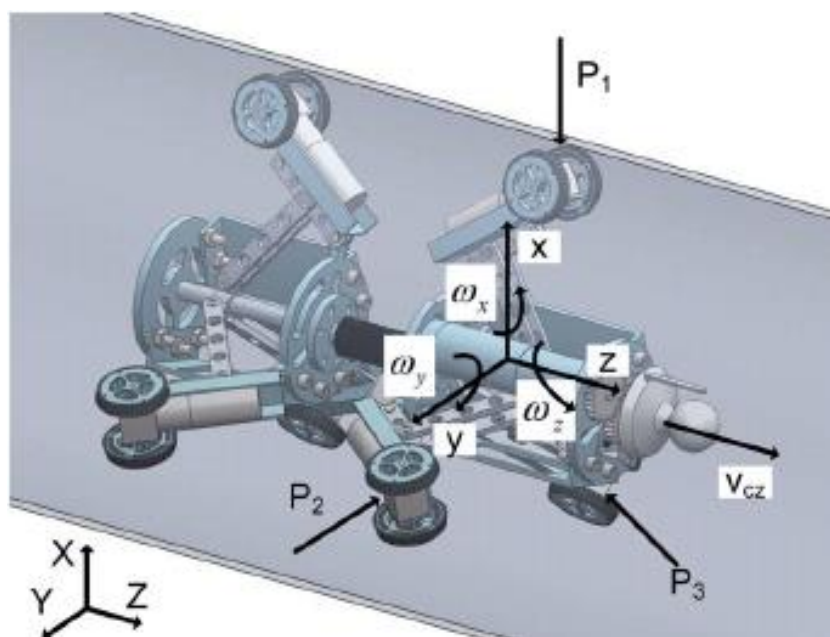
2. Автономды навигация: InPipe Inspection құбырдың ішінде автономды шарлау мүмкіндігіне ие. Робот иілісі, биіктігінің өзгеруі және басқа да кедергілері бар күрделі құбыр желілерін шарлау үшін жетілдірілген алгоритмдер мен позициялау жүйелерін пайдаланады. Бұл бүкіл құбыр бетін тиімді және дәл сканерлеуді қамтамасыз етеді.

3. Байланыс жүйесі: Робот операторларға нақты уақытта құбыр күйі туралы ақпаратты алуға мүмкіндік беретін жетілдірілген байланыс жүйесімен жабдықталған. Робот жинаған деректер қашықтағы компьютерге немесе құрылғыға жіберіледі, онда оны талдауға және түсіндіруге болады.

XYZ Robotics өз роботтарын жетілдіру және дамыту үшін белсенді жұмыс істейді. Олар құбырларды дәлірек және тиімді диагностикалауды қамтамасыз ету үшін жаңа технологиялар мен инновациялық тәсілдерді үнемі

зерттейді. Олар сондай-ақ роботтарына қолдау мен техникалық қызмет көрсетеді, бұл олардың сенімділігі мен беріктігін қамтамасыз етеді.

Дегенмен, кез келген технология сияқты, InPipe Inspection бағдарламасының да кемшіліктері бар. Олардың кейбіреулері құбыр өлшемі шектеулерін, тұрақты техникалық қызмет көрсету қажеттілігін және деректерді беру кезіндегі қателердің ықтималдығын қамтиды. Дегенмен, бұл кемшіліктер әдетте XYZ Robotics ұсынатын артықшылықтармен және инновациялық шешімдермен өтеледі.



Сурет 1.7 – Құбыр тексеру кезіндегі XYZ параметрлері

XYZ Robotics ұсынған InPipe Inspection - құбырларды диагностикалау және тексеру үшін маңызды құрал, олар жұмыс кезінде жоғары дәлдікті, тиімділікті және қауіпсіздікті қамтамасыз етеді.

InPipe бақылау роботы құбыр ішіндегі иілулерді, биіктіктерді өзгертуді және басқа кедергілерді реттеуге мүмкіндік беретін тректелген саяхат жүйесімен жабдықталған. Ол тозу, жарықтар және басқа ақаулар сияқты құбыр жағдайлары туралы деректерді жинау үшін жоғары ажыратымдылықтағы камералармен және сенсорлармен жабдықталған. Робот алынған ақпаратты нақты уақыт режимінде операторға жібере алады, ол деректерді талдап, тиісті шешім қабылдай алады.

InPipe Inspection роботының жетістіктері оның құбырларды диагностикалауда жоғары дәлдік пен сапаны қамтамасыз ету қабілетін қамтиды. Ол операторларға құбыр ішіндегі ақауларды анықтауға және талдауға мүмкіндік береді, бұл апаттардың алдын алуға және зақымдалған учаскелерді уақтылы жөндеуге немесе ауыстыруға көмектеседі. Робот сонымен қатар құбырлардың ішінде жұмыс істеудің қауіпсіздігі мен тиімділігін арттырады.

Дегенмен, InPipe инспекциялық роботының кейбір кемшіліктері де бар. Мысалы, оның өлшемі оның еніп кетуі мүмкін құбырдың диаметрімен шектелуі мүмкін. Кеңірек құбырлар роботтардың басқа түрлерін немесе арнайы жабдықты пайдалануды қажет етуі мүмкін. Бұған қоса, құбырдың ішінде кір, тот немесе кедергілер сияқты қиын жағдайлар болуы мүмкін, бұл роботтың қозғалуын қиындатады және деректерді жинау сапасын төмендетеді.

Соған қарамастан InPipe Inspection роботы дамуын және жетілдірілуін жалғастыруда. XYZ Robotics және басқа өндірушілер оның мүмкіндіктерін жақсарту және бар шектеулерді еңсеру үшін белсенді жұмыс істеуде. Жаңа робот үлгілері дәлірек сенсорлармен және автономды навигациямен кішірек, жеңіл және икемді болуы мүмкін.

Жалпы, InPipe Inspection роботы және оған ұқсас шынжыр табанды роботтар құбырларды тексеру саласында маңызды рөл атқарады. Олар ақауларды ерте анықтауға және апаттардың алдын алуға ықпал ететін құбырлардың жағдайын тиімді тексеру мен бақылауды қамтамасыз етеді. Мұндай роботтарды одан әрі дамыту мен жетілдіруде инфрақұрылымның игілігі мен өміріміздің қауіпсіздігі үшін құбыр диагностикасының сапасы мен сенімділігін арттыруға үлкен көңіл бөлінетін болады.

Құбырларды диагностикалау үшін пайдаланылатын бар желілік тексеріп шығу роботтарының бірі – PipeCrawler роботы. PipeCrawler роботын XYZ Robotics әзірлеген және құбыр өнеркәсібінде кеңінен қабылданған.

PipeCrawler бағдарламасының бірнеше артықшылықтары бар. Біріншіден, оның шынжыр табанды конструкциясы иілу және биіктік өзгерістері бар құбырларда да тамаша флотация мен маневрлікті қамтамасыз етеді. Ол құбырлардың тегіс және өрескел беттерінде қозғалуға, бұрыштар мен кедергілерді жеңуге қабілетті. Екіншіден, PipeCrawler құбырларды жоғары сапалы диагностикалауға мүмкіндік беретін әртүрлі сенсорлармен және камералармен жабдықталған. Ол жарықтар, коррозия және шөгінділер сияқты ақауларды анықтауға, сондай-ақ құбырдың жай-күйі туралы деректерді өлшеуге және жинауға қабілетті.

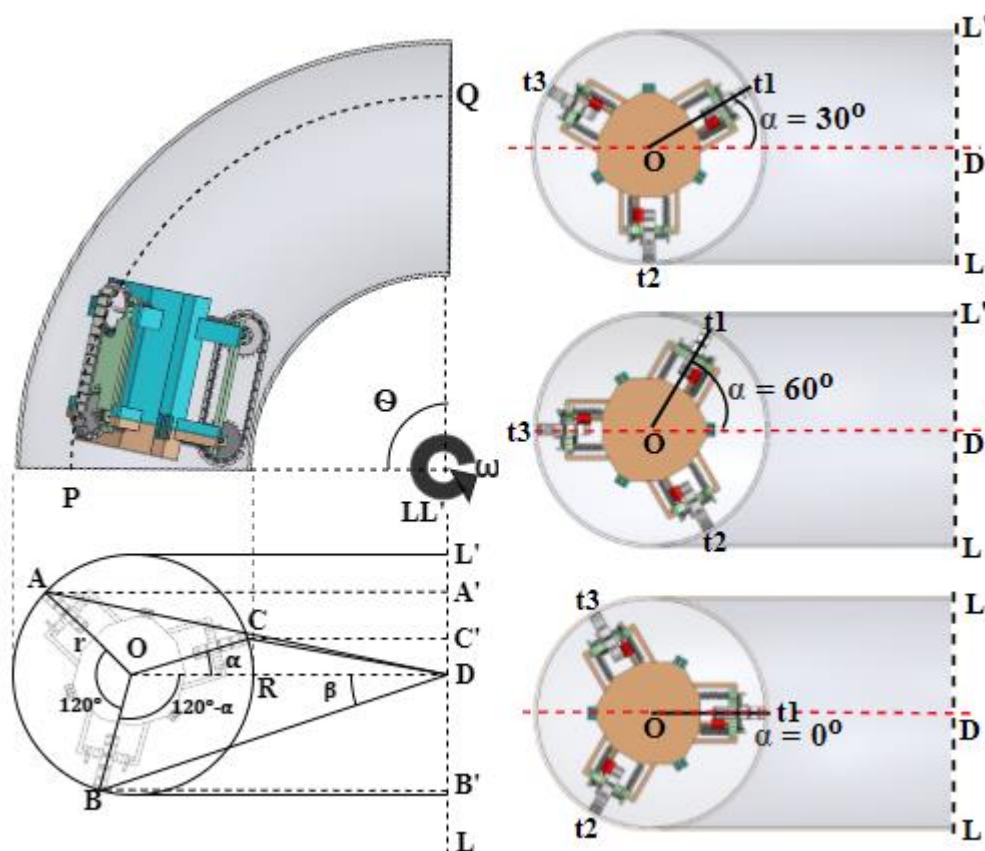
PipeCrawler бірнеше негізгі кемшіліктері бар. Біріншіден, оның өлшемдері шағын диаметрі бар тар құбырларда пайдалану үшін шектелуі мүмкін. Бұл құбырлардың кейбір түрлерінде диагностикалық қиындықтарды тудыруы мүмкін. Екіншіден, нақты шарттарға байланысты деректерді беру және роботпен байланысу сенімділігінде қиындықтар туындауы мүмкін. Бұл байланыс жүйелері мен деректерді беру саласындағы қосымша жақсартуларды талап етуі мүмкін.

Кейбір кемшіліктерге қарамастан, PipeCrawler құбырларды диагностикалау саласында жақсы нәтижелер көрсетеді. Ол мұнай құбырлары мен жылу жүйелерін диагностикалауды қоса алғанда, бірнеше жобаларда сәтті қолданылған. Өзінің икемділігі, дәлдігі және сенімділігі арқасында PipeCrawler құбырды диагностикалауға және техникалық қызмет көрсетуге кететін уақыт пен ресурстарды айтарлықтай қысқартуға қабілетті.

XYZ Robotics оның функционалдығын жақсарту және оны әртүрлі орталарға және құбыр инфрақұрылымының талаптарына бейімдеу үшін PipeCrawler жүйесін жақсартуды жалғастыруда. Болашақта PipeCrawler сияқты желілік тексергіш роботтарды әзірлеу және енгізу жалғасады және олар құбыр диагностикасының тиімді әрі сенімді құралына айналады деп күтілуде.

1.3 Құбырышілік мобильді роботтың технологиялық аспектілері

Құбырышілік мобильді роботтар - құбырларды тексеру, диагностикалау және техникалық қызмет көрсету үшін арнайы әзірленген инновациялық техникалық құрылғылар. Олар әртүрлі салаларда, соның ішінде мұнай-газ өнеркәсібінде, сумен жабдықтауда, энергетикада және құбырлар инфрақұрылымның маңызды бөлігі болып табылатын басқа салаларда маңызды рөл атқарады.



Сурет 1.8 – Навигация және басқару маңыздылығының көрінісі

Желідегі мобильді роботтың технологиялық аспектілері оның тиімділігі мен өнімділігі үшін өте маңызды. Міне, осындай роботтарды жобалау кезінде ескеру қажет негізгі технологиялық аспектілердің кейбірі:

1. Механика және қозғалтқыштар: Құбыр ішіндегі жылжымалы роботтар құбырлардың ішінде оңай маневр жасау үшін ықшам және икемді болуы керек. Олардың механикалық конструкциясы әртүрлі жағдайлар мен жүктемелерге төтеп бере алатындай берік болуы керек. Тиімді қозғалтқыштар роботқа құбырлар арқылы қозғалуға және кедергілерді жеңуге мүмкіндік береді.

2. Навигация және басқару: Роботтар құбырлар арқылы автономды жүруге мүмкіндік беретін навигациялық жүйелермен жабдықталуы керек. Бұл роботтың орнын және бағытын анықтау үшін гироскоптар, акселерометрлер және камералар сияқты әртүрлі сенсорларды пайдалануды қамтуы мүмкін. Операторларға роботтың қозғалысы мен функцияларын басқаруға мүмкіндік беретін тиімді басқару жүйесі де маңызды. 1.8 – суретте θ бұрышы бар құбыр иілісі ішінде роботтың навигациясының жазық кескіні көрсетілген.

3. Көрнекі диагностика: Құбыр ішілік роботтарының негізгі мақсаттарының бірі құбырлардың визуалды диагностикасын жүргізу болып табылады. Роботтар құбырлардың ішіндегі анық және егжей-тегжейлі кескіндерді беретін жоғары ажыратымдылықтағы камералармен жабдықталуы керек. Жақсы бейнелеуді қамтамасыз ету үшін жұмыс аймағын жарықтандыратын және дірілді басатын механизмдердің болуы да маңызды.

4. Деректермен байланыс жүйесі: Құбыр ішілік робот технологиясының маңызды аспектісі деректермен байланыс жүйесі болып табылады. Роботтар операторлар құбырлардың жай-күйі туралы нақты уақыт режимінде деректерді ала алатындай сенімді және тиімді байланыс құралдарымен жабдықталуы керек. Бұл ақаулар мен проблемаларды жылдам анықтауға және қажетті шараларды қабылдауға мүмкіндік береді.

5. Төтенше жағдайларда жұмыс істеу: Кейбір жағдайларда желідегі мобильді роботтар жоғары температура, коррозиялық орта немесе шектеулі қолжетімділік сияқты төтенше жағдайларға тап болуы мүмкін. Робот технологиясы агрессивті заттардан қорғауды және материалдардың беріктігін қоса алғанда, осындай жағдайларда жұмыс істеуге бейімделуі керек.

6. Датчиктер мен детекторлар: Роботтар құбырлардағы ағып кетулерді, деформацияларды, коррозияны және басқа ақауларды анықтау үшін әртүрлі сенсорлармен және детекторлармен жабдықталуы мүмкін. Бұл операторларға апаттар мен зақымдану қаупін барынша азайта отырып, ақауларды жылдам анықтауға және оларға жауап беруге мүмкіндік береді.

7. Магниттік немесе пневматикалық бейімделу: Кейбір жағдайларда роботтар магниттік немесе пневматикалық жүйелерді қолданатын құбырларға бейімделуі мүмкін. Бұл роботты құбыр қабырғаларына сенімді бекітуді қамтамасыз етеді және оның тік немесе көлбеу беттермен қозғалуына мүмкіндік береді.

8. Электрмен жабдықтау жүйелері: Желілік роботтарда батареяларды жиі ауыстыру немесе қайта зарядтау қажеттілігінсіз ұзақ уақыт жұмыс істеуді қамтамасыз ету үшін тиімді және сенімді электрмен жабдықтау жүйелері

болуы керек. Бұл роботтар ұзақ қашықтықта немесе энергия көздеріне қолжетімділік шектеулі шалғай жерлерде жұмыс істегенде өте маңызды.

9. Деректерді басқару және талдау: Желілік роботтар операторларға оларды басқаруға, алынған деректерді талдауға және құбырлардың жай-күйі туралы есептерді шығаруға мүмкіндік беретін бағдарламалық қамтамасыз етумен біріктірілуі мүмкін. Бұл шешім қабылдау процесін жеңілдетеді және техникалық қызмет көрсету мен жөндеуді тиімдірек жоспарлауға мүмкіндік береді.

10. Өлшемі және қол жетімділігі: Құбыр роботтары әртүрлі диаметрлі құбырлардың ішіне сыятындай шағын болуы керек. Олар тар және қисық құбырлар арқылы оңай қозғалу үшін жеңіл және епті болуы керек. Токтау уақытын азайту және операциялық шығындарды азайту үшін роботтардың техникалық қызмет көрсету және жөндеу үшін қолжетімді болуын қамтамасыз ету де маңызды.

Инженерлер мен робототехника мамандарының назарын аудара отырып, желідегі мобильді роботтардың технологиялық аспектілері дамуды жалғастыруда. Тұрақты инновациялар мен жетілдірулердің арқасында бұл роботтар құбырларды диагностикалау, техникалық қызмет көрсету және жөндеу үшін тиімдірек және сенімді құралдарға айналады.

Srod Industrial Group және желілік мобильді роботтарды жасаумен айналысатын басқа компаниялар осы құрылғылардың технологиялық аспектілерін жақсарту және инновациялар бойынша белсенді жұмыс істеуде. Неғұрлым тиімді навигацияға, дәлірек диагностикаға және сенімді деректерді жіберуге ұмтылу құбырларды тексеру және техникалық қызмет көрсету үшін неғұрлым жетілдірілген роботтық шешімдерді алға тартады.

Әртүрлі аспектілерді басқа, желідегі мобильді роботтар сонымен қатар олардың өнімділігі мен функционалдығын қамтамасыз ететін әртүрлі технологиялық қажеттіліктерді қамтиды.

Энергиямен қамтамасыз ету

Негізгі аспектілердің бірі – роботтарды электрмен жабдықтау. Құбыр роботтары батареялардан, күн панельдерінен немесе басқа қуат көздерінен қуат алады. Робот құбырлардағы тапсырмаларды бірнеше сағат немесе тіпті күндер бойы орындай алатындай қуат көзінің жеткілікті қуаты мен ұзақтығын қамтамасыз ету маңызды.

Навигация және басқару

Тиімді навигация және басқару жүйелері желідегі мобильді роботтардың сәтті жұмыс істеуі үшін өте маңызды. Роботтың құбыр ішіндегі орнын және бағдарын анықтау үшін акселерометрлер, гироскоптар, компастар, қашықтық сенсорлары және бейне камералар сияқты әртүрлі сенсорларды пайдалануға болады. Сонымен қатар, басқару алгоритмдерін әзірлеу роботқа шешім қабылдауға және тапсырмаларды автономды түрде немесе оператордың басқаруымен орындауға мүмкіндік береді.

Байланыс

Роботпен ақпарат алмасу, оның жұмысын бақылау және алынған мәліметтерді беру үшін сенімді байланыс жүйелері қажет. Робот пен сыртқы құрылғылар арасында деректерді тасымалдау үшін Wi-Fi, Bluetooth немесе радио сияқты сымсыз технологияларды пайдалануға болады. Бұл операторға роботтың жұмысын бақылауға, бейне ағындарды қабылдауға, деректерді талдауға және қажетті шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

Қолданыстағы конструкцияларды салыстыру

Қолданыстағы мобильді роботтардың конструкцияларына салыстырмалы талдау жүргізу үшін маневрлік, жылдамдық, жүк көтергіштігі, автономия дәрежесі, құны және тағы да басқа бірқатар факторларды ескеру қажет. Әрбір дизайнның міндеттері мен жұмыс жағдайларына байланысты артықшылықтары мен шектеулері бар.

Салыстырмалы талдау әрбір дизайнның артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтауға және нақты тапсырмалар үшін ең қолайлы шешімдерді бөліп көрсетуге мүмкіндік береді. Бұл желідегі мобильді роботтардың дизайны мен дамуын оңтайландыруға және құбырларға қызмет көрсетудің тиімді және сенімді жүйелерін жасауға мүмкіндік береді.

Қысқаша айтқанда, құбыршылық роботтардың даму тарихын бірнеше ондаған жылдардан бастауға болады, ал заманауи технологиялар жетілдірілген және тиімді шешімдерді жасауға мүмкіндік береді.

Қозғалыс принципі, көлемі және тағайындалуы бойынша роботтарды жіктеу бар құрылымдарды жүйелеуге және олардың ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік береді. Шынжыр табанды, доңғалақты және магнитті роботтар ең көп таралған түрлері болып табылады.

Әрбір дизайнның артықшылықтары мен кемшіліктерін талдау олардың шектеулерін анықтауға және одан әрі жетілдіру бағыттарын анықтауға мүмкіндік береді. Электрмен жабдықтау, навигация, басқару және байланыс сияқты технологиялық аспектілер желідегі мобильді роботтардың жұмысында маңызды рөл атқарады.

Конструкцияларды салыстырмалы талдау нақты міндеттер мен жұмыс жағдайлары үшін ең қолайлы шешімдерді анықтауға көмектеседі. Келесі тарауда біз бар шешімдерді шолуды және талдауды ескере отырып, желілік мобильді роботты жобалауға қойылатын талаптарды қарастырамыз.

2 Мобильді робот құрылымын жобалау

Желідегі мобильді роботтарды жобалау тиімді және сенімді конструкцияларды жасауға мүмкіндік беретін заманауи әдістерді қолдануды талап етеді. Бұл бөлімде роботты жобалауда қолданылатын осындай әдістерге шолу жасалады.

Негізгі әдістердің бірі – компьютерлік модельдеу және модельдеу. Арнайы бағдарламалық құралдардың және компьютерлік модельдердің көмегімен әзірлеушілер роботтардың виртуалды прототиптерін жасай алады, олардың функционалдығы мен өнімділігін талдай алады және оны физикалық іске асыру алдында дизайнды оңтайландырады. Бұл әзірлеу уақытын және шығындарды азайтуға, сондай-ақ соңғы нәтижені жақсартуға мүмкіндік береді.

Тағы бір маңызды әдіс – 3D принтерлерді пайдалану және прототиптеу. Олардың көмегімен тексеру және тестілеу үшін роботтың компоненттері мен механикалық элементтерінің физикалық үлгілерін жылдам жасауға болады. 3D басып шығару күрделі фигуралар мен бөлшектерді жоғары дәлдікпен жасауға мүмкіндік береді, бұл әсіресе бірегей және мамандандырылған робот компоненттерін жасау кезінде пайдалы.

Жүйелік инженерия және біріктірілген жобалау әдістері де кеңінен қолданылады. Олар механикалық, электронды және бағдарламалық құрамдас бөліктерді қоса алғанда, робот дизайнының барлық аспектілерін жүйелі және тұтас қарастыруды қамтамасыз етеді. Бұл әртүрлі құрамдас бөліктер арасындағы үйлесімділік пен өзара әрекеттесуді қамтамасыз етуге, сондай-ақ жобаның барлық талаптары мен шектеулерін ескеруге мүмкіндік береді.

Тағы бір маңызды әдіс – модульдік архитектураны пайдалану. Роботты модульдерде әзірлеу бүкіл дизайнды қайта жасамай-ақ, жеке құрамдастарды өзгертуді, ауыстыруды немесе жаңартуды жеңілдетеді. Бұл робот дизайнының икемділігі мен ауқымдылығын қамтамасыз етеді, сонымен қатар оған техникалық қызмет көрсету мен жаңартуды жеңілдетеді.

Сонымен қатар, оңтайландыру және талдау әдістері белсенді қолданылады. Олар оңтайлы өнімділікке, тиімділікке және сенімділікке қол жеткізу үшін роботтың параметрлері мен сипаттамаларын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Оңтайландыру әдістеріне математикалық модельдеу, генетикалық алгоритмдер, жасанды интеллект және басқа да тәсілдер кіруі мүмкін.

Роботтарды жобалаудың осы заманауи әдістерінің барлығы жоғары өнімділікті, сенімділікті және функционалдылықты біріктіретін желілік мобильді роботтардың конструкцияларын жасауға мүмкіндік береді. Олар әзірлеушілерге жобаның барлық талаптары мен шектеулерін ескеруге, сондай-ақ қолда бар ресурстар мен технологияларды тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Мобильді роботты құрастыру жобасында роботтық жүйені дамытудағы маңызды қадам болып табылады. Бұл жоба мақсаттар мен міндеттерге жету

үшін қажетті роботтың негізгі сипаттамаларын, параметрлерін және құрамдастарын анықтайды.

Мобильді роботты жобалаудың бірінші қадамы оның тағайындалған қолданбасын анықтау болып табылады. Бұл құбырларды диагностикалау, іздеу-құтқару, жету қиын жерлерді тексеру және басқа да тапсырмалар болуы мүмкін. Осы мақсаттың негізінде роботқа қойылатын өлшемдер, маневрлік, төзімділік, навигация және визуалды диагностика сияқты талаптар анықталады.

Келесі қадам қолайлы робот дизайнын таңдау болып табылады. Мобильді роботтардың әртүрлі конфигурациялары болуы мүмкін, соның ішінде доңғалақты, шынжыр табанды немесе аяққа негізделген қозғалыс жүйелері. Әрбір конфигурацияның өз артықшылықтары мен шектеулері бар және таңдау тапсырманың талаптарына және жұмыс жағдайларына байланысты.

Роботтың конфигурациясын анықтағаннан кейін оның негізгі компоненттері мен жүйелері анықталады. Бұл тапсырманы орындау үшін қажетті қозғалтқыштарды, сенсорларды, навигациялық және басқару жүйелерін, деректер байланысы жүйелерін және басқа элементтерді таңдауды қамтиды. Жобаның талаптарына сәйкес келетін сенімді және тиімді компоненттерді таңдау маңызды.

Сондай-ақ мобильді роботты құрастыруда оның энергия тұтынуы мен қуат жүйесі ескерілген. Робот батареяларды ауыстыру немесе қайта зарядтау қажеттілігінсіз жеткілікті ұзақ уақыт жұмыс істей алуы керек. Сондықтан тиімді электрмен жабдықтау жүйесін таңдау және энергияны тұтынуды оңтайландыру жобаның маңызды міндеттері болып табылады.

Жобалау кезінде қауіпсіздік факторлары да ескеріледі. Робот айналадағы адамдар үшін қауіпсіз және төтенше жағдайлардың алдын алу механизмдері болуы керек. Бұған кедергі датчиктері, апаттық тоқтату жүйелері және басқа да қауіпсіздік шаралары кіруі мүмкін.

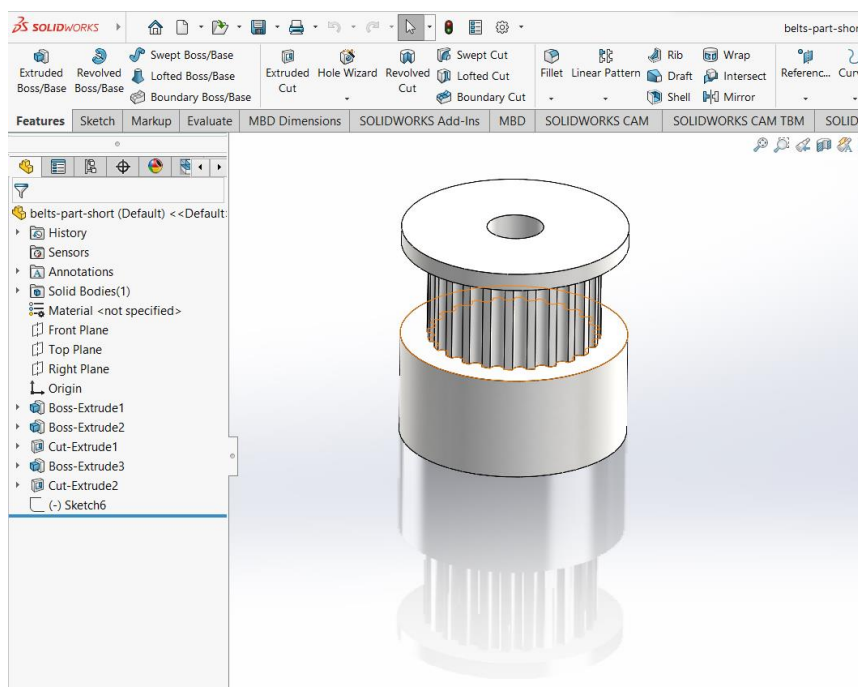
Мобильді роботты жобалау жобасы сонымен қатар роботты басқаруға және басқаруға арналған бағдарламалық жасақтаманы әзірлеуді қамтиды. Бұл навигация алгоритмдерін әзірлеуді, сенсорлық деректерді өңдеуді, оператормен өзара әрекеттесуді және тапсырманы орындау үшін қажетті басқа функцияларды қамтуы мүмкін.

Роботты жобалауда робот жасалатын материалдарға да назар аударылады. Сәйкес материалдарды таңдау роботтың беріктігін, жеңілдігін және беріктігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Материалдар агрессивті орталарға, коррозияға және механикалық зақымға төзімді болуы керек.

Сондай-ақ жоба робот қолданылатын ортаның ерекшеліктерін ескереді. Егер робот ылғалдылығы жоғары немесе жоғары температуралы ортада жұмыс істейтін болса, оның конструкциясы мұндай жағдайларға төтеп беріп, сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз етуі керек.

Мобильді робот дизайнының маңызды аспектісі оның модульділігі мен кеңейтілуі болып табылады. Робот оның құрамдас бөліктері мен жүйелері қажет болған жағдайда оңай өзгертуге немесе ауыстыруға болатындай етіп жасалуы керек. Бұл роботты болашақта жаңартуға икемділік пен мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, мобильді роботты жобалау жобасы осы саладағы бар шешімдер мен технологияларды зерттеу мен талдауды қамтитынын айта кеткен жөн. Бұл робот дизайнына қолдануға болатын озық тәжірибелер мен инновациялық тәсілдерді анықтауға көмектеседі.



Сурет 2.1 – Бөлшектерді 3D үлгісін модельдеу көрінісі

Роботты жобалауда 3D элементтерін жасау робототехникада бірқатар артықшылықтар мен маңыздылыққа ие. Робот дизайнында 3D элементтерін пайдаланудың маңыздылығының кейбір себептері:

1. Қосымша функционалдылық: 3D элементтері нақты тапсырмалар үшін оңтайландырылатын күрделірек және функционалды бөліктерді жасауға мүмкіндік береді. Бұған роботтың мүмкіндіктерін арттыратын біріктірілген бекіткіштерді, топсаларды, ұстау механизмдерін және басқа функционалды құрамдастарды жасау кіреді.

2. Жеке тәсіл: 3D басып шығару жеке талаптар мен ерекшеліктерге сәйкес элементтерді жасауға мүмкіндік береді. Бұл роботтың дизайнын бірегей жағдайлар мен тапсырмаларға бейімдеуге, оның өнімділігі мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл реттелетін және арнайы шешімдер қажет аймақтарда әсіресе маңызды.

3. Жеңіл және ықшам: 3D элементтері жеңіл және ықшам дизайнға мүмкіндік беретін күш пен салмақ арасындағы оңтайлы теңгеріммен

жобалануы мүмкін. Бұл әсіресе мобильді роботтар үшін өте маңызды, мұнда әрбір грамм есептеліп, қуат тұтынуы мен маневрлік қабілетіне әсер етеді.

4. Өндіріс уақыты мен құнын қысқарту: 3D басып шығару тез және үнемді прототиптер жасауға және жаппай өндіріске дейін конструкцияларды сынауға мүмкіндік береді. Бұл өңдеу уақытын қысқартуға және түпкілікті өнімді жақсартуға, сондай-ақ өндіріс шығындарын азайтуға мүмкіндік береді, өйткені күрделі құралдар мен қалыптардың қажеті жоқ.

5. Икемділік және инновация: 3D элементтерін пайдалану робот дизайнына инновациялық және дәстүрлі емес шешімдерді енгізуге мүмкіндік береді. Бұл инженерлер мен дизайнерлерге әртүрлі пішіндер мен құрылымдармен тәжірибе жасауға мүмкіндік береді, бұл жаңа функционалдық және эстетикалық шешімдерге әкелуі мүмкін.

Роботты жобалауда 3D элементтерін пайдалану функционалдылықты арттыру, теңшеу, жеңіл және жинақылық, өндіріс уақыты мен өзіндік құнын азайту сияқты маңызды артықшылықтарға ие, сонымен қатар роботты жүйелерді дамытудағы инновациялар мен икемділікті ынталандырады.

Нәтижесінде мобильді робот дизайнын жобалау терең талдауды, жоспарлауды және инженерлік шешімдерді қажет ететін күрделі және көп қырлы процесс болып табылады. Жобаның барлық аспектілерін мұқият зерделеу пайдаланушылардың талаптары мен үміттеріне сәйкес тапсырмаларды сәтті орындауға қабілетті тиімді және функционалды мобильді роботты жасауға мүмкіндік береді. Роботты жобалау жобасы тиімді және функционалды роботтық жүйені құрудың негізі болып табылады. Талаптарды мұқият зерделеу, қолайлы құрамдас бөліктер мен жүйелерді таңдау, қауіпсіздік пен энергияны тұтыну факторларын ескеру мақсатына сәйкес өз міндетін сәтті орындайтын роботты жасауға көмектеседі.

2.1 Робот орындайтын тапсырмаларды анықтау

Желідегі мобильді роботты әзірлеу және жобалаудан бұрын оның орындауы тиіс тапсырмаларды нақты анықтау қажет. Арнайы қажеттіліктер мен талаптарға байланысты роботты құбырлар ішіндегі жабдықты тексеру, бақылау, техникалық қызмет көрсету, жөндеу немесе орнату сияқты әртүрлі мақсаттарда пайдалануға болады.

Әрбір тапсырма үшін роботтың қажетті функционалдығы мен сипаттамаларын анықтау керек. Мысалы, тексеру және бақылау тапсырмасы үшін робот құбырдың жай-күйі туралы деректерді жинау үшін камералар мен сенсорлармен жабдықталуы керек. Роботқа техникалық қызмет көрсету және жөндеу міндеті үшін қосымша құралдар мен манипуляторлар қажет болуы мүмкін.

Желідегі мобильді робот орындауы керек тапсырмаларды анықтау оның дизайнын әзірлеудегі маңызды қадам болып табылады. Робот құбырлар ішінде

эртүрлі мақсаттарда қолданылуы мүмкін және дизайн талаптары осы тапсырмаларға байланысты болады.

Құбыр ішіндегі мобильді роботқа тағайындалуы мүмкін бірнеше негізгі міндеттерді қарастырайық:

Тексеру және бақылау: робот ақауларды, жарықтарды, коррозияны немесе басқа зақымдарды анықтау үшін құбырларды тексеру үшін пайдаланылуы мүмкін. Ол кескіндерді және құбыр күйінің деректерін түсіруге және беруге қабілетті камералармен және сенсорлармен жабдықталуы керек. Робот құбырдың бүкіл ұзындығы бойынша қозғалып, алынған ақпараттың дәлдігі мен егжей-тегжейлі болуын қамтамасыз етуі керек.

Техникалық қызмет көрсету және жөндеу: Робот құбырдың ішінде техникалық қызмет көрсету және жөндеу функцияларын орындай алады. Ол зақымдалған құбыр бөліктерін ауыстыру немесе жөндеу, жабдықты орнату немесе алып тастау сияқты эртүрлі операцияларды орындау үшін қажетті құралдармен және манипуляторлармен жабдықталуы керек. Робот бұл операцияларды құбырдың шектеулі кеңістігінде де орындау үшін жеткілікті икемді және епті болуы керек.

Жабдықты орнату және орнату: Құбыр ішіндегі мобильді роботты құбырлардың ішіне эртүрлі жабдықты орнату немесе орнату үшін пайдалануға болады. Бұл құбыр жүйесінің жұмысына қажетті сенсорларды, клапандарды, сорғыларды, сүзгілерді және басқа жабдықты орнату болуы мүмкін. Роботта дәл және сенімді орнату және орнату операцияларын орындау үшін қажетті құралдар мен манипуляторлар болуы керек.

Тазалау және тазалау: Робот құбырларды жиналған шөгінділерден, кірден немесе тығындардан тазалау және тазалау үшін пайдаланылуы мүмкін. Ол құбырдың ішін тиімді тазалау және кедергілерді жою үшін тиісті механизмдермен және құралдармен жабдықталуы керек.

Параметрлерді бақылау және бақылау: Роботты қысым, температура, ағын және ортаның құрамы сияқты құбырлар ішіндегі эртүрлі параметрлерді үнемі бақылау және бақылау үшін пайдалануға болады. Ол тиісті датчиктермен және өлшеу жүйелерімен жабдықталуы керек және одан әрі талдау және шешім қабылдау үшін алынған деректерді беру мүмкіндігі болуы керек.

Желідегі мобильді робот орындауы керек нақты тапсырмаларды анықтау оның дизайнын эзірлеу кезінде басты міндет болып табылады. Ол роботтың қажетті функционалдығын, сипаттамаларын және мүмкіндіктерін анықтауға, сондай-ақ қажетті сенсорларды, құралдарды және басқару жүйелерін таңдауға мүмкіндік береді.

Ұтқырлық пен маневрлік талаптар

Желідегі мобильді роботты жобалаудың маңызды аспектілерінің бірі оның ұтқырлығы мен маневрлілігі болып табылады. Робот құбырдың ішінде емін-еркін қозғалып, түрлі кедергілерді жеңе алуы керек.

Желідегі мобильді роботтың ұтқырлығы мен маневріне қойылатын талаптар оның дизайнын эзірлеуде маңызды рөл атқарады. Робот құбырдың

ішкі бетімен тиімді қозғалып, әртүрлі кедергілерді жеңе алуы керек. Ұтқырлық пен маневрлік үшін кейбір негізгі талаптарды қарастырыңыз:

1. Өткізгіштік: Желідегі жылжымалы робот құбырдың иілулерін, тарылуын, биіктік өзгерістерін және басқа геометриялық ерекшеліктерін жеңу үшін жеткілікті өткізгіштікке ие болуы керек. Ол тұрақтылық пен қозғалысты бақылауды сақтай отырып, құбырдағы қисықтар мен иілулерді оңай келісуге қабілетті болуы керек.

2. Икемділік: Роботқа әртүрлі құбыр пішіндері мен өлшемдеріне бейімделе алатын икемді дизайн қажет болуы мүмкін. Икемділік роботқа құбырдың әртүрлі учаскелері арасындағы иілу мен ауысуларды жеңуге мүмкіндік береді. Мұны икемді немесе сегменттелген денелер арқылы жасауға болады, бұл роботқа иілуге және құбырдың пішініне бейімделуге мүмкіндік береді.

3. Тұрақтылық: Құбыр желісінің тегіс емес беттерімен қозғалған кезде тепе-теңдікті сақтау үшін желідегі мобильді робот тұрақты болуы керек. Бұл әсіресе кедергілерді жеңу кезінде немесе биіктіктің үлкен өзгерістері жағдайында жұмыс істегенде маңызды. Робот тұрақтылықты сақтап, оның аударылып немесе құлап кетуіне жол бермей, қауіпсіз және қауіпсіз қозғалысты қамтамасыз етуі керек.

4. Маневрлік: Роботтың құбыр ішінде тиімді қозғалу үшін жеткілікті маневрлік қабілеті болуы керек. Ол бұрылыстар жасауға, бағытты өзгертуге, кедергілерді болдырмауға немесе нақты тапсырмаларды орындауға қажетті маневрлерді орындауға қабілетті болуы керек. Роботтың маневрлілігі оның қозғалысын дәл басқаруға мүмкіндік беретін тиісті басқару жүйелерімен және жетектермен қамтамасыз етіледі.

Қозғалтқыштардың қажетті қуаты мен моментін есептеу үшін сізге келесі параметрлер қажет:

Қозғалтқыштың өнімділік коэффициенті (COP) (әдетте пайызбен көрсетіледі). Әдетте 0,7-ден 0,9-ға дейінгі мәндер пайдаланылады, мұнда 0,9 жоғары тиімділікке сәйкес келеді.

Роботтың қажетті ұтқырлығы мен маневрлік қабілетіне қол жеткізу үшін қажетті максималды момент (әдетте Нм-де көрсетіледі).

Қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығы (әдетте минутына айналымдармен немесе секундына радиандармен көрсетіледі).

Қозғалтқыштың кернеуі – 12 В.

Қозғалтқыштың қуатын (P) және айналу моментін (T) есептеу формуласы:

$$P = \frac{T \cdot \omega}{\eta} \quad (2.1)$$

мұндағы P – қозғалтқыш қуаты, Ватт;

T – момент, Нм;

ω – қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығы, рад/с;

η – қозғалтқыштың ПӘК.

Бұдан шығатын шамамен есептеу – 0,5 Нм айналу моментіне және 25 айн/мин бұрыштық жылдамдыққа жету үшін қажет делік ($2\pi/60$ көбейту арқылы рад/с аударыңыз).

Формуладағы мәндерді ауыстырсақ:

$$P = \frac{0.5 \cdot \left(25 \cdot \frac{2\pi}{60}\right)}{\eta} \quad (2.2)$$

Қоректендіру кернеуі 12 В екенін ескере отырып, сіз осы формуланы роботыңыз үшін қозғалтқыштардың қажетті қуаты мен моментін бағалау үшін пайдалана аласыз.

Бұл тек шамамен есептеу және зерттелетін роботтың нақты талаптары әртүрлі болуы мүмкін екенін ескеріңіз. Дәл қуат пен айналдыру моментін есептеу роботтың нақты сипаттамаларына және оның міндеттеріне, сондай-ақ таңдалған қозғалтқыштың және оны өндірушінің сипаттамаларына байланысты.

Шынжыр табанның жүк көтергіштігі мен көтергіш ауданын есептеу үшін келесі параметрлерді ескеру қажет:

Шынжыр табанның өлшемдері: ені (W) және ұзындығы (L). Бұл жағдайда жолдың ені 25 мм, ұзындығы 300 мм.

Шынжыр табанды материал: иілгіш (икемді материал).

Жерге немесе жолға жанасу бетіндегі рұқсат етілген қысым (P). Бұл мән топырақ түріне және жер бетіне қойылатын талаптарға байланысты өзгеруі мүмкін.

Шынжыр табанның жүк көтергіштігін анықтау үшін жүк сыйымдылығы $= P \cdot S$ формуласын қолдануға болады, мұндағы S - құрттың жермен жанасу аймағы.

Табанның жанасу аймағын (S) жол ені (W) мен жол ұзындығының (L) көбейтіндісі ретінде есептеуге болады:

$$S = W \cdot L \quad (2.3)$$

Мұндағы S – шынжыр табанның жермен жанасу аймағы.

Табанның жанасу ауданын есептеңіз:

$$S = 25 \text{ мм} \cdot 300 \text{ мм} = 7500 \text{ мм}^2$$

Өлшемдер миллиметрде екенін ескере отырып, оларды шаршы метрге айналдыру үшін 1 000 000-ға бөлу керек:

$$S = 7500 \text{ мм}^2 / 1\,000\,000 = 0,0075 \text{ м}^2$$

1 МПа (Мегапаскаль) тең, 1 000 000 Па болатын топыраққа рұқсат етілген қысым (P) алатын болсақ.

Жүктеме сыйымдылығы формуласындағы мәндерді ауыстырыңыз:

$$\text{Жүк көтергіштігі} = 1\,000\,000 \text{ Па} \cdot 0,0075 \text{ м}^2 = 7500 \text{ Н}$$

Осылайша, байланыс алаңы 0,0075 м² және жердегі рұқсат етілген қысымы 1 МПа жолды пайдаланған кезде күтілетін жүк көтергіштігі 7500 Н құрайды.

Бұл шамамен есептеулер екенін және нақты мәндер жолдың нақты шарттары мен қасиеттеріне байланысты өзгеруі мүмкін екенін ескеріңіз.

5. Жылдамдық пен тиімділік: нақты тапсырмалар мен талаптарға байланысты робот құбыр ішіндегі қозғалыстың белгілі бір жылдамдығын талап етуі мүмкін. Жылдам жылдамдық тексеру, жөндеу немесе техникалық қызмет көрсету тапсырмаларын жылдам орындау үшін маңызды болуы мүмкін. Бұл ретте жылдамдық пен жеткілікті тұрақтылық пен қозғалыс қауіпсіздігін сақтау арасындағы тепе-теңдікті сақтау маңызды.

Құбыр ішіндегі жылжымалы роботтың қозғалғыштығы мен маневріне қойылатын талаптар нақты жұмыс жағдайлары мен тапсырма талаптарын ескере отырып анықталуы керек. Олар құбырдың түріне, оның геометриясына, жағдайына және басқа факторларға байланысты өзгеруі мүмкін. Дизайнерлер роботқа сәйкес дизайн және басқару жүйелерін таңдаған кезде осы талаптарды ескеруі керек.

Навигация және басқару талаптары

Желідегі мобильді роботтың тиімді жұмыс істеуі үшін навигация және басқару талаптары қажет. Робот құбыр ішіндегі орнын анықтап, қозғалыстың ең жақсы жолын жоспарлауы керек.

Навигация және басқару талаптары мыналарды қамтуы мүмкін:

- Сенсорлар және қоршаған ортаны сезіну жүйелері: кедергілерді анықтау және құбырдың пішіні мен күйін анықтау үшін робот камералар, лазерлік сканерлер немесе ультрадыбыстық сенсорлар сияқты сәйкес сенсорлармен жабдықталуы керек.

- Навигация және қозғалысты жоспарлау алгоритмдері: Роботта кедергілер мен шектеулерді ескере отырып, құбыр ішінде қозғалудың оңтайлы жолын анықтау үшін тиімді алгоритмдер болуы керек.

- Басқару жүйелері: Робот оның қозғалысын дәл және тегіс басқаруды қамтамасыз ететін сенімді басқару жүйелерімен жабдықталуы керек.

Құбыр ішіндегі мобильді роботтың навигациясы мен басқаруына қойылатын талаптар оның құбыр ішінде тиімді жұмыс істеуінде маңызды рөл атқарады. Навигациялық жүйелер мен басқару әдістері жұмыс ортасының сипаттамалары мен берілген тапсырмаларды ескере отырып әзірленуі керек. Осы саладағы кейбір негізгі талаптарды қарастырыңыз:

1. Орналасқан жері және орналасуы: Робот құбырдағы нақты орнын анықтауға мүмкіндік беретін позициялау жүйесімен жабдықталуы керек. Бұған инерциялық навигация, қашықтық сенсорлары, магниттік маркерлер немесе визуалды тану сияқты әртүрлі әдістер арқылы қол жеткізуге болады. Нақты орналастыру роботқа тапсырмаларды жоғары дәлдікпен және тиімділікпен орындауға мүмкіндік береді.

2. Кедергілерді анықтау және болдырмау: Соқтығысуды болдырмау және роботтың өзіне де, құбырға да зақым келтірмеу үшін робот кедергілерді

анықтау жүйелерімен жабдықталуы керек. Бұл оның жолындағы кедергілерді анықтау үшін ультрадыбыстық, инфрақызыл немесе лазерлік сенсорлар сияқты сенсорларды пайдалануды қамтуы мүмкін. Робот бұл деректерге жауап беріп, кедергілерді болдырмау немесе айналып өту үшін әрекет ете алуы керек.

3. Қозғалысты басқару: Роботта оның құбырдағы қозғалысын дәл басқаруға мүмкіндік беретін тиімді қозғалысты басқару жүйесі болуы керек. Бұған әртүрлі жетектер, жетектер және тұрақтандыру жүйелері арқылы қол жеткізуге болады. Робот әртүрлі маневрлерді, соның ішінде бұрылу, алға және артқа жылжу, жылдамдықты өзгерту және т.б.

4. Карта жасау және навигация: Робот құбырдың ішкі құрылымының картасын жасап, оны навигация үшін пайдалана алуы керек. Карталау жүйесі роботтың сенсорлары мен камераларынан алынған деректерді қоршаған ортаның 3D үлгісін жасау үшін пайдалана алады. Осы картаның негізінде робот кедергілер мен ерекше жағдайларды ескере отырып, ең жақсы жолдарды жоспарлап, құбыр арқылы жүре алады.

5. Әрі қарай дамыту және өзін-өзі оқыту: Құбыр ішіндегі мобильді роботты одан әрі дамытуға және өздігінен үйренуге болады. Бұл оның жаңа жағдайлар мен тапсырмаларға бейімделе алатынын, жинақталған тәжірибе негізінде дағдылары мен алгоритмдерін жетілдіре алатынын білдіреді. Роботтардың навигациясы мен басқаруын жақсарту үшін машиналық оқыту және жасанды интеллект жүйелерін пайдалануға болады.

Желідегі жылжымалы роботтың навигациясы мен басқаруына қойылатын талаптар нақты тапсырмаларды, қоршаған ортаны және пайдалану талаптарын ескере отырып анықталуы керек. Дизайнерлер роботқа құбыр ішінде берілген тапсырмаларды сәтті орындауға мүмкіндік беретін тиімді, сенімді және икемді навигация және басқару жүйелерін жасауға ұмтылуы керек.

Сенімділік пен қауіпсіздік талаптары

Желідегі мобильді роботтар көбінесе адамның қол жеткізуі және араласуы шектеулі орталарда жұмыс істейді. Сондықтан сенімділік пен қауіпсіздікке қойылатын талаптар робот құрылымын әзірлеу мен жобалауда маңызды рөл атқарады.

Құбыр ішіндегі мобильді роботтың сенімділігі мен қауіпсіздігіне қойылатын талаптар өте маңызды, себебі робот ақаулар мен апаттар ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін ортада жұмыс істейді. Әзірлеушілер келесі талаптарды ескеруі керек:

1. Сенімділік және тұрақтылық: Робот сенімділіктің жоғары стандарттарына сай жобалануы және жасалуы керек. Роботтың ұзақ уақыт бойы тұрақты жұмыс істеуіне кепілдік беру үшін оның құрамдас бөліктері мен жүйелері сенімділік пен беріктікке сыналуы керек. Робот дірілге, соққыға және құбыр ішінде болуы мүмкін басқа факторларға төзімді болуы керек.

2. Жұмыс қауіпсіздігі: робот қауіпсіз жұмыс істеуі және қоршаған ортаға, операторға немесе басқа жұмысшыларға қауіп төндірмеуі керек. Бұл роботты зиянды заттардың немесе ықтимал қауіпті материалдардың ағып

кетуінен қорғау керек дегенді білдіреді. Сондай-ақ төтенше жағдайларға әрекет ете алатын және ықтимал зақымданулар мен апаттардың алдын алатын ескерту және авариялық тоқтату жүйелерін қамтамасыз ету қажет.

3. Сыртқы әсерлерден қорғау: робот шаң, ылғал, коррозия және басқа агрессивті орта сияқты сыртқы факторлардан қорғалуы керек. Бұл зиянды заттардың енуіне жол бермейтін және экстремалды жағдайларда роботтың төзімділігін арттыратын жабындарды, тығыздағыштарды және қорғаныс қақпақтарын пайдалануды қамтуы мүмкін.

4. Резервтік және автономдылық: Робот негізгі жүйелер істен шыққан немесе сыртқы басқарумен байланыс жоғалған жағдайда оның үздіксіз жұмысын қамтамасыз ететін резервтік және автономия жүйелерімен жабдықталуы мүмкін. Мысалы, роботта қосалқы қуат көздері немесе проблемалар анықталған кезде автономды шешім қабылдау мүмкіндігі болуы мүмкін.

5. Техникалық қызмет көрсету және жаңартулар: робот техникалық қызмет көрсету мен жаңартуларды ескере отырып жасалуы керек. Бұл жөндеу жұмыстарына арналған робот құрамдастарына қол жеткізуді, сондай-ақ оның функционалдығы мен қауіпсіздігін жақсарту үшін роботтың бағдарламалық жасақтамасы мен алгоритмдерін жаңарту мүмкіндігін қамтиды.

Дизайн және өндіру кезінде желілік мобильді роботтың сенімділігі мен қауіпсіздігіне қойылатын талаптар қатаң сақталуы керек. Сондай-ақ дизайнерлер роботтың құбыр ішінде қауіпсіз және сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін сынақтарды, сертификаттауды және қауіпсіздік стандарттарына сәйкестігін қарастыруы керек.

2.2 Роботтың механикалық бөлігінің конструкциясы

Желідегі мобильді роботтың механикалық бөлігін жобалау - мұндай жүйелерді әзірлеудегі негізгі міндеттердің бірі. Роботтың механикалық конструкциясы оның қозғалғыштығын, маневрлігін, беріктігін қамтамасыз етуі керек, сондай-ақ құбырлардың шектеулі кеңістік жағдайында жұмыс істеу талаптарына жауап беруі керек. Бұл бөлімде біз желілік мобильді роботтың механикалық бөлігін жобалаудың негізгі аспектілерін қарастырамыз.

Роботтың механикалық бөлігін жобалаудағы бірінші қадам оның геометриялық пішіні мен өлшемдерін анықтау болып табылады. Дизайнерлер робот жұмыс істейтін құбырлардың шектеулерін ескеріп, робот өлшемдері мен оның функционалдығы арасындағы оңтайлы теңгерімді қамтамасыз етуі керек.

Сондай-ақ, иілулердің айналасында маневр жасау, кедергілерді жеңу және тік беттерге көтерілу қажеттілігін ескеру маңызды.

Келесі қадам роботты құрастыруға арналған материалдарды таңдау болып табылады. Олар жеңіл, берік және ылғал, шаң, агрессивті орта және т.б. сияқты сыртқы факторларға төзімді болуы керек. Сондай-ақ таңдалған материалдарды құбырларға тән жағдайларда пайдалану мүмкіндігін

қарастыру қажет, мысалы, коррозияға және электромагниттік кедергілерге төзімділік.

Роботтың механикалық бөлігін жобалаудың маңызды аспектісі жетектер мен жетектерді таңдау және орналастыру болып табылады. Жетектер роботтың қозғалысын қамтамасыз етеді, ал жетектер әртүрлі механикалық операцияларды орындайды, мысалы, заттарды ұстау немесе манипуляциялау құралдары. Дизайнерлер жетектер мен жетектердің беріктігін, жылдамдығын және дәлдігіне қойылатын талаптарды, сондай-ақ олардың қалған робот құрамдас бөліктерімен біріктіруін ескеруі керек.

Роботтың құбырлар ішінде біркелкі қозғалысын қамтамасыз ету үшін ілу және демпферлік талаптарды да ескеру қажет. Суспензия біркелкі емес жерде қозғалу кезінде тұрақтылықты қамтамасыз етуі және тербелістерді азайтуы керек. Амортизация роботтың механикалық жүйесіне соққы мен дірілдің әсерін азайтуға, оның сенімділігі мен беріктігін арттыруға көмектеседі.

Роботтың механикалық бөлігін жобалаудың маңызды аспектісі техникалық қызмет көрсету және жөндеу үшін әртүрлі компоненттерге қол жеткізу болып табылады. Әзірлеушілер роботты бөлшектеу және жинау, жеке элементтерді ауыстыру және қажетті тексерулер мен реттеулерді жүргізу мүмкіндігін қамтамасыз етуі керек.

Соңында роботтың әзірленген механикалық дизайнын талдау және сынау маңызды. Бұл оның талаптарға сәйкестігін тексеруге және ықтимал проблемаларды немесе жақсартуларды анықтауға мүмкіндік береді. Талдау сандық модельдеуді, қозғалысты және жүктемені модельдеуді, сондай-ақ арнайы стендтерде немесе нақты жұмыс жағдайында физикалық сынақтарды қамтуы мүмкін.

Құбыр ішіндегі мобильді роботтың механикалық бөлігін жобалау құбырлардың нақты талаптарын және заманауи инженерлік әдістерді қолдануды ескере отырып, кешенді тәсілді қажет етеді.

Материалдар мен құрылымдық элементтерді таңдау

Материалдар мен құрылымдық элементтерді таңдау желідегі мобильді роботты жобалаудағы маңызды қадам болып табылады. Бұл компоненттер сенімділікті, беріктікті, жеңілдікті және құбырлар ішіндегі жұмыс талаптарына сәйкестікті қамтамасыз ету үшін белгілі бір қасиеттерге ие болуы керек. Бұл бөлімде біз осындай роботтар үшін материалдар мен құрылымдық элементтерді таңдаудың негізгі аспектілерін қарастырамыз.



Сурет 2.2 – Металдан жасалған робот прототипі

Материалдарды таңдағанда бірнеше факторларды ескеру қажет. Біріншіден, роботтың массасын азайту және құбырдың шектеулі кеңістігінде оның маневрлік қабілетін қамтамасыз ету үшін материалдар жеңіл болуы керек. Көбінесе алюминий, магний немесе титанның жеңіл қорытпалары, сондай-ақ көміртекті талшық негізіндегі композициялық материалдар қолданылады.

Екіншіден, материалдар берік және механикалық кернеуге төзімді болуы керек. Құбырдың ішінде өткір жиектер, соққылар, шаң және діріл сияқты әртүрлі кедергілер мен жағдайлар кездесуі мүмкін. Сондықтан материалдар осы жүктемелерге төтеп беру үшін жеткілікті беріктікке ие болуы керек және деформацияланбауы немесе зақымданбауы керек.

Материалдарды таңдағанда ескерілетін үшінші фактор - олардың сыртқы факторларға төзімділігі. Робот құбырдағы әртүрлі жағдайларға, соның ішінде ылғалға, коррозиялық орталарға, экстремалды температураларға және т.б. тап болуы мүмкін. Сондықтан материалдар коррозияға, химиялық әсерге және экстремалды температураға төзімді болуы керек.

Материалдарды таңдаудан басқа, роботта қолданылатын құрылымдық элементтерді анықтау маңызды. Бұл элементтерге шасси, жақтау, фитингтер, топсалар және басқа компоненттер кіреді. Олар күшті, жеңіл және роботтың әртүрлі бөліктерінің сенімді бекітілуін және қозғалғыштығын қамтамасыз етуі керек.

Роботтың механикалық құрылымының беріктігі мен орнықтылығын арттыру үшін қырлы арматуралар, қосымша қатты элементтер, амортизаторлар және т.б. сияқты әртүрлі әдістерді қолдануға болады. Сонымен қатар бөлшектеу және ауыстыру мүмкіндігін ескеру маңызды. Роботқа техникалық қызмет көрсету мен жөндеуді жеңілдету үшін жеке құрылымдық элементтер.

Материалдар мен құрылымдық элементтерді таңдау сонымен қатар бюджеттік шектеулерді, материалдардың қолжетімділігін, құрылымды өндіру

және жинау мүмкіндігін ескеруі керек. Барлық осы факторларды өлшеу және желілік мобильді роботтың оңтайлы механикалық бөлігін жасау үшін ескеру қажет.

Роботтың электронды және электромеханикалық бөліктерін жасау

Желідегі мобильді роботтың электронды және электромеханикалық бөлігін дамыту оның функционалдығын, басқарылуын және сенімділігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Бұл бөлімде біз роботтың электронды және электромеханикалық бөліктерін дамытудың негізгі аспектілерін қарастырамыз.

Негізгі дизайн компоненттерінің бірі - сенсорларды таңдау. Сенсорлар қоршаған ортаның жағдайы, бағдары, қозғалысы және роботтың жұмыс істеуі үшін қажетті басқа параметрлер туралы ақпаратты алу үшін қажет. In-pipe мобильді роботтар инерциялық сенсорлар, гироскоптар, акселерометрлер, қашықтық сенсорлары, камералар, жылу сенсорлары және т.б. сияқты әртүрлі сенсорлармен жабдықталуы мүмкін. Датчиктерді таңдау және орналастыру роботтың жағдайы және оның қоршаған ортасы туралы қажетті ақпаратты қамтамасыз ету үшін оңтайлы болуы керек.

Дамытудың тағы бір маңызды аспектісі жетектер, жетектер және механизмдер сияқты электромеханикалық жүйелерді таңдау және жобалау болып табылады. Жетектер роботтың қозғалысын және оның механикалық операцияларын қамтамасыз етеді, ал жетектер әртүрлі функцияларды орындайды, мысалы, заттарды ұстау, айналмалы құралдар және т.б. Электр механикалық жүйелерді таңдау және жобалау кезінде қуатқа, жылдамдыққа, дәлдікке қойылатын талаптарды ескеру қажет. және сенімділік. Сондай-ақ электромеханикалық жүйелердің басқа робот компоненттерімен және электронды басқару жүйесімен интеграциясын қамтамасыз ету маңызды.

Электрондық басқару жүйесін дамыту желілік мобильді роботты құрудың маңызды аспектісі болып табылады. Электрондық басқару жүйесі роботтың әртүрлі құрамдас бөліктерін басқаруды және үйлестіруді қамтамасыз етеді. Ол микроконтроллерлерді, компьютерлік модульдерді, басқару схемаларын және басқа электрондық компоненттерді қамтиды. Басқару жүйесінің тиімді архитектурасын әзірлеу, датчиктермен және электромеханикалық жүйелермен байланысты қамтамасыз ету, сондай-ақ роботты бағдарламалау және баптау мүмкіндігін қамтамасыз ету маңызды.

Сонымен қатар, роботтың электронды және электромеханикалық бөліктерін сынақтан өткізу және жөндеу қажет. Бұған сенсорлардың, электромеханикалық жүйелердің дұрыс жұмысын тексеру, сондай-ақ басқару бағдарламалық құралымен өзара әрекеттесу кіреді. Тестілеу ықтимал проблемаларды, қателерді және жақсартуларды анықтауға, сондай-ақ роботтың әзірленген бөлігінің талаптар мен күтуге сәйкес келетінін тексеруге мүмкіндік береді.

Электрондық және электромеханикалық бөлшектерді жасау кезінде желілік мобильді роботтың жұмыс істеу ерекшеліктерін ескеру маңызды. Робот ықшам, энергияны үнемдейтін, автономдылығы мен сенімділігі жоғары

болуы керек. Сондай-ақ діріл, ылғалдылық, температура жағдайлары және басқа факторлар сияқты қоршаған орта жағдайларын ескеріп, электрондық және электромеханикалық құрамдастардың тиісті түрде қорғалғанын және тұрақты болуын қамтамасыз ету керек.

Бағдарламалық басқару мен робот конструкциясы байланысы

Бағдарламалық қамтамасыз ету және басқару алгоритмдері құбырдағы мобильді роботтың жұмысында маңызды рөл атқарады, оның функционалдығын, автономдылығын және тиімділігін қамтамасыз етеді. Бұл бөлімде біз желілік мобильді роботтарды бағдарламалық қамтамасыз етуді және басқару алгоритмдерін әзірлеудің негізгі аспектілерін қарастырамыз.

Роботтың бағдарламалық құралы операциялық жүйені, басқару бағдарламаларын, деректерді өңдеуді және оператормен немесе сыртқы жүйелермен өзара әрекеттесуді қамтиды. Операциялық жүйе роботқа қуат береді және процессор, жад және байланыс интерфейстері сияқты ресурстарды басқарады. Басқару бағдарламалары роботтың әрекетін, оның сыртқы сигналдарға реакциясын және тапсырмаларды орындауын анықтайды. Мәліметтерді өңдеу бағдарламалары сенсорлардан алынған ақпаратты өңдеуге және осы ақпарат негізінде шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

Бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеудің негізгі аспектілерінің бірі басқару алгоритмдерін жасау болып табылады. Басқару алгоритмдері роботтың әртүрлі жағдайларға қалай әрекет ететінін, қандай әрекеттерді орындайтынын және тапсырманың қалай орындалатынын анықтайды. Алгоритмдерді навигация, кедергілерді болдырмау, орналастыру, манипуляция және т.б. сияқты робот жұмысының әртүрлі аспектілері үшін әзірлеуге болады.

Басқару алгоритмдерін жасау кезінде желілік мобильді роботтың жұмыс істеу ерекшеліктерін ескеру қажет. Робот тар кеңістікте маневр жасай білуі, кедергілерді еңсеруі, құбырдың шектеулерін ескеруі, жұмыстың тұрақтылығы мен қауіпсіздігін қамтамасыз етуі керек. Алгоритмдер жасанды интеллект, машиналық оқыту, жолды жоспарлау алгоритмдері және т.б. сияқты әртүрлі тәсілдерді пайдалана алады.

Роботтың тиімді жұмыс істеуі үшін бағдарламалық қамтамасыз ету мен басқару алгоритмдерінің датчиктер, электромеханикалық жүйелер және электрондық басқару жүйесі сияқты роботтың басқа компоненттерімен өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету де маңызды. Робот құрамдас бөліктері арасында ақпарат пен пәрмендер алмасу үшін байланыс хаттамалары мен интерфейстері әзірленіп, конфигурациялануы керек.

Тағы бір маңызды аспект бағдарламалық қамтамасыз етуді және басқару алгоритмдерін тестілеу және жөндеу болып табылады. Тестілеу робот жұмысындағы ықтимал қателерді, дұрыс емес мінез-құлық пен проблемаларды анықтауға мүмкіндік береді. Түзету қателерді түзетуге және бағдарламалық қамтамасыз ету мен басқару алгоритмдерінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Желідегі мобильді роботтың бағдарламалық қамтамасыз етуінің және басқару алгоритмдерінің тиімді жұмысын қамтамасыз ету үшін келесі аспектілерге назар аудару қажет:

1. Модульдік: бағдарламалық қамтамасыз етуді және басқару алгоритмдерін әзірлеу модульдік құрылымды ескере отырып жүзеге асырылуы керек. Бұл функционалдылықты тәуелсіз модульдерге бөлуге мүмкіндік береді, бұл тұтастай жүйені әзірлеуді, тестілеуді және техникалық қызмет көрсетуді жеңілдетеді. Әрбір модуль роботтың белгілі бір функциясына жауапты болуы мүмкін, мысалы, навигация, кескінді өңдеу, қозғалысты жоспарлау және т.б.

2. Жүйе архитектурасы: бағдарламалық қамтамасыз етудің тиімді архитектурасын жобалау жүйенің икемділігіне, масштабтауға және техникалық қызмет көрсетуге мүмкіндік береді. Әртүрлі бағдарламалық жасақтама компоненттері робот тапсырмаларының тиімді орындалуын қамтамасыз ете отырып, өзара байланысты және бір-бірімен өзара әрекеттесу керек. Сондай-ақ болашақта жаңа функцияларды кеңейту және қосу мүмкіндігін қамтамасыз ету маңызды.

3. Деректерді өңдеу: желідегі мобильді роботтар шешім қабылдау үшін өңдеуді қажет ететін сенсорлардан деректердің үлкен көлемін алады. Деректерді өңдеу, сүзу, қысу және талдаудың тиімді алгоритмдерін әзірлеу роботтың дәлдігін, жылдамдығын және тиімділігін арттыруы мүмкін. Сондай-ақ нақты уақыт режимінде жұмыс істеу мүмкіндігін, әсіресе жылдам жауап беруді қажет ететін тапсырмаларды орындау кезінде қарастырған жөн.

4. Қауіпсіздік және сенімділік: Бағдарламалық қамтамасыз ету және басқару алгоритмдері қауіпсіздік пен сенімділікті ескере отырып жасалуы керек. Роботтың апаттық қорғаныс механизмдері болуы, мүмкін болатын ақаулар мен қателіктерге төзімді болуы керек. Қауіпсіз және артық механизмдерді әзірлеу күрделі мәселелердің алдын алады және роботтың қауіпсіз жұмысын қамтамасыз етеді.

5. Тестілеу және жөндеу: бағдарламалық қамтамасыз етуді және басқару алгоритмдерін мұқият тестілеу және жөндеуді жүргізу әзірлеудің ажырамас бөлігі болып табылады. Бұл ықтимал қателерді анықтауға, өнімділікті жақсартуға, ақауларды түзетуге және роботтың дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Модельдеу, модельдеу және физикалық тестілеуді қоса алғанда, әртүрлі тестілеу әдістері бағдарламалық қамтамасыз етудің және басқару алгоритмдерінің жұмысын тексеру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Осы аспектілердің барлығын желілік мобильді роботтың тиімді және қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін бағдарламалық қамтамасыз ету мен басқару алгоритмдерін әзірлеу кезінде ескеру қажет.

2.2.1 CAD жүйесі арқылы роботтың механикалық бөлігін модельдеу

Құбыр ішіндегі мобильді роботтың механикалық бөлігін модельдеу оны әзірлеу мен жобалаудағы маңызды қадам болып табылады. Осы мақсатта кең таралған құралдардың бірі роботтың виртуалды үш өлшемді модельдерін жасауға мүмкіндік беретін CAD жүйесі (Компьютерлік дизайн) болып табылады.

CAD жүйесінің көмегімен инженерлер роботтың механикалық құрамдас бөліктерінің, оның ішінде корпусының, қозғалатын бөліктерінің, қозғалыс механизмдерінің және басқа құрылымдық элементтердің егжей-тегжейлі үлгілерін жасай алады. CAD жүйелерінде әр бөліктің өлшемін, пішінін және орнын дәл анықтауға мүмкіндік беретін құралдар мен функциялардың кең ауқымы бар.

Роботтың механикалық бөлігін модельдеу процесінде CAD жүйесін пайдаланудың артықшылықтарына мыналар жатады:

- Бөлшектердің жоғары дәрежесімен дәл үш өлшемді модельді құру мүмкіндігі.
- Құрамдас бөліктердің өзара әрекеттесуін тексеру және ықтимал қақтығыстарды немесе проблемаларды анықтау мүмкіндігі.
- Әртүрлі жоба қатысушылары арасындағы байланыс пен ынтымақтастықты жақсарту.
- Виртуалды сынақтарды жүргізу және роботтың механикалық бөлігінің жұмысын талдау мүмкіндігі.

CAD жүйесі арқылы роботтың механикалық бөлігін модельдеу желідегі мобильді роботты жобалаудағы маңызды қадам болып табылады. Осы мақсатқа арналған кең таралған және күшті құралдардың бірі - Solidworks бағдарламалық құралы.

Solidworks – бұл 3D үлгілерін жасау және механикалық жүйелерді жобалау үшін арнайы жасалған кешенді CAD жүйесі. Ол инженерлер мен дизайнерлерге дәл және егжей-тегжейлі робот үлгілерін жасау үшін құралдар мен мүмкіндіктердің кең ауқымын ұсынады.

Solidworks бағдарламасының негізгі мүмкіндіктері мыналарды қамтиды:

1. 3D модельдеу: Solidworks корпусы, қозғалыс механизмдері, қолдар және басқа элементтер сияқты робот механикалық компоненттерінің виртуалды 3D үлгілерін жасауға мүмкіндік береді. Инженерлер әр бөліктің өлшемдерін, пішінін және орнын жоғары дәлдікпен анықтай алады.

2. Құрамдас бөліктерді құрастыру және өзара әрекеттесу: Solidworks инженерлерге жасалған үлгілерді бірге жинауға және құрамдас бөліктердің өзара әрекеттесуін тексеруге мүмкіндік береді. Бұл құрамдастардың қосылуы мен қозғалысына байланысты ықтимал қақтығыстарды немесе ақауларды анықтауға мүмкіндік береді.

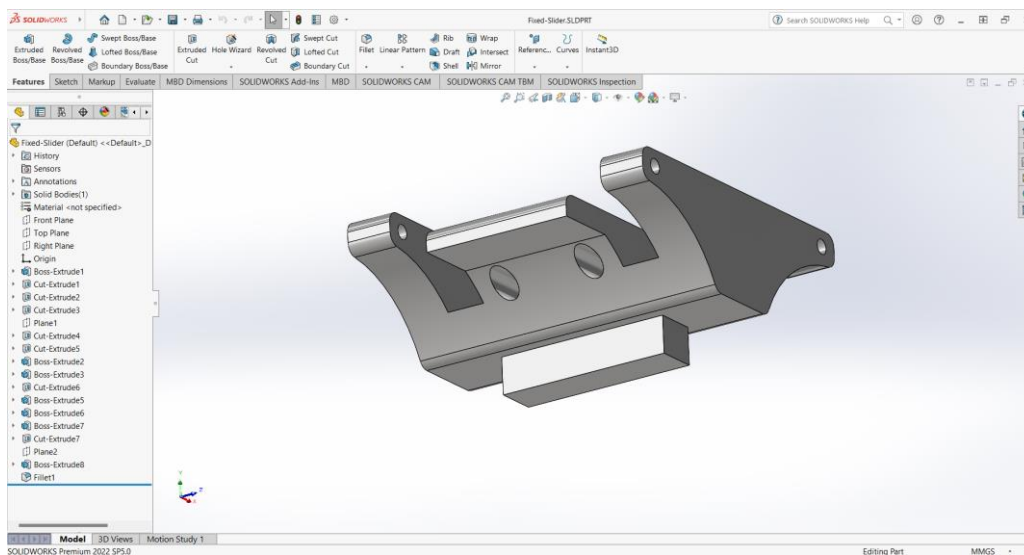
3. Күш пен қозғалысты талдау: Solidworks робот құрылымының беріктігі мен қаттылығын талдауға, сондай-ақ оның механизмдерінің қозғалысын талдауға мүмкіндік береді. Бұл инженерлерге күш пен оңтайлы қозғалыс

параметрлеріне қойылатын талаптарды ескере отырып, дизайнды оңтайландыруға мүмкіндік береді.

4. Техникалық құжаттаманы құру: Solidworks жасалған үлгілер негізінде сызбаларды, техникалық шарттарды және мақалаларды қамтитын техникалық құжаттаманы жасауға мүмкіндік береді. Бұл құжаттау және жобаға қатысушылар арасында ақпарат алмасу процесін жеңілдетеді.

5. Басқа құралдармен интеграция: Solidworks талдау бағдарламалары, жобаларды басқару жүйелері және деректерді басқару жүйелері сияқты басқа инженерлік құралдармен және жүйелермен біріктіру мүмкіндігіне ие.

Роботтың механикалық бөлігін модельдеу үшін Solidworks пайдалану инженерлерге нақты және шынайы виртуалды модельдерді жасауға, физикалық іске асыру алдында дизайнды талдауға және оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл желідегі мобильді роботтардың тиімдірек және дәл дизайнына ықпал етеді.



Сурет 2.3 – Solidworks бағдарламасымен жұмыс

Solidworks сияқты CAD жүйесін пайдалана отырып роботты механикалық модельдеу – робот пен оның құрамдас бөліктерінің дәл 3D үлгісін жасау процесі. Бұл инженерлер мен дизайнерлерге роботтың дизайнын визуализациялауға және талдауға және физикалық құрастырудан бұрын оның функционалдығы мен эргономикасын тексеруге мүмкіндік береді.

Solidworks көмегімен роботтың механикалық бөлігін модельдеу процесінде әртүрлі құралдар мен әдістер қолданылады.

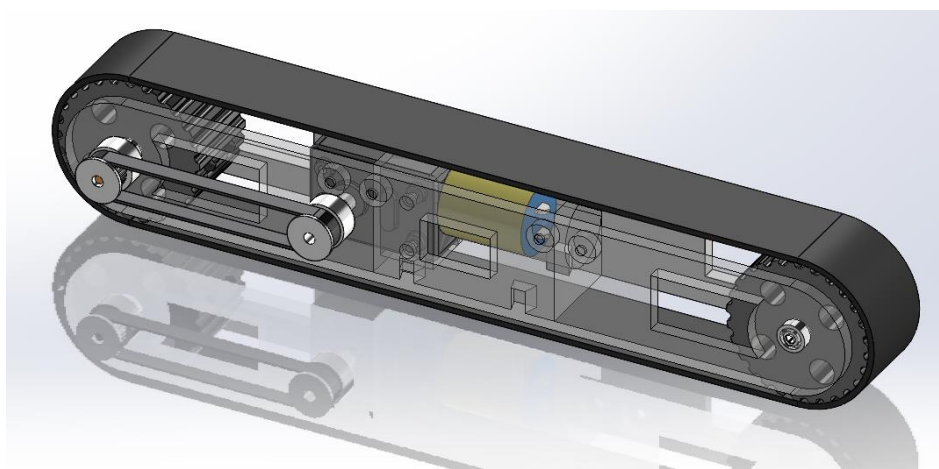
- Негізгі жақтауды құру: Бірінші қадам - роботтың жалпы пішіні мен құрылымын анықтайтын негізгі жақтауын жасау. Инженерлер модельдеу құралдарын пайдалана отырып, жақтаудың үш өлшемді моделін жасайды және оның өлшемдерін, пропорцияларын және геометриялық параметрлерін анықтайды.

- Компоненттерді қосу: роботтың негізгі қаңқасын жасағаннан кейін инженерлер қозғалыс механизмдері, қолдар, сенсорлар және басқа элементтер сияқты компоненттерді қоса бастайды. Әрбір құрамдас бөлек модельденеді, содан кейін жалпы үлгідегі басқа компоненттермен әрекеттеседі.

- Қосылымдар мен бекіткіштерді жасау: роботтың дұрыс жұмыс істеуі мен беріктігін қамтамасыз ету үшін инженерлер құрамдас бөліктер арасында байланыстар мен бекіткіштерді жасайды. Бұған сенімді қосылымды және қозғалу мүмкіндігін қамтамасыз ететін топсаларды, түйреуіштерді, бұрандаларды, гайкаларды және басқа элементтерді жасау кіреді.

- Беріктік пен қаттылықты талдау: Роботтың механикалық бөлігін модельдеудің маңызды аспектілерінің бірі оның беріктігі мен қаттылығын талдау болып табылады. Solidworks көмегімен инженерлер құрылымның әртүрлі жүктемелер мен жұмыс жағдайларында қалай әрекет ететінін анықтау үшін статикалық және динамикалық талдауларды орындай алады. Бұл осалдықтарды анықтауға, дизайнды оңтайландыруға және оның сенімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

- Визуализация және анимация: Solidworks жасалған үлгілерді визуализациялау және оларды жандандыру мүмкіндігін береді. Инженерлер роботтың фотореалистік кескіндерін, сондай-ақ оның қозғалысы мен функционалдығын визуализациялау үшін анимациялық көріністерді жасай алады.



Сурет 2.4 – Роботтың аяғын модельдеу

Solidworks көмегімен роботтың механикалық бөлігін модельдеу инженерлер мен дизайнерлерге дизайнды тиімдірек жобалауға және талдауға, әзірлеу уақыты мен шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Ол сондай-ақ роботтардың сапасы мен сенімділігін жақсартады және барлық компоненттер мен ішкі жүйелерді бір бүтінге біріктіру процесін жеңілдетеді.

Құрылымның беріктігі мен қаттылығын талдау

Желідегі мобильді робот конструкциясының беріктігі мен қаттылығын талдау әзірлеу процесінің маңызды бөлігі болып табылады. Бұл талдаудың

мақсаты робот конструкциясының қаншалықты тұрақты екенін және оның жұмыс кезінде кездесуі мүмкін жүктемелерге қалай төтеп бере алатынын анықтау болып табылады.

Құрылымның беріктігі мен қаттылығын талдау үшін әртүрлі әдістерді, соның ішінде аналитикалық есептеулерді, сандық модельдеулерді және физикалық сынақтарды қолдануға болады. Талдаудың маңызды аспектілері:

- Құрылым деформациясыз немесе зақымданбай шыдай алатын максималды жүктемелерді анықтау.
- Жүктемелердің әсерінен құрылымның әртүрлі бөліктерінде пайда болатын кернеулер мен деформацияларды бағалау.
- Роботтың жұмысы нәтижесінде туындауы мүмкін осалдықтарды және ықтимал проблемаларды анықтау.

Құрылымдық беріктік пен қаттылықты талдау роботтың дизайнын оңтайландыруға, оның сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін жақсартуға және оның жұмысының қауіпсіздігін арттыруға көмектеседі.

Solidworks көмегімен желідегі мобильді робот құрылымының беріктігі мен қаттылығын талдау әртүрлі жүктемелер мен жұмыс жағдайларындағы құрылымның әрекетін бағалау процесі болып табылады. Solidworks инженерлерге әртүрлі талдау түрлерін, соның ішінде статикалық, динамикалық, модальды, термиялық және т.б. орындауға мүмкіндік беретін құралдар мен функцияларды ұсынады.

Статикалық талдау: Статикалық талдау робот дизайнының статикалық жүктемелер кезінде қалай әрекет ететінін анықтауға мүмкіндік береді. Инженерлер құрылымның әртүрлі бөліктеріндегі кернеулерді, деформацияларды және ауытқуларды анықтай алады және олардың беріктік талаптарына сәйкес келетінін тексере алады. Мұндай талдау кернеуі жоғары аймақтарды анықтауға және қажет болған жағдайда дизайнды оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Динамикалық талдау: Динамикалық талдау роботтың және оның құрамдас бөліктерінің динамикалық жүктемелер кезіндегі динамикалық әрекетін зерттеуге бағытталған. Инженерлер құрылымның дірілге, соққыға, айналуға және басқа динамикалық факторларға реакциясын бағалай алады. Бұл дизайндағы динамикалық жүктемені есепке алуға және нақты жұмыс кезінде құрылымның сенімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Модальдық талдау: модальды талдау құрылымның діріл режимдері мен табиғи жиіліктерін анықтауға көмектеседі. Инженерлер роботтың жұмысына әсер ететін резонанстарды және қажетсіз тербелістердің ықтимал мәселелерін зерттей алады. Бұл талдау резонанстарды болдырмау және роботтың тұрақты әрекетін қамтамасыз ету үшін дизайнды оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Термиялық талдау: Solidworks бағдарламасындағы термиялық талдау құрылымның температураны бөлу және жылу ағыны сияқты жылу сипаттамаларын бағалауға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе жоғары температурада немесе ыстық беттермен байланыста жұмыс істейтін роботтар үшін өте маңызды. Жылу сипаттамаларын талдау инженерлерге салқындату

жүйелерін оңтайландыруға және роботтың әртүрлі жағдайларда сенімді жұмысын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Solidworks көмегімен желідегі мобильді робот дизайнының беріктігі мен қаттылығын талдау инженерлер мен дизайнерлерге нақты өмір жағдайында оның сенімділігі мен өнімділігін қамтамасыз ете отырып, дизайнды дәлірек бағалауға және оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Роботты құбырдағы модельдеу

Роботтың құбырдағы жұмысын имитациялау әзірлеу үдерісіндегі маңызды қадам болып табылады және нақты жағдайларда оның өнімділігі мен тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Модельдеу роботтың қозғалысын, оның қоршаған ортамен әрекеттесуін және шешуі тиіс тапсырмаларды орындауын имитациялауға мүмкіндік береді.

Роботтың құбырдағы жұмысын имитациялау үшін әртүрлі бағдарламалық пакеттер мен модельдеу орталарын пайдалануға болады. Бұл құралдар робот қозғала алатын, объектілермен әрекеттесетін және әртүрлі операцияларды орындай алатын виртуалды ортаны құруға мүмкіндік береді.

Роботты құбырдағы имитациялау мыналарға мүмкіндік береді:

- Тапсырмаларды орындау кезінде роботтың тиімділігі мен өнімділігін бағалаңыз.

- Робот нақты ортада кездесуі мүмкін проблемалар мен кедергілерді болжаңыз.

- Басқару алгоритмдерін оңтайландыру және робот дизайнын жақсарту туралы шешім қабылдау.

Құбырлы роботтарды модельдеу құбырдағы мобильді роботтарды нақты пайдаланбас бұрын жобалау және сынаудың маңызды құралы болып табылады.

Solidworks көмегімен құбырдағы робот жұмысын имитациялау құбыр ішіндегі мобильді роботты жобалау мен талдаудағы маңызды қадам болып табылады. Solidworks роботтың виртуалды үлгілерін жасау, сондай-ақ нақты жағдайларда оның мінез-құлқы мен өнімділігін бағалау үшін әртүрлі модельдеу түрлерін жүргізу үшін құралдар мен функционалдылықты қамтамасыз етеді.

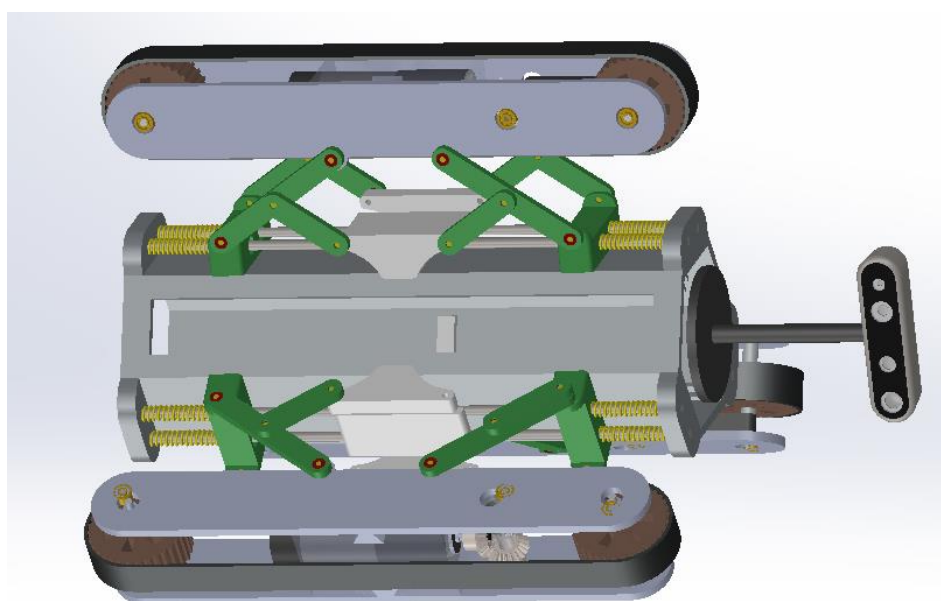
Кинематикалық модельдеу: Solidworks көмегімен роботтың кинематикалық үлгісін жасауға, оның қозғалысын анықтауға және оның құбыр ішіндегі жұмысын модельдеуге болады. Бұл инженерлерге құбырдың тар кеңістігінде роботтың қалай қозғалатынын және маневр жасайтынын тексеруге, сондай-ақ оның кедергілерді жеңу және тапсырмаларды орындау қабілетін бағалауға мүмкіндік береді.

Динамикалық модельдеу: Динамикалық модельдеу құбырдың ішінде қозғалған кезде роботтың динамикалық әрекетін бағалауға мүмкіндік береді. Solidworks роботтың массасы, инерциясы және оған әсер ететін күштер сияқты физикалық қасиеттерін модельдеуге мүмкіндік береді. Инженерлер роботтың жүктемедегі, үйкелістегі және басқа факторлардағы өзгерістерге қалай жауап

беретінін тексере алады және тұрақты және тиімді жұмысын қамтамасыз ету үшін оның дизайны мен басқаруын оңтайландырады.

Нәтижелерді визуализациялау және талдау: Solidworks модельдеу нәтижелерін графиктер, диаграммалар және анимациялар түрінде визуализациялау мүмкіндігін береді. Инженерлер роботтың жұмысын бағалау және мүмкін жақсартуларды анықтау үшін қозғалыс, жылдамдық, күштер және басқа параметрлер сияқты деректерді талдай алады.

Solidworks көмегімен құбырдағы робот жұмысын имитациялау инженерлерге оның функционалдығын дәлірек көрсетуге, оның мүмкіндіктері мен өнімділігін бағалауға, сондай-ақ ықтимал проблемаларды анықтауға және қалаған нәтижелерге қол жеткізу үшін дизайнды оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл сенімді және тиімді желілік мобильді роботтарды дамытуға ықпал етеді.



Сурет 2.5 – Роботтың толық құрастырылған үлгісі

Solidworks жүйесінде робот бөлшектерін жасау және құрастыру желідегі мобильді роботтарды әзірлеу үдерісіндегі маңызды қадамдар болып табылады. Solidworks 3D модельдерін жасауға, құрамдастарды жобалауға және оларды құрастыруға арналған қуатты құралдар мен мүмкіндіктерді ұсынады. Міне, Solidworks жүйесінде робот бөлшектерін жасау және құрастыру кезіндегі негізгі қадамдар:

Жаңа жинақ жасау: Solidworks бағдарламасында робот бөлшектерін жасау және құрастыру үшін негіз болатын жаңа жинақты жасауға болады. Жинақ барлық компоненттерді бір жерде біріктіруге және олардың өзара әрекеттесуін бақылауға мүмкіндік береді.

Компоненттерді импорттау және жасау: роботты жасау процесінде импортталған компоненттерді пайдалануға немесе жаңа үлгілерді жасауға болады. Solidworks басқа көздерден бар үлгілерді немесе құрамдастарды пайдалануға мүмкіндік беретін STEP, IGES, STL сияқты әртүрлі файл пішімдерін импорттауды қолдайды.

Құрамдас дизайн: Solidworks құралдарының көмегімен корпус, механикалық бөлшектер, электрондық тақталар және басқа элементтер сияқты робот құрамдастарын жобалауға және үлгілеуге болады. Инженерлер 3D модельдеу құралдарын пайдалана алады, негізгі пішіндерді жасай алады, мәліметтерді, тесіктерді және басқа мүмкіндіктерді қоса алады.

Қарым-қатынастар мен шектеулерді қолдану: робот құрамдастарын жасағаннан кейін олар жинақта дұрыс орналастырылуы және қосылуы керек. Solidworks құрамдастардың дұрыс орналасуын және өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету үшін бекіту, байланыстыру, цилиндрлік және жазық қатынастар сияқты қатынастар мен шектеулерді қолдануға мүмкіндік береді.

Жинақ идентификаторларын жасау: Solidworks жүйесінде жинақты жасаған кезде жинақты басқаруды жеңілдету және қажет болса қателерді анықтау үшін құрамдастарға бірегей идентификаторларды тағайындауға болады. Бұл атауларды, бөлік нөмірлерін және басқа идентификациялық ақпаратты тағайындауды қамтуы мүмкін.

Соқтығыстар мен кедергілерді тексеру: Solidworks құрамдас бөліктер арасындағы соқтығыстар мен кедергілер үшін жинақты тексеруге мүмкіндік береді. Бұл роботтың дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ететін бөліктердің қабаттасуы немесе қиылысуымен байланысты мәселелерді анықтауға және түзетуге мүмкіндік береді.

Шашылған көрінісін жасау және жинау: Solidworks роботтың әртүрлі қабаттары мен құрамдастарын көрсететін жарылған құрастыру көріністерін жасауға арналған құралдарды қамтамасыз етеді, бұл құрастыруды және қызмет көрсетуді жеңілдетеді. Сондай-ақ құрамдас сипаттамалары, құрастыру нұсқаулары және басқа ақпаратты қамтитын құжаттаманы жасауға болады.

Рендеринг және көрсету: Solidworks бағдарламасында құрастыру және құрастыру құрамдас бөліктерін жасағаннан кейін роботтың шынайы кескіндері мен рендерингтерін жасауға болады. Бұл роботтың соңғы түрін және дизайнын ұсынуға мүмкіндік береді, бұл жобаның басқа қатысушыларымен таныстыру және байланыс үшін пайдалы болуы мүмкін.

Solidworks жүйесінде робот бөлшектерін жасау және құрастыру инженерлерге өз идеяларын 3D үлгісіне айналдыруға және оның функционалдығын тексеруге мүмкіндік беретін маңызды дизайн қадамы болып табылады. Solidworks желідегі мобильді роботтарды тиімді дамытуға мүмкіндік беретін робот дизайнын жобалау, құрастыру және талдау үшін қуатты құралдарды ұсынады.

Желідегі мобильді роботтың үш аяғын бірдей қашықтықта 120 градус бұрышта орналастыру бұл конфигурацияны маңызды және қолайлы ететін

бірқатар маңызды артықшылықтарға ие. Бұл аяқтың орналасуы желідегі мобильді роботтар үшін маңызды болуының кейбір себептері:

Тұрақтылық және тепе-теңдік: үш аяқты конфигурация робот үшін жақсы тұрақтылық пен тепе-теңдікті қамтамасыз етеді. Аяқтардың тең аралықтары және 120 градус бұрышпен орналасуы тұрақтылықты қамтамасыз ететін және құбырдың ішінде қозғалу кезінде роботтың қисаюына немесе құлауына жол бермейтін үшбұрышты негіз жасайды. Робот үш аяқпен тұрғанда, әрбір аяқ басқа екі аяғымен тұрақты үшбұрыш құрайды, бұл роботқа тіпті тегіс емес беттерде немесе биіктік айырмашылықтары болған кезде тепе-теңдікті сақтауға мүмкіндік береді.

Ұтқырлық және маневрлік: үш аяқты конфигурация роботқа жоғары маневрлік мүмкіндік береді. Аяқтардың арасындағы 120 градус бұрыштың арқасында робот ең аз бұрылу радиусы бар құбырдың тар кеңістігінде бұрылып, маневр жасай алады. Бұл роботқа кедергілерді оңай айналып өтуге және тар кеңістікте күрделі маневрлер жасауға мүмкіндік береді. Әрбір аяқ басқалардан тәуелсіз өз орнын өзгерте алады, бұл роботқа қозғалыс еркіндігін және кедергілерді жеңу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Жүктемені бөлу: үш аяқты конфигурация жүктің роботтың аяқтарына біркелкі бөлінуін қамтамасыз етеді. Әрбір аяқ бүкіл жүктеменің үштен бірін көтереді, бұл біркелкі тозуға ықпал етеді және аяқтың беріктігін арттырады. Ол сондай-ақ роботтың сенімділігі мен тұрақтылығын жақсартады. Жүктеменің біркелкі бөлінуі бір аяқтың шамадан тыс жүктелуін болдырмауға көмектеседі және роботтың жалпы жұмысын жақсартады.

Кедергілерге өрмелеу: 120 градустық үш аяқты конфигурация роботқа құбырлардағы кедергілерді тиімді басқаруға мүмкіндік береді. Бұл конфигурациямен робот екі аяққа сүйеніп, кедергінің үстінен итеріп кете алады, ал үшінші аяғы тұрақты болып, қолдау мен тепе-теңдікті қамтамасыз етеді. Бұл роботтың маневрлік қабілетін жақсартады және оған бөгеттер, қоқыс немесе құбыр диаметріндегі өзгерістер сияқты кедергілерді жеңуге мүмкіндік береді.

Дизайн артықшылықтары: Үш аяқты роботтың дизайны күрделі көп аяқты шешімдерге қарағанда қарапайым және ықшам. Аяқтардың аз болуы роботтың дизайнын айтарлықтай жеңілдетеді және салмағын азайтады, бұл оның қуат тұтынуына және маневрлік қабілетіне тікелей әсер етеді. Үш аяқты конфигурация роботты жинауды және оған қызмет көрсетуді жеңілдетеді.

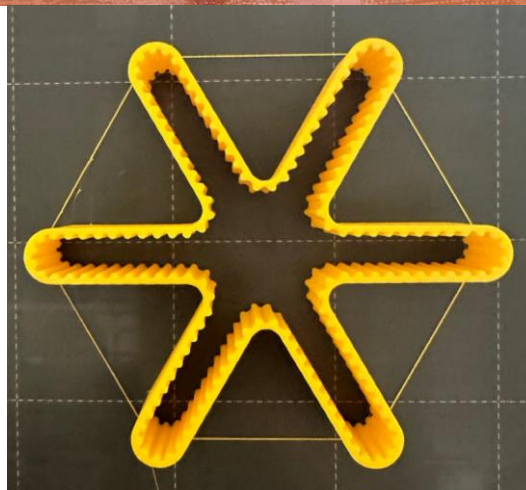
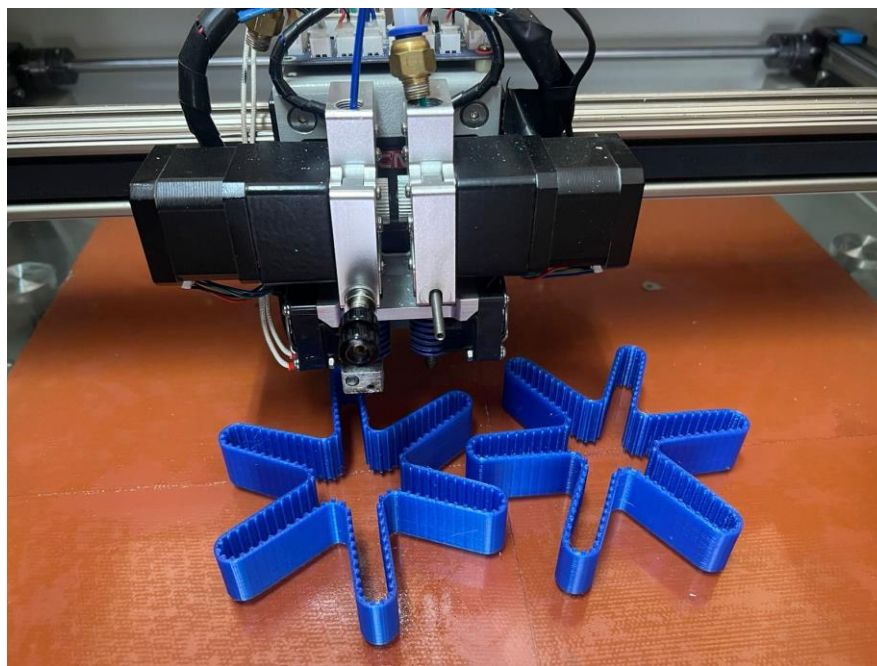
Нәтижесінде, 120 градус бұрыштағы аяқтары бар үш аяқты конфигурация желідегі мобильді роботтар үшін оңтайлы болып табылады. Ол тұрақтылықты, маневрлікті, жүктемені біркелкі бөлуді және құбырлардағы кедергілерді жеңу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Бұл робот тапсырмаларының тиімді жұмыс істеуіне және сәтті орындалуына ықпал ететін маңызды жобалық шешім.

2.2.2 3D принтер арқылы роботтың бөліктерін шығару

3D принтермен робот бөлшектерін жасау - бірқатар артықшылықтарды ұсынатын тиімді және инновациялық тәсіл. Міне, робот бөлшектерін жасау үшін 3D принтерді пайдалану маңызды болып табылатын бірнеше факторлар:

1. Жылдам және икемді: 3D басып шығару робот бөлшектерін жылдам және икемді түрде жасауға мүмкіндік береді. 3D басып шығару процесін автоматтандыруға болады, бұл өндіріс уақытын қысқартуға және ең қысқа мерзімде дайын бөлшектерді алуға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе прототиптерді жасау кезінде немесе бөлшектерді жылдам ауыстыру немесе өзгерту қажет болғанда өте маңызды.

2. Күрделі геометриялар: 3D принтерлер күрделі геометриялық бөлшектерді жасауға мүмкіндік береді, оларды дәстүрлі өндіріс әдістерін пайдалана отырып жасау қиын немесе мүмкін емес. Бұл дизайн мүмкіндіктерін кеңейтеді және робот үшін анағұрлым оңтайландырылған және тиімді бөлшектерді жасауға мүмкіндік береді.



Сурет 2.6 – Күрделі геометриялы бөліктерді шығару

3. Реттелетін параметрлеу: 3D принтерлер бөлік талаптары мен техникалық сипаттамаларға сәйкес басып шығару параметрлерін теңшеу мүмкіндігін ұсынады. Бұл роботтың нақты қажеттіліктері үшін оңтайландырылатын материалды, ажыратымдылықты, толтыруды және басқа параметрлерді таңдауды қамтиды. Бұл қажетті механикалық қасиеттері, беріктігі мен салмағы бар бөлшектерді алуға мүмкіндік береді.

4. Үнемді: робот бөлшектерін жасау үшін 3D принтерді пайдалану дәстүрлі өндіріс әдістерімен салыстырғанда үнемді болуы мүмкін, әсіресе шағын айналымдар немесе тапсырыс тапсырыстары үшін. Бұл құралдар мен қалыптардың құнын төмендетеді, сонымен қатар материалдарды пайдалануды оңтайландырады.

5. Инновациялар мен зерттеулер: 3D принтерлер робототехника саласындағы инновациялар мен зерттеулерге мүмкіндік береді. Инженерлер мен дизайнерлер әртүрлі конструкциялармен, құрылымдармен және материалдармен тәжірибе жасай алады, бұл робототехникадағы жаңа шешімдер мен технологияларды дамытуға ықпал етеді.

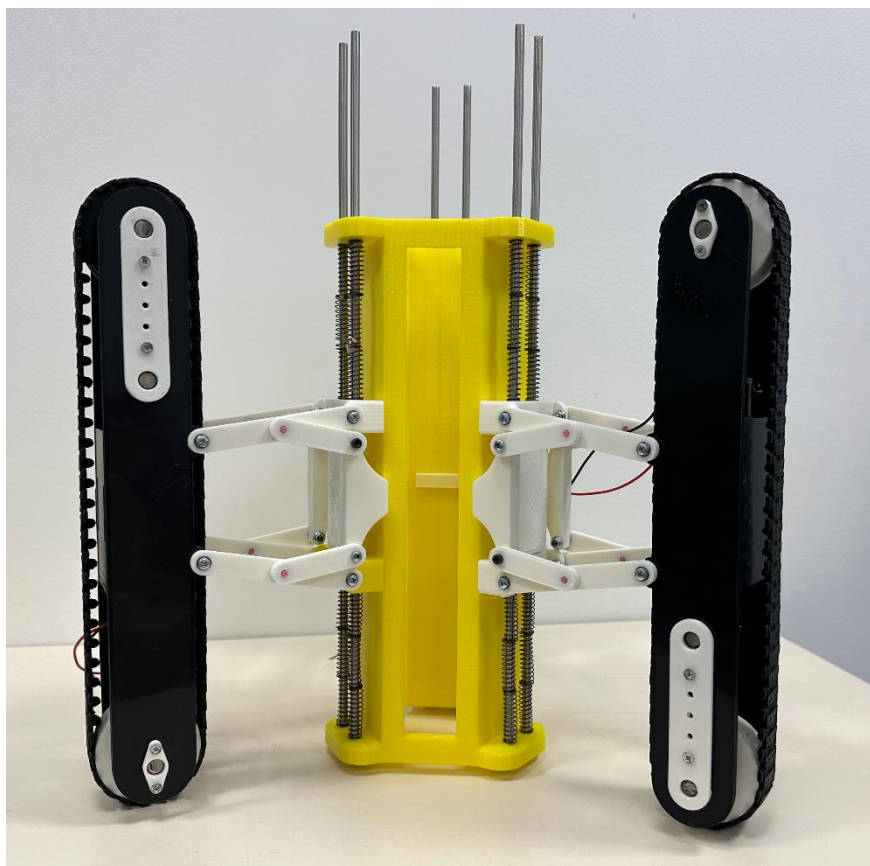
Кесте 2.1 – 3D принтер материалдары

Материал	Қасиеті	Артықшылықтары	Кемшіліктері
PLA пластик	Жеңіл, берік	Биологиялық ыдырайтын, құны төмен, егжей-тегжейлі	Жоғары температураға төзімді емес, бұйралауға бейім
ABS	Төзімді, тұрақты	Жоғары термиялық және химиялық төзімділік, икемділік	Басып шығару кезінде зиянды түтіндердің бөлінуі, майысуға бейімділігі
Икемді материалдар	Икемділік, серпімділік	Иілгіш бөлшектер мен серпімді беттерді жасау үшін қолданылады	Шектеулі төзімділік пен детализация

Жалпы алғанда, робот бөлшектерін жасау үшін 3D принтерді пайдалану жылдамдық, икемділік, күрделі пішіндерді жасау мүмкіндігі, параметрлеу, үнемділік және инновацияны қоса алғанда, бірқатар артықшылықтарды ұсынады. Бұл әзірлеу процесін жақсартады және анағұрлым оңтайландырылған және тиімді робот жүйелерін жасайды.

2.2.3 Құбырышілік роботты құрастыру

Барлық компоненттерді біріктіру – желідегі мобильді роботты дамытудағы соңғы қадам. Бұл кезеңде әртүрлі механикалық, электронды және бағдарламалық құрамдас бөліктер нақты жағдайларда жұмыс істеуге дайын бір функционалды блокқа біріктіріледі. Интеграция барлық компоненттердің өзара әрекеттесуін тексеруге, мүмкін болатын қайшылықтарды жоюға және жүйенің келісілген жұмысын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.



Сурет 2.6 – Құрастырылған In-pipe robot v1.0

Интеграция процесінде келесі аспектілерге назар аударуыңыз керек:

1. Механикалық интеграция: Корпус, шасси, дөңгелектер және басқа механизмдер сияқты роботтың механикалық бөлігі құбыр ішіндегі роботтың сенімділігін, тұрақтылығын және қозғалысының еркіндігін қамтамасыз ететіндей біріктірілуі керек. Сондай-ақ құрастырудың қарапайымдылығын және техникалық қызмет көрсетуге қол жетімділікті қамтамасыз ету маңызды.

2. Электрондық интеграция: басқару тақталары, сенсорлар, жетектер және басқа электрондық құрылғылар сияқты электрондық компоненттер дұрыс сыммен жалғанып, жүйеге біріктірілуі керек. Бұл құрамдастарды дұрыс орналастыруды, қосылымдарды орнатуды, электрлік үйлесімділікті тексеруді және барлық құрамдастарды қуатпен қамтамасыз етуді қамтиды.

3. Бағдарламалық қамтамасыз етуді біріктіру: әртүрлі бағдарламалық модульдер мен басқару алгоритмдері бір бағдарламалық жүйеге біріктірілуі керек. Бұл әртүрлі модульдердің жұмысын үйлестіруді, олардың арасында деректерді беруді, сыртқы оқиғаларды өңдеуді және оператормен немесе сыртқы жүйелермен өзара әрекеттесуді қамтиды.

4. Тестілеу және жөндеу: интеграция процесінің маңызды бөлігі бүкіл жүйені тестілеу және жөндеу болып табылады. Бұл роботтың жұмысындағы мүмкін болатын қателерді, ақауларды және ақауларды анықтауға мүмкіндік береді. Тестілеу жеке компоненттер деңгейінде де, жалпы жүйе деңгейінде де жүргізілуі мүмкін. Түзету анықталған ақауларды түзетуге және роботтың функционалдығын жақсартуға мүмкіндік береді.

5. Валидация және тексеру: Барлық құрамдастарды біріктіргеннен кейін роботтың жұмысын растау және тексеру қажет. Бұған жүйе өнімділігінің дамудың бастапқы кезеңдерінде анықталған талаптар мен мақсаттарға сәйкес келетінін тексеру кіреді. Валидация роботтың өзі жасалған тапсырмаларды орындайтынына көз жеткізуге мүмкіндік береді, ал тексеру жүйенің барлық компоненттері мен модульдерінің дұрыс жұмысын тексереді.

Барлық компоненттерді дұрыс біріктіру желідегі мобильді роботты дамытудағы маңызды қадам болып табылады. Ол нақты құбыр жағдайында пайдалануға дайын жұмыс істейтін және дәйекті жүйені құруға мүмкіндік береді. Желідегі мобильді роботтың барлық компоненттерін біріктірудің қосымша аспектілеріне мыналар жатады:

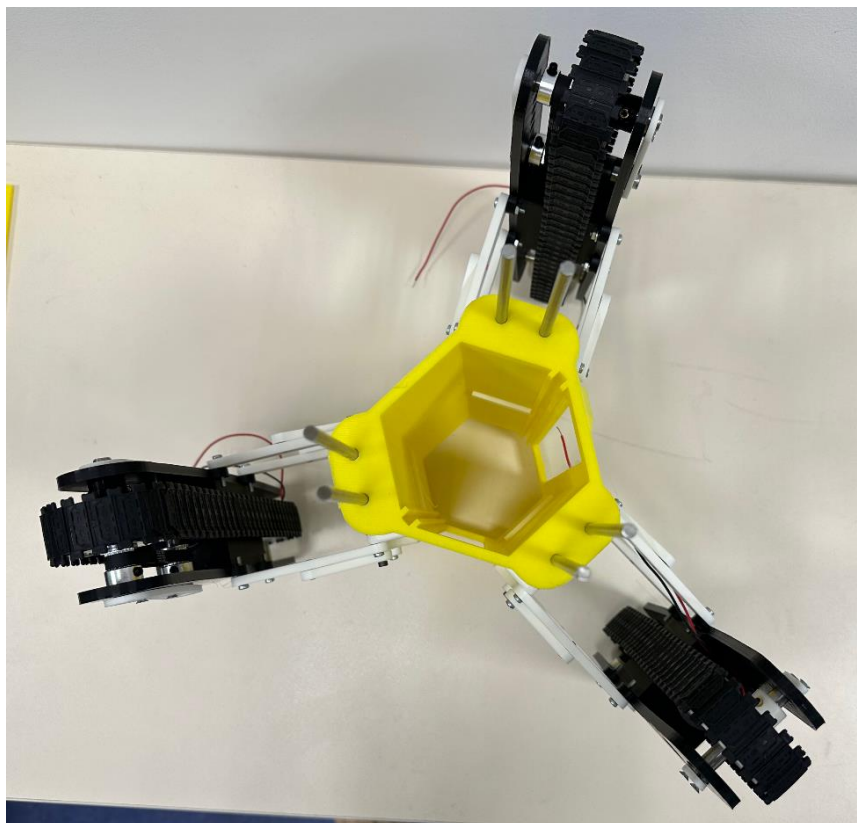
- Калибрлеу және баптау: интеграциялау процесінің маңызды бөлігі роботтың барлық сенсорлары мен жетектерін калибрлеу және баптау болып табылады. Бұған мүмкін болатын ауытқуларды, шуылдарды және сызықтық емесерді анықтау және түзету, сондай-ақ жүйенің оңтайлы өнімділігі үшін басқару параметрлерін реттеу кіреді.

- Функционалдық тестілеу: Барлық компоненттерді біріктіргеннен кейін роботтың функционалдығын тексеру қажет. Бұл роботтың барлық қозғалыс режимдерінің жұмысын, навигацияны, деректерді жинауды және басқа да функцияларын тексеруді қамтиды. Тестілеу жүйенің дұрыс жұмыс істейтініне көз жеткізуге және мүмкін болатын кемшіліктерді немесе талаптарға сәйкессіздіктерді анықтауға мүмкіндік береді.

- Өнімділікті оңтайландыру: интеграциялау процесі кезінде жүйе өнімділігін оңтайландыруға назар аудару керек. Бұл басқару алгоритмдерін талдау мен оңтайландыруды, деректерді өңдеуді және басқа есептеу процестерін қамтиды. Мақсат - минималды есептеу және энергия шығындарымен роботтың максималды тиімділігіне қол жеткізу.

- Құжаттама және пайдаланушы нұсқаулығы: Барлық компоненттер сәтті біріктірілгеннен кейін құжаттама мен пайдаланушы нұсқаулығы құрастырылуы керек. Бұл операторлар мен техникалық қызмет көрсету персоналына роботтың жұмысымен, оның функционалдығымен, мүмкіндіктерімен және жұмыс істеу талаптарымен толық танысуға мүмкіндік

береді. Құжаттамада роботқа техникалық қызмет көрсету, ақаулықтарды жою және қауіпсіз пайдалану нұсқаулары да болуы мүмкін.

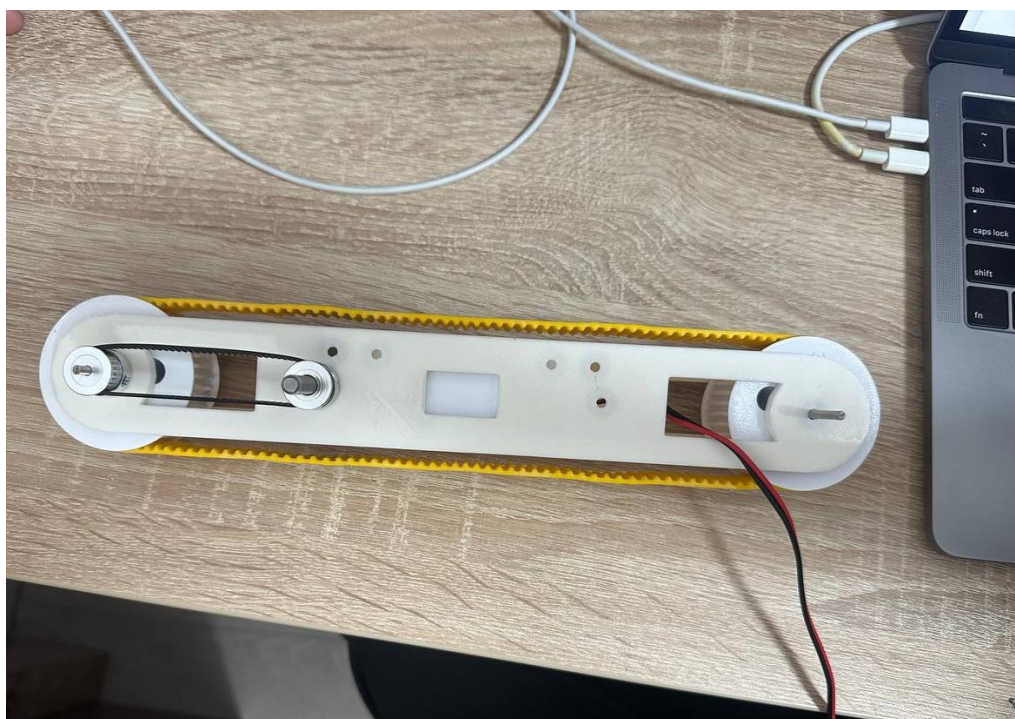


Сурет 2.6 – In-pipe robot v1.0 үстінен көрініс

Барлық құрамдас бөліктерді біріктіру әртүрлі мамандар мен ұжымдар арасындағы тұрақты өзара іс-қимыл мен ынтымақтастықты қажет ететін қайталанатын процесс екенін атап өткен жөн. Тиісті интеграция құбырлардағы тапсырмаларды сәтті орындауға қабілетті функционалды және тиімді желілік мобильді роботты жасауға мүмкіндік береді.

Функционалдылықты анықтау: ағын мен қысымды басқару блогы орындауы керек негізгі функцияларды анықтаңыз. Бұл берілген қысымды орнатуды, газ ағынын бақылауды, шамадан тыс жүктемелерден қорғауды және басқа да қажетті функцияларды қамтуы мүмкін.

In-pipe robot v1.0 кейбір әлсіз тұстарын жою мақсатында In-pipe robot v2.0 роботын құрастырып бастадық. In-pipe robot v2.0 шассиды flex материалы арқылы 3D принтерден басып шығардық. Негізгі денені кішірейту, робот аяқтарын модификациялау сынды өзгертулер енгізілді.



Сурет 2.7 – In-pipe robot v2.0 аяғы

3 Роботты басқару құрылғылары

Құбыр ішіндегі роботтың схемасы роботтың орталық модуліне орнатылған ықшам жобаланған тақтаны қамтиды. Бұл тақтада роботтың жұмыс істеуі үшін қажетті әртүрлі құрамдас бөліктер бар. Схеманың өзегінде робот үшін негізгі контроллер ретінде қызмет ететін Arduino Nano орналасқан. Ол роботтың қозғалыстары мен функцияларын басқару үшін қажетті өңдеу қуатын және басқа компоненттермен интерфейстерді қамтамасыз етеді.

Роботтың құбыр ішіндегі қозғалысына жауапты тұрақты ток қозғалтқыштарын басқару үшін DRV8833 деп аталатын тұрақты ток қозғалтқышының драйвер модулі пайдаланылады. Бұл қозғалтқыш драйвері Arduino Nano-ға қозғалтқыштардың жылдамдығы мен бағытын тиімді реттеуге мүмкіндік береді. Қуат көзін басқару роботтың қуат көзіндегі жоғары кернеуді (12 В) Arduino Nano және қозғалтқыш драйвері талап ететін төменгі кернеуге (5 В) түрлендіретін DC-DC түрлендіргішімен шешіледі. Бұл түрлендіргіш осы компоненттерге тұрақты және реттелетін қуат көзін қамтамасыз етеді.

DRV8833 - тұрақты ток қозғалтқыштарының айналу жылдамдығы мен бағытын басқаруға мүмкіндік беретін қос арналы қозғалтқыш драйвері. Бұл драйвер модулі әртүрлі электронды жобаларда ыңғайлы және сенімді қозғалтқышты басқаруды қамтамасыз етеді. Міне, DRV8833 бірнеше негізгі мүмкіндіктері мен мүмкіндіктері:

1. Қос арналы басқару: DRV8833 құрылғысында екі бөлек қозғалтқышты қосуға және басқаруға арналған екі тәуелсіз арна бар. Бұл екі қозғалтқышты бір уақытта басқаруға немесе олардың әрқайсысын бөлек басқаруға мүмкіндік береді.

2. Тұрақты токты қолдау: DRV8833 бір арнаға 1,2А дейін тұрақты ток қозғалтқыштарын жүргізуге арналған. Бұл оны қозғалтқыштардың әртүрлі түрлерімен, соның ішінде төмен және орташа қуатты қозғалтқыштармен пайдалануға мүмкіндік береді.

3. Кең кернеу диапазоны: DRV8833 2,7 В пен 10,8 В аралығындағы кең кіріс кернеу диапазонын қолдайды. Бұл оны әртүрлі қуат көздерімен, соның ішінде батареялар мен айнымалы ток адаптерлерімен үйлесімді етеді.

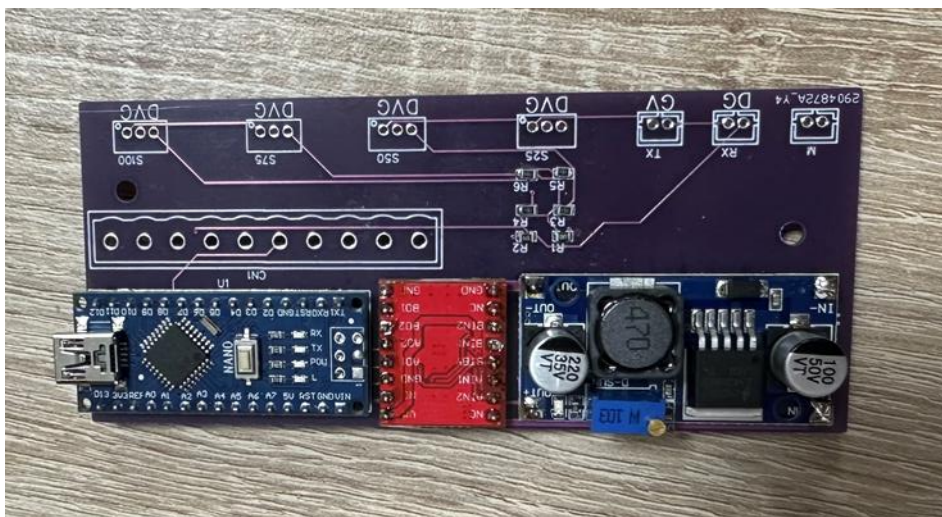
4. Логикалық басқару: DRV8833 микроконтроллерден немесе басқа құрылғыдан келетін басқару сигналдары арқылы қозғалтқыштың айналу жылдамдығы мен бағытын өзгертуге мүмкіндік беретін қарапайым логикалық басқаруды ұсынады. Модульде бағытты орнатуға арналған кірістер және жылдамдықты басқаруға арналған PWM сигналдары бар.

5. Шамадан тыс жүктеме мен қысқа тұйықталудан қорғау: DRV8833 күтпеген жағдайларда модуль мен қосылған қозғалтқыштардың зақымдалуын болдырмау үшін шамадан тыс жүктеме мен қысқа тұйықталудан қорғауды қамтамасыз етеді.

6. Шағын өлшем: DRV8833 шағын өлшемді және микроконтроллерге немесе басқа құрылғыға қосылуға ыңғайлы түйреуіштерге ие. Бұл оны

қозғалтқышты басқару қажет болатын әртүрлі электрондық жобаларға қосуға қолайлы етеді.

DRV8833 драйвер модулі әртүрлі қолданбаларда, соның ішінде робототехника, автоматтандыру, модельдеу және басқа салаларда тұрақты ток қозғалтқыштарын ыңғайлы және тиімді басқаруды ұсынады. Пайдаланудың қарапайымдылығы мен сенімділігі оны электронды әзірлеушілер мен энтузиастардың танымал тандауына айналдырады.



Сурет – 3.1 In-pipe robot v2.0 схема тақтасы

3.1 Микроконтроллер және камера

Arduino Nano – Arduino платформасына негізделген ықшам және мүмкіндіктері мол әзірлеу тақтасы. Бұл микроконтроллер тақтасы әртүрлі электрондық жобаларды құру және бағдарламалау үшін кең мүмкіндіктерді ұсынады. Міне, Arduino Nano-ның бірнеше негізгі мүмкіндіктері:

1. Ықшам өлшем: Arduino Nano ықшам өлшемі бар, бұл кеңістік шектеулі жобалар үшін тамаша таңдау жасайды. Бұл тақтаны шағын құрылғыларға немесе тіпті киілетін құрылғыларға біріктіруге мүмкіндік береді.

2. Қуат және өнімділік: шағын өлшеміне қарамастан, Arduino Nano әртүрлі тапсырмаларды орындау үшін жеткілікті қуат пен өнімділікке ие. Ол 16 МГц жиілігі бар Atmega328P микроконтроллерімен жабдықталған, сонымен қатар борттық флэш жады, жедел жады және EEPROM бар.

3. Кірістер мен шығыстардың кең ауқымы: Arduino Nano әртүрлі сенсорларды, жетектерді және басқа құрылғыларды қосуға мүмкіндік беретін сандық және аналогтық кірістер мен шығыстарды ұсынады. Ол сондай-ақ басқа құрылғылармен байланыс орнату үшін USB, UART, SPI және I2C интерфейстерімен жабдықталған.

2. Әмбебап: RealSense тереңдік камерасы тереңдік көру мүмкіндіктерін ұсынып қана қоймайды, сонымен қатар түрлі-түсті кескіндерді түсіруге арналған RGB камерасы, қимыл мен фонды тану үшін инфрақызыл камера және акустикалық өңдеуге арналған микрофондар сияқты басқа сенсорлар мен мүмкіндіктерді қамтиды. Бұл камераны әртүрлі тапсырмалар мен қолданбаларға арналған көп функциялы құрал етеді.

3. Қолданулардың кең ауқымы: RealSense Depth Camera әртүрлі салаларда, соның ішінде компьютерлік көру, қимылдарды тану, машиналық көру, автономды автомобильдер, дрондар, андроидтер, медициналық диагностика және т.б. пайдалануға болады. Оның жоғары дәлдігі мен сенімділігі оны әзірлеушілер мен инженерлер арасында танымал таңдауға айналдырады.

4. Интеграцияның қарапайымдылығы: RealSense Depth Camera әртүрлі қосылу опцияларын және басқа құрылғылармен және платформалармен біріктіруді ұсынады. Ол USB интерфейстерін және әртүрлі бағдарламалық API интерфейстерін қолдайды, бұл оны әзірлеуді және бар жүйелерге біріктіруді жеңілдетеді.

5. Қоғамдастық қолдауы: RealSense Depth Camera-да әртүрлі жобаларда камераны пайдалану үшін ресурстарды, кітапханаларды және қолдауды ұсынатын белсенді әзірлеушілер мен пайдаланушылар қауымдастығы бар. Бұл мәселелерді жылдам шешуге, тәжірибе алмасуға және камераны пайдаланудың жаңа жолдарын табуға мүмкіндік береді.



Сурет – 3.2 Arduino Nano сипаттамасы

Intel компаниясының Real Sense Depth Camera қолданбасы кең ауқымды тереңдікте көру және 3D кескіндеу құралы болып табылады. Оның дәлдігі, әмбебаптығы, оңай интеграциясы және қауымдастықтың қолдауы оны әзірлеушілер мен зерттеушілер үшін танымал таңдау жасайды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе, желілік мобильді роботты әзірлеу және жобалау кезек күттірмейтін және маңызды міндет екенін атап өтуге болады. Роботтар әртүрлі салаларда, соның ішінде өнеркәсіпте, медицинада, зерттеулерде және т.б. маңызды рөл атқарады. Жүйелі робот құрылыстарды бұзбай және адам өміріне қауіп төндірмей, құбырларды және басқа жету қиын жерлерді тексеруге, жөндеуге және техникалық қызмет көрсетуге мүмкіндік береді.

Әзірлеу барысында Solidworks бағдарламасы арқылы роботтың 3D моделі жасалды. Модельдер 3D принтер арқылы PLA және икемді материалдарды қоса алғанда, әртүрлі материалдарды пайдаланып сәтті басып шығарылды. Робот бір-біріне 120 градус бұрышта орналасқан үш шынжыр табанды аяқтармен жиналды, бұл тар кеңістікте тамаша маневрлік пен тұрақтылықты қамтамасыз етеді.

Әзірленген роботтың ерекшелігі - қозғалтқыштың ішкі орналасуы, бұл оған теңгерім мен эстетикалық дизайн береді. Бұл инновациялық тәсіл жүктемені біркелкі бөлудің артықшылығын ұсынады және роботтың жақсы функционалдығы мен эргономикасын қамтамасыз етеді.

Әзірлеудің маңызды құрамдас бөлігі таңдалған RealSense камерасы болды, ол терең көру және құбырлар ішіндегі қашықтық пен кедергілерді дәл анықтау мүмкіндігі бар. Ол сондай-ақ жоғары кескін сапасы мен кең көру бұрышын қамтамасыз етеді, бұл роботты навигациялауға және тапсырмаларды орындауға айтарлықтай көмектеседі.

Бұл жұмыстың нәтижелері тек функционалдығы мен тиімділігі ғана емес, сонымен қатар бірегей дизайны бар желілік мобильді роботты әзірлеудің маңыздылығын растайды. Мұндай роботтарды одан әрі әзірлеу және қолдану құбырлар мен жету қиын жерлерде жұмысты қажет ететін әртүрлі салаларда тиімділік пен қауіпсіздікті айтарлықтай жақсартып алады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] A review on various types of in-pipe inspection robot – Ankush Verma, Ayush Kaiwart 3,†, Nikhil Dhar Dubey 1, Farman Naseer, Swastik Pradhan.
- [2] Adapting Mechanisms for In-Pipe Inspection Robots: A Review Calin Rusu and Mihai Olimpiu Tatar.
- [3] Recent Trends of the In-Pipe Inspection Robotic System from Academia and Industry Perspectives M Z A Rashid.1,2*, F Yakub.1, S A S Salim.1, S A Roslan.1, H N M Shah.2, A Yeshmukhametov.3, Y Yamamoto.3.
- [4] Глазунов, В.А. Робототехнические системы для внутритрубной диагностики и ремонта трубопроводов. Машиностроение, 2016.
- [5] Лихачев, В.Ф. Робототехнические комплексы для внутритрубной инспекции. Инновационная наука, 2017.
- [6] Попов, В.А. Разработка и исследование гусеничного робота для работы внутри трубопроводов. Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, 2018.
- [7] Шибанов, В.Н. Проектирование роботов для внутритрубной инспекции. Современные технологии, 2019.
- [8] Иванов, А.С. Мобильные роботы для внутритрубной диагностики и ремонта трубопроводов. Робототехника и искусственный интеллект, 2020.
- [9] Кудряшов, И.В. Технологии внутритрубной инспекции трубопроводов. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2021.
- [10] Смирнов, Д.В. Разработка и исследование мобильного робота для внутритрубной инспекции. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Машиностроение, 2016.
- [11] Ларин, А.А. Проектирование роботизированной системы для внутритрубной диагностики и ремонта. Техника и технологии, 2017.
- [12] Михеев, А.В. Исследование и разработка гусеничного робота для работы внутри трубопроводов. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2018.
- [13] Гречко, А.И. Методы и средства внутритрубной инспекции и ремонта трубопроводов. Трубопроводный транспорт нефти и газа, 2019.
- [14] Демидов, В.А. Роботизированные системы для внутритрубной инспекции и ремонта трубопроводов. Метрология и метрологическое обеспечение, 2020.
- [15] Chen, S., et al. (2018). Development of a Climbing Robot for Inspection and Maintenance of Vertical Surfaces. Robotics and Autonomous Systems, 106, 147-157.
- [16] Карпов, Е.С. Технологии роботизации внутритрубной диагностики и ремонта трубопроводов. Инженерные науки и их приложения, 2021.
- [17] Zhang, X., et al. (2017). Development of a Pipeline Inspection Robot Based on Inertial Measurement Unit Localization. International Journal of Advanced Robotic Systems, 14(3), 1-10.

- [18] Ren, Y., et al. (2016). Development of an In-Pipe Inspection Robot Based on Magnetic Adhesion and Magnetic Localization. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 84(1), 121-135.
- [19] Park, J., & Kim, J. (2018). Design and Development of a Snake-Like In-Pipe Inspection Robot. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 32(1), 131-137.
- [20] Smith, J. A. (2015). Robotics in Industry: Challenges and Opportunities. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 12(1), 1-10.
- [21] Chen, G., et al. (2018). Design and Analysis of a Novel In-Pipe Robot for Industrial Inspection. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 23(3), 1137-1146.
- [22] Zhou, M., et al. (2017). Design and Development of a Wall-Climbing Robot for Inspection of Vertical Structures. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 14(1), 1-11.
- [23] Wu, W., et al. (2019). Design and Control of a Bio-Inspired Soft In-Pipe Robot for Inspection Applications. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 66(10), 8037-8048.
- [24] Wang, Q., et al. (2019). Design and Development of an Amphibious In-Pipe Robot for Inspection and Maintenance. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 66(2), 1063-1072.
- [25] Y.S. Kwon, B. Lee, I.C. Whang, W.K. Kim, B.J. Yi, A flat pipeline inspection robot with two-wheel chains, *Proc. - IEEE Int. Conf. Robot. Autom.* (2011) 5141– 5146.
- [26] D. Mishra, K.K. Agrawal, A. Abbas, R. Srivastava, R.S. Yadav, Pig [pipe inspection gauge]: An artificial dustman for cross country pipelines, *Procedia Comput. Sci.* 152 (2019) 333–340.
- [27] Sergei Savin, Sergey Jatsun, Ludmila Vorochaeva, A. Ronzhin, V. Shishlakov, State observer design for a walking in-pipe robot, *MATEC Web Conf.* 161 (2018) 03012, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201816103012>.
- [28] Li, Z., et al. (2016). Development of a Climbing Robot for Inspection and Maintenance of Vertical Surfaces. *Journal of Mechanical Engineering*, 52(21), 160-168.
- [29] Zhang, Y., et al. (2016). Design and Development of a Wall-climbing Robot for Inspection of Vertical Structures. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 83(1), 139-151.
- [30] Xu, Y., et al. (2019). Design and Analysis of a Novel In-Pipe Robot for Industrial Inspection. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 16(1), 1-12.
- [31] Lee, D., & Cho, H. (2017). Design and Control of a Mobile Robot for Pipeline Inspection. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 64(7), 5429-5439.
- [32] Brown, K., & Choset, H. (2018). *Multi-Robot Systems*. Cambridge University Press.

[33] Tian, Y., et al. (2019). Development of an In-Pipe Robot for Visual Inspection and Maintenance in Industrial Environment. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 16(2), 1-14.

[34] Song, G., et al. (2016). Design and Analysis of a Novel In-Pipe Robot for Internal Inspection. *Robotics and Autonomous Systems*, 78, 83-94.

[35] Wang, W., et al. (2017). Design of an Amphibious In-Pipe Robot for Industrial Inspection. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 22(3), 1130-1141.