

ТІГІН МАШИНАСЫН ЦИКЛОГРАММАСЫ МЕН МИКРОКАМЕРАЛАРДЫ ҚОЛДАНЫП ДИАГНОСТИКАЛАУ

Ж. УСЕНБЕКОВ*  , Р. МЫРЗАТАЙ 

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы,
050012, Алматы, Төле би көшесі, 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: zh.usenbekov@mail.ru*

Бұл ғылыми жұмыста түзу тігісті қайықты тігін машинасының негізгі жұмыс механизмдерінің фазалық өзара байланысын диагностикалау мәселелері қарастырылады. Зерттеу TYPICAL GC6150 тігін машинасы мысалында жүргізілген. Қазіргі жеңіл өнеркәсіп саласында тігін жабдықтары жоғары жылдамдықта және үздіксіз жұмыс істейтіндіктен, иенің, қайықтың, жіптартқыштың және материалды жылжыту механизмінің қозғалыстарының дәл фазалық сәйкестігі тігіс сапасы мен жабдықтың сенімділігін қамтамасыз етудің негізгі шарты болып табылады. Фазалық арақатынастардың бұзылуы тігістердің өткізіліп алынуына, жіптің үзілуіне, тігін операцияларының тұрақсыз орындалуына және механизмдердің жедел тозуына әкеледі. Жұмыста микрокамералар мен жұмыс циклі циклограммаларын бірлесіп қолдануға негізделген диагностикалау әдісі ұсынылған. Микрокамералар тігін машинасын толық бөлшектемей-ақ, қол жеткізуі қиын аймақтарда өтетін жылдам үрдістерді нақты уақыт режимінде және баяу түсіру арқылы бақылауға мүмкіндік береді. Алынған бейнематериалдар негізінде диагностикалық оқиғалардың фазалық және уақыттық параметрлері анықталып, эксперименттік циклограммалар құрылады. Ұсынылған әдіс ақауларды ерте кезеңде анықтауға, жабдықты реттеу мен жөндеу уақытын қысқартуға және өндірістік тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Жұмыстың практикалық маңыздылығы әзірленген әдісті тігін жабдығына техникалық қызмет көрсету жүйесінде, сондай-ақ жеңіл өнеркәсіптің оқу-ғылыми зертханаларында қолдану мүмкіндігімен айқындалады.

Негізгі сөздер: тігін машинасы, диагностика, микрокамера, циклограмма, фазалық арақатынастар, қайықты тігіс.

DIAGNOSTICS OF A SEWING MACHINE USING A CYCLOGRAM AND MICROCAMERAS

ZH. USENBEKOV*, R. MYRZATAI

(Almaty Technological University, Kazakhstan,
050012, Almaty, Tole bi street, 100)

Corresponding author's e-mail: zh.usenbekov@mail.ru*

This research paper focuses on the diagnostics of a lockstitch shuttle sewing machine using the TYPICAL GC6150 as a case study. In modern garment manufacturing, sewing machines operate at high speeds, which requires precise phase synchronization of the main working mechanisms, including the needle, shuttle, thread take-up lever, and fabric feeding mechanism. Any disturbance in phase relationships may result in stitch skipping, thread breakage, unstable seam formation, and accelerated wear of machine components, ultimately reducing productivity and operational reliability. The study proposes a diagnostic method based on the combined use of micro-video monitoring and the construction of working cycle cyclograms. Micro-cameras enable visual observation of fast dynamic processes occurring in hard-to-reach areas of the sewing machine without complete disassembly. Video recordings are analyzed frame by frame to identify key diagnostic events and determine their time and phase parameters relative to the angular position of the main shaft. Experimental cyclograms derived from the video data make it possible to detect deviations from standard operating conditions at an early stage. The proposed approach improves diagnostic accuracy, reduces maintenance and adjustment time, enhances machine reliability, and ensures stable sewing quality in industrial production environments.

Keywords: sewing machine, micro-camera, diagnostics, cyclogram, phase synchronization.

ДИАГНОСТИКА ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИКЛОГРАММЫ И МИКРОКАМЕР

Ж. УСЕНБЕКОВ*, Р. МЫРЗАТАЙ

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
050012, Алматы, улица Толе би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: zh.usenbekov@mail.ru*

В данной научной работе рассматриваются вопросы диагностики прямострочной челночной швейной машины на примере TYPICAL GC6150 с использованием анализа фазовых соотношений основных рабочих механизмов. В современных условиях швейного производства оборудование функционирует на высоких скоростях, что требует высокой точности синхронизации движений иглы, челнока, нитепритягивателя и механизма продвижения материала. Нарушение фазовых соотношений между указанными механизмами приводит к пропускам стежков, ухудшению качества строчки, обрывам нитей, а также к снижению надежности и ресурса работы швейной машины. В работе предложен метод диагностики, основанный на совместном применении микровидеонаблюдения и построении циклограмм рабочего цикла. Использование микрокамер позволяет осуществлять визуальный контроль быстропротекающих процессов в труднодоступных зонах машины без ее полной разборки. На основе видеозаписей фиксируются характерные диагностические события, определяется их временное положение и фазовые параметры относительно угла поворота главного вала. Построенные экспериментальные циклограммы позволяют выявлять отклонения от нормативных режимов работы на ранней стадии, повышать точность диагностики, сокращать время технического обслуживания и улучшать эксплуатационную надежность швейного оборудования.

Ключевые слова: швейная машина, микрокамера, диагностика, циклограмма, фазовые соотношения.

Kіріспе

Жеңіл өнеркәсіптің заманауи дамуы жоғары жылдамдықты автоматтандырылған тігін машиналарын кеңінен енгізумен қатар жүруде. Олардың сенімді жұмысы көп жағдайда машинаның негізгі жұмыс механизмдерінің — иненің, қайықтың, жіптартқыштың және материалды жылжыту механизмінің қозғалыстарын фазалық тұрғыдан дәл үйлестіруге байланысты [1–5].

Диагностиканың дәстүрлі әдістері — көзбен бақылау, тораптарды бөлшектеу және сынақтық іске қосу — көбіне еңбек сыйымдылығы жоғары болып, жасырын ақауларды және олардың пайда болу себептерін жедел анықтауға әрдайым мүмкіндік бермейді. Сонымен қатар, тігін жабдықтарын диагностикалаудың қолданыстағы әдістерінің басым бөлігі бұрыннан белгілі болған ақауларды анықтауға бағытталған, ал механизмдердің қозғалыс синхрондылығының бұзылуын ерте кезеңде диагностикалау мәселелері жеткілікті зерттелмеген [6–8]. Пайдалану барысында тігін машинасының негізгі механизмдерінің фазалық сәйкестігінің бұзылуы тігу технологиялық үрдісінің параметрлерінің ауытқуына және жабдықтың сенімділігінің төмендеуіне алып келеді.

Қазіргі заманғы диагностикалық техно-

логиялар машинаны толық бөлшектемей-ақ ақауларды жылдам әрі дәл анықтауға мүмкіндік береді, бұл реттеу мен жөндеу уақытын қысқартуға, жабдықты пайдалану коэффициентін және жалпы өндірістік тиімділікті арттыруға жағдай жасайды. Сандық талдауға, бейнетіркеуге және циклограммаларды қолдануға негізделген жаңа диагностикалық әдістер механизмдердің жұмысындағы ең аз ауытқуларды ақау пайда болмай тұрып анықтауға мүмкіндік береді, осылайша материалдық шығындарды азайтып, өнімнің бәсекеге қабілеттілігін арттырады.

Осы тұрғыдан алғанда, машинаның жұмыс құралдарының өзара әрекеттесу сәттерін тіркеу үшін микрокамераларды қолдану тігін жабдығын диагностикалаудың дәлдігі мен тиімділігін айтарлықтай арттырады. Микрокамералар — диаметрі шағын, жарықтандырумен және кескінді компьютер экранына беру мүмкіндігімен жабдықталған ықшам бейнеқұрылғылар. Олардың шағын өлшемдері тігін машинасын толық бөлшектемей-ақ, қол жеткізу қиын аймақтарда бақылау жүргізуге мүмкіндік береді.

Микрокамералар мен циклограммны бірлесіп қолдану диагностиканың ақпараттылығын арттырады, себебі байқаулық (визуалды) деректер уақыттық және фазалық тал-

даумен толықтырылады. Бұл тігін машинасының жұмыс істеуін кешенді түрде бағалауға, оның сенімділігін арттыруға және тігін операцияларының тұрақты сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Жұмыс циклі циклограммалары мен бейнебақылауды диагностикалау әдісі ретінде қолдану бір цикл шегінде жұмыс механизмдерінің уақыттық және фазалық параметрлерін формалданған түрде көрсетуге және нормативтік режимдерден ауытқуларды анықтауға мүмкіндік береді. Осыған байланысты микрокамераларды пайдалана отырып тігін машиналарын диагностикалау кезінде эксперименттік циклограммаларды әзірлеу және құру өзекті ғылыми-техникалық міндет болып табылады.

Зерттеу нысаны — түзу тігісті қайықты тігін машинасы (TYPICAL GC6150 тігін машинасы мысалында).

Зерттеу пәні — тігін машинасының ақауларын диагностикалау, оның ішінде механизмдердің фазалық арақатынастарын.

Жұмыстың мақсаты — микробейнебақылау және циклограммаларды талдау негізінде диагностикалаудың әдісін әзірлеу.

Зерттеу мәселелері:

- TYPICAL GC6150 тігін машинасы негізінде эксперименттік қондырғыны әзірлеу;
- механизмдердің фазалық арақатынастарын формалдандыру;
- жұмыс циклі бойынша эксперименттік циклограммаларды құру;
- ақаулардың диагностикалық белгілерін анықтау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Тігін машинасының кинематикалық құрылымы ине, қайық, жіптартқыш және материалды тасымалдау механизмдерінің қозғалыстарының күрделі фазалық тәуелділігімен сипатталады, оның бұзылуы тігіс сапасының төмендеуіне және жабдық сенімділігінің азаюына әкеледі. [9-10].

Зерттеу нысаны ретінде TYPICAL GC6150 түзу тігісті тігін машинасы пайдаланылды. Диагностика әдісі тігін машинасының қозғалмалы тораптарын (ине, қайық, материал беру төрткілдеші, жіптартқыш және т.б.) нақты уақыт режимінде және баяу түсіру режимінде визуалды бақылау үшін микрокамераларды қолдануға негізделген және келесі мақсаттарды көздейді: [11-13].

- фазалық арақатынастардың бұзылуын анықтау;
- механизмдер қозғалысының траекториясы мен синхрондылығын талдау;

- машинаның жұмыс циклі бойынша циклограмма құру.

Жылдам өтетін үрдістерді тіркеу үшін түсіру жиілігі секундына 240 кадрға дейінгі микрокамералар қолданылды [14-17]. Камера келесі параметрлерді визуалды бақылауды қамтамасыз етті:

- иненің қайық тұмсығына қатысты орналасуын;
- жоғарғы жіп ілмегін іліп алу сәтін;
- қайық қозғалысының траекториясын;
- материал беру механизмінің жұмыс синхрондылығын.

Алынған бейнежазба кадрлап қарау режимінде талданды.

Циклограммаларды тігін машиналарын диагностикалау кезінде қолдану жұмыс механизмдерінің өзара әрекеттесуін бағалау дәлдігін арттыру қажеттілігімен байланысты. Циклограмма бір жұмыс циклі шегінде механизмдердің уақыттық және фазалық параметрлерін формалданған түрде көрсетіп, бөлшектердің тозуынан және реттеулердің бұзылуынан туындайтын нормативтік режимдерден ауытқуларды анықтауға мүмкіндік береді. Циклограмма тігін машинасының механизмдерінің бір басты білік айналымындағы қозғалыстар реттілігі мен уақыттық синхрондылығын бейнелейді және келесі мүмкіндіктерді береді:

- ине, қайық және материал тасымалдағыш жұмысының үйлесімділігін талдау;
- тігіс өткізіп алу мен жіп үзілуіне әкелетін фазалық және уақыттық ауытқуларды анықтау;
- машинаның нақты жұмысын эталондық режиммен салыстыру;
- жабдықтың жұмыс режимдерін оңтайландыру.

Жұмыс циклі басты біліктің бұрылу бұрышы φ арқылы параметрленеді, $\varphi \in [0; 2\pi]$ аралығында қабылданады. Фазаның нөлдік нүктесі ретінде иненің жоғарғы өлі нүктесі алынады. Бір цикл шегінде басты біліктің бұрыштық жылдамдығы тұрақты деп есептеледі.

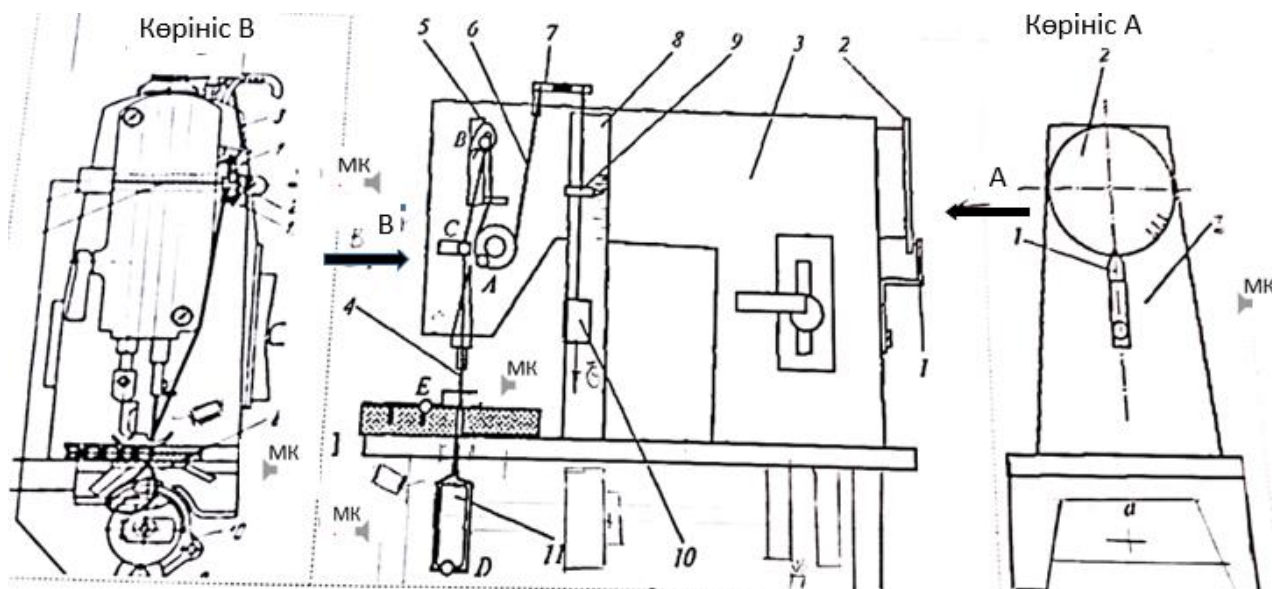
Негізгі диагностикалық оқиғаларға иненің төменгі өлі нүктеге жетуі, жіп ілмегінің түзілуінің басталуы, қайық тұмсығының ине жібінің ілмегін ілуі (қармауы), ілмекті қайытың іліп (ұстап) алу сәті, сондай-ақ материалды жылжытудың басталуы мен аяқталуы жатады.

Эксперименттік циклограмма келесі алгоритм бойынша құрылды:

1. микрокамерамен машинаның жұмысын бейнетіркеу;

2. бейнежазбаны басты біліктің қалпымен синхрондау;
3. диагностикалық оқиғалар сәттерін бейнекадрлар бойынша белгілеу;
4. әрбір оқиғаға ϕ бұрышының мәнін сәйкестендіру;
5. жұмыс циклі циклограммасын құру.

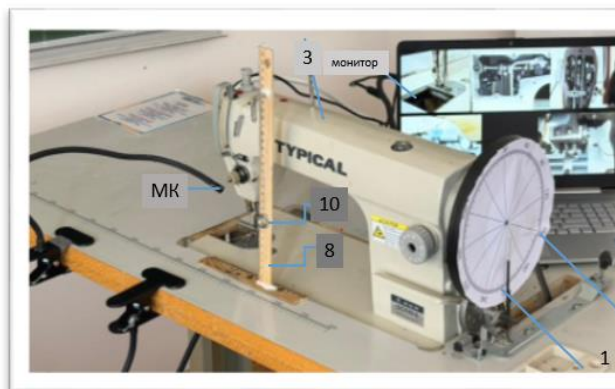
Бейнетіркеу арқылы тігін машинасын диагностикалау үшін арнайы құрылғы тағайындалынды (Сурет 1). Құрылғы жұмыс құралдарды микрокамералармен бақылаумен қатар циклдік диаграммаларды тұрғызуға мүмкіндік береді



Сурет 1. Тігін машинасының циклдік диаграмма тұрғызуға арналған құрылымның сұлбасы (1 – нұсқама, 2 – тегерік, 3 – машинаның бастиегі, 4 – ине, 5 – жіптартқыш, 6 – ине жібі, 7 – жіпбағыттағыш, 8 – межелік сызғыш, 9 – нұсқама, 10 – жүк, 11 – қайық), МК- микрокамералар.

Қондырғының сырт бейнесі (а) және микрокамералардың бақылау аймақтарын

түсірілген бейнелердің монитор экранындағы көріністері (б) 2- суретте келтірілген.



а



б

Сурет 2. Қондырғының сырт бейнесі (а) және микрокамералардың көрсету бейнелері (б).

Қондырғыда микрокамералар машинаның бақыланатын қажетті аймақтарда орынжайда реттелініп орнатылады. Микрокамералар машинаның үстеліне қысқыштармен бекітіліп бақылау аймағына икемді сыммен

майыстырылып апарылады.

Бақылау аймақтары ретінде және қандай үрдістер бейнебақылауға түсірілінетіні келесілер болады (Кесте1.):

Кесте 1. Микрокамералардың бақылау аймақтары.

к/с	Бақылау аймағы	Үрдіс нышаны
1	Ине – қайық	Жоғарғы жіп ілмегін қармау сәтін бақылау
2	Қайық механизмі	қайықтың айналуын талдау
3	Жіптартқыш	Жіптің тартылуын және қозғалыс фазаларын бақылау
4	Материалды жылжыту аймағы	Иненің тесу сәтімен материалдың ілгерілеуінің синхрондылығын
5	Тісті берілістерді	Айналмалы қозғалысты беру, тісті дөңгелектердің майлану сапасын

Құралдардың циклдық қозғалыстарын тіркеудің ең қарапайым тәсілі, ол градустеп бөлінген тегерек қолдану [1]. Машинаның басты білігіндегі тегеріне 360^0 градуса межленген дөңгелек тегерік 2 бекітіледі. Градуска бөлу бағамы 1^0 -ге тең, бұлай белгілеуде диск 360 бөлікке бөлінеді. Осы дөңгелектегі белгілеулермен басты біліктің айналу бұрышы ϕ анықталынады. Дөңгелектегі градустық белгілерді көрсететін, машина бастиегіне қозғалмайтындай бекітілген нұқсама 9 бекітіледі. Тегерікті білікпен бірге қолмен айналдырғанда, нұқсама 9 тегеріктен 2 қанша градусқа бұрылғанын анықтауға мүмкіндік береді. Бақылау нысанының басты біліктің қай бұрышында қозғалысын бастап, қайсысында аяқталатынын белгілеуге мүмкіндік береді. Барлық бақыланатын құралдар үшін есептеудің бастапқы нүктесі 0^0 ретінде иненің ең жоғарғы орынжайы қарастырылады. Тегерік 2 және нұқсама 9 бірбіріне дәлденулері қажет. Бұл дәлдемені құруда $\phi=0^0$ иненің ең жоғарғы орынжайында орна-

ласуына сәйкес келуі тиісті. Басты білікпен бірге тегерікті қолмен айналдырылған кезде нұқса-мамен біліктің айналу бұрыштарын ϕ -ді бақылау арқылы анықтау қажет. Ол үшін машинада сабақталған жіптің екінші ұшына жүк 10 байланып, бағыттаушы 7 арқылы өткізілген жіп 6 тармағын керіп тұрады. Жіптің инешаншымға кеткен шығынын межелік сызықтан 8, жіпке бекітілген нұқсаманың 9 көмегімен бақыланады. Осылай айналдыру кезінде жұмыс құралының орналасу жағдайларын микрокамералардың (мк) көмегімен бақылай отырып, орналасуларына сәйес бұрыштардың, ине жібінің шығынының ұзындықтарын нұқсамалардың 1 және 9 көрсетулеріне сәйкес анықталынады. Бұл зерттеліп отырған жұмыс құралының басты біліктің бұрышына сәйкес қай бұрышта қозғалысы басталып, қандайында аяқталатыны белгіленеді. Осы белгіленген бұрыштар арқылы циклограмма тұрғызылып машинаның ақаулары анықталынады.



Сурет 3. TYPICAL GC6150 тігін машинасының жұмыс құралдарының өзара қатынастарын көрсететін циклдік диаграмма.

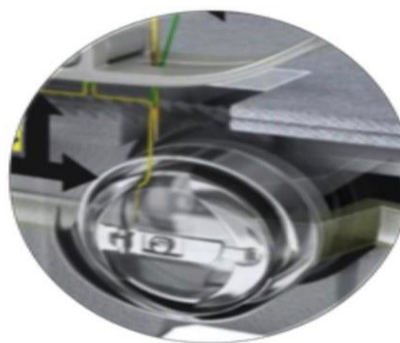
Эксперименталды циклограмма тұрғызу үшін бейнебақылау жүргізгенде келесі жағдайлар орын алып, машинаға баптау жұмыстары орындалды:

1) қайықтың тұмсығы иненің жанынан ерте өтіп, инежібінің ілмек-салпыншағын қармау болмай қалады. Қайықтың білікке

бекітілу реттелді және ине мен қайық тұмсығының арасындағы саңлау өзгертілді. Бақылау бейнекамерамен жүргізілді (Сурет 4). Қайық тұмсығының 10-20° ерте немесе 10-15° кеш келгенінде, ине қайық тұрқына тиіп, мұқалды, майысты, жүргізілген реттеу бұл ақауды жоюға мүмкіндік берді;



а) Иненің ең жоғарғы орынжайының бейнекадры



б) Қайықтың ине жібін қармау сәтінің бейнекадры

Сурет 4. Машинаның кейбір жұмыс құралдарының орынжайын сипаттайтын бейне кадрлар.

2) материалдың жылжытылуы иненің материалға кігенінде аяқталуы реттеу арқылы қамтамасыз етілді. ;

3) материалды жылжытудың басталуы ерте болған жағдай да кездесті бұныда бейнекамерамен бақылай отырып теттелінді.

Соныменен, машинаның циклограммасы жеке механизмдердің жұмысындағы сәйкессіздікті байқауға мүмкіндік берді және реттеулер арқылы машинаның жұмысын қалыпты жағдайға жеткізуге мүмкіндік берді

Ақаудың диагностикалық белгісі — оқиғаның нормативтік мәннен фазалық ауытқуы [11, 12, 13]:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{нақты}} - \varphi_{\text{норм.}}$$

Рұқсат етілген фазалық ауытқулардың асып кетуі тігістің тұрақсыз қалыптасуына және тігіс өткізіп алуға әкеледі.

Тігін машинасының жұмыс циклі басты біліктің бір толық айналымына сәйкес келеді:

$$\varphi \in [0; 360^\circ]$$

Кез келген механизмнің орны келесі функциямен сипатталады:

$$S_i = f_i(\varphi)$$

мұндағы S_i — i -механизмнің сызықтық немесе бұрыштық орын ауыстыруы, φ — басты біліктің бұрылу бұрышы.

Иненің орын ауыстыруы гармониялық заңмен сипатталады:

$$S_i = \frac{H}{2}(1 - \cos\varphi),$$

мұндағы H — иненің жүрісі мөлшері.

Иненің қозғалу жылдамдығы:

$$v_{\text{иг}} = \frac{dS_{\text{иг}}}{dt} = \frac{H}{2} \omega \sin \varphi,$$

мұндағы ω — басты біліктің бұрыштық жылдамдығы.

Жұмыс циклінің негізгі сәті — жоғарғы жіп ілмегінің челнок тұмсығымен ұстап алынуы. Сенімді ұстап алу шарты келесі фазалық аралықпен анықталады:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\kappa} - \varphi_i \in [\varphi_{\min}; \varphi_{\max}],$$

мұндағы φ_{κ} — қайықтың бұрыштық қалпы, φ_i — ілмек түзілуінің басталу бұрышы, $\Delta\varphi$ — фазалық ығысу.

ТҮРІКАЛ GC6150 машинасы үшін рұқсат етілген фазалық ауытқу [14] бойынша:

$$|\Delta\varphi| \leq 5^\circ.$$

Бейне деректер негізінде сипаттамалық нүктелер координаттарының (x_i , y_i , t_i) массиві қалыптастырылады, ол басты біліктің бұрылу бұрышына тәуелділікке түрлендіріледі:

$$\varphi_i = \omega \cdot t_i.$$

Бұл эксперименттік циклограмманы құруға мүмкіндік береді:

$$S_i^{\text{эк}} = f_i(\varphi).$$

Тігін машиналарының жұмысының сапасы жіпберу диаграммасы сипаттайды. Машинаны техникалық талапқа сай баптағаннан соң жіпберу диаграммасы қондырғының көмегімен тұрғызылды (Сурет 5).



Сурет 5. Жіпберу диаграммасы

Тұрғызылған жіпберу диаграммасы машинаның жұмысының сапалылығын көрсетеді, ол теориялық диаграммамен [2] сәйкес.

Сонымен, бейне деректер негізінде құрылған циклограммалар қайықтың келу бұрышы 10–12°-қа бұзылған кезде келесі ақаулардың байқалатынын көрсетті:

- тігістердің өткізіліп алынуы;
- жіптің тартылуының тұрақсыздығы;
- ине мен қайықтың тозуының артуы.

TYPICAL GC6150 қайықты тігіс машинасы үшін келесі нормативтік параметрлер анықталды (Кесте 2):

Кесте 2. TYPICAL GC6150 машинасының нормативті параметрлері.

Параметр	Нормативтік мәні
Ілмекті ұстау кезіндегі иненің тменгі өлі нүктесінен көтерілуі	1,8–2,2 мм
Ілмекті қайықтың ілу бұрышы	205–215°
Ине мен қайық тұмсығы арасындағы саңылау	0,05–0,1 мм
Материалды ілгерілетудің басталуы	250–270°

Қорытынды

Микрокамераларды қолдану дәстүрлі реттеу әдістерімен мүмкін емес нормативтік және нақты циклограммалардың айырмашылығын визуалды түрде тіркеуге мүмкіндік берді. Циклограммаларды пайдалану механизмдер жұмысының үйлесімділігін сандық тұрғыдан бағалауға және ақауларды пайдаланудың ерте кезеңінде анықтауға жағдай жасайды.

Микрокамералар мен циклограммаларды қолдана отырып диагностикалаудың негізгі артықшылықтары:

- механизмдерді реттеу дәлдігінің артуы;
- диагностикалау уақытының қысқаруы;

- нәтижелерді құжаттау мүмкіндігі;
- әсіресе оқу процесінде жоғары көрнекілік.

Зерттеу барысында микробейнебақылау мен жұмыс циклі циклограммаларын бірлесіп қолдануға негізделген қайықты тігіс тігін машиналарын диагностикалау әдісі әзірленіп, эксперименттік түрде негізделді. Ұсынылған тәсіл тігін машинасының негізгі механизмдері арасындағы фазалық арақатынастарды формалданған түрде сипаттауға және олардың нормативтік жұмыс режимдерінен ауытқуларын анықтауға мүмкіндік беретіні көрсетілді.

Жоғары түсіру жиілігі бар микрокамера-

ларды қолдану машинаны толық бөлшектемей-ақ, жұмыс механизмдерінің өзара әрекеттесуінің жылдам өтетін үрдістердің егжей-тегжейлі визуализациялауды қамтамасыз ететіні анықталды. Эксперименттік циклограммаларды құру диагностикалық оқиғалардың фазалық ауытқуларын сандық бағалауға және оларды ақаулардың тұрақты белгілері ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Алынған нәтижелер дәстүрлі диагностикалау әдістерімен салыстырғанда бейнециклограммалық талдаудың жоғары ақпараттылығын дәлелдейді және ұсынылған әдісті тігін жабдығына техникалық қызмет көрсету тәжірибесіне және оқу үрдісіне енгізуге ұсынуға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ж. Усенбеков, Н.Ж. Сеитова Тігін өнеркәсібінің технологиялық жабдықтары: оқу құралы. – Алматы: Дарын, 2023. – 349 б.
2. А.С. Ермаков Оборудование швейных предприятий: учеб. пособие. – М.: ИППО; ПрофОбрИздат, 2002. – 432 с.
3. J. Smith Machine Diagnostics and Monitoring. – Cham: Springer, 2020.
4. T. Brown Mechatronic Systems Analysis. – Oxford: Elsevier, 2019.
5. Y. Wang High-speed video diagnostics of machinery // IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2021.
6. S. Kim Motion analysis of sewing machines // Journal of Textile Engineering. – 2020.
7. J. Park Cyclogram-based diagnostics of mechanical systems // Mechatronics. – 2019.
8. H. Müller Industrial Sewing Technology. – Berlin: Springer, 2018.
9. K. Lee Smart maintenance systems for industrial equipment // Sensors. – 2020.
10. L. Zhang Visual fault detection using high-speed cameras // Sensors. – 2021.
11. В.П. Иванов Техническое обслуживание и ремонт швейных машин. – М., 2018.
12. Н.А. Кузнецова Диагностика неисправностей швейного оборудования. – М., 2020.
13. JUKI Corporation. DDL-8700 Instruction Manual.
14. Typical Sewing Machine Co. GC6150 Technical Documentation.

15. J. Hu Structure and Mechanics of Woven Fabrics. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2004.

16. B. Saville Physical Testing of Textiles. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2008.

17. G. Havenith Personal factors in thermal comfort assessment // Energy and Buildings. – 2002.

REFERENCES

1. Zh. Usenbekov, N.Zh. Seitova Tigin Onerkasibinin tehnologiyalyq zhabdyqtary: oqu quraly [Technological Equipment of the Garment Industry: Study Guide]. Almaty: Daryn, 2023. 349 p. (in Kazakh).
2. A.S. Ermakov Oborudovanie shveinykh predpriyati: uchebnoe posobie [Equipment of Sewing Enterprises: Study Guide]. Moscow: IRPO; Prof-Obrlzdad, 2002. 432 p. (in Russian).
3. J. Smith Machine Diagnostics and Monitoring. Cham: Springer, 2020.
4. T. Brown Mechatronic Systems Analysis. Oxford: Elsevier, 2019.
5. Y. Wang High-speed video diagnostics of machinery // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2021.
6. S. Kim Motion analysis of sewing machines // Journal of Textile Engineering. 2020.
7. J. Park Cyclogram-based diagnostics of mechanical systems // Mechatronics. 2019.
8. H. Muller Industrial Sewing Technology. Berlin: Springer, 2018.
9. K. Lee Smart maintenance systems for industrial equipment // Sensors. 2020.
10. L. Zhang Visual fault detection using high-speed cameras // Sensors. 2021.
11. V.P. Ivanov Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont shveinykh mashin [Maintenance and Repair of Sewing Machines]. Moscow, 2018. (in Russian).
12. N.A. Kuznetsova Diagnostika neispravnostei shveinogo oborudovaniya [Diagnostics of Sewing Equipment Faults]. Moscow, 2020. (in Russian).
13. JUKI Corporation. DDL-8700 Instruction Manual. Japan, n.d.
14. Typical Sewing Machine Co. GC6150 Technical Documentation. China, n.d.
15. J. Hu Structure and Mechanics of Woven Fabrics. Cambridge: Woodhead Publishing, 2004.
16. B. Saville Physical Testing of Textiles. Cambridge: Woodhead Publishing, 2008.
17. G. Havenith Personal factors in thermal comfort assessment // Energy and Buildings. 2002.