

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә. Бүркітбаев атындағы Энергетика және машина жасау институты

Стандарттау, сертификаттау және метрология кафедрасы

Сәтбайқызы Айдана

Машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07501 – Өндірістік инженерия

Алматы 2025

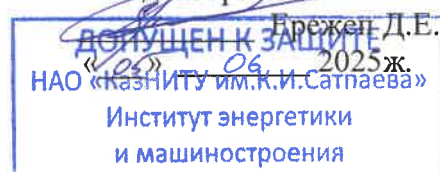
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө. Бүркітбаев атындағы Энергетика және машина жасау институты

Стандарттау, сертификаттау және метрология кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Стандарттау, сертификаттау
және метрология кафедра
меңгерушісі
техн. ғылым. канд.,
PhD докторы



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылау

6B07501 – Өндірістік инженерия

Орындаған:

Сәтбайқызы Айдана

Рецензент

PhD, Ассистент профессора

 Егеменова Ш.Б.

«__» _____ 20__ ж.

Ғылыми жетекші

Аға оқытушы

 Турсынбаева А.Е.

«__» _____ 20__ ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө. Бүркітбаев атындағы Энергетика және машина жасау институты

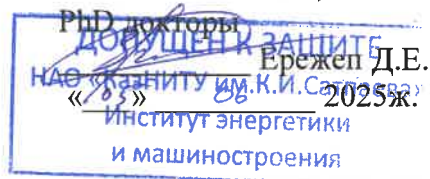
Стандарттау, сертификаттау және метрология кафедрасы

6B07501 – Өндірістік инженерия

БЕКІТЕМІН

Стандарттау, сертификаттау
және метрология кафедра
менгерушісі

техн. ғылым. канд.,



**Дипломдық жұмысты орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім: алушы Сәтбайқызы Айдана

Тақырыбы: Машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылау

Университет ректорының «4 желтоқсан» 2023ж. №548-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: 10 маусым 2025ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: Қазақстан Республикасының машина жасау кәсіпорындарындағы сапа менеджменті жүйелері, ISO 9001, Lean Manufacturing, Six Sigma стандарттары, Индустрия 4.0 талаптары, отандық және шетелдік кәсіпорындардың тәжірибелері, “Allur” компаниясына қатысты тұтынушылар пікірлері мен сапа ақауларына байланысты мәліметтер.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Сапаны бақылаудың теориялық негіздері мен әдістері;
 - б) Машина жасау кәсіпорындарындағы сапаны басқару жүйелерін жетілдіру жолдары;
 - в) Тіршілік қауіпсіздігі және еңбекті қорғау мәселелері;
- Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):
- CAD/CAM/CAE жүйелерінің интеграциясы схемасы
 - Цифрлық егіздің жұмыс істеу схемасы
 - LPMP жүйесі мен ішкі ақаулар арасындағы байланыс диаграммасы
 - Lean және Six Sigma жүйелерінің графиктері
 - “Allur” компаниясы бойынша талдау диаграммалары

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1. ISO 9001:2015 сапа менеджменті стандарты;
2. “Quality Control in Additive Manufacturing” мақаласы;
3. “Machine Learning in Industry 4.0” зерттеуі.

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылаудың теориялық негіздері: 1.1–1.4 бөлімшелерін қамтиды. Сапа түсінігі, бақылау әдістері, сапа жүйелері (ISO, Lean, Six Sigma), стандарттар талданады.	15 наурыз 2025 ж.	Толық бақылау
Машина жасау кәсіпорындарындағы сапаны бақылаудың қазіргі жағдайы. 2.1–2.5 бөлімшелер: отандық және әлемдік тәжірибе, негізгі ақаулар, заманауи технологиялар, Allur компаниясының талдауы.	25 наурыз 2025 ж.	Орындалады
«Allur» компаниясындағы сапа мәселелерін шешу жолдары. 3.1–3.3 бөлімшелер: нақты проблемалар, тұтынушылар пікірі мен ақауларды талдау, ұсыныстар мен жобалық шешімдер.	25 сәуір 2025 ж.	Тексерілді

Аяқталған дипломдық жұмыс үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Дипломдық жобаның негізгі бөлімдері	Турсынбаева А.Е. Аға оқытушы	3.06.25 ж.	
Норма бақылаушы	Есентай А.М. Аға оқытушы	05.06.25	

Ғылыми жетекші



Аға оқытушы, Турсынбаева А.Е.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды



Сәтбайқызы А.

Күні «___» _____ 2025 ж.

Алматы 2025

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылау жүйесінің теориялық негіздерін, отандық және шетелдік тәжірибелерін, сонымен қатар заманауи технологияларды қолдану арқылы оны жетілдіру мүмкіндіктерін қарастырады. Сапаны басқару әдістері, оның ішінде ISO 9001, Lean Manufacturing және Six Sigma тәрізді стандарттар мен жүйелердің өндірістегі тиімділігі талданып, сапа ақауларының пайда болу себептері мен оларды болдырмау жолдары егжей-тегжейлі зерттеледі.

Зерттеу нәтижелері отандық кәсіпорындарда сапаны бақылаудың автоматтандырылған, интеллектуалды және цифрлық жүйелерін енгізудің маңыздылығын дәлелдейді. Жұмыста өндірістік процестерді оңтайландыру, өнім сапасын арттыру, тұтынушы сенімін нығайту және ішкі-сыртқы нарықтарда бәсекеге қабілеттілікті қамтамасыз етуге бағытталған нақты ұсыныстар берілген.

Түйін сөздер: Сапа, сапаны басқару, сапаны бақылау, ISO 9001, сапа менеджменті жүйесі (СМЖ), машина жасау құрылымдық ақаулар, ақпараттық жүйелер, сапа инженериясы, халықаралық стандарттар, өлшеу құралдары, сапа қауіпсіздігі, машина жасау, өнім сапасы.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассматриваются теоретические основы и практические подходы к контролю качества на машиностроительных предприятиях, а также возможности совершенствования этих систем с учетом внедрения современных цифровых и автоматизированных технологий. Особое внимание уделено методам управления качеством, включая стандарты ISO 9001, Lean Manufacturing и Six Sigma, а также причинам возникновения дефектов и способам их предотвращения.

Результаты исследования подтверждают необходимость внедрения интеллектуальных и цифровых систем контроля качества для повышения эффективности производства. В работе представлены конкретные предложения по оптимизации процессов, улучшению качества продукции, укреплению доверия потребителей и повышению конкурентоспособности предприятий на внутреннем и внешнем рынках.

Ключевые слова: качество, управление качеством, контроль качества, ISO 9001, система менеджмента качества (СМК), структурные дефекты в машиностроении, информационные системы, инженерия качества, международные стандарты, измерительные приборы, безопасность качества, машиностроение, качество продукции.

ANNOTATION

This thesis examines the theoretical foundations and practical approaches to quality control at machine-building enterprises, with a focus on enhancing existing systems through the implementation of modern digital and automated technologies. It explores quality management methods, including ISO 9001, Lean Manufacturing, and Six Sigma standards, as well as the causes of defects and effective strategies for their prevention.

The research findings highlight the necessity of adopting intelligent and digital quality control systems to improve production efficiency. The work offers practical recommendations for optimizing industrial processes, improving product quality, building customer trust, and increasing the competitiveness of enterprises in both domestic and international markets.

Keywords: quality, quality management, quality control, ISO 9001, quality management system (QMS), structural defects in mechanical engineering, information systems, quality engineering, international standards, measuring instruments, quality safety, mechanical engineering, product quality.

ҚЫСҚАРТУЛАР ТІЗІМІ

СМЖ – сапа менеджменті жүйесі;

AI – Artificial Intelligence, Жасанды интеллект;

CAD – Computer-Aided Design, Компьютерлік жобалау;

CAE – Computer-Aided Engineering, Компьютерлік инженерлік талдау;

CAM – Computer-Aided Manufacturing, Компьютерлік өндірісті басқару;

ERP – Enterprise Resource Planning, Кәсіпорынды ресурстық жоспарлау;

FMEA – Failure Mode and Effects Analysis, Ақау түрлері мен салдарын талдау;

ISO – International Organization for Standardization, Халықаралық стандарттау ұйымы;

ML – Machine Learning, Машиналық оқыту;

OEE – Overall Equipment Effectiveness, Жабдықтың жалпы тиімділігі;

SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition, Бақылау және деректерді жинау жүйесі;

TQM – Total Quality Management, Жалпы сапа менеджменті.

ТЕРМИНДЕР ТІЗІМІ

Автоматтандырылған бақылау жүйесі – өнім сапасын адамның араласуынсыз тексеруге арналған техникалық құралдар кешені.

Ақау – өнімнің немесе процестің белгіленген талаптарға сәйкес келмеуі.

Кіріс бақылау – шикізат пен материалдардың сапасын тексеру процесі.

Машиналық оқыту – компьютерлерге деректер негізінде автоматты түрде үйренуге мүмкіндік беретін жасанды интеллект саласы.

Өндірістік ақау – өндіріс процесінде туындайтын, өнімнің сапасына кері әсер ететін қате немесе сәйкессіздік.

Сапа менеджменті – ұйым қызметінің тиімділігін және тұтынушы қанағаттануын арттыруға бағытталған басқару жүйесі.

Техникалық регламент – өнімнің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталған міндетті талаптар жиынтығы

Цифрлық егіз (digital twin) – нақты объектінің виртуалды көшірмесі, ол нақты уақыт режимінде мәліметтерді талдау үшін қолданылады.

ERP жүйесі (enterprise resource planning) – кәсіпорынның ресурстарын басқаруға арналған біріктірілген ақпараттық жүйе.

Lean manufacturing – өндірістегі шығындарды азайтып, өнімнің құндылығын арттыруға бағытталған басқару философиясы.

Six Sigma – процестегі ауытқуларды азайту арқылы сапаны тұрақты деңгейде қамтамасыз ететін статистикалық әдіс.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылаудың теориялық негіздері	12
1.1 Машина жасау саласындағы сапа түсінігі және оның маңыздылығы	12
1.2 Сапаны бақылаудың негізгі әдістері мен тәсілдері	15
1.3 Сапаны басқару жүйелері: iso 9001, lean manufacturing, six sigma	18
1.4 Қазақстандағы машина жасау кәсіпорындарындағы сапа стандарттары	21
2 Машина жасау кәсіпорындарындағы сапаны бақылаудың қазіргі жағдайы	24
2.1 Қазақстандағы және әлемдік тәжірибедегі сапа бақылау жүйелері	24
2.2 Машина жасау өндірісіндегі сапа ақауларының негізгі себептері	27
2.3 Отандық кәсіпорындардың сапаны бақылау тәжірибесі	28
2.4 Сапаны бақылауда қолданылатын заманауи технологиялар	31
2.5 «Allur» компаниясындағы сапаны бақылау тәжірибесі	34
3 «Allur» компаниясындағы сапа мәселелерін шешу жолдары	36
3.1 Өндірістік ақауларға байланысты тұтынушылар шағымдарын талдау	36
3.2 Компаниядағы ақауларды талдау	37
3.3 Сапа мәселелерін шешуге бағытталған практикалық ұсыныстар	38
Қорытынды	43
Пайдаланылған әдебиеттер	44

КІРІСПЕ

Қазақстан Республикасының индустриялық-инновациялық даму бағытындағы стратегиялық құжаттарында машина жасау саласын қолдау мен дамытуға ерекше назар аударылған. Бұл сала ел экономикасының бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етуде, ғылыми-техникалық әлеуетті арттыруда және еңбек өнімділігін жоғарылатуда маңызды рөл атқарады. Сонымен қатар, машина жасау өнімдері өнеркәсіптің өзге де салалары үшін қажетті құрал-жабдықтар мен технологиялық жүйелерді өндірудің негізін құрайды. Осыған орай, машина жасау кәсіпорындарындағы өнім сапасын қамтамасыз ету және оны тиімді бақылау мәселесі ерекше өзектілікке ие болып отыр.

Өндірістік үдерістің барлық кезеңдерінде өнім сапасын жүйелі түрде бақылау – кәсіпорынның жалпы тиімділігінің, шығындардың оңтайландырылуының және шығарылатын өнімнің халықаралық стандарттарға сәйкестігінің басты алғышарттарының бірі болып табылады. Сапаны бақылау жүйесі тек техникалық бақылаумен шектелмейді, ол өндірістік процестердің барлық сатыларында орындалатын басқару функцияларының бірі ретінде қарастырылады.

Қазіргі уақытта отандық машина жасау кәсіпорындарының көпшілігінде сапаны бақылау жүйесі бірқатар қиындықтарға тап болуда. Атап айтқанда, бұл жүйелердің толық автоматтандырылмауы, персоналдың жеткілікті деңгейде даярланбауы, сапа менеджменті саласындағы халықаралық стандарттардың талаптарына сәйкессіздігі және өндірістегі ақаулардың алдын алу шараларының әлсіздігі сияқты мәселелер бар. Бұл жағдайлар сапалы өнім шығаруға кедергі келтіріп, тұтынушылардың сенімін төмендетуге алып келуі мүмкін.

Сонымен қатар, жаһандану және өнеркәсіптік өндірісті цифрландыру жағдайында сапаны бақылау жүйесінің рөлі арта түсуде. Қазіргі заманғы әдістер мен құралдарды қолдану, соның ішінде цифрлық бақылау жүйелері, жасанды интеллект элементтері және Big Data технологиялары өнім сапасын дәл және жедел бағалауға мүмкіндік береді. Алайда, мұндай технологияларды енгізу үшін кәсіпорындарда кешенді дайындық, жүйелі реформалар мен кадрлық әлеуеттің болуы қажет.

Осыған байланысты, машина жасау кәсіпорындарында өнім сапасын бақылау жүйесін жетілдіру бағытындағы ғылыми зерттеулердің маңыздылығы артып отыр. Мұндай зерттеулер тек теориялық тұрғыдан ғана емес, нақты өндірістік практика үшін де құндылыққа ие, себебі олар өндірістік тиімділікті арттыруға, ақаулы өнім көлемін азайтуға және ішкі нарықта ғана емес, сонымен қатар сыртқы нарықта да бәсекеге қабілеттілікті қамтамасыз етуге ықпал етеді.

Зерттеу жұмысының өзектілігі.

Машина жасау өнеркәсібі – экономиканың жоғары технологиялық және ғылымды қажет ететін салаларының бірі ретінде елдің өнеркәсіптік әлеуетін қалыптастыруда маңызды рөл атқарады. Бұл салада өндірілетін өнімдер түрлі салалардағы өндірістік процестердің негізі болып табылады және олардың сапасына қойылатын талаптар жылдан жылға артып келеді. Сондықтан да

машина жасау кәсіпорындарындағы өнім сапасын қамтамасыз ету және оны тұрақты бақылау – кезек күттірмейтін мәселе.

Қазақстанда индустриялық – инновациялық даму бағдарламаларын жүзеге асыру барысында машина жасау саласын қолдау мен жаңғыртуға бағытталған бірқатар шаралар қолға алынған. Дегенмен, өнім сапасын бақылауға қатысты жүйелік кемшіліктер әлі де сақталып отыр. Кәсіпорындардың көпшілігінде сапаны бақылау үрдісі ескі әдістермен жүзеге асырылады, өндіріс кезеңдерінде жүйелі сапа мониторингі жүргізілмейді, ал заманауи цифрлық технологияларды енгізу көрсеткіші өте төмен деңгейде қалып отыр. Бұл факторлар өнімнің сапасына, сенімділігіне және халықаралық стандарттарға сәйкестігіне тікелей әсер етеді.

Сонымен қатар, ішкі нарықтағы бәсекенің артуы және қазақстандық өнімдердің сыртқы нарықтарға шығуы сапаны бақылау жүйесіне қойылатын талаптарды күшейтіп отыр. Көптеген шетелдік серіктестер өнімнің тек техникалық сипаттамаларына ғана емес, сонымен қатар оның сапасын бақылаудың қалай ұйымдастырылғанына да назар аударады. Бұл өз кезегінде отандық кәсіпорындарға халықаралық сапа менеджменті стандарттарын (ISO 9001 және т.б.) енгізуді, сондай-ақ өндірістік процестерді сертификаттауды талап етеді.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылау жүйесін жетілдіру мәселесі ғылыми тұрғыдан зерттеуді қажет ететін өзекті тақырып болып табылады. Бұл зерттеу отандық кәсіпорындарда сапаны бақылау үдерісін оңтайландыруға, сапасыз өнім үлесін азайтуға, өндірістік шығындарды төмендетуге және жалпы бәсекеге қабілеттілікті арттыруға бағытталған нақты ұсыныстар әзірлеуге мүмкіндік береді.

Зерттеу жұмысының мақсаты мен міндеттері.

Зерттеудің мақсаты – машина жасау кәсіпорындарындағы, соның ішінде «Allur» компаниясының мысалында, сапаны бақылау жүйесінің қазіргі жағдайын ғылыми тұрғыдан талдау және оны жетілдірудің тиімді жолдарын ұсыну.

Осы мақсатты жүзеге асыру үшін келесі міндеттер қойылды:

- Сапаны бақылау мен сапа менеджментінің теориялық негіздерін зерттеп, олардың өндірістік тиімділікке әсерін анықтау;
- Машина жасау саласындағы отандық және шетелдік сапаны бақылау тәжірибелерін жүйелі түрде талдау;
- Өнім сапасын бақылауда қолданылатын негізгі әдістер мен заманауи технологияларды (автоматтандырылған жүйелер, цифрлық бақылау, машиналық оқыту т.б.) саралау;
- Қазақстандағы машина жасау кәсіпорындарының, соның ішінде «Allur» компаниясының сапаны бақылау жүйесінің ағымдағы жай-күйін бағалау;
- «Allur» компаниясындағы тұтынушылар шағымдары мен сапа ақаулары негізінде туындайтын нақты проблемаларды анықтап, оларды шешуге ағытталған ұсыныстар әзірлеу;

– Сапаны арттыруда инновациялық тәсілдер мен цифрлық трансформация элементтерін енгізу мүмкіндіктерін негіздеу.

Зерттеу нысаны мен пәні.

Зерттеу нысаны ретінде Қазақстан Республикасындағы машина жасау кәсіпорындарының өндірістік қызметі алынды.

Зерттеу пәні – сапаны бақылау жүйесінің құрылымы, әдістері мен технологиялары, сондай-ақ оларды жетілдіру жолдары.

Зерттеудің теориялық маңыздылығы.

Зерттеудің теориялық маңыздылығы сапаны бақылау мен басқару саласындағы заманауи ғылыми ұстанымдарды талдауға, сапа менеджменті жүйелерінің даму заңдылықтарын қарастыруға және оларды машина жасау саласының ерекшеліктеріне бейімдеуге негізделеді. Зерттеу нәтижелері өндіріс сапасын арттыруға бағытталған теориялық тұжырымдамаларды кеңейтуге, сондай-ақ ұлттық экономиканың осы секторы үшін өзекті ғылыми білім қорын толықтыруға мүмкіндік береді.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы.

Зерттеу барысында алынған нәтижелер мен ұсыныстар машина жасау кәсіпорындарының өндірістік тәжірибесінде тікелей қолдануға жарамды. Атап айтқанда, сапаны бақылау үдерістерін оңтайландыру, басқару жүйелерін жетілдіру, өндірістік шығындарды қысқарту және дайын өнім сапасын арттыру бағытында қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар, бұл зерттеу нәтижелері кәсіпорын ішіндегі оқыту бағдарламаларын әзірлеу, сапа менеджменті саласындағы мамандарды даярлау және қайта даярлау процесінде қолдануға мүмкіндік береді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы мен күтілетін нәтижелері.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы сапаны бақылау жүйесін жетілдірудің ғылыми негізделген тәсілдерін ұсынумен сипатталады. Зерттеу барысында машина жасау саласындағы өндірістік бақылау жүйесінің құрылымына талдау жасалып, оның тиімділігін арттыруға бағытталған әдістемелік ұсыныстар әзірленеді. Сонымен қатар, шетелдік тәжірибелерді ескере отырып, отандық кәсіпорындарға бейімделген сапа менеджменті жүйесінің үлгісі ұсынылады.

Күтілетін нәтижелер ретінде:

– Сапаны бақылау жүйесінің теориялық негіздерінің жан-жақты ашылуы;

– Нақты кәсіпорын мысалында сапаны бақылау тәжірибесіне кешенді талдау жасалуы;

– Бақылау жүйелерін жетілдіруге бағытталған ұсыныстардың жасалуы;

– Инновациялық технологияларды қолдану арқылы сапаны басқарудың тиімді үлгілерінің ұсынылуы жоспарлануда.

1 Машина жасау кәсіпорындарындағы сапаны бақылаудың теориялық негіздері

1.1 Машина жасау саласындағы сапа түсінігі және оның маңыздылығы

Машина жасау – өнеркәсіптік өндірістің негізгі тіректерінің бірі, оның басты міндеті – жоғары сапалы, техникалық және функционалдық жағынан мінсіз өнім шығару. Бұл салада өнімнің сапасы тек өндірістік табыстың өлшемі ғана емес, сонымен қатар кәсіпорынның нарықтағы өміршеңдігін қамтамасыз ететін шешуші фактор болып табылады. Қазіргі заманғы бәсекелестік ортада өнімнің сапасына қойылатын талаптар үздіксіз өсуде, ал сапасыз өнім тұтынушы сенімінен айырылып, кәсіпорын үшін экономикалық шығындарға әкелуі мүмкін. Осыған байланысты сапа түсінігі мен оның маңыздылығын тереңінен зерттеу – машина жасау кәсіпорындарының тұрақты дамуы мен инновациялық трансформациясының негізі.

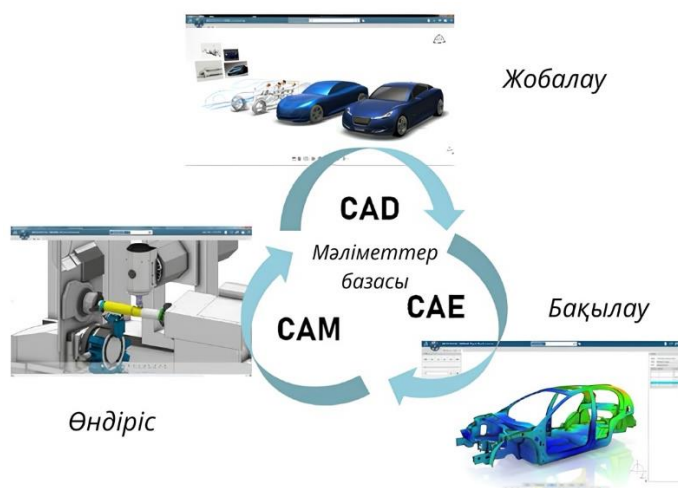
Сапа – бұл өнімнің белгілі бір қажеттіліктерді қанағаттандыруға қабілетті сипаттамалар жиынтығы. Машина жасау саласында сапа өнімнің сенімділігімен, дәлдігімен, техникалық сипаттамаларымен, қолдану ыңғайлылығымен және қауіпсіздігімен тығыз байланысты. Мұндай критерийлер тек соңғы өнімге ғана емес, сонымен бірге өндірістік процестің барлық кезеңдеріне – жобалау, өңдеу, сынау және жеткізуге де қатысты.

Индустрия 4.0 дәуірінде сапаға қойылатын талаптар жаңа деңгейге көтерілді. Өнім тек қана стандарттарға сай болуы емес, сонымен бірге тұтынушының нақты және жекелендірілген қажеттіліктерін қанағаттандыруы тиіс. Бұл құбылыс “жаппай дараландыру” (mass customization) ұғымымен тығыз байланысты және заманауи машина жасау кәсіпорындарының өндіріс, жобалау және бақылау жүйелерін қайта қарастыруды талап етеді [1].

Машина жасау өнімдерінің сапасын қамтамасыз етуде өндірістің әрбір кезеңінде кешенді тәсіл қажет. Бұл орайда сапаға әсер ететін факторлар ретінде конструкциялық шешімдер, қолданылатын материалдар, өндіріс технологиясы, жабдықтар мен құрал-саймандар, сондай-ақ адам факторы мен басқару жүйесі ерекше рөл атқарады. Сапаның негізгі көрсеткіштері – дәлдік, сенімділік, ұзақ қызмет ету мерзімі және эстетикалық келбеті. Бұған қоса, машина жасау өнімдеріне қойылатын заманауи талаптар: энергия үнемділік, экологиялық қауіпсіздік, техникалық қызмет көрсету жеңілдігі және өмірлік циклдың тиімділігі.

Сапаны қамтамасыз ету процесі жобалаудан басталады. Инженерлер өнімнің болашақ сипаттамаларын модельдеу кезінде ақпараттық технологияларды (Сах – CAD/CAM/CAE), білімге негізделген инженерия (КВЕ), сандық прототиптер мен виртуалды шындық технологияларын кеңінен қолданады. Бұл әдістер өнімнің сапасын әуелгі кезеңнен бақылауға және ықтимал кемшіліктерді алдын ала болжауға мүмкіндік береді [1]. Бұл үдеріс 1-

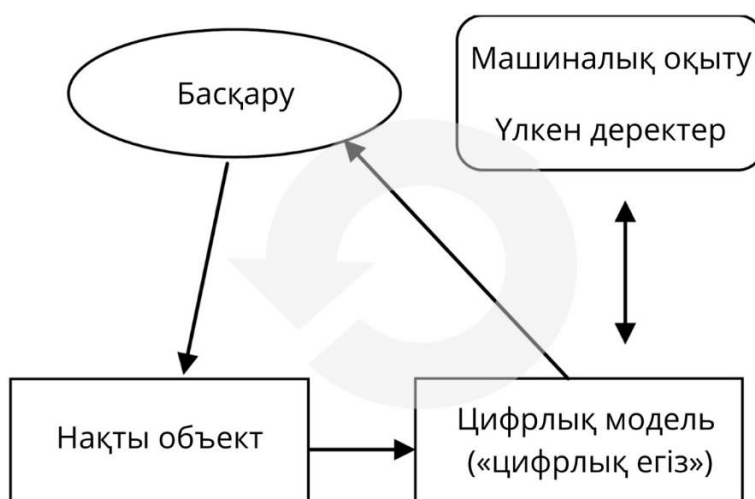
суретте бейнеленген интеграцияланған жүйелер (CAD/CAM/CAE) арқылы іске асады.



1-сурет – CAD/CAM/CAE жүйелерінің интеграциясы

Жобалау кезеңінде өнімнің геометриялық және функционалдық сипаттамалары анықталып, сапаның негізгі талаптары қалыптасады. Бұл үшін CAE құралдары арқылы конструкцияның беріктігі, қозғалыс динамикасы және гидродинамикалық қасиеттері модельденіп, талданады.

Сапа стандарттарына сай өнімді қамтамасыз етудің тағы бір маңызды аспектісі – дер кезінде және тиімді сапаны бақылау жүйелерін енгізу. Индустрия 4.0 талаптарына сәйкес, бұл жүйелер "ақылды" болып табылады: оларда сенсорлар, жасанды интеллект алгоритмдері және цифрлық егіздер (Digital Twin) қолданылады. 2-суретте көрсетілгендей, цифрлық егіз – бұл нақты физикалық объектінің цифрлық бейнесі, ол сенсорлар арқылы алынған нақты мәліметтермен толықтырылып, өнімнің күйін үнемі бақылап отыруға мүмкіндік береді [1].



2-сурет – Цифрлық егіздің жұмыс істеу схемасы - нақты құрылғы мен оның цифрлық моделінің өзара әрекеттестігі

Мұндай цифрлық модельдер сапаны басқаруда революциялық қадам болып саналады. Олар өндіріс процесін нақты уақытта бақылауға, ақауларды ерте анықтауға және алдын ала болжам жасауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, сапа түсінігін қалыптастыруда виртуалды және кеңейтілген шындық құралдарының маңызы зор. Олар жобаланған өнімді өндірістік процеске дейін визуализациялауға мүмкіндік береді. 3-суретте қалалық автобусты жобалау кезінде пайдаланылған виртуалды жүйенің кезеңдері көрсетілген. Мұндай технологиялар тұтынушыны жобалау процесіне ертерек тартуға және сапаға қойылатын нақты талаптарды анықтауға жол ашады [1].



3-сурет – Қалалық автобусты виртуалды модельдеу кезеңдері - тұтынушының қалауы өнімге ертерек енгізіледі

Сапа тек техникалық немесе визуалды сипаттама ғана емес, бұл тұтынушы сенімінің көрсеткіші. Сол себепті, заманауи машина жасау кәсіпорындары үшін сапа менеджменті жүйесін енгізу – стратегиялық артықшылықтың кепілі. Бұл жүйе ISO 9001 стандарттарына, TQM (Total Quality Management), Kaizen, Six Sigma және басқа да тәсілдерге негізделуі мүмкін.

Сапа – машина жасау саласының басты капиталы. Ол тек өндірістің нәтижесі емес, тұтынушының сенімі мен нарықтағы тұрақтылықтың кепілі. Жоғары сапаға қол жеткізу тек қана стандарттарды сақтау арқылы емес, сонымен қатар цифрлық трансформацияны, жобалаудағы дәлдікті, интеллектуалды жүйелерді және инновациялық әдістерді тиімді қолдану арқылы мүмкін болады. Индустрия 4.0 талаптарына сай келетін машина жасау саласының болашағы дәл осы – сапаға бағытталған интеграциялық тәсілдерге негізделеді.

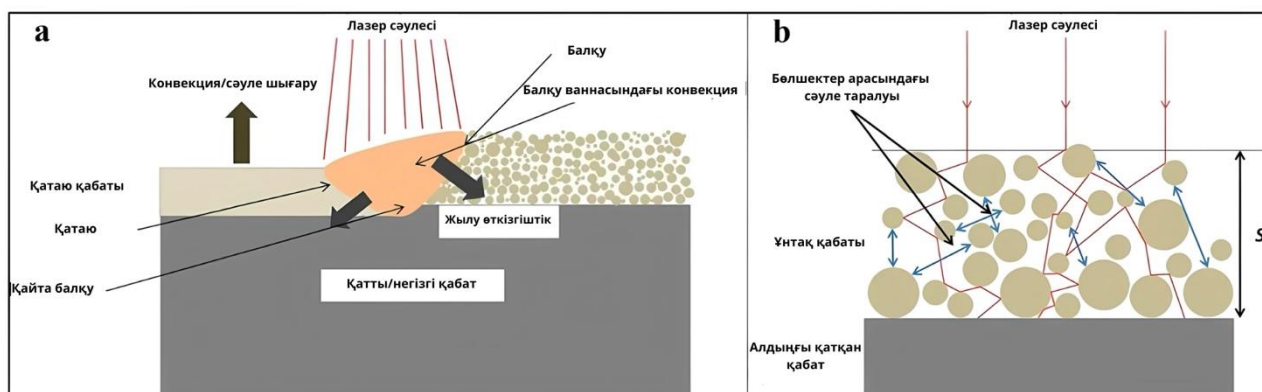
1.2 Сапаны бақылаудың негізгі әдістері мен тәсілдері

Машина жасау кәсіпорындарында өнім сапасын басқару – бұл тек өндірістік үдерісті қадағалау ғана емес, сонымен қатар бәсекеге қабілеттілік пен тұтынушы сенімін қамтамасыз етудің стратегиялық факторы болып табылады. Заманауи өндіріс жағдайында сапаны бақылау кешенді әдістер мен тәсілдерді талап етеді. Олар өндірістің барлық кезеңінде қолданылып, нақты уақыт режимінде ақауларды анықтап, алдын алу шараларын жүргізуге мүмкіндік береді.

Сапаны бақылаудың дәстүрлі тәсілдеріне визуалды тексеру, өлшеу құралдары арқылы бақылау және механикалық сынақтар жатады. Алайда, Индустрия 4.0 дәуірінде бұл әдістер жеткіліксіз болып отыр. Өйткені, қазіргі өндірістік жүйелерде күрделі геометриялық пішіндер, микроқұрылымдық дәлдік және жоғары сапалы құрам қажет етіледі. Осыған байланысты сапаны бақылаудың интеллектуалды және автоматтандырылған әдістері белсенді қолданысқа еніп келеді [2].

Сапаны бақылау жүйелерінде кеңінен қолданылатын әдістердің бірі – компьютерлік көру (computer vision). Бұл технология камералар мен сенсорлар арқылы алынған бейне мен суреттерді өңдеу арқылы ақауларды автоматты түрде анықтауға мүмкіндік береді. Компьютерлік көру алгоритмдері өнім бетіндегі жарықтар, кеуектер, деформациялар немесе геометриялық ауытқулар сияқты ақауларды дәл анықтап, оларды жіктей алады. Бұл әдіс әсіресе жоғары жылдамдықтағы өндіріс желілерінде тиімді [3].

Сондай-ақ, селективті лазерлік балқыту (SLM) секілді аддитивті технологияларда ішкі ақаулар – газ кеуектері, балку жетіспеушілігі және микро-жарықтар – жиі кездеседі. Мұндай ақаулардың пайда болу механизмін түсіну және оларды анықтау сапаны басқарудың маңызды бөлігі болып саналады. Бұл тұрғыда лазер-порошок-ерітінді ваннасы (LPMP) кезеңіндегі физикалық үдерістерді зерттеу қажет [2].

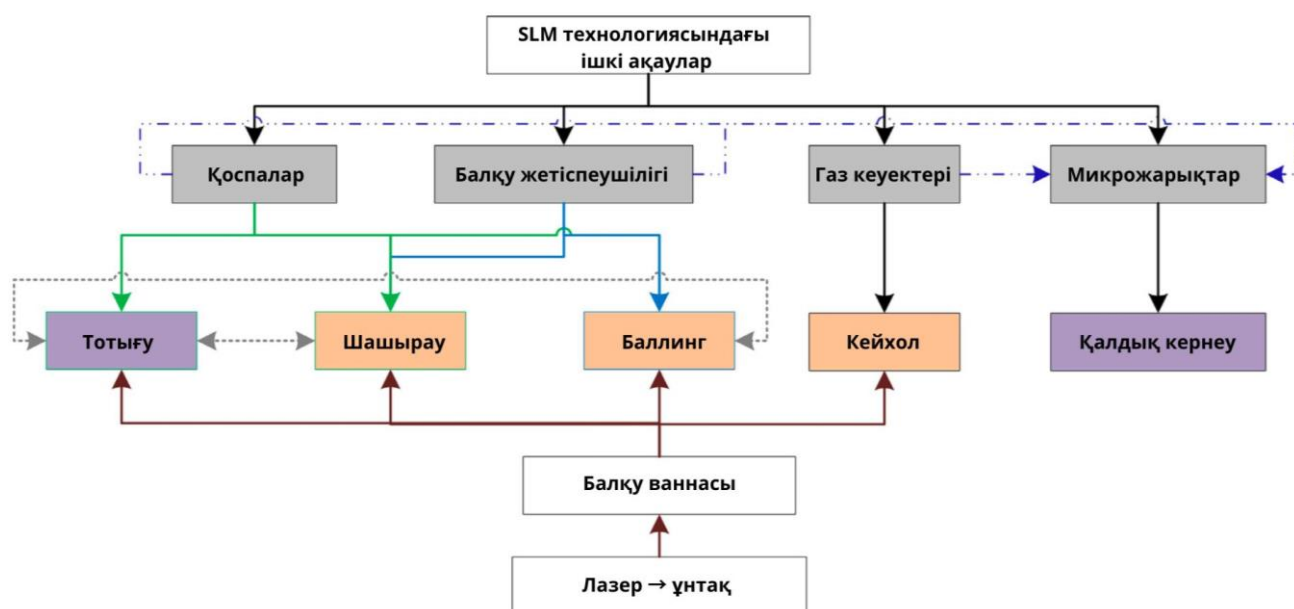


4-суретте – LPMP жүйесі мен ішкі ақаулар арасындағы байланыс көрсетілген

4-суретте ішкі ақаулардың пайда болуына әсер ететін негізгі құбылыстар: баллинг (balling effect), шашырау (spatter behavior), және кейхол (keyhole phenomenon) бейнеленген. Бұл ақаулардың әрқайсысы сапаға тікелей әсер етеді және оларды нақты уақыт режимінде бақылау – сапаны қамтамасыз етудің алғышарты.

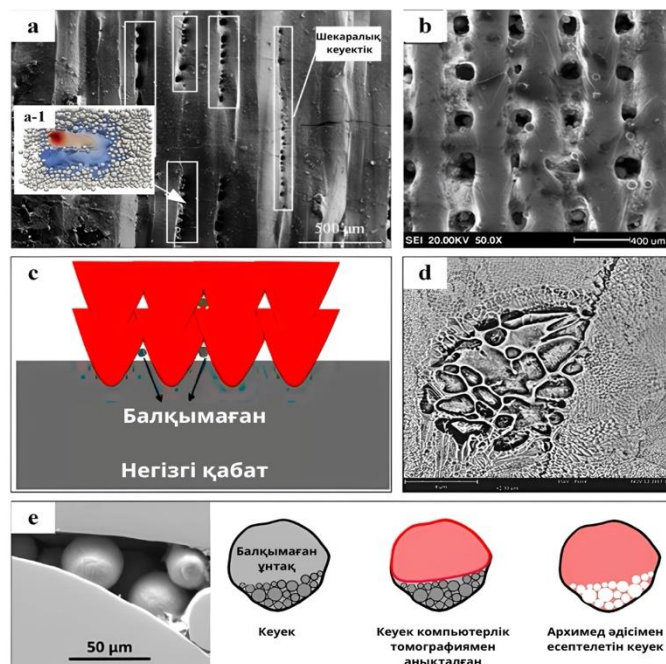
Баллинг эффектiсi – бұл ерiтiлген металдың шар тәрізді бөлшектерге айналып, қабаттасудың үзілуіне әкелетін құбылыс. Бұл құбылыс беткі керілудің, температуралық градиенттің және лазер қуатының жеткіліксіздігі нәтижесінде пайда болады. Нәтижесінде қалыптасқан қабаттар арасында толық бірігу болмай, құрылым әлсірейді және өнім сапасы төмендейді. 5-суретте баллинг эффектiсiнiң пайда болу механизмдері көрсетілген.

5-суретте баллинг эффектiсiнiң беткі керілу, капиллярлық тұрақсыздық және Маренгони конвекциясының әсерінен қалай қалыптасатынын көрсетеді. Бұл құбылыс – аддитивті өндірістегі сапа ақауларының негізгі себептерінің бірі.



5-сурет – LPMP жүйесі мен ішкі ақаулар арасындағы байланыс

Сонымен қатар, газ кеуектері (gas pores) – лазер сәулесінің артық энергиясынан немесе порошок құрамындағы қоспалардан пайда болатын дөңгелек пішінді ақаулар. Олар көбінесе кейхол (keyhole) құбылысы кезінде пайда болады, мұнда ерітінді ваннасында шұңқырлы қуыс қалыптасып, булану процесі кезінде металл буымен бірге бөлшектер ұшып, ауа қапшықтары пайда болады [2]. 6-суретте типтік кеуектік ақаулардың 3D морфологиясы көрсетілген.



6-сурет – Лазер мен ұнтақ параметрлерінің сәйкес келмеуінен туындайтын кеуектік ақаулардың морфологиясы мен құрылымдық сипаттамалары

6-сурет әртүрлі дефект типтерінің қисықтықтарын 3D форматта бейнелейді. Бұл визуализация кеуектік ақаулардың пайда болу себебін терең түсінуге мүмкіндік береді.

Сапаны бақылау жүйесінде жасанды интеллект пен машиналық оқыту (machine learning) әдістерінің рөлі артып келеді. Олар өндіріс барысында жиналған үлкен деректер негізінде өнім сапасын болжауға, ақаулардың пайда болу ықтималдығын есептеуге және қажетті түзету шараларын автоматты түрде ұсынуға мүмкіндік береді. Бұл әдістердің ерекшелігі – нақты уақыт режимінде жұмыс істеу қабілеті және адаптивтілік қасиеті [3].

Машиналық оқытудың тиімділігі әсіресе ақауларды автоматты анықтау мен өндірістік процестерді оңтайландыруда айқын көрінеді. 1-кестеде машиналық оқыту әдістерінің өндірістегі сапа бақылау бағыттарында қолданылу салалары берілген.

Кесте-1 – Машиналық оқыту технологияларының қолданылу салалары

Қолдану саласы	Машиналық оқыту үлгілері
Ақауларды анықтау	CNN, SVM, Decision Tree
Болжау мен диагностика	LSTM, Random Forest
Процесті оңтайландыру	Reinforcement Learning, KNN
Қоймаларды басқару	Regression Tree, Clustering
Сапаны бақылау және жіктеу	Naive Bayes, Deep Learning

Сонымен қатар, сапаны бақылауда виртуалды егіздер (Digital Twin) технологиясы кең қолданыла бастады. Бұл жүйе өндірістік жабдықтың немесе өнімнің нақты уақыттағы сандық моделін құрып, оның жұмысын үнемі бақылауға және болжам жасауға мүмкіндік береді. Мұндай жүйелер өндірістік ақауларды алдын ала болжау және процесті нақты басқару үшін маңызды құралға айналды [3].

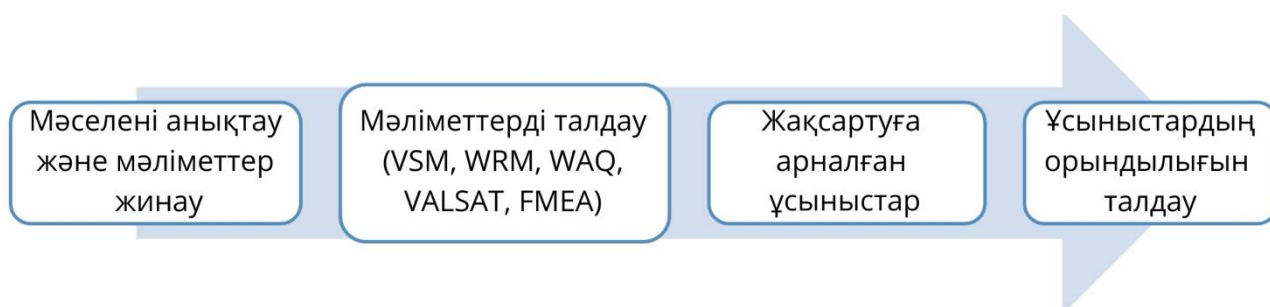
Қазіргі заманғы машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылау әдістері дәстүрлі тәсілдермен шектелмей, заманауи цифрлық технологиялармен біріктіріледі. SLM тәрізді жаңа технологиялардың дамуымен бірге сапаны бақылау жүйелері де күрделіленіп, автоматтандырылған және деректерге негізделген сипат ала бастады. Машиналық оқыту, компьютерлік көру, цифрлық егіздер және үлкен деректерді талдау секілді технологиялар сапаны бақылаудың жаңа кезеңін қалыптастырып, өнім сенімділігін арттыруға және өндірістің тиімділігін жоғарылатуға жол ашады.

1.3 Сапаны басқару жүйелері: ISO 9001, Lean Manufacturing, Six Sigma

Машина жасау кәсіпорындарында сапаны басқару жүйелері өндірістің тұрақтылығын, өнім сапасының жоғары болуын және тұтынушының қанағаттануын қамтамасыз ету мақсатында енгізіледі. Бұл жүйелер халықаралық стандарттарға, үздік өндірістік тәжірибелерге және деректерге негізделген басқару әдістемелеріне сүйенеді. Соның ішінде ISO 9001, Lean Manufacturing және Six Sigma сияқты сапа менеджментінің құралдары ерекше маңызға ие.

ISO 9001 стандарты – сапа менеджменті жүйесінің негізі болып табылатын халықаралық стандарт. Ол ұйымдарға тұтынушы талаптарын қанағаттандыруға бағытталған үдерістерді жүйелеуге, сапаны үздіксіз жақсартуға және тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді. ISO 9001 жүйесін енгізу арқылы кәсіпорын ішкі бақылау механизмдерін жетілдіріп, сапа бойынша тәуекелдерді азайта алады. Бұл стандарттың басты қағидаттары – үдерістік тәсіл, тұтынушыға бағытталу, үнемі жақсарту, басшылықтың белсенділігі және негізделген шешім қабылдау [4].

Lean Manufacturing – бұл өндірістегі ысыраптарды (waste) жою арқылы құндылықты арттыруға бағытталған философия. Бұл әдістеме алғаш рет Toyota компаниясында қолданылып, кейіннен әлем бойынша кең таралды. Lean жүйесінің мақсаты – артық өндірісті, күту уақытын, артық қозғалысты, қажетсіз өндеуді, артық қор жинауды, ақауларды және артық тасымалды жою. Lean тәсілдерін енгізу арқылы кәсіпорындар өнім шығару уақытын қысқартады, шығынды азайтады және өнім сапасын арттырады [5]. 7-суретте Lean жүйесін енгізу әдістемесі көрсетілген.



7-сурет – Lean Manufacturing жүйесін енгізу кезеңдерінің әдістемелік схемасы

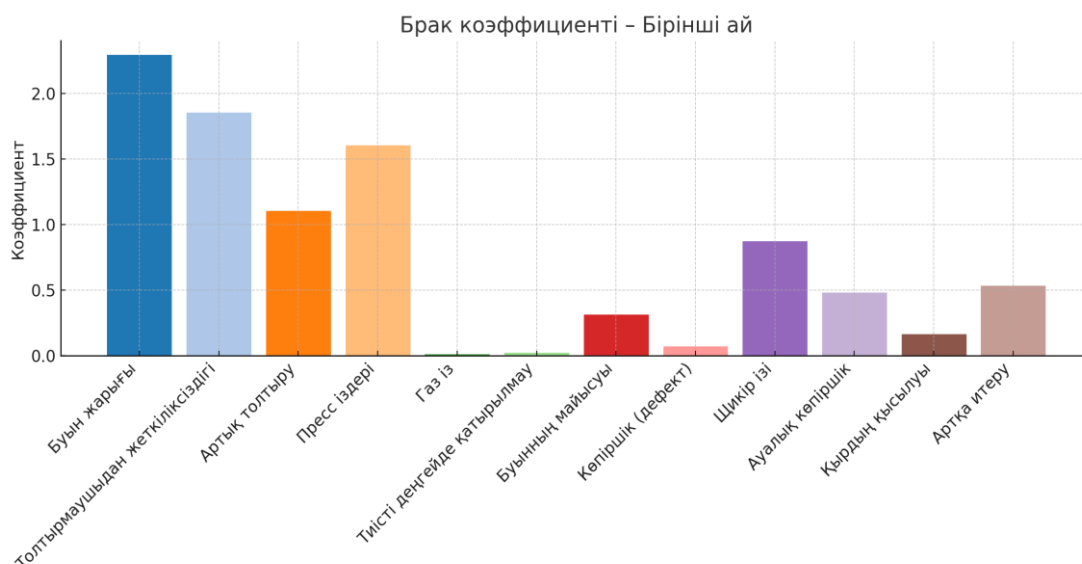
Lean Manufacturing құралдарына Value Stream Mapping (VSM), Waste Relationship Matrix (WRM), Waste Assessment Questionnaire (WAQ), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) жатады. Бұл құралдар өндірістік ағымдағы жағдайды талдауға, ақаулардың қай жерде және не себепті пайда болатынын анықтауға мүмкіндік береді [5]. Мысалы, WRM әдісі арқылы өндірістегі жеті түрлі ысырап түрлерінің өзара байланысы бағаланып, олардың өндірістегі үлесі 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2 – WRM әдісі бойынша өндірістегі ысыраптардың үлесі

Ысырап түрі	Үлесі (%)
Күту (Waiting)	23
Ақау (Defect)	22
Қор (Inventory)	18
Қозғалыс (Motion)	17
Тасымал (Transport)	13
Артық өңдеу (Processing)	6
Артық өндіріс (Overproduction)	1

Lean жүйесі бойынша ұсынылатын жақсарту шараларына өндіріс желісіне жаңа құрылғы енгізу, жұмысшыларды оқыту, жабдықтарды жоспарлы түрде техникалық қызметтен өткізу, сондай-ақ үдерісті толық автоматтандыру кіреді [5].

Six Sigma әдісі – ақаулар санын азайтуға және үдерістік тұрақтылықты қамтамасыз етуге бағытталған сапа менеджменті әдістемесі. Бұл әдістің негізінде DMAIC циклі жатыр: Define (анықтау), Measure (өлшеу), Analyze (талдау), Improve (жақсарту), Control (бақылау). Six Sigma әдісі статистикалық құралдарды қолдана отырып, өндірістегі вариацияларды азайтады және өнімнің сапасын тұрақты деңгейде ұстап тұрады. Бұл әдіс әсіресе күрделі өнім шығаратын кәсіпорындарда тиімді болып саналады. 8-суретте DMAIC әдіснамасының құрылымы көрсетілген.



8-сурет – Бірінші айдағы өндірістік ақаулардың таралу диаграммасы

Бұл графикте әртүрлі ақау түрлерінің үлесі пайызбен көрсетілген: мысалы, құрастыру жарығы (Joint Crack) – 2.29%, толық толмау (Under-fill) – 1.85%, қысым ізі (Pressmark) – 1.6% және т.б. Бұл көрсеткіштер өнім сапасына ең көп әсер ететін ақауларды анықтап, алдағы жақсарту шараларын жоспарлауға негіз болады [6].

Six Sigma енгізілген нақты мысалда резеңке герметикалық таспалар өндірісінде ақаулар үлесі 5.5%-тен 3.08%-ке дейін төмендегені көрсетілген. Ақаулардың негізгі себептеріне жабдықтың дұрыс реттелмеуі, операторлардың жеткіліксіз машығы және формалардың уақытында тазаланбауы жатқызылды. Бұл мәселелерді шешу үшін ағынды басқару клапандары орнатылып, персонал қайта даярланды және техникалық қызмет көрсету кестесі енгізілді.

Six Sigma әдісінің тиімділігі өндірістік шығындарды азайтуда ғана емес, сонымен қатар тұтынушының қанағаттануын арттыруда және өнім сапасын көтеруде көрініс тапты. Бұл әдісті енгізу нәтижесінде кәсіпорынның Sigma деңгейі 3.9-дан 4.45-ке дейін өсті. Бұл сапа көрсеткішінің жақсарғанын және өндірістің тұрақты күйге жеткенін білдіреді [6].

ISO 9001 стандарты, Lean Manufacturing және Six Sigma әдістері – заманауи машина жасау кәсіпорындарында сапаны тиімді басқарудың негізгі құралдары. Бұл жүйелер бір-бірін толықтырып, өндірістік тиімділікті арттыруға, шығындарды азайтуға және өнім сапасын халықаралық деңгейге көтеруге ықпал етеді.

1.4 Қазақстандағы машина жасау кәсіпорындарындағы сапа стандарттары

Қазақстанның машина жасау саласы елдің индустриялық-инновациялық дамуының басым бағыттарының бірі ретінде айқындалған. Бұл сала ұлттық экономиканың маңызды тіректерінің бірі болып табылады және энергетика, көлік, ауыл шаруашылығы, қорғаныс өнеркәсібі сияқты стратегиялық маңызы бар салалармен тығыз байланысты. Алайда, сапа стандарттарын енгізу мен тиімді басқару жүйелерін қалыптастыру жолында бірқатар құрылымдық және жүйелік кедергілер сақталып отыр.

Тәуелсіздік жылдары ішінде Қазақстанда машина жасау кәсіпорындарының саны он еседен астам қысқарды, ал өндірісте жұмыс істейтін адамдар саны 350 мыңнан 75 мыңға дейін төмендеді. Осыған қарамастан, мемлекет тарапынан экономиканы әртараптандыру мен салалық қолдау шараларының арқасында бұл салада қалпына келу белгілері байқалуда. Бүгінгі таңда машина жасау саласы Қазақстанның индустриялық-инновациялық саясатының негізгі бағыттарының бірі болып саналады [7].

Қазақстандағы сапа стандарттарын енгізу мен қолдау жолында қабылданған басты құжаттардың бірі – 2019-2024 жылдарға арналған Машина жасауды дамытудың жол картасы. Бұл құжат машина жасау кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігін арттыру, отандық өндіріс үлесін ұлғайту және экспорт әлеуетін көтеру мақсатында қабылданған. Жол картасында техникалық реттеу тетіктерін жетілдіру, жергілікті қамту үлесін арттыру және саланы мемлекеттік ынталандыру шараларын енгізу бойынша нақты тапсырмалар айқындалған [7].

Қазақстанда сапа стандарттарын енгізудің негізгі тетіктері – халықаралық ISO 9001 стандартына сәйкес сапа менеджменті жүйесін енгізу, отандық кәсіпорындарды аккредиттеу және сертификаттау орталықтарының қызметін кеңейту, сондай-ақ техникалық реттеу мен сәйкестікті бағалау жүйесін күшейту болып табылады. Осы мақсатта машина жасау кәсіпорындары үшін арнайы жеңілдетілген несие шарттары, өндірісті жаңғырту бағдарламалары және технологиялық трансферт механизмдері әзірленіп, іске асырылуда.

Мақалада келтірілген мәліметтерге сүйенсек (“Қазақстандағы машина жасау саласының даму үрдістері” атты мақалада [7]), 2018 жылы Қазақстандағы машина жасау өнімдерінің жалпы көлемі 905,090 миллион теңгені құрады. Бұл көрсеткіш 2014 жылмен салыстырғанда 528,906 миллион теңгеге артық. Осы бесжылдықта саладағы негізгі қорларға салынған инвестициялар көлемі 28,090 миллион теңгеге артқан. Сонымен қатар, машина жасау саласындағы пайда көрсеткіші мен орташа айлық жалақы да өсім көрсеткен 9-суретте көрсетілген.



9-сурет – Қазақстан Республикасындағы машина жасау саласының негізгі экономикалық көрсеткіштері (2014–2018)

Саладағы өзекті мәселелердің қатарында технологиялық ескірген өндіріс құралдарын пайдалану, құрамдас бөлшектер мен материалдардың басым бөлігін импорттау, сапасыз өнім мен білікті кадрлардың жетіспеушілігі көрсетіледі. Мысалы, тек темір жол саласының өзі 2800 түрлі қосалқы бөлшек қажет етеді, ал олардың тек 500 түрін ғана отандық кәсіпорындар қамтамасыз ете алады.

Қазақстандық машина жасау өнімдерінің ішкі нарықтағы үлесі 13%-ды ғана құрайды, ал қалған 87% шетелдік жеткізілімдер есебінен жабылады. Импорт құрылымының басым бөлігін – автомобильдер, тұрмыстық техника, мұнай-газ және металлургиялық жабдықтар құрайды. Ал экспортқа негізінен электр жабдықтары мен жекелеген машина жинақтары шығарылады. Бұл жағдай отандық сапа стандарттарын халықаралық талаптарға сәйкестендіру қажеттігін көрсетеді.

2019 жылғы 26 маусымда қабылданған Машина жасауды дамыту жөніндегі Жол картасында саланы қолдаудың нақты шаралары қарастырылған: отандық кәсіпорындарға шикізатпен қамтамасыз ету, техникалық реттеу шараларын жетілдіру, индустрияны цифрландыру және кадр әлеуетін арттыру. Сонымен қатар, Жол картасы аясында Индустриялық даму қоры құрылып, Ресей мен Беларусь елдерінің тәжірибесіне негізделген 1-4% жылдық мөлшерлемен несиелер беру көзделген.

Сапа стандарттарының тиімді енгізілуі үшін төрт деңгейлі өндірістік даму моделі ұсынылады:

- 4-буынды технологияларға жататын (электроэнергетика, машина жасау, химия саласы);

- Импортты алмастыратын өнім өндіретін салалар (ауыл шаруашылығы техникасы, жол-құрылыс техникасы);
- 5-буынды жоғары технологиялық салалар (ғарыш, ядролық энергетика, телекоммуникация);
- 3-буынды технологияларға жататын қарапайым өнім өндіретін кәсіпорындар.

Бұдан бөлек, Қазақстан машина жасау одағы мен Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі бірлесе отырып, салалық стандарттар мен техникалық регламенттерді жаңарту бойынша белсенді жұмыстар жүргізіп келеді. Бұл шаралар отандық өндірістің сапасын халықаралық талаптарға жақындату, техникалық тосқауылдарды азайту және өнімнің бәсекеге қабілеттілігін арттыруға бағытталған. Қазіргі уақытта ЕАЭО елдерімен техникалық сәйкестік саласындағы өзара мойындау туралы келісімдер де жүзеге асырылуда, бұл өз кезегінде қазақстандық өнімнің одақтас нарықтарда еркін айналымына мүмкіндік береді.

Сапа стандарттарын енгізу тәжірибесінде қазақстандық кәсіпорындарда TQM (Total Quality Management), Kaizen, 5S, TPM (Total Productive Maintenance) сынды заманауи басқару әдістемелері де біртіндеп қолданысқа еніп келеді. Бұл жүйелер үнемі жетілдіру, қызметкерлердің белсенді қатысуы, өндіріс орнын ұйымдастыру және техникалық қызметтің тиімділігі арқылы сапаны кешенді басқаруға негізделген. Мұндай әдістердің тиімділігі Жапония, Германия және Оңтүстік Корея сияқты өнеркәсібі дамыған елдердің тәжірибесімен дәлелденген.

Қазақстандық машина жасау саласының сапа стандарттарына бейімделуі бір мезеттік қадам емес, бұл ұзақ мерзімді жүйелі трансформация процесі. Ол үшін кадрлық әлеуетті дамыту, сапа мәдениетін қалыптастыру және отандық инженерлік білім беру жүйесін жаңғырту қажет. Университеттер мен кәсіпорындар арасындағы дуальды оқыту жүйесін кеңейту, сапа менеджменті бойынша кәсіби сертификаттау жүйесін енгізу, шетелдік сарапшылармен тәжірибе алмасу осы бағыттағы маңызды қадамдар ретінде айқындалуы тиіс.

Қазақстандағы машина жасау кәсіпорындарында сапа стандарттарын енгізу – бұл елдің өнеркәсіптік әлеуетін нығайту, ішкі нарықты сапалы отандық өніммен қамтамасыз ету және экспорттық бағытты күшейту үшін қажетті әрі стратегиялық маңызы бар шара. Бұл процеске мемлекет, бизнес және ғылым саласының бірлесе қатысуы сапа мәдениетінің орнығуына және технологиялық серпіліске жол ашады [7].

2 Машина жасау кәсіпорындарындағы сапаны бақылаудың қазіргі жағдайы

2.1 Қазақстандағы және әлемдік тәжірибедегі сапа бақылау жүйелері

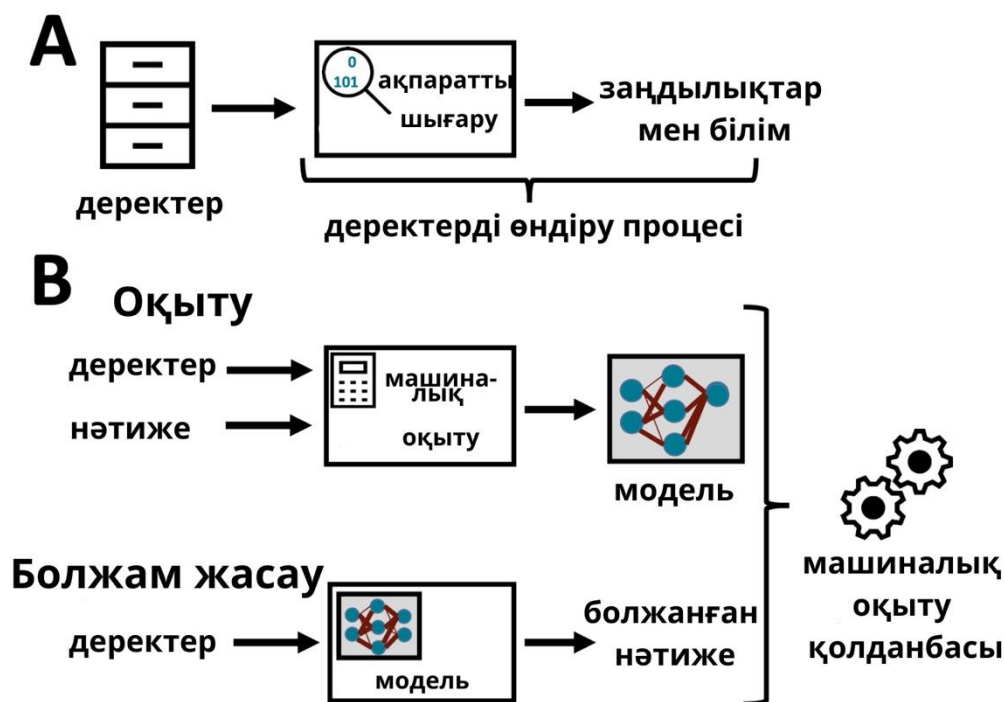
Сапаны басқару мен бақылау жүйелері әлемнің көптеген елдерінде өнімнің сенімділігі мен тұтынушы қажеттіліктеріне сәйкестігін қамтамасыз етудің басты құралы болып табылады. Қазақстанда бұл бағытта соңғы жылдары айтарлықтай өзгерістер енгізіліп, халықаралық тәжірибелерді ескере отырып, сапа менеджментінің заманауи жүйелері енгізілуде.

Халықаралық деңгейде сапа бақылау жүйелерінің ішіндегі ең кең тарағаны – ISO 9001 стандартына негізделген сапа менеджменті жүйесі. Бұл стандарт ұйым ішіндегі барлық процестерді жүйелеу, тәуекелдерді басқару және тұтынушының қанағаттануын қамтамасыз ету мақсатында енгізіледі. Мысалы, Еуропа елдеріндегі машина жасау кәсіпорындарының көпшілігі ISO 9001, ISO/TS 16949, IATF 16949 стандарттарын қолданады. Бұл жүйелер өнім сапасын тұрақты бақылауға мүмкіндік береді және халықаралық нарықта бәсекеге қабілеттілікті арттырады.

Қазақстанда да ISO 9001 стандартына сәйкестік кеңінен қолданылады. Сонымен қатар, отандық кәсіпорындарда енгізіліп жатқан «Сапа саласындағы жетістіктер» бағдарламалары арқылы ішкі аудит, процестерді стандарттау, өнім сапасын бақылау сияқты шаралар жүзеге асырылуда. Алайда, көптеген кәсіпорындарда бұл жүйелердің толыққанды жұмыс істеуі үшін мамандардың біліктілігі мен цифрлық технологиялардың енгізілуі маңызды.

Заманауи әлемде өндірістік сапаны бақылауда жасанды интеллект пен машиналық оқыту алгоритмдерін қолдану кең таралған. Мұндай тәсілдер Германия, Жапония және Оңтүстік Корея секілді елдерде кеңінен енгізілген. Мысалы, Mercedes-Benz және BMW компаниялары өз өндірісінде CRISP-ML(Q) атты машиналық оқыту мен сапа кепілдігіне негізделген процесс үлгісін қолданады. Бұл үлгіде бизнес пен мәліметтерді талдау бір уақытта жүзеге асады, ал сапа қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін жобаның әр кезеңінде тәуекелдерді бағалау мен сапаны қамтамасыз ету әдістері енгізіледі [8].

10-суретте дәстүрлі CRISP-DM үлгісі мен CRISP-ML(Q) үлгісінің арасындағы айырмашылықтар көрсетілген. Онда деректерді өңдеуден бастап, модельді енгізу мен үздіксіз бақылауға дейінгі кезеңдер қамтылған. Бұл әдістеме сапаны қамтамасыз етудің үздіксіздігін қамтамасыз етеді және модельдің тиімділігін нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді.



10-сурет – Дәстүрлі дәріктерді өндіру процесі мен машиналық оқыту қолданбасының салыстырмасы

Сонымен қатар, Қазақстанда да осындай жүйелерді енгізу бағытында алғашқы қадамдар жасалуда. Индустрия 4.0 элементтерін қолдана отырып, отандық кәсіпорындар да сапаны бақылаудың автоматтандырылған жүйелеріне көше бастады. Бұл жүйелер сенсорлар арқылы нақты уақыттағы мәліметтерді жинап, алгоритмдер негізінде ақауларды ерте кезеңде анықтауға мүмкіндік береді. Алайда, бұл технологиялардың толыққанды енгізілуі үшін инфрақұрылым мен мамандар даярлау жүйесі жетілдірілуі қажет.

Әлемдік тәжірибе сапаны басқару мен бақылау жүйелерінің тиімділігін арттыруда жүйелі әдістемелер мен заманауи технологияларды қолданудың маңызды екенін көрсетіп отыр. Қазақстан үшін бұл бағытта халықаралық стандарттарға сәйкестік пен цифрлық трансформацияны қатар дамыту басты басымдықтардың бірі болуы тиіс.

Қазақстанның машина жасау кәсіпорындарындағы сапаны бақылау жүйелеріне келетін болсақ, отандық кәсіпорындар негізінен мемлекеттік стандарттар мен техникалық регламенттерге сүйенеді. Дегенмен, бұл құжаттар көбінесе декларативті сипатта болып, нақты өндірістік процестерге бейімделмеген. Нәтижесінде сапаны бақылау көбінесе өнімді шығарғаннан кейінгі кезеңмен шектеледі. Бұл – алдын алу емес, салдармен күресу. Ал халықаралық тәжірибе керісінше, өндіріс процесінің басынан бастап сапаны тұрақты бақылап, алдын алу шараларына ерекше мән береді.

Осы тұста Жапонияның “Тұрақты жетілдіру” (Kaizen) қағидаты мен АҚШ-та кең тараған Six Sigma әдістемесі ерекше назар аударарлық. Kaizen жүйесінде қызметкерлердің әрбірінің сапаны арттыруға қатысуы көзделсе, Six Sigma нақты

статистикалық деректерге сүйене отырып, ақаулар санын минимумға жеткізуге бағытталған. Бұл тәжірибелер Германия, Оңтүстік Корея және Финляндия секілді индустриялық дамыған елдерде де табысты қолданылып келеді. Бұл елдерде өндірістің әр кезеңінде нақты өлшемдер, сенсорлар мен деректерді жинау жүйелері орнатылған, нәтижесінде сапа мәселесі туындамай тұрып-ақ алдын алынады.

Towards CRISP-ML(Q): A Machine Learning Process Model with Quality Assurance Methodology [8] дерегінде сипатталған CRISP-ML(Q) моделі де осы бағытты ұстанады: әрбір өндірістік шешімнің негізінде сапа қауіпсіздігі мен болжамды тәуекелдер тұр. Бұл тәсіл отандық кәсіпорындар үшін де үлгі бола алады. Себебі қазіргі таңда Қазақстандық машина жасау саласы өндірістік тиімділікпен қатар, экспорттық әлеуетті арттыруды көздеп отыр. Ал экспорт дегеніміз — халықаралық стандарттарға сәйкестік.

Мысалы, Германияның жетекші автоөндіруші компаниялары Mercedes-Benz, Audi, BMW өздерінің сапа жүйесін тексерілген, алдын ала бекітілген процестер мен сапа көрсеткіштері негізінде жүргізеді. Олар деректерді өңдеу мен сапа бақылауын автоматтандырылған жүйелерге жүктейді. Бұл жүйелер нақты уақыт режимінде жұмыс істеп, кез келген ауытқуды дереу анықтап, тиісті шешім қабылдауға мүмкіндік береді. Осындай жүйелерді Қазақстандағы кәсіпорындар да кезең-кезеңімен енгізе бастады. Атап айтқанда, Павлодардағы трактор зауыты, Қостанайдағы автомобиль жинау кәсіпорындары SAP ERP, SCADA секілді ақпараттық басқару платформаларын сынақтан өткізіп жатыр.

Сонымен қатар, Қазақстанда «Индустрия 4.0» тұжырымдамасына сәйкес Smart Factory элементтерін енгізу жұмыстары қолға алынған. Бұл — толық цифрлық өндіріс ортасы, онда әрбір цех пен құрылғы біріктірілген жүйе арқылы орталық сервермен байланысады. Мұндай жағдайда адам факторынан туындайтын қателіктер минимумға дейін төмендейді, ал сапа көрсеткіштері нақты бақылауға алынады. Бұл жүйелер сапаны бақылаудың болашақтағы негізі болмақ.

Жоғарыда айтылғандай, Қазақстан үшін сапа жүйелерін жетілдіру тек өндірістік қажеттілік қана емес, ел экономикасының стратегиялық басымдығы. Бұл ретте, халықаралық стандарттар мен озық тәжірибелерді тек механикалық түрде енгізу жеткіліксіз. Жергілікті жағдайларды, кадрлар біліктілігін, технологиялық мүмкіндіктерді ескере отырып бейімдеу қажет. Мысалы, Германияда жұмыс істейтін сапа инженері ISO 9001, FMEA, SPC, APQP секілді әдістерді терең меңгерген. Қазақстанда болса, бұл саланы жаңадан игеріп жатқан кадрлар басым. Осы орайда кадр даярлау, қайта оқыту және инженерлік білім беру сапасы да басты назарда болуы тиіс.

Әлемдік тәжірибе сапаны басқаруда кешенді, жүйелі әрі алдын алуға негізделген тәсілдердің тиімділігін дәлелдеді. Қазақстандық машина жасау кәсіпорындары да осы бағытқа бет бұрып отыр. Алдағы жылдары автоматтандырылған бақылау жүйелері, машиналық оқыту, сенсорлық қадағалау және деректерге негізделген шешім қабылдау сынды заманауи элементтер өндірістік сапаның ажырамас бөлігіне айналмақ. Бұл бағытта мемлекеттің

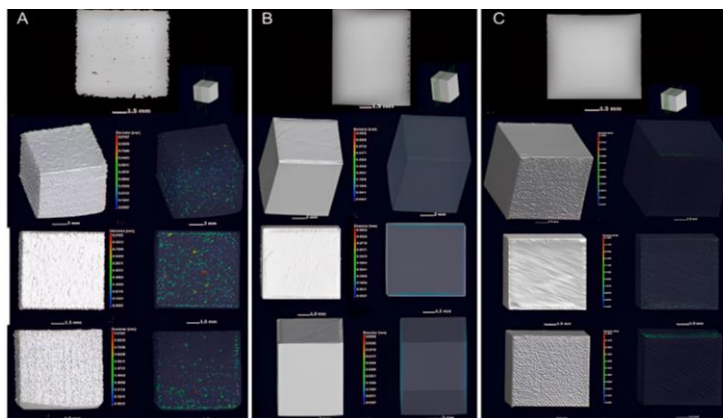
қолдауы, отандық кәсіпорындардың технологиялық жаңғыруы және инженерлердің біліктілігі шешуші рөл атқарады.

2.2 Машина жасау өндірісіндегі сапа ақауларының негізгі себептері

Машина жасау саласындағы сапа ақаулары өндірістік процестердің күрделілігіне, қолданылатын материалдардың қасиеттеріне және өндірістегі технологиялық режимдердің тұрақтылығына тікелей байланысты. Әсіресе қазіргідей аддитивті технологиялар мен металл ұнтақты төсеу арқылы жүзеге асырылатын өндіріс әдістерінің кеңінен қолданылуы, өндіріс сапасына әсер ететін факторлардың күрделене түсуіне себеп болады.

Зерттеулер көрсеткендей, сапа ақауларына ең алдымен пористілік себеп болады. Ол өз кезегінде бірнеше түрге бөлінеді: металлургиялық тесіктер, кілттік тесіктер (keyhole pores), балку жетіспеушілігі нәтижесінде пайда болған ақаулар (lack of fusion pores). Бұл тесіктердің әрқайсысының формасы, көлемі мен таралу аймағы әртүрлі және олар өнімнің механикалық қасиеттеріне әртүрлі деңгейде әсер етеді. «Effects of defects on mechanical properties in metal additive manufacturing: A review focusing on X-ray tomography insights» атты ғылыми мақалада пористіліктің механикалық қасиеттерге әсерін бағалау үшін рентгендік томография әдісі қолданылған [10]. Бұл тәсіл үлгіні бұзбай-ақ, ішкі ақауларды көруге мүмкіндік береді және өндіріс процесінде сапаны бақылаудың тиімді құралы ретінде танылады.

Мақалада көрсетілгендей, ұнтақ қабатын біркелкі таратпау, лазер сәулесінің қуатының ауытқуы, сканерлеу жүйесінің тұрақсыздығы сияқты факторлар қатпарлы құрылымның толық балқымауына және соның салдарынан ірі және ирек пішінді тесіктердің пайда болуына әкеледі. Бұл тесіктер созылғыштықты және соққыға төзімділікті төмендетіп, құрылымның тез бұзылуына әсер етуі мүмкін. Мысалы, 10-суретте балку жетіспеушілігінен пайда болған тесіктердің құрылымда қалай орналасқаны және олардың сынықтың пайда болу аймағында шоғырланғаны көрсетілген.



11-сурет – Қуыс үлестірілімінің мысалдары [10]

11-суретте L-PBF әдісімен өндірілген үш түрлі 10 мм-лік сынамада пайда болған кеуектердің кеңістікте таралуы және көлемі көрсетілген. Кубтарда анық байқалатын айырмашылықтар балқу процесіндегі параметрлердің түрлі болуынан туындайды. Бұл визуализация ақау типтерін – мысалы, балқу жетіспеушілігінен пайда болған бұрышты кеуектерді немесе металлургиялық дөңгелек кеуектерді – анық ажыратуға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, кілттік тесіктер жоғары қуатты лазер сәулесінің әсерінен пайда болады. Бұл кезде металдың балқу процесі тым белсенді жүріп, бу көпіршіктерінің жабық күйінде қатаюына әкеледі. Мұндай тесіктер әдетте дөңгелек пішінді болып келеді және өлшемі бойынша кіші болғанымен, олардың ішкі қысымы жоғары және олар да жарылу процесін жылдамдата алады.

Ал металлургиялық тесіктер көбінесе қолданылатын ұнтақтың химиялық құрамына, ұнтақ бөлшектерінің морфологиясына байланысты болады. Ұнтақтың ылғалдануы немесе оттегімен әрекеттесуі нәтижесінде газ фазасы пайда болады және бұл фазалар қатаю кезінде бос кеңістік қалдырады. Мұндай тесіктердің үлестік көлемі аз болғанымен, көп шоғырланған жағдайда әсері елеулі болуы мүмкін.

Ерекше назар аударатын тағы бір мәселе – пористіліктің орналасу тереңдігі. Әсіресе құрылым бетіне жақын орналасқан тесіктер шаршау беріктігін (fatigue resistance) айтарлықтай төмендететіні анықталған. Себебі дәл осы аймақтарда жарықшақтар жиі бастау алады. Жоғарыда айтылған барлық жағдайлар өндірістік процесті оңтайландыру, сапа стандарттарын сақтау және аддитивті технологиялардың сенімділігін арттыру үшін аса маңызды болып табылады.

Рентгендік томография арқылы анықталған тесіктердің сипаттамалары өндірістік процесті жетілдіру үшін негіз болады. Бұл әдіс ақаулардың нақты типін, көлемін және орналасуын анықтап, келесі өндірістік циклде қателіктерді болдырмауға көмектеседі. Сонымен қатар, алынған деректерді компьютерлік модельдеу арқылы өңдеу арқылы механикалық қасиеттерге әсер ету деңгейін болжауға болады. Бұл тәсіл сапаны бақылауды ғылыми деңгейге көтеріп, өндірістік шешімдерді дәлелді қабылдауға мүмкіндік береді.

Жалпы алғанда, сапа ақауларының пайда болуына әсер ететін факторлар күрделі және көп қырлы. Бірақ оларды жүйелі зерттеу, визуализациялау және модельдеу арқылы алдын алуға толық мүмкіндік бар. Сондықтан қазіргі заманғы машина жасау өндірісінде сапаны бақылаудың автоматтандырылған және ғылыми негізделген жүйелері басты талапқа айналуда.

2.3 Отандық кәсіпорындардың сапаны бақылау тәжірибесі

Қазақстанның машина жасау саласындағы сапаны бақылау жүйесі соңғы жылдары айтарлықтай өзгерістерге ұшырап, халықаралық стандарттарға сәйкестендіру бағытында дамып келеді. Бұл өзгерістер отандық кәсіпорындардың өнім сапасын арттыру, бәсекеге қабілеттілігін күшейту және

экспорттық әлеуетін ұлғайту мақсатында жүзеге асырылуда. Қазіргі таңда еліміздің жетекші машина жасау зауыттары сапаны басқарудың интеграцияланған жүйелерін, цифрлық технологияларды және автоматтандырылған бақылау құралдарын кеңінен қолдануда.

Қазақстандағы ірі машина жасау кәсіпорындары сапа менеджменті жүйелерін (СМЖ) енгізу арқылы өз өндірісін тиімдірек басқаруға көшуде. ISO 9001:2015 стандарты бойынша сертификатталған кәсіпорындар саны жыл сайын артып келеді. Мысалы, «Семей машина жасау зауыты», «Петропавл ауыр машина жасау зауыты», «Кентау трансформатор зауыты» сияқты нысандарда СМЖ аясында сапа мақсаттары, тәуекелдер мен мүмкіндіктерді талдау, ішкі аудит, сапаны тұрақты жақсарту процестері енгізілген.

Зерттеулер көрсеткендей, ISO 9001 жүйесін енгізген кәсіпорындарда өндірістік ақаулар орта есеппен 17-25%-ға төмендеген, ал тұтынушылардың шағымы 30%-ға азайған [11].

Машина жасау өндірісінде сапаны бақылаудың бірнеше деңгейі бар: кіріс бақылау (шикізат пен материал сапасы), технологиялық процестердің аралық бақылауы және дайын өнімнің соңғы сапасын бақылау. Аталған бақылау түрлері визуалды, өлшеуіш, механикалық, және деструктивті емес әдістермен жүзеге асырылады.

Мысалы, «Алматы ауыр машина жасау зауыты» (АЗТМ) өндіріс процесінде компьютерлік көру жүйелері, ультрадыбыстық бақылау, рентгенография және термографияны қолданады. Бұл әдістер ішкі және беткі ақауларды нақты әрі жылдам анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, кәсіпорында статистикалық сапа бақылауы (SQC), процесс қабілеттілігін бағалау (Cp, Cpk) және бақылау карталарын пайдалану тәжірибесі бар.

Цифрлық трансформация аясында отандық зауыттар ERP (Enterprise Resource Planning) жүйелерін белсенді енгізіп жатыр. Бұл жүйелер өндіріс, логистика, сапаны бақылау, кадр және қаржылық басқару модульдерін біріктіріп, кәсіпорын жұмысын толық автоматтандыруға мүмкіндік береді. ERP жүйесі арқылы ақау тіркелген сәттен бастап, оның себебіне дейінгі барлық ақпарат нақты уақыт режимінде бақыланады.

Мысалы, Қарағанды машина жасау зауыты SAP ERP жүйесін енгізіп, сапа бойынша деректерді талдау мен есеп беруді автоматтандырды. 2022 жылы кәсіпорын сапаға қатысты шешімдерді қабылдау жылдамдығын 35%-ға арттырған [11].

Сапаны бақылаудың тиімділігін арттыруда кадрлардың рөлі шешуші болып табылады. Көптеген кәсіпорындарда сапа инженерлері, бақылаушылар, технологиялық бөлім мамандары арнайы дайындықтан өтеді. Жұмысшылар үшін «5S» жүйесі, ішкі оқыту, сапа апталығы сынды тәжірибелер енгізілген.

Сапа мәдениетін қалыптастыруда Kaizen, Lean, Six Sigma құралдары кеңінен қолданылуда. Мысалы, Павлодар трактор зауытында жұмысшылар ұсыныстар қорабын қолдану арқылы сапа мен өнімділікке қатысты идеялар ұсынады, жылына орта есеппен 500-ден астам ұсыныс түседі, соның 60%-ы іске асады [11].

Қазақстандық машина жасау кәсіпорындары сапа саласында шетелдік компаниялармен ынтымақтаса отырып, технология трансфері мен тәжірибе алмасуды жүзеге асыруда. Бұл үрдіс тек құрал-жабдықтар алумен шектелмей, сапаны басқарудың мәдениетін де қоса ендіруге бағытталған.

Мысалы, «Кентау трансформатор зауыты» жапондық Hitachi компаниясымен бірлесіп өндірісті жаңғыртты. Жобаның бір бөлігі ретінде автоматтандырылған сынақ стендтері мен сенсорлық өлшеу жүйелері енгізілді. Бұл жүйелер адам факторын азайтып, өнімнің сапасына қатысты деректерді нақты әрі үздіксіз тіркеуге мүмкіндік береді. 2023 жылы зауыттың дайын өнімдегі ақаулар көрсеткіші 0,2%-ға дейін төмендегені тіркелген [11]. 3-кестеде Қазақстандағы бірнеше машина жасау кәсіпорындарындағы сапа көрсеткіштерінің өзгерісін көрсетеді.

Кесте 3 – Қазақстандағы ірі машина жасау кәсіпорындарындағы сапа көрсеткіштері мен ERP жүйесінің қолданысы

Кәсіпорын атауы	СМЖ енгізілген жыл	Ақаулар үлесі (бұрын)	Ақаулар үлесі (қазір)	ERP жүйесі бар ма?
Семей машина жасау зауыты	2019	4.5%	2.1%	Иә
АЗТМ	2020	5.2%	1.8%	Иә
Қарағанды машина жасау	2021	3.8%	1.3%	Иә
Кентау трансформатор зауыты	2018	3.1%	0.2%	Жоқ

Бұл мәліметтерден СМЖ мен ERP жүйесін енгізудің тиімділігі айқын көрінеді: орта есеппен ақаулар саны 50–60% төмендеген [11].

Дегенмен, сапаны бақылауда шешілмеген мәселелер де бар. Олардың қатарында:

- Кадр тапшылығы және техникалық бақылау саласындағы мамандардың жетіспеушілігі;
- Жабдықтардың тозуы және жаңа өлшеу технологияларының баяу енгізілуі;
- Жергілікті деңгейде сапа мәдениетінің қалыптаспауы;
- Ауылдық аймақтардағы кәсіпорындарда цифрландыру процесінің баяу жүруі.

Мысалы, 2023 жылы «QazIndustry» агенттігі жүргізген зерттеуде респонденттердің 42%-ы кәсіпорында сапа саласына қажетті кадр тапшы екенін айтқан [11].

Мемлекет тарапынан қолдау көрсету сапаны бақылау жүйесін жетілдіруге оң әсер етіп отыр. «Индустрия 4.0» тұжырымдамасы аясында бірқатар

зауыттарға субсидия мен гранттар бөлінді. Цифрлық зертханалар мен сынақ орталықтары ашылып, QazIndustry секілді ұйымдар арқылы консалтингтік қолдау көрсетілуде.

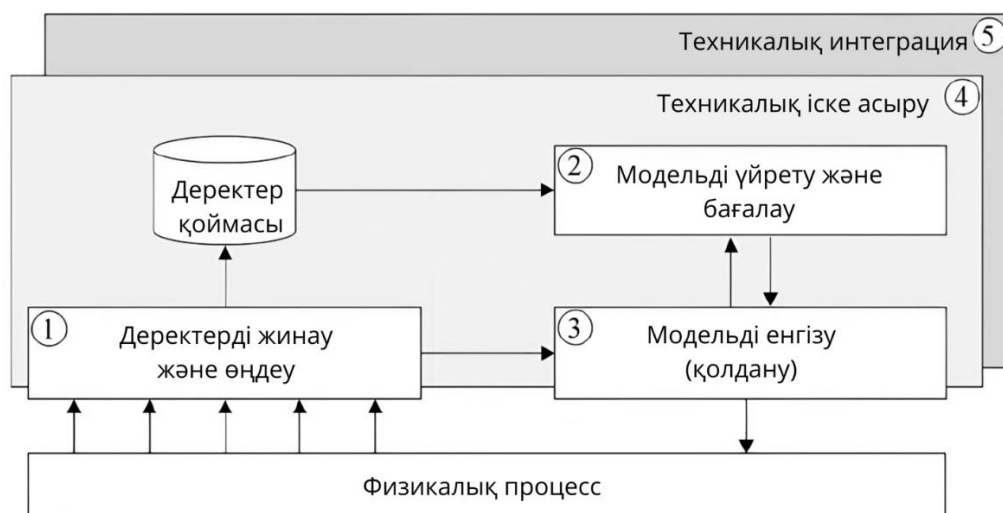
Сонымен қатар, ҚР Сауда және интеграция министрлігі сапа инфрақұрылымын жаңғыртуға, ұлттық аккредиттеу жүйесін халықаралық деңгейге көтеруге бағытталған бағдарламаларды жүзеге асырып жатыр.

Отандық машина жасау кәсіпорындары сапаны бақылау жүйесін жетілдіруде бірқатар жетістіктерге жетті. Интеграцияланған СМЖ, заманауи диагностика әдістері, цифрлық шешімдер және шетелдік тәжірибе негізінде құрылған жүйелер кәсіпорындардың өнім сапасын едәуір жақсартуға мүмкіндік берді. Алайда бұл бағыттағы жұмыс үздіксіз жетілдіруді талап етеді. Мемлекеттік қолдауды күшейту, кадр даярлау сапасын арттыру және шетелдік тәжірибені бейімдеу арқылы отандық өнімнің ішкі және сыртқы нарықтардағы бәсекеге қабілеттілігін арттыруға толық мүмкіндік бар.

2.4 Сапаны бақылауда қолданылатын заманауи технологиялар (автоматтандырылған жүйелер, роботтандыру, цифрлық бақылау)

Қазіргі заманғы машина жасау саласында сапаны бақылау жүйелері күрт өзгерістерге ұшырауда. Бұрынғы дәстүрлі тәсілдер бірте-бірте орнын автоматтандырылған жүйелерге, роботтандырылған кешендерге және цифрлық бақылау құралдарына беріп жатыр. Бұл технологиялар өндіріс көлемінің артуына, өнім сапасының тұрақтылығына және шығындардың азаюына тікелей ықпал етеді. Соңғы жылдары әсіресе модельге негізделген сапа бақылау (predictive model-based quality inspection) тұжырымдамасы ерекше маңызға ие бола бастады [12].

Мұндай жүйелердің өзегі ретінде машиналық оқыту (Machine Learning, ML) және шеткі бұлттық есептеу (Edge Cloud Computing) технологиялары қолданылады. Бұл екі бағыттың синергиясы арқылы өнімнің сапасын болжауға мүмкіндік беретін интеллектуалды алгоритмдер құрылады. Сәйкесінше, өндірістегі әрбір процестің параметрлері үздіксіз бақыланып, нақты уақыт режимінде болжам жасалады. Бұл туралы 12-суретте көрсетілген модельдің құрылымы бейнеленген.

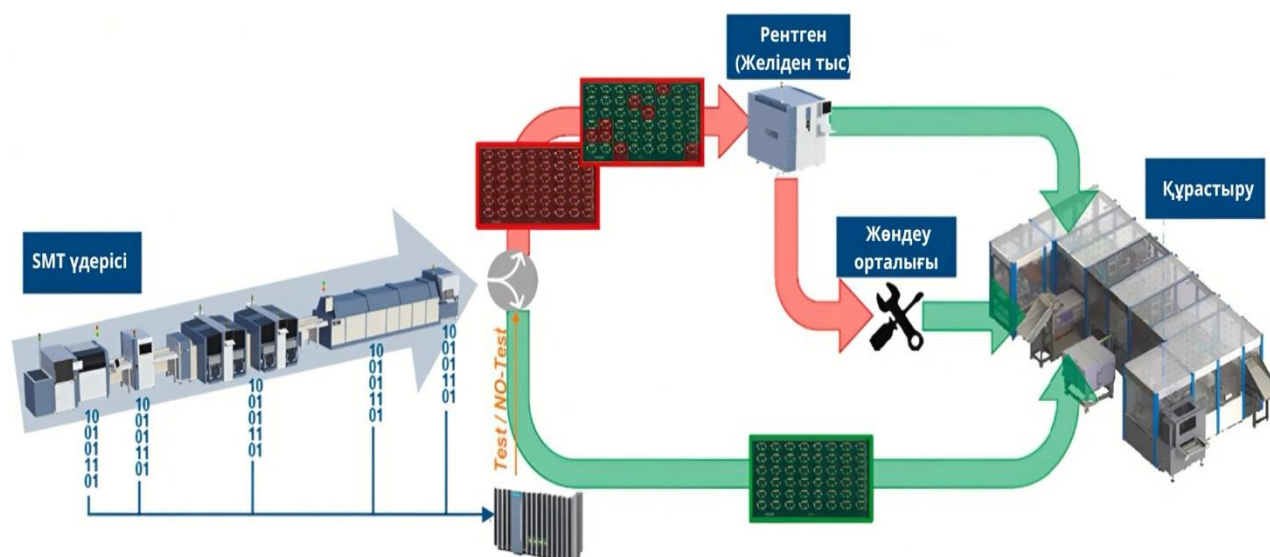


12-сурет – Өндірістік сапаны болжауға негізделген модельдік бақылау жүйесінің құрылымдық сызбасы

Машиналық оқытудың артықшылығы – тарихи деректерге сүйене отырып өнім сапасына әсер ететін параметрлер арасындағы күрделі байланысты анықтау мүмкіндігі. Супервизиялық оқыту негізінде модельдер қалыптастырылып, олар кейін нақты өндірістік деректермен жұмыс істейді. Нәтижесінде, бұйым сапасының ақаулы немесе ақаусыз екенін алдын ала болжауға болады. Мұндай әдіс әсіресе сапаны физикалық түрде тексеруге көп уақыт пен ресурс жұмсалатын өндірістерде аса тиімді [12].

Ал Edge Cloud Computing технологиясы есептеуді бұлтқа емес, өндірістің өз ішінде, яғни “edge” құрылғыда жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Бұл желідегі кідірістерді азайтып, деректерді тез өңдеуге жол ашады. Әсіресе нақты уақыт режимінде шешім қабылдау керек болғанда шеткі құрылғылардың рөлі зор. Сонымен қатар, бұл жүйелер желі жүктемесін азайтып, қауіпсіздікті арттырады.

Модельді енгізудің тағы бір артықшылығы – икемділік. Қарапайым жүйелермен салыстырғанда, интеллектуалды бақылау жүйелері сапа жоспарлау процесіне тікелей ықпал етіп, өндірістік шешімдерді динамикалық түрде қабылдауға мүмкіндік береді. Мысалы, нақты бір өнім партиясы бойынша болжам жақсы болса, инспекция көлемін азайтуға болады. Керісінше жағдайда қосымша тексеру енгізіледі. Мұндай тәсіл 13-суретте көрсетілген.



13-сурет – Болжам нәтижесіне негізделген инспекция стратегиясының балама бағыттары

Іс жүзіндегі мысал ретінде Siemens компаниясының Amberg қаласындағы SMT өндірісі келтіріледі. Онда баспа платаларын құрастыру барысында дәнекерлеу сапасын бақылау үшін машиналық оқытуға негізделген модельдер енгізілді. Нақты бір өнім түрі бойынша SPI (Solder Paste Inspection) және X-ray деректері негізінде 7 млн-нан астам пин бойынша деректер жинақталып, Gradient Boosted Tree алгоритмі қолданылып, жоғары дәлдікке қол жеткізілді – 98.8% (4-кесте) [12].

Кесте 4 – Дәнекерлеу сапасын болжауға арналған Gradient Boosted Tree (GBT) моделінің жіктеу нәтижелері

Жіктеу түрі	Болжанған: Ақаулы	Болжанған: Ақаусыз
Шынайы ақаулы	36 ± 14	246 ± 110
Шынайы ақаусыз	91,608 ± 30,271	7,570,753 ± 81,414

	Ақаулы класты тану дәлдігі	Ақаусыз класты тану дәлдігі
Class recall	98.8% ± 0.4%	86.4% ± 4.5%

Аталған әдіс арқылы әр панельдің дәнекер нүктелері Field of View (FOV) деңгейінде бағаланып, егер барлық пиндер “жақсы” деп танылса, физикалық рентген тексерісінен өткізу талап етілмейді. Бұл өндірістік уақыт пен шығындарды едәуір үнемдеуге мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижесінде X-ray инспекциясының көлемін шамамен 29%-ға азайту мүмкіндігі анықталды (5-кесте) [12].

Кесте 5 – Дәнекер нүктелерін FOV деңгейінде бағалау нәтижелері және X-ray инспекциясынан бас тарту тиімділігі

Жіктеу түрі	Болжам: Ақаулы	Болжам: Ақаусыз
Шынайы ақаулы	41 ± 20	4 ± 4
Шынайы ақаусыз	$13,092 \pm 1,207$	$5,463 \pm 1,370$

	Ақаулы класты тану дәлдігі	Ақаусыз класты тану дәлдігі
Class recall	$29.4\% \pm 7.1\%$	$7.6\% \pm 5.2\%$

Жүйенің техникалық орындалуында edge құрылғысы ретінде Intel Celeron N2930 негізіндегі өнеркәсіптік компьютер қолданылып, есептеу тиімділігіне толықтай жауап береді. Ал деректерді өңдеу, сақтау және модельдерді үйрету AWS платформасы мен Spark-кластер арқылы жүзеге асады. Бұл архитектура болашақта бірнеше өнім түрлері мен дереккөздермен жұмыс істеуге дайын, яғни масштабтауға қолайлы.

Қорытындылай келе, автоматтандырылған жүйелер, роботтандыру және цифрлық бақылау құралдарының негізінде жұмыс істейтін интеллектуалды сапа бақылау жүйелері - заманауи машина жасауда өнім сапасын арттырып қана қоймай, шығындарды оңтайландыратын және өндірістің икемділігін арттыратын тиімді құрал екені сөзсіз. Сонымен қатар, бұл технологиялар индустрия 4.0 талаптарына толықтай сәйкес келеді және болашақ өндірістің негізі болары анық [12].

2.5 «Allur» компаниясындағы сапаны бақылау тәжірибесі

«Allur» компаниясы – Қазақстандағы жетекші автокөлік өндірушілерінің бірі. Қостанай қаласында орналасқан зауытында компания жылына 100 000-нан астам автомобиль шығара алады. Өндіріс процесі толық циклді қамтиды: дәнекерлеу, бояу, құрастыру және сапаны бақылау. Компанияның өнімдері KIA, Chevrolet, JAC, Peugeot, Ravon және басқа да танымал брендтерді қамтиды.

Компания сапа бақылау жүйесін ISO 9001:2015 стандартына сәйкес ұйымдастырған. Бұл стандарт сапа менеджменті жүйесінің тиімділігін арттыруға және тұтынушылардың қанағаттануын қамтамасыз етуге бағытталған. Сапаны бақылау бірнеше кезеңнен тұрады:

- Кіріс бақылау – жеткізушілерден келіп түскен компоненттер, материалдардың сапасын тексеру;
- Процестік бақылау – өндірістің әр сатысында сапаны мониторингтеу;
- Финалдық бақылау – дайын өнімнің сапасын бағалау және тұтынушыға жеткізуге дайындау.

«Allur» компаниясының бір өнімі – Chevrolet Malibu үлгісі арқылы компанияның сапа менеджментін талдауға болады. Бұл модель екі түрлі комплектацияда ұсынылады: 2.0 LT және 2.0 LTZ, сәйкесінше 13,5 млн және 14,5 млн теңге көлемінде сатылады. Прайс-листке сәйкес, аталған үлгіде жоғары қуатты қозғалтқыш (233 а.к.), 9 сатылы автоматты трансмиссия, жетілдірілген қауіпсіздік жүйелері, мультимедиа және жайлылық элементтері қарастырылған. Алайда, прайс-листтің соңында көрсетілген ескертуге сай, нақты бағаны тек ресми дилерден нақтылау қажеттігі тұтынушы үшін белгісіздіктер туындатып, сенімділікке кері әсер етуі мүмкін.

Сапаны қамтамасыз ету үшін компанияда келесі шаралар қабылданған:

- Жеткізушілермен сенімді байланыс - Chevrolet Malibu секілді модельдер компоненттері тексерілген серіктестерден алынады;
- Қызметкерлерді оқыту – Қостанай қаласында компания арнайы корпоративтік университет ашқан;
- Сапа көрсеткіштерін жүйелі талдау – модельдік ерекшеліктер бойынша шағымдар мен сәйкессіздіктер тіркеліп отырады.

Мысалы, кейбір тұтынушылар Chevrolet Malibu үлгісінде көрсетілген комплектация элементтері (мысалы, круиз-бақылау, артқы көрініс камерасы) нақты үлгіде болмауы немесе қосымша ақы талап етуі секілді сәйкессіздіктер туралы пікірлер қалдырған. Бұл жағдайлар сапа мен баға қатынасына тұтынушы сенімін азайту қаупін туғызады. Сол себепті компания үнемі өз жүйесін жетілдіру, прайс-парақ пен нақты өнім арасындағы айырмашылықтарды минимумға түсіру бағытында жұмыс жүргізіп келеді.

Корпоративтік университеттегі оқыту бағдарламалары ISO 9001:2015 стандартына сәйкес әзірленіп, қызметкерлерге сапа менеджменті, өндірістік бақылау және автоматтандырылған жүйелер бойынша тәжірибелік дағдылар береді.

Осылайша, «Allur» компаниясы сапа бақылау жүйесін үздіксіз жетілдіріп отырады. Chevrolet Malibu үлгісінің тәжірибесі сапа стандарттарының нақты жүзеге асырылуын бақылауға мүмкіндік береді және компанияның тұтынушылық сенімділік пен өнім сапасын қатар қамтамасыз етуге ұмтылысын көрсетеді.

3 «Allur» компаниясындағы сапа мәселелерін шешу жолдары

3.1 Өндірістік ақауларға байланысты тұтынушылар шағымдарын талдау

«Allur» компаниясының өнімдеріне байланысты тұтынушылар тарапынан жазылған шағымдар кәсіпорынның өндірістік жүйесінде орын алып отырған нақты мәселелерді айқындайды. Әсіресе бұл жағдайлар сапа менеджменті жүйесіндегі әлсіз тұстарды көрсетеді. Ашық платформаларда жарияланған теріс пікірлер өндіріс барысындағы және сапаны бақылау үдерісіндегі кемшіліктерді талдауға негіз болады. Бұл бөлімде тұтынушылар пікірлерінің негізінде анықталған өндірістік ақаулар жүйеленіп, олардың сапаға әсері сипатталады.

2025 жылдың ақпанында тұтынушылардың бірі Allur автоорталығына көлігінің алдыңғы фарасында су жиналу мәселесімен жүгінген. Аталған жағдай өндірістік ақаудың бір түрі болып табылатын герметикалық ақаудың бар екенін аңғартады. Мұндай ақау бөлшек сапасының төмендігінен немесе құрастыру кезінде герметизация стандарттарының сақталмауынан орын алуы мүмкін. Кепілдік бойынша қызмет көрсету сұралғанымен, қоймада қажетті бөлшектің болмауына байланысты жөндеу жұмыстары бірнеше айға созылған. Бұл жағдай өндірістік бақылаудың жеткіліксіздігін, сондай-ақ сапа стандарттарының орындалмауын растайды.

2025 жылдың наурыз айында жазылған тағы бір пікірде көліктегі ақау туралы белгі экранда шыққаны, бірақ орталықта жүргізілген компьютерлік диагностиканың нәтиже бермегені көрсетілген. Кейін бұл ақау басқа сервистік орталықта оңай анықталған. Мұнда техникалық құралдардың дәлдігіне, сондай-ақ қызмет көрсетуші персоналдың кәсіби даярлығына қатысты мәселе туындайды. Диагностикуаның нақты жүргізілмеуі өндірістік бақылау жүйесінің әлсіздігін дәлелдейді.

Келесі пікірлерде жөндеу жұмыстарының уақытында аяқталмауы және қызмет құнының прайс-парақпен сәйкес келмеуі туралы айтылған. Мұндай жағдайлар өндірістік тәртіп пен ішкі процестердің стандартталмағанын, қызмет көрсету регламентінің әлсіздігін көрсетеді. Бұл сапа менеджменті жүйесіндегі құжат айналымы мен баға саясатының ашық жүргізілмейтінін дәлелдейді.

Сонымен қатар, техникалық қызмет көрсету барысында тұтынушы нұсқауларын ескермей әрекет ету фактілері тіркелген. Мысалы, май ауыстыру қызметіне келген клиенттің көлігі оның рұқсатынсыз жуылып кеткен. Бұл оқиға өндірістік тәртіптің бұзылуын және ішкі ережелердің сақталмауын білдіреді.

Жоғарыда аталған фактілер Allur компаниясында сапа менеджменті жүйесі енгізілгенімен, оның орындалуын бақылау және нақты процестерге енгізу бағытында кемшіліктердің бар екенін көрсетеді. Сапаға әсер ететін барлық өндірістік кезеңдер - бөлшек сапасын қабылдау, құрастыру дәлдігі, қызмет көрсету сапасы - бірыңғай стандартқа негізделуі тиіс. Егер бұл жүйелі түрде орындалмаса, кәсіпорынның жалпы сапалық көрсеткіштері төмендейді.

Тұтынушылардың пікірлері сапа аудитінің баламалы көзі ретінде қарастырылуы мүмкін. Бұл мәліметтер нақты уақыттағы жағдайды сипаттайды, сондықтан оларды жүйелі түрде тіркеп, сапа менеджменті жүйесінде қолдану тиімділікті арттыруға септігін тигізеді [13].

3.2 Компаниядағы ақауларды талдау

Жүргізілген зерттеу барысында тұтынушылардың нақты шағымдарына сүйене отырып, өндірістік және сервистік сипаттағы жүйелік кемшіліктер айқындалды. Сапа менеджменті жүйесінің тиімділігі тек өнімнің сапасымен емес, сонымен бірге техникалық қызмет көрсету процесі мен тұтынушымен байланыс мәдениетімен де өлшенеді.

Алдыңғы бөлімде сипатталғандай, кейбір тұтынушылар өз көліктерінің ақауын жөндеу үшін бірнеше ай бойы күтулеріне тура келген. Мысалы, алдыңғы фарадағы су жиналу сияқты өндірістік ақауды кепілдік аясында жөндеу үшін қажетті бөлшек ұзақ уақыт бойы жеткізілмеген. Бұл мәселе қоймадағы қордың жеткіліксіздігіне, логистикалық үдерістің дұрыс ұйымдастырылмағанына және жөндеу мерзімдерін нақты жоспарлай алмауға байланысты туындаған. Бұдан бөлек, тұтынушыға жөндеу жұмыстарының барысы туралы ақпарат уақытылы берілмеген. Мұндай жағдайлар ISO 9001:2015 стандартының “тұтынушыға бағдарлану” қағидасына сәйкес келмейді.

Техникалық қызмет көрсету кезінде туындайтын келесі мәселе - алдын ала келісілмеген қосымша жұмыстардың жүргізілуі. Тұтынушылар кейбір қызметтердің өз келісімінсіз орындалғанын атап өткен. Мысалы, тек май ауыстыруға келген көліктің қосымша жуу қызметі де көрсетілген, ал тұтынушы оған келісім бермеген. Бұл қызметтің түрі мен құнына қатысты тұтынушыға алдын ала хабар берілмеуі, қызмет көрсету процесінің ашықтығының жеткіліксіздігін білдіреді. Сапа менеджменті тұрғысынан алғанда, әрбір қызметке тұтынушының жазбаша немесе ауызша келісімі алынуы тиіс. Бұл шарттардың сақталмауы тұтынушы сенімін төмендетеді және кәсіпорын беделіне нұқсан келтіреді.

Кепілдік жүйесіне байланысты тағы бір өзекті мәселе - диагностикалық жұмыстардың сапасы мен дәлдігі. Тұтынушылар тарапынан көліктегі ақаулардың уақтылы анықталмағаны, ал басқа сервистік орталықтарда сол ақаулардың оңай табылғаны жөнінде шағымдар кездеседі. Бұл Allur орталығында қолданылатын диагностикалық құралдардың жаңартылмауы немесе қызметкерлердің жеткіліксіз біліктілігімен байланысты болуы мүмкін. Көлік құрылымдары күрделене түскен қазіргі заманда сапалы техникалық қызмет көрсету үшін тек құрал-жабдықтың заманауилығы ғана емес, сонымен қатар қызметкерлердің де үнемі кәсіби даярлықтан өтуі қажет.

Кепілдік жөндеу жұмыстарының орындалу мерзімі – сапа менеджменті жүйесінде ерекше назар аударатын мәселе. Шағымдардың бір бөлігінде жөндеу мерзімі бірнеше айға созылғаны айтылған. Бұл тұтынушының көлігін ұзақ уақыт

бойы пайдалана алмауына алып келеді және компанияға деген сенімнің төмендеуіне себеп болады. Кепілдік шеңберіндегі жұмыстардың нақты регламенттелмеуі, орындалу мерзімінің алдын ала көрсетілмеуі және тұтынушының ақпараттандырылмауы - ішкі процестердің жетілмегендігін білдіреді. Мұндай жағдайларды болдырмау үшін жөндеу процесінің әр кезеңін цифрлық жүйе арқылы қадағалау ұсынылады. Мысалы, тұтынушы жөндеу барысын жеке QR-код немесе онлайн кабинет арқылы бақылау мүмкіндігіне ие болуы қажет.

Сонымен қатар, тұтынушылар тарапынан қызметкерлердің дөрекі сөйлеуі, түсіндірме бермеуі және немқұрайлы қарым-қатынасы туралы шағымдар да тіркелген. Мұндай жағдайлар кәсіпорындағы сапа мәдениетінің төмендігін және тұтынушымен қарым-қатынас стандарттарының сақталмайтынын айғақтайды. Қызметкерлерге сапа, коммуникация және клиентке бағдарлану бағытында арнайы оқыту жүргізілмегені немесе жүйесіз өткізіліп жатқаны байқалады. Бұл ішкі корпоративтік саясат пен этикалық нормалардың нақты белгіленбегенін көрсетеді. Сапа мәдениеті ұйым ішіндегі тәртіп пен қызметкерлердің тұтынушыға деген көзқарасының деңгейін анықтайды. Егер жұмыс барысында тұтынушы пікіріне жеткілікті мән берілмесе, ол өндіріс сапасына да тікелей кері әсерін тигізеді.

Тұтынушымен қарым-қатынастағы әлсіздік кәсіпорынның ұзақ мерзімді беделіне кері әсер етеді. Қызметкер мен клиент арасындағы ашық, сыпайы және нақты коммуникацияны қамтамасыз ету - сапа менеджменті жүйесінің негізгі құрамдас бөлігі. Бұл бағытта ішкі кодекстер, нұсқаулықтар және тұрақты оқыту жүйелері енгізілуі қажет.

Жоғарыда сипатталған мәселелер Allur компаниясының техникалық қызмет көрсету, кепілдік жүйесі және сапа мәдениеті салаларында басқару, жоспарлау және байланыс құралдарының жетіспейтінін көрсетеді. Кәсіпорын сапа менеджменті жүйесін жетілдіру барысында тек өндірістегі процестерге ғана емес, тұтынушымен жұмыс істеу мәдениетіне де ерекше мән беруі қажет. Бұл өз кезегінде қызмет сапасын арттыруға, тұтынушы сенімін күшейтуге және нарықтағы беделін сақтап қалуға мүмкіндік береді.

3.3 Сапа мәселелерін шешуге бағытталған практикалық ұсыныстар

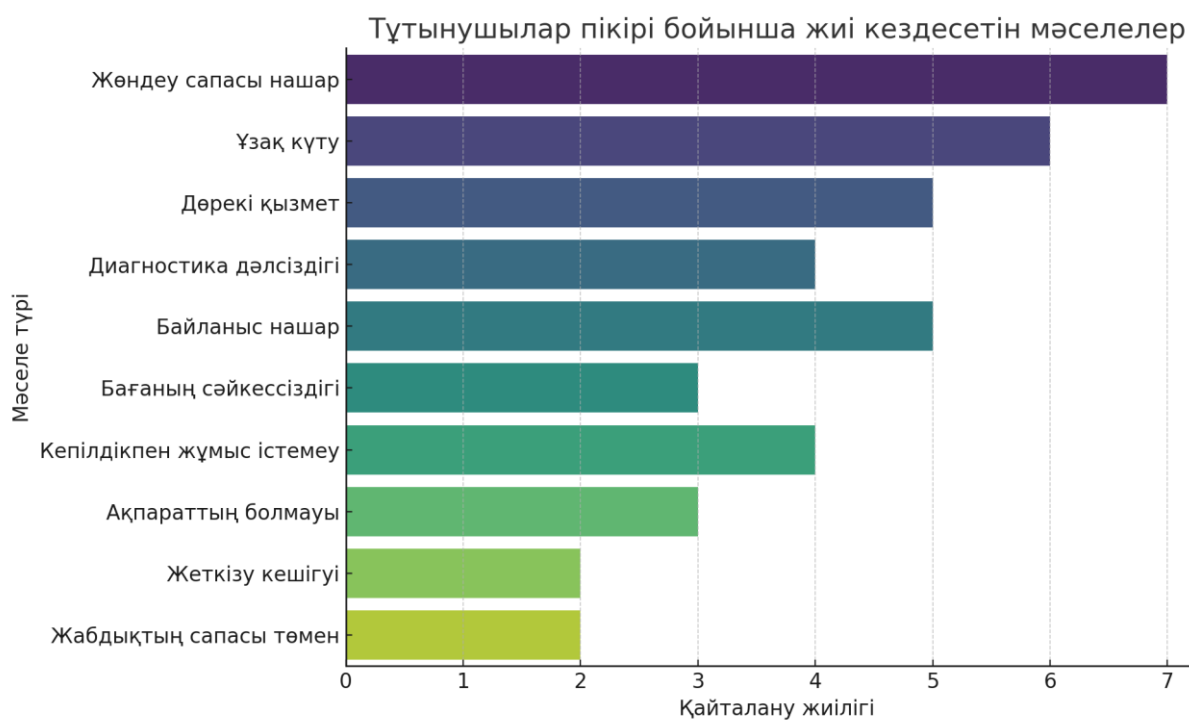
Allur компаниясындағы сапаны басқаруға қатысты нақты мәселелерді шешуге бағытталған төрт практикалық жұмыстар жасалды. Жүргізілген жұмыстар тұтынушылардың кері байланысына, ақауларды тіркеудің жеңілдетілген жүйесіне, визуалды модельге және қызметкерлердің ішкі мәдениетін бағалауға негізделді. Бұл тәсілдер сапа менеджментін нақты тәжірибеге сүйене отырып жетілдіруге мүмкіндік береді.

Бірінші жұмыс - тұтынушылар пікірін жүйелеу және сандық талдау жасау. 2GIS платформасындағы Allur компаниясы жөніндегі пікірлер іріктеліп, олардың мазмұнына талдау жүргізілді. Әр пікір белгілі бір мәселе санатына бөлініп, олардың қайталану жиілігі есептелді. Талдау нәтижесінде ең жиі

кездесетін мәселелер - жөндеу сапасының нашарлығы, қызмет көрсету уақытының ұзақтығы, диагностика дәлсіздігі, қызметкерлер тарапынан дәрекілік және баға сәйкессіздігі екені анықталды. Осы негізде кесте және диаграмма құрастырылды. Бұл кесте (6-кесте) мен диаграмма (14-сурет) ақау түрлерін санаттар бойынша жүйелеп, қай бөлімде қандай мәселе жиірек кездесетінін нақты көрсетеді.

Кесте 6 - Тұтынушылар пікіріне негізделген ақау түрлері жиілігі кестесі

Мәселе түрі	Қайталану жиілігі
Жөндеу сапасы нашар	7
Ұзақ күту	6
Дәрекі қызмет	5
Диагностика дәлсіздігі	4
Байланыс нашар	5
Бағаның сәйкессіздігі	3
Кепілдікпен жұмыс істемеу	4
Ақпараттың болмауы	3
Жеткізу кешігуі	2
Жабдықтың сапасы төмен	2



14-сурет – Санаттар бойынша ақаулар диаграммасы

Екінші жұмыс - Google Form негізінде ақау тіркеу жүйесін құру. Жасалған формада «Ақау түрі», «Анықталған бөлім», «Жауапты қызметкер», «Шешім уақыты», «Қосымша түсініктеме» сияқты бағандар болды (15,16-суреттер). Форманы толтыру нәтижелері Google Sheets-ке автоматты түрде түсіріледі (17-сурет). Бұл жүйе SCADA жүйесінің қарапайым, имитациялық моделіне ұқсас келеді. Мұндай жүйе қызметкерлер арасындағы тәртіпті арттырып, нақты ақауға кім жауапты екенін көрсетуде тиімді болмақ [<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc6J37LMbnLDdoBCL6rR3BZKPJFTysiTaYGUwgBQKHF-E9lYg/viewform?usp=sharing>].

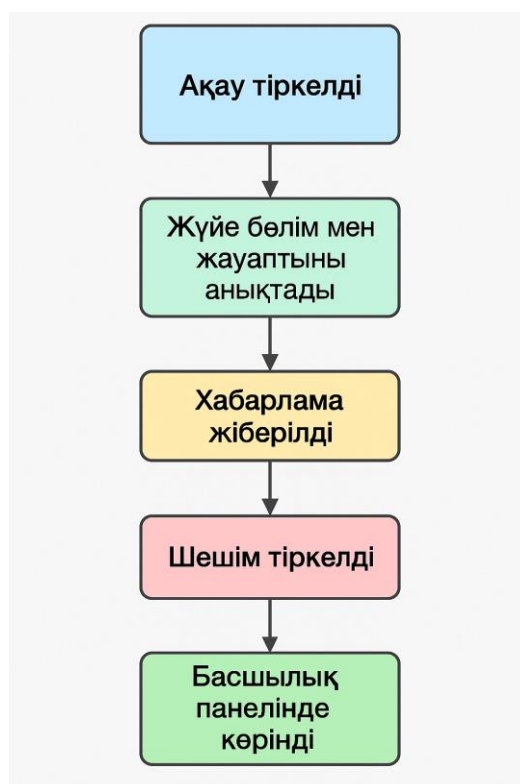
15-сурет – Google Forms негізіндегі ақау тіркеу формасының макеті

16-сурет – Google Forms негізіндегі ақау тіркеу формасының макеті

	Ақау түрін нақты жазыңыз	Ақау анықталған бөлімді таңдаңыз	Ақауды тіркеген немесе жауапты қызмет	Ақауды тіркеген немесе жауапты қызмет	Қосымша ақпарат, ескерту немесе нақты
4	Төкегіш шамы жанбайды	Жарық жүйесі		Нұрбек А	Кепілдікке қарамастан жөндемеген
5	Компьютерлік диагностика наш	Сервис бөлімі		Сандұғаш Қ.	Диагноз дұрыс қойылмаған
6	Дыбыс сигналы істемейді	Электр жүйесі		Гүлзат М.	Қосымша жуу қызметі келісімсіз жасал

17-сурет – Жауаптардың Google Sheets кестесінде көрінісі

Үшінші жұмыс – SCADA логикасына ұқсас жүйе құрылымының визуалды схемасын әзірлеу. Сызбада ақау тіркелген сәттен бастап, оны жауапты бөлімге бағыттау, хабарлама жіберу, шешім қабылдау және басшылық деңгейінде визуалды бақылау процесі кезең-кезеңмен көрсетілді. Бұл модель ішкі сапа мониторингін автоматтандырудың қарапайым нұсқасы ретінде ұсынылды. Схема негізінде шешім қабылдау уақыты қысқарып, әр қадам нақты тіркеліп, бақылау үдерісі ашық болады (18-сурет).



18-сурет – SCADA логикасына негізделген ақау басқару жүйесінің құрылымдық схемасы

Төртінші жұмыс - қызметкерлерге арналған сауалнама үлгісін әзірлеу. Сауалнамада клиентпен жұмыс істеу ережелері, сапа стандарттарын білу деңгейі, диагностика құралдарын пайдалану тәжірибесі және ішкі жауапкершілік мәселелері қамтылды. Бұл сауалнама қызметкерлердің сапа мәдениетіне деген көзқарасын анықтауға арналған құрал ретінде қарастырылды (19 (а,б,в,г) – суреттер). Сауалнама құрылымы арқылы қызметкерлер арасындағы ақпараттылық деңгейі, тәртіп және жауапкершілік айқындалады. Мұндай бағалау түрі болашақта кадрлық оқыту мен ішкі стандарттарды күшейтуге негіз бола алады.

Вопросы Ответы Настройки

Қызметкерлерге

Описание

1. Клиентпен жұмыс істеу ережелерімен таныстыңыз ба?

☐ Иә

☐ Жоқ

☐ Жартылай

Клиентпен байланыс орнатуда қандай қиындықтар жиі кездеседі?

Краткий ответ

а)

Клиентпен байланыс орнатуда қандай қиындықтар жиі кездеседі?

Краткий ответ

Сапа стандарттары (мысалы, ISO 9001) бойынша оқытуға қатысқан кезіңіз болды ма?

☐ Иә, толық қатыстым

☐ Жоқ, ешқашан

☐ Қатыстым, бірақ толық емес

Диагностикалық құралдармен жұмыс істеуге қатысты нұсқаулықпен танысыз ба?

☐ Иә, толық

☐ Жоқ

б)

Диагностикалық құралдармен жұмыс істеуге қатысты нұсқаулықпен танысыз ба?

☐ Иә, толық

☐ Жоқ

☐ Тек тәжірибе арқылы

Ақдау орын алғанда жауапкершілікті кім көтереді деп есептейсіз?

☐ Тікелей қызметкер

☐ Бөлім басшысы

☐ Сапа бөлімі

☐ Жеткізуші

в)

Тұтынушыдан кері байланыс алған соң әрекет ету мерзімі қанша уақыт ішінде жүзеге асады?

☐ Бір күн ішінде

☐ Бір апта ішінде

☐ Белгісіз

☐ Мұндай жүйе жоқ

Сіздің ойыңызша, сапа мәдениетін жақсарту үшін не қажет?

Краткий ответ

г)

19 (а,б,в,г) - суреттер – Қызметкерлерге арналған сауалнама формасы

Осы төрт практикалық жұмыстың әрқайсысы Allur компаниясындағы нақты сапа мәселелерін зерттеп, оларды жүйелі түрде басқаруға мүмкіндік береді. Әр жұмыс ішкі процестердің әлсіз жақтарын айқындап, болашақта енгізуге болатын оңтайлы шешімдердің негізін қалады. Мұндай практикалық бағытталған ұсыныстар компанияның сапа менеджменті жүйесін жандандырып қана қоймай, тұтынушылардың сенімін арттыруға, ішкі тәртіп пен жауапкершілікті күшейтуге тікелей әсер етеді.

[<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeRPwW-KwsBtFXTZPBKbM4modNue49rzR-MWnRTzdhhIDNjww/viewform?usp=sharing>].

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыс барысында машина жасау кәсіпорындарындағы сапаны бақылау жүйелерінің теориялық және практикалық аспектілері жан-жақты қарастырылып, отандық және шетелдік тәжірибелерге сүйене отырып, өндіріс сапасын арттыруға бағытталған ұсыныстар әзірленді. Зерттеу нәтижелері бұл салада сапаны бақылаудың маңыздылығы артып келе жатқанын, ал оны тиімді ұйымдастыру – кәсіпорынның бәсекеге қабілеттілігі мен тұтынушы сенімінің негізі екенін көрсетті.

Жұмыстың негізгі нәтижелері ретінде келесілерді атап өтуге болады:

- Сапаны бақылаудың дәстүрлі және заманауи әдістері (мысалы, компьютерлік көру, цифрлық егіздер, машиналық оқыту) салыстырмалы түрде талданып, олардың тиімділігі нақты мысалдармен дәлелденді.

- ISO 9001, Lean Manufacturing, Six Sigma сынды сапа менеджменті жүйелерінің ерекшеліктері мен артықшылықтары қарастырылып, оларды отандық өндірісте қолданудың тиімді жолдары ұсынылды.

- «Allur» компаниясының нақты тәжірибесі арқылы өндірістегі сапа ақауларының себептері мен тұтынушы шағымдарының сипаты талданып, сапаны арттыруға бағытталған нақты іс-шаралар ұсынылды.

Дипломдық зерттеу аясында алынған нәтижелер төмендегідей қорытындылар жасауға негіз болды:

- Қазіргі заманғы машина жасау кәсіпорындары үшін сапаны бақылау бұл тек техникалық процесс емес, стратегиялық маңызы бар басқару жүйесі.

- Автоматтандырылған және цифрлық бақылау жүйелерін енгізу сапа мәселелерін дер кезінде анықтап, өнімнің сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

- Кәсіпорындарда сапа мәдениетін қалыптастыру, кадрларды оқыту және халықаралық стандарттарды енгізу – ұзақмерзімді даму кепілі.

Зерттеу барысында ұсынылған шешімдер мен әдістемелер нақты өндірістік ортада қолдануға жарамды және машина жасау саласындағы өнім сапасын арттыруға ықпал етеді. Бұл жұмыс болашақ инженерлер мен сапа менеджменті саласындағы мамандар үшін әдістемелік құрал ретінде де қызмет атқара алады.

Алдағы уақытта зерттеуді кеңейту мақсатында жасанды интеллектке негізделген сапаны болжау жүйелерін тереңірек зерделеу, цифрлық трансформация стратегияларын өңірлік кәсіпорындарға бейімдеу және отандық өндірісте сапа инновацияларын ендіру бағытында ғылыми жұмыстар жүргізу ұсынылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Hamrol A., Gawlik J., Sładek J. Mechanical engineering in Industry 4.0 //Management and Production Engineering Review. – 2019. – Т. 10. – С. 14–28.
- 2 Rai R. et al. Machine learning in manufacturing and industry 4.0 applications //International Journal of Production Research. – 2021. – Т. 59. – №. 16. – С. 4773-4778.
- 3 Yang G. et al. Quality control: Internal defects formation mechanism of selective laser melting based on laser-powder-melt pool interaction: A review //Chinese Journal of Mechanical Engineering: Additive Manufacturing Frontiers. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 100037.
- 4 Midor K., Wilkowski G. Recertification of a Quality Management System based on ISO 9001-is it a must for a modern manufacturing company? //Production Engineering Archives. – 2021. – Т. 27.
- 5 Rahmanasari D., Sutopo W., Rohani J. M. Implementation of lean manufacturing process to reduce waste: a case study //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2021. – Т. 1096. – №. 1. – С. 012006.
- 6 Patel A. S., Patel K. M. Critical review of literature on Lean Six Sigma methodology //International Journal of Lean Six Sigma. – 2021. – Т. 12. – №. 3. – С. 627-674.
- 7 Ilasheva S., Beknazarov B. INCREASING THE COMPETITIVENESS OF THE MACHINE-BUILDING INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN //Industrial Technology and Engineering. – 2020. – №. 4. – С. 14-20.
- 8 Studer S. et al. Towards CRISP-ML (Q): a machine learning process model with quality assurance methodology //Machine learning and knowledge extraction. – 2021. – Т. 3. – №. 2. – С. 392-413.
- 9 Amantayeva A. et al. A systems engineering study of integration reverse vending machines into the waste management system of Kazakhstan //Journal of Material Cycles and Waste Management. – 2021. – Т. 23. – С. 872-884.
- 10 Du Plessis A., Yadroitsava I., Yadroitsev I. Effects of defects on mechanical properties in metal additive manufacturing: A review focusing on X-ray tomography insights //Materials & Design. – 2020. – Т. 187. – С. 108385.
- 11 Petrenko Y. et al. Energy efficiency of Kazakhstan enterprises: Unexpected findings //Energies. – 2020. – Т. 13. – №. 5. – С. 1055.
- 12 Schmitt J. et al. Predictive model-based quality inspection using Machine Learning and Edge Cloud Computing //Advanced engineering informatics. – 2020. – Т. 45. – С. 101101.
- 13 <https://2gis.kz/almaty/firm/70000001049695959/tab/reviews/review/144679074>

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті»
6B07501- «Өндірістік инженерия» білім беру бағдарламасының бойынша,
4 курс студенті Сәтбайқызы Айдананын
«Машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылау» тақырыбына
жазылған дипломдық жұмысына

СЫН ПІКІР

Тақырып өзектілігі. Қазіргі таңда машина жасау өнеркәсібі еліміздің индустриялық-инновациялық дамуының негізгі салаларының бірі болып табылады. Осы саладағы өнім сапасы өндірістің тиімділігіне, бәсекеге қабілеттілігіне және халықаралық нарықтағы орнына тікелей әсер етеді. Машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылау жүйесінің құрылуы мен жетілдірілуі – өнімнің сенімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ететін маңызды құрал.

Тақырып бойынша алға қойған мақсаттар. Сәтбайқызы Айдананын жұмыстағы басты мақсаты – машина жасау кәсіпорындарындағы сапаны бақылау жүйесінің құрылымын, жұмыс істеу механизмдерін зерттеу, ISO 9001 және басқа да халықаралық стандарттарға сәйкес сапа менеджменті жүйесін енгізу мен жетілдірудің жолдарын ұсыну. Қойылған мақсатқа жету үшін орындалған міндеттер: кәсіпорынның өндірістік құрылымына талдау жүргізу, сапаны бақылау әдістері мен сатылары сипатталған, өнім сапасын бақылау жүйесінің тиімділігі бағаланған, сапа стандарттарының талаптарына сәйкестік талданған.

Тақырыптың жаңалығы. Дипломдық жұмыста машина жасау кәсіпорындарындағы сапаны бақылаудың қазіргі әдістері мен оларды жетілдіру жолдары нақты кәсіпорын мысалында қарастырылған.

Тақырыптың практикалық маңызы. Жұмыста қарастырылған ұсыныстар мен талдаулар машина жасау кәсіпорындарында сапаны басқару жүйесін жетілдіруге септігін тигізе алады. Зерттеу нәтижелері өндірістік тәжірибеде қолдануға жарамды және нақты практикалық бағытталған.

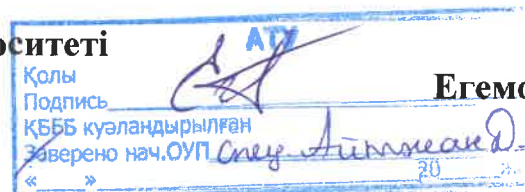
Жұмыстың көлемі. Дипломдық жұмыс компьютермен терілген, 44 беттен, жұмыс 6 кесте, 19 сурет, 3 қосымша, көркемделген. Қолданылған әдебиеттер саны – 13, олар дипломдық жұмыстың құндылығын арттырған.

Зерттеу жұмыстарының нәтижелерін талдау. Сәтбайқызы Айдана зерттеу міндеттерін толық орындаған, машина жасау саласына қатысты сапаны бақылау мәселелерін жан-жақты қарастырған. Теориялық және практикалық материалдар тиімді қолданылған, сараптамалық бөлім нақты кәсіпорын мысалында терең талданған.

Жоғарыда келтірілгендерге сүйене отырып, дипломдық жұмысты 98 баллға бағалап, оны Мемлекеттік аттестациялау комиссиясы алдында қорғауға ұсынылады деп есептеймін.



Пікір беруші,
Алматы технологиялық университеті
PhD, қауым. профессор



Егемова Ш.Б.

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті»
6B07501- «Өндірістік инженерия» білім беру бағдарламасының бойынша,
4 курс студенті Сәтбайқызы Айдананың
«Машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылау» тақырыбына
жазылған дипломдық жұмысына

ПІКІР

Сәтбайқызы Айдананың дипломдық жұмысында машина жасау кәсіпорындарындағы сапаны бақылау мәселелері жан-жақты қарастырылған. Жұмыста сапаны басқарудың теориялық негіздерімен қатар, ISO 9001, Lean Manufacturing, Six Sigma жүйелері мен Индустрия 4.0 талаптары кеңінен талданып, олардың өндірістегі тиімділігі нақты мысалдармен дәлелденген.

Дипломдық жұмыстың практикалық бөлігінде отандық кәсіпорын – «Allur» компаниясы негізінде тұтынушылар пікірлері мен өнім сапасына қатысты деректер талданып, нақты қорытындылар жасалған. LPMP жүйесі мен ішкі ақаулар арасындағы байланыс, CAD/CAM/CAE жүйелерінің интеграциясы мен цифрлық егіздердің жұмысы секілді заманауи құралдар визуалды материалдар арқылы көрнекі түрде ұсынылған.

Зерттеу барысында студент тек теориямен шектелмей, өндірістегі нақты проблемаларды талдап, сапаны арттыруға бағытталған ұсыныстарын дәлелді түрде көрсете білді. Сонымен қатар, жұмыс барысында тіршілік қауіпсіздігі және еңбекті қорғау мәселелері де қарастырылып, қазіргі еңбек нормалары мен техникалық қауіпсіздік талаптарына сай ұсыныстар берілген.

Жұмыс жоспарға, талапқа сай, 44 беттен, 6 кестеден және 19 суреттен, 13 әдебиетпен жүргізілген жұмыстары фотосуреттермен көркемделген. Дипломдық зерттеу стандарттау және сертификаттау мамандарды дайындау профиліне, берілетін біліктілік дәрежесіне лайықты. Сәтбайқызы Айдана алдағы уақытта тәжірбиесін бұдан ары қарай жақсартып, болашақта еліміздің тәжірбиелі де білікті маманы болатынына сенімді білдіремін.

Қорыта келгенде, студент Сәтбайқызы Айдана дипломдық жұмысы «Өндірістік инженерия» білім беру бағдарламасының бойынша дайындау профиліне, берілетін біліктілік дәрежесіне сай жазылған және Мемлекеттік аттестациялау комиссиясы алдында ашық қорғауға ұсынамын.

Пікір беруші, ғылыми жетекші,
Аға оқытушы



Турсынбаева.А.Е.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сәтбайқызы Айдана

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылау

Научный руководитель: Айнур Турсынбаева

Коэффициент Подобия 1: 0.6

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 0

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☐ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата



проверяющий эксперт

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Сәтбайқызы Айдана

Тақырыбы: Машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылау

Жетекшісі: Айнур Турсынбаева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 0.6

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0

Дәйексөз (35): 0.9

Әріптерді ауыстыру: 0

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☐ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні 25.06.25

Кафедра меңгерушісі ССМ



**Протокол приема работы Оператором Системы и подтверждения
идентичности письменной и электронной версий**

1. Автор: Сатбайқызы Айгана
2. Название: Машина жасау кәсіпорындарында сапаны бақылау
3. Координатор: Мурсаинбаева А.Е.
4. Оператор системы: Кенбай Ә.
5. Дата загрузки работы: 03.06.2025.
6. Подразделение: Стандартизация, Сертификация, Метрология
7. Тип документа: Дипломная работа
8. Результат проверки: _____
9. Количество страниц: 44
10. Номера страниц, назначенных для сравнения: _____

Работа в письменной версий идентична электронной версий

Кенбай Ә. Жел

Ф.И.О. Подпись Оператора Системы

Настоящий протокол был составлен в двух экземплярах,
предназначенных для:

- Автора выпускной работы
- Оператора Системы