

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Энергетика және Машина жасау институты

Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы

Ерболатұлы Ерасыл

Тақырыбы: “ Табақты илемдеу орнағы жобасының жұмыстық қapasының
негізгі жетегін жаңғырту (модернизациялау) ”

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

6B07115 – Технологиялық машиналар және жабдықтар

Алматы 2025

Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы

« 10 » 06 2025ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Энергетика және Машина жасау институты

Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы



БЕКІТЕМІН

кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.,

Б.З. Калиев

«24» 2025 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: *Ерболатұлы Ерасыл*

Тақырыбы: «Табақты илемдеу орнағы жобасының жұмыстық қапасының негізгі жетегін жаңғырту (модернизациялау)»

Университет Ректорының 2025 жылғы "29" қаңтар № 26-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2025 жылғы "12" мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Ыстықтай илемдеу әдісін қолдану, илемдеу орнағы 2000, патенттік шолу

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Негізгі бөлім: Илемдеу орнақтарына және құрылысына жалпы шолу

б) Арнайы бөлім: Табақты илемдеу орнағының жұмыстық қапасының негізгі жетегінің габаритін төмендетуге және жүккүтергіштігінің өзгермеуі негізінде жаңғыртуға ұсыныс.

в) Есептеу бөлімі: Электр қозғалтқыш қуаты, электрқозғалтқыштың білігіндегі моментті, беріліс механизмдегі үйкеліс моментін есептеу.

Сызба материалдар тізімі (5 парақ сызба көрсетілген)

1. Жетектің жалпы көрінісі; 2. Жетек білігінің сызбасы; 3. Мойынтіректің сызбасы; 4. Табақты илемдеу орнағының бас линиясының жалпы көрінісі

Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атаудан тұрады.

Дипломдық жобаны даярлау

КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
1. Негізгі бөлім	22.02.2025	
2. Арнайы бөлім	30.03.2025	
3. Патенттік бөлім	10.04.2025	
4. Есептік бөлім	15.04.2025	
5. Экономикалық бөлім	30.04.2025	
6. Еңбекті қорғау бөлімі	10.05.2025	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Дипломдық жұмыс бөлімдері	Елемесов Қ.К. Техникалық ғылымдар кандидаты, профессор	11.06.25	
Қалып бақылаушы	Сарыбаев Е.Е. PhD, Аға оқытушы	11.06.25	

Ғылыми жетекшісі  / Елемесов Қ.К./

Тапсырманы орындауға білім алушы  /Ерболатұлы Е/

Күні « 10 » 06 - 2025 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жобада илемдеу өндірісіндегі табақты илемдеу орнағының жұмыстық қапасының негізгі жетегін жаңғырту жүйесін жаңғырту мәселесі қарастырылды. Жоба негізінде патентте сипатталған техникалық шешімдер қолданылды. Негізгі мақсат – жетек жүйесінің құрылымын ықшамдап, жүктеме көтергіштігін арттыру және өндірістік тиімділікті жақсарту. Техникалық бөлімде жетек жүйесінің коаксиалды төмен жылдамдықты біліктері мен дифференциалды беріліс механизмі негізінде кинематикалық сұлбасы ұсынылып, қозғалтқыш қуаты, тісті беріліс параметрлері, вал диаметрлері мен жалпы беріліс қатынасы есептелді. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде жобаланған жетек жүйесі конструкциялық және экономикалық тұрғыдан тиімді екені дәлелденді.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассмотрен вопрос модернизации системы основного привода рабочей клетки листопрокатного стана в прокатном производстве. В основе проекта использованы технические решения, описанные в патенте. Основная цель — упростить конструкцию приводной системы, увеличить её грузоподъёмность и повысить производственную эффективность. В технической части предложена кинематическая схема на основе коаксиальных тихоходных валов и дифференциального механизма передачи. Были рассчитаны мощность двигателя, параметры зубчатой передачи, диаметры валов и общее передаточное отношение. По результатам проведённых исследований доказано, что разработанная приводная система является конструктивно и экономически эффективной.

ANNOTATION

This thesis project addresses the modernization of the main drive system of the working stand of a sheet rolling mill in the rolling production process. The project is based on technical solutions described in a patent. The main goal is to simplify the design of the drive system, increase its load-bearing capacity, and improve production efficiency. In the technical section, a kinematic diagram based on coaxial low-speed shafts and a differential gear mechanism is proposed. The motor power, gear parameters, shaft diameters, and overall gear ratio were calculated. The results of the conducted research demonstrate that the designed drive system is effective both structurally and economically.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1.1 Табақты илемдеу машиналары туралы жалпы мәлімет	9
1.2 Прокат станогының жетек сызбасы	12
1.3 Илемдеу қондырғыларының жіктелуі	13
1.4 Табақты орнақ 2000	14
2 Арнайы бөлім	18
3 Есептік бөлім	22
4 Еңбекті қорғау және қауіпсіздік ережелері	25
4.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар	25
5 Экономикалық бөлім	27
5.1 Капиталдық шығындар	27
5.2 Салыстырмалы талдау: жаңа жүйе мен дәстүрлі жетек арасындағы айырмашылық	31
Қорытынды	32
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	33

КІРІСПЕ

Қазіргі заманғы металлургия өнеркәсібінде өндірістің тиімділігін арттыру мен энергия үнемдеуді қамтамасыз ету – басты басымдықтардың бірі болып табылады. Бұл талаптар, әсіресе, энергияны көп қажет ететін технологиялық процестердің бірі – ыстықтай листопрокаттық стандартының жұмысында ерекше өзекті. Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, стан жетектерін жаңғырту арқылы өндірістің энергетикалық тиімділігін едәуір арттыруға және өнім сапасын жақсартуға болады.

Табақты илемдеу орнағы 2000 – кең жолақты ыстықтай прокаттауға арналған ірі әрі жоғары өнімді агрегат. Мысал ретінде ПАО «Северсталь» компаниясының Череповец металлургия комбинатындағы «Стан 2000» келтіруге болады. Бұл стан жылына 6 миллион тоннадан астам өнім шығарып, Ресейдегі ең қуатты агрегаттардың бірі саналады. Оның құрамында жеті төрт валды («QUARTO») жұмыс клеттері орналасқан және олардың әрқайсысы гидронажимдік құрылғылармен, қарсы иілу жүйелерімен жабдықталған.

Дегенмен, мұндай қуатты агрегаттарда қолданылатын жетектер ескіруі мүмкін немесе заманауи энергия тиімділігі талаптарына сәйкес келмей жатады. Осыған байланысты, жұмыс клеттерінің жетегін жаңғырту, атап айтқанда, заманауи жиілік түрлендіргіштерімен (ЧРП), жоғары тиімділік класындағы қозғалтқыштармен және сандық басқару жүйелерімен жабдықтау, өндіріс тиімділігін арттырудың маңызды жолы болып табылады.

Зерттеу барысында отандық және шетелдік әдебиеттерге, әдістемелік нұсқаулықтарға, нақты өнеркәсіптік жобаларға (мысалы, Primetals, ABB, SMS Group компанияларының кейстеріне) сүйене отырып, прокаттық стан жетегін жаңғырту бойынша техникалық шешімдер талданды. Сонымен қатар, қуат пен крутящий момент есептеулеріне арналған классикалық және заманауи әдістемелер пайдаланылды.

Илемдеу орнағының жетек жүйесі — жұмыс біліктеріне айналдыру моментін беретін, бүкіл прокат процесінің сенімді және тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ететін негізгі элементтердің бірі. Қазіргі кезде қолданылып жүрген жетек жүйелері қозғалтқыштардан, жоғары және төмен айналымды біліктерден, тісті берілістер мен тарату механизмдерінен тұрады. Алайда, мұндай жетек жүйелері көбінесе күрделі құрылымымен, үлкен габариттерімен және шектеулі жүктеме көтеру қабілетімен ерекшеленеді. Осы мәселелерді шешу үшін жетек құрылымын жетілдіру қажеттілігі туындайды.

Зерттелген патенттік шешімдер көрсеткендей, қазіргі қолданылып жүрген конструкциялар жоғары габаритке ие (мысалы, RU 327734, RU 1315058), бұл оларды ықшамдау қажеттілігін тудырады. Бұрынғы жүйелерде төмен айналымды біліктердің ішкі қуыс конструкциясы подшипниктердің ішкі жағында орналасқан және бұл жүктеменің тең бөлінбеуіне, осьтің иілуіне және тісті берілістегі кернеудің артуына алып келеді.

1 Негізгі бөлім

1.1 Табақты илемдеу машиналары туралы жалпы мәлімет

Табақты илемдеу машиналары – бұл метал табақтарды иіп, прокаттайтын біліктерден тұратын құрылғылар. Кейбір машиналар үш біліктен, ал заманауи түрлері төрт біліктен тұрады. Бұл машиналар электрлік немесе гидравликалық қозғалтқыштармен іске қосылады. Біліктердің арасына салынған метал табақ біліктердің қозғалысы кезінде иіледі.

Өткенде метал табақтарды қалыпқа келтіру өте күрделі процесс болатын. Жұмысшылар қолмен күш жұмсауға мәжбүр еді, бұл жұмыстың дәлдігіне кері әсерін тигізетін. Алайда қазіргі вальцовкалық станоктар тиімді жұмыс істеп, өте дәл иілімдер жасауға қабілетті. Бұл машиналар ауыр жағдайларда жұмыс істейтін арнайы біліктерден тұрады.

Білік түріне байланысты бұл машиналардың бірнеше түрлері бар. Дегенмен, олардың жұмыс істеу принципі бірдей. Пластина прокаттайтын станоктар қарапайым механизмдермен жабдықталған. Ең қарапайым станоктарда екі білік болса, жетілдірілген станоктарда үш, төрт, тіпті бес білік болуы мүмкін.

Бұл біліктер реттеледі және олардың арасына метал пластиналар салынады. Сізге, бәлкім, осы пластинаның біліктердің арасына қалай орналасатыны қызық шығар. Дұрыс па? Бұл метал табақ жоғарғы және төменгі (орталықтағы) біліктердің арасына салынады. Төменгі біліктер жоғары қарай қозғалып, метал табақты қысады.

Есіңізде болсын, бұл машиналар гидравликалық та, электрлік те бола алады. Қуат көзі қосылған кезде машинаның біліктері айнала бастайды. Олар айналған сайын арасындағы табақты иіп, метал пластинаны доға тәрізді қалыпқа келтіреді. Білік қажетті пішінге жеткенше тоқтамайды.

Заманауи прокат станоктары сандық бағдарламалық басқару (ЧПУ) негізінде жұмыс істейді. Бұл олардың қолмен басқарылатын түрлерге қарағанда анағұрлым дәл және ұқыпты екенін білдіреді. Сізге тек бастапқы нұсқаулар мен үлгілерді кодталған түрде компьютерге беру жеткілікті. Машина жұмыс барысында осы компьютерлік нұсқауларды орындайды. Нәтижесінде, олар 100% дәл иілімдер мен доғалар жасайды.

Табақты илемдеу орнағының құрамдас бөліктері

Алдыңғы бөлімде мен метал табақтарды прокаттайтын негізгі жұмыс станоктары туралы айттым. Алайда, сіз осы машиналардың негізгі құрамдас бөліктерімен де таныс болуыңыз керек деп ойлаймын. Оларды түсіну – бұл станоктардың жұмыс принципін жақсырақ ұғынуға көмектеседі. Енді осы машиналардың ең маңызды элементтерін талқылайық.

Плиталарға орнатылған екі массивті болат құйылған төсектерден жасалған илектеу диірменінің торы, олар іргетасқа якорь болттарымен бекітіледі.

Роликке әсер ететін роликті теңестіру құрылғысындағы барлық илектеу күші мен көлденең керілу, инерциялық әсер және тепе-теңдік күші жылжымалы

құраммен қабылданады. Кернеуден кейін прокат диірменінің торының деформациясы прокат бөлігінің өлшемдік дәлдігіне тікелей әсер етеді, сондықтан прокат диірменінің торында жеткілікті беріктік пен қаттылық болуы керек, ал құрылым бөлшектеуге және сақиналы роликтерге қарай жылжиды.

Илемдеу орнағының негізгі жұмыс органы жұмыс қапасында орналасқан мойынтіректерде айналатын пішінбіліктер. Пішінбіліктерді айналдыру электрқозғалтқыштан аралық беріліс механизмдері мен құрылғылары арқылы жүзеге асырылады.

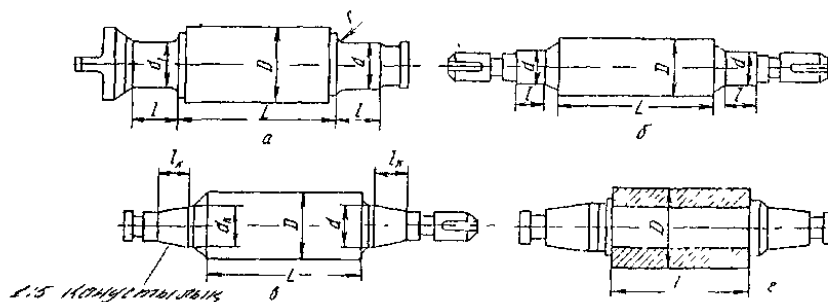
Пішінбіліктерді айналдыруға арналған және металдың пластикалық деформациялануы(жансау) кезінде пайда болатын күштер мен бұраушы моменттерді өзіне қабылдайтын жабдықтар қапастың жұмыс тізбегін құрайды. Пішінбіліктер — табақты илемдеу станоктарының ең маңызды бөлшектері. Олар жалпақ метал табактарды иіп, пішін береді. Бір станокта бірнеше білік бір мезгілде жұмыс істей алады. Біліктер саны неғұрлым көп болса, станок күрделірек иілімдерді орындай алады. Әдетте, бір білік жоғарыда, қалғандары төменгі және жанама бөліктерге орналасады.

Есіңізде болсын, біліктер метал табаққа күш түсіріп, оны иеді. ЧПУ (сандық бағдарламалық басқару) жүйесімен жабдықталған станоктар білікті қажетті бұрышқа дәл жылжыту арқылы табақты дәл иеді. Біліктер үлкен қысымға төтеп беруі үшін оларды берік материалдан, мысалы, болаттан жасайды. Олардың беткі қабаты тегіс, бірақ сырғып кетпейтіндей жасалған.

Илемдеу орнақтарының пішінбіліктері илемдеудің негізгі операциясын — металдың пластикалық деформациялануын (жаншылуын) жүзеге асырады. Илемдеуде туындайтын барлық күштерді пішінбіліктер қабылдап мойынтірекке, одан әрі басқыш бұранда мен тұғырға береді.

Пішінбілік бөшкеден, мойыншадан, шеткі бөліктерден тұрады.

Ашық типті мойынтіректерде текстолитті орнатылған пішінбіліктердің әмбебап айналдырықтың топсасымен жалғастырылатын ұшы қалақша тәрізді болып жасалған.



а – текстолитті сырғанау мойынтіректеріне арналған цилиндрлі мойыншалы (шетмойынды) пішінбілік; б – домалау мойынтіректеріне арналған цилиндрлі мойыншалы пішінбілік; в – сұйықтықта үйкелу мойынтіректеріне арналған конусты мойыншалы пішінбілік; г - құрсауланған бөшкелі пішінбілік.

1.1 Сурет – Илемдеу орнақтарының пішінбіліктері

Рама — бұл басқа компоненттер орнатылатын платформа. Ол машинаның барлық бөліктерін біріктіріп ұстап тұратын негіз. Әлсіз рама — машинаның осалдығын білдіреді, ал берік рама — оның сенімділігін арттырады. Раманы жасау үшін өндірушілер көбінесе болатты пайдаланады. Болат – берік материал және рамаға қажетті тұрақтылық береді.

Алайда кейбір арзанырақ машиналар темір рамамен жабдықталған. Бұл темір болатқа қарағанда берік болмаса да, жақсы жұмыс істей алады. Бұл раманы машинаның жүрегі деп атау артық болмас. Оның дизайны мен құрылымы қарапайым болғандықтан, біліктер оңай айнала алады. Машинаның ұзақ қызмет етуі раманың беріктігіне тікелей байланысты.

Жетек жүйесі — прокат станоктарының тағы бір маңызды компоненті. Ол барлық механизмдерді, соның ішінде біліктерді, қозғалтқыштарды, тісті доңғалақтарды және басқа да бөлшектерді іске қосады. Қарапайым электрлі листопркат станогының жетек жүйесі қозғалтқыш пен белдіктерден тұрады.

Есіңізде болсын, заманауи ЧПУ-жүйелі листопркат станоктарының жетек жүйесі компьютермен басқарылады. Жетек жүйесінің тиімді жұмысы бүкіл станоктың жұмыс сапасына тікелей әсер етеді. Гидравликалық листопркат станоктарында гидравликалық сорғысы бар жетек жүйесі қолданылады. Түрлі типтегі прокат станоктарында жетек жүйесі әртүрлі болуы мүмкін.

Прокат станогының электр жетегі деп электр энергиясын механикалық энергияға, ал кейін бұл процесті кері бағытта түрлендіруге бағытталған басқарылатын жүйені айтады. Жабдықтың түрі мен құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты бұл элемент негізгі, қосалқы, реверсивті, реверсивті емес, жекелей немесе топтық болуы мүмкін.

Прокат станогының негізгі электржетектері көбінесе күрделі механизмдердің тұрақты жұмысын қамтамасыз ету үшін бірнеше қозғалтқыштан тұрады. Реверсивті түрдегі құрылғылар өтпелі процестердің ең аз уақытымен ерекшеленеді. Бұл біліктердің айналу қозғалысының берілуі редукторсыз жүзеге асырылатындығымен байланысты.

Гидромеханикалық жетектер қосымша элементтерді қамтуы мүмкін, олар оның сипаттамаларын жақсартады.



1.2 Сурет – Табақты илемдеу цехы

1.2 Прокат станогының жетек сызбасы

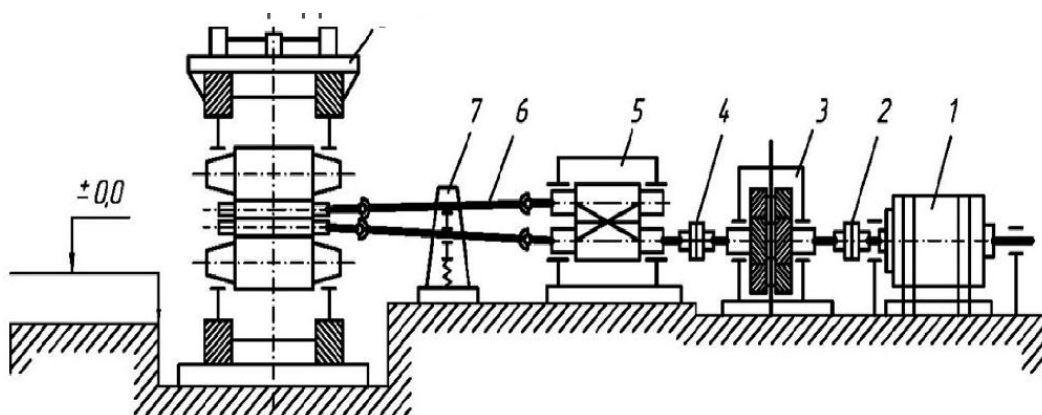
Жабдықтың негізгі желісі жетек желісі мен жұмыс клетінен тұрады. Жетек желісінде редукторлар, муфталар, шпиндельдер, электрқозғалтқыштар және тісті клеттер орналасқан. Прокат станогының электржетегінің сызбасы көбінесе кинематикалық түрде беріледі. Онда жабдықтың жұмыс істеуі үшін қажет барлық бөлшектер көрсетілуі тиіс.

Дәстүрлі прокат станогының электржетек сызбасында келесі элементтер көрсетіледі:

1) Негізгі редуктор – Жұмыс клеті мен электрқозғалтқыш арасындағы беріліс қатынасын қажетті деңгейде ұстап тұру үшін қажет.

2) Тісті қапас (шестеренная клеть) – Бұл элемент жұмыс клетіндегі валдар арасында берілетін айналдыру моментін таратады.

3) Шпиндельдер – Жұмыс клеті мен тісті клетті өзара байланыстырып тұрады, бұл валдарды қайта жону (қайрау) нәтижесінде олардың арақашықтығы өзгерген кезде де жетек жүйесінің тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді.



1.3 Сурет – Илемдеу орнағының кинематикалық сұлбасы

1.3 Илемдеу қондырғыларының жіктелуі

Илемдеу қондырғылары жалпы жабдық схемасындағы жұмыс клеткаларының санына, мақсатты қолданылуына, жұмыс клеткасындағы біліктердің саны мен айналу түріне қарай жіктеледі. Бұл сипаттамалардың барлығы металлургиялық кәсіпорын үшін жабдықты дұрыс таңдауда маңызды рөл атқарады.

Мақсатына (өндірілетін өнім түріне) қарай илемдеу қондырғылары келесі түрлерге бөлінеді:

- 1) Суық илемдеуге арналған қондырғылар. Бұл топқа жұқа және өте жұқа лента өндіруге арналған жабдықтар, қаңылтыр және табақты илемдеу қондырғылары жатады.
- 2) Ыстық илемдеуге арналған қондырғылар. Бұл санатқа шала өнім илемдеу, рельс-балка, фасонды прокат, сым илемдеу, кең жолақты, табақты, штрипстік және дайындамалық илемдеу жабдықтары кіреді.
- 3) Арнайы мақсаттағы қондырғылар. Бұл жабдықтар нақты бір ерекше бөлшектерді өндіру үшін қолданылады. Мысалы, шарик, тісті доңғалақ, бұрандалар және т.б. профильдерді илемдеуге арналған қондырғылар.

Табақты илемдеу жабдығын таңдаудағы негізгі параметр

Табақты металдарды илемдеуге арналған жабдықты таңдаудағы басты параметр — білік бочкасының ұзындығы, ал дайындамалық, қалың прокат, сортты илемдеу қондырғылары үшін — тісті клетьтің немесе валдардың диаметрі болып табылады.

Жұмыс клеткаларының саны мен орналасуына қарай

Осы белгі бойынша илемдеу қондырғылары келесі 5 топқа бөлінеді:

- тізбекті (последовательные),
- үздіксіз (непрерывные),
- сызықтық көпклеткалы (линейные многоклетовые),
- бірклеткалы (одноклетовые),

- жартылай үздіксіз (полунепрерывные).

Құрылымы жағынан ең қарапайым түрі — бірклеткалы модельдер. Олар бір жұмыс клетінен, жұмыс біліктерін қозғалту желісінен және илемдеу қондырғысының негізгі жетегінен тұрады.

Үздіксіз типтегі жабдықтар — ең заманауи және өнеркәсіпте кең қолданылатын түрі.

Мұндай техниканың ерекшеліктері:

металл илемдеу жылдамдығы жоғары;

жұмыс клеттеріндегі біліктер топтық не жекелей болуы мүмкін.

Клеттердің түрлері

Ең кең тараған түрі — екі білікті (екі валды) клеттер. Олар реверсивті және реверсивті емес болуы мүмкін. Айырмашылығы — біліктердің айналу бағытына байланысты.

Реверсивті клеттерде біліктер ауыспалы бағытта айналады. Металл алға-артқа қажетті мөлшерде өтеді. Бұл тип әдетте қалың табақтар мен ірі профильдерді илемдеуге қолданылады.

Реверсивті емес модельдер жұқа табақтарды, ленталарды, құбырларды, дайындамаларды және сортты металдарды өндеуге арналған.

Үш білікті илемдеу қондырғылары сирек қолданылады. Мұндай жұмыс клетінің әрқайсысында үш білік (вал) болады. Біліктердің айналу бағыты тұрақты.

Дайындама бір бағытта ортаңғы мен төменгі біліктің арасында, ал кері бағытта ортаңғы мен жоғарғы біліктің арасында илемделеді.

Жоғарғы білік жұбына дайындама беру үшін көтергіш үстелдер (подъемные столы) қолданылады. Олар жүйенің қосалқы элементтеріне жатады.

Бұл құрылғылар орта және ұсақ сортты металдарды, сондай-ақ қалың металл табақтарды илемдеуге қолданылады.

1.4 Табақты орнақ 2000

Табақты орнақ 2000 — болатты ыстықтай илемдеуге арналған ең ірі және заманауи агрегаттардың бірі болып табылады. Ол автомобиль, кеме жасау, машина жасау және қорғаныс өнеркәсібінде қолданылатын енді жолақты ыстықтай илектелген болатты өндіруге арналған. Мұндай жабдықтың ең танымал өкілі — 1980-жылдары іске қосылып, ХХІ ғасырда бірнеше мәрте жаңғыртудан өткен Череповец металлургия комбинатының (ПАО «Северсталь») стан 2000 қондырғысы болып табылады.

Мақсаты және өндірістік циклдегі рөлі. Листопрокаттық стан 2000-нің негізгі мақсаты — тік төртбұрышты қималы қалың слябтарды қыздырып, ені 2000 мм-ге дейін, ал қалыңдығы 1,2-ден 25 мм-ге дейінгі жұқа ыстықтай илектелген болат табақтарға илемдеу. Шығарылатын өнімдер табақ күйінде де, рулон күйінде де болуы мүмкін. Жоғары өнімділігі мен автоматтандырылуының

арқасында бұл стан жылына 6 миллион тоннадан астам илем өнімін шығара алады, бұл металлургиялық кәсіпорынның дайын өнім көлемінің елеулі бөлігін құрайды.

Кесте 1 – Табақты илемдеу орнағының техникалық сипаттамалары

Параметр	Мәні
Стан түрі	Үздіксіз ыстықтай илемдеу орнағы
Жолақтың ең үлкен ені	2000 мм-ге дейін
Дайын прокаттың қалыңдығы	1,2 – 25 мм
Слябтың ең үлкен массасы	35 тоннаға дейін
Өнімділігі	жылына 6 млн тоннадан астам
Прокаттау жылдамдығы	20 м/с дейін
Тазарту клеттертерінің саны	7 клеть (F7–F13)
Клеть түрі	Төрт пішінбілікті қап (QUARTO)
Қақ (окалина) кетіргіш түрі	Жоғары қысымды көлденең окалинаны кетіргіш
Өндірістік желінің ұзындығы	1000 м-ден астам
Қақ кетіру қысымы	12–15 МПа
Слябты қыздыру температурасы	1250 °С дейін
Басқару жүйесінің түрі	AGC, HGC, WRS, Level 1 және 2 (SCADA)
Шығарылатын өнім түрі	Ыстықтай прокатталған рулон немесе табак

Құрылымы және технологиялық процестің кезеңдері:

1) Слябтарды қыздыру Бастапқыда слябтар шамамен 1250 °С температураға дейін қыздырылатын методикалық пештерге түседі. Пештер табиғи газбен жұмыс істейді және температура мен газ беру автоматты түрде реттеледі.

2) Қара илемдеу

Қыздырылған слябтар мынадай учаскелерден өтеді:

- Окалинаны кетіргіш – жоғары қысымды сумен алғашқы окалинаны жуады;

- «Дуо» горизонталь қапасы – бастапқы илемдеу;

- Бес «QUARTO» қапасы – қалыңдықты 8–15 мм аралығында азайтады.

3) Аралық участок

Металл жолақ аралық рольгангпен өтеді, мұнда жылуды сақтау үшін жылу экрандары (энкопанельдер) қолданылады.

4) Таза илемдеу тобы (F7–F13)

Жеті төртбілікті клеть соңғы илемдеуді жүзеге асырады. Өрбір клеть келесі жүйелермен жабдықталған:

- AGC – автоматты қысым жүйесі;

- Work Roll Bending – жұмыс біліктерін ию жүйесі;

- Strip Steering – жолақты туралау жүйесі.

5) Окалинаны жоғары қысыммен шаю

Клеттер арасында беткі қабатты зақымдамау үшін қысымы 15 МПа-ға дейінгі окалина жуу құрылғылары орнатылған.

6) Рулонға орау

Суығаннан кейін жолақ рулонға оралып, массасы 25 тоннаға дейінгі рулондар алынады. Олар таңбаланып, қоймаға немесе келесі өндеу цехтарына жіберіледі.

Жабдықтың ерекшеліктері

Станның басты ерекшелігі – әрбір екі тірек білікпен қоршалған екі жұмыс білікті төртбілікті «QUARTO» клеттерді қолдану. Бұл:

- Жұмыс біліктерінің иілуін азайтады;
- Жабдықтың тозуын төмендетеді;
- Прокаттың қалыңдығын дәлірек алуға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, автоматтандыру жүйесі барлық учаскелердің үйлесімді жұмысын қамтамасыз етеді. Қалыңдықты автоматты басқару (AGC), біліктерді позициялау (HGC), июді реттеу (WRS), температураны және тартылуды бақылау $\pm 0,15$ мм дәлдіктегі өнім алуға мүмкіндік береді.

Басқару жүйесі мен автоматтандыру

Қазіргі листопрокаттық стандарты өнеркәсіптік контроллерлер мен бағдарламаланатын логикалық жүйелермен жабдықталады. Олар келесі процестерді басқарады:

- Слябтарды қыздыру;
- Клеттер мен рольгангтердің жұмысын;
- Су, ауа және май беру жүйелерін;
- Өнім сапасын бақылауды.

Стан 2000-де басқару архитектурасы Level 1 (жабдықты тікелей басқару) және Level 2 (технологиялық процесті автоматтандыру) деңгейлеріне бөлінген. Бұл жүйелер нақты уақыт режимінде толық мәлімет өндеуді қамтамасыз етеді. SCADA-жүйелер ретінде ABB, Siemens, SMS Group қолданылады. Модернизация және энергия тиімділігін арттыру

Соңғы жылдары стан 2000 бірнеше жаңғыртудан өтті:

- Моталкалар мен рольгангтерді ауыстыру – орау сенімділігі артты, бос тұрулар азайды;
- Жаңа электроприводтар (ABB ACS880) – энергия тұтыну 8–12% төмендеді;
- Зияткерлік басқару жүйелері – істен шығуды алдын ала болжауға мүмкіндік берді;
- Салқындату және окалина шаю жүйелерінің оңтайландырылуы – беттің сапасы артты, су шығыны азайды.
- Бұл шаралар нәтижесінде өнімділік артты, энергия шығыны қысқарды, жарамды металл шығымы өсті және экологияға әсер азайды.

Өнім мен оны қолдану салалары

Стан 2000-ден шығатын ыстықтай илектелген прокат келесі салаларда қолданылады:

- Автомобиль жасау – кузов, рамалар, аспа жүйелері;
- Кеме жасау – корпус табактары;
- Машина жасау – шассилер, каркас бөлшектері;
- Құрылыс – арқалықтар, профнастилдер, арматуралар;
- Түтік өндірісі – әртүрлі мақсаттағы құбырлар.

Өнім ішкі нарыққа да, әлемнің 50-ден астам еліне экспортқа да жеткізіледі.

Листопрокаттық стан 2000 — бұл жоғары технологиялы, энергия үнемдейтін агрегат, ол ірі металлургиялық кәсіпорындардағы өндірістік процестің негізгі бөлігі болып табылады. Оның құрылымдық ерекшеліктері, автоматтандырылған басқару жүйелері, заманауи энергия тиімді шешімдері мен жоғары өнімділігі оны заманауи прокат өндірісінің эталонына айналдырады. Мұндай станды жаңғырту — отандық металлургияның бәсекеге қабілеттілігін арттырудағы басты бағыттардың бірі.

2 Арнайы бөлім

Патент нөмірі: RU2348475C1

Авторлары: Бобров Владимир Николаевич

Белоглазов Евгений Геннадьевич

ИЛЕМДЕУ ОРНАҒЫНЫҢ ЖЕТЕГІ

Реферат:

Өнертабыс илемдеу өндірісіне, атап айтқанда, прокаттық станның жетек конструкциясына қатысты. Прокаттық станның жетегі корпуста орнатылған қозғалтқыштарды, жоғары айналымды біліктерді, мойынтірек тіректеріне коаксиалды орнатылған төмен айналымды біліктерді және прокат біліктерімен байланысқан тарату механизмін қамтиды. Тарату механизмі тісті берілістер түрінде жасалған, олардың тісті дөңгелектері жоғары және төмен айналымды біліктерге орнатылған. Бұл ретте бір төмен айналымды білік екінші төмен айналымды біліктің ішінен еркін өтеді, ал білік тіректері корпуста орналасқан. Тісті берілістер бір сатылы орындалған, сквозной (өтпелі) төмен айналымды білік тікелей прокат білігімен байланысқан, ал тұтас төмен айналымды білік басқа білікпен тісті беріліс арқылы, беріліс қатынасы бірге тең болатындай байланысқан. Сонымен қатар, тарату механизмі цилиндрлік дифференциал түрінде орындалуы мүмкін, мұнда орталық тісті дөңгелектердің бірі өтпелі білікпен, ал екіншісі бос кеңістікпен байланысқан. Бұл жетек жүйесінің жүктеме көтеру қабілетін арттырып, габаритін азайтады. 3 формула, 2 сурет.

Өнертабыс илемдеу өндірісіне, нақтырақ айтқанда, прокат станның жетек құрылымына қатысты.

Белгілі прокат стан жетегі қозғалтқыштардан, жоғары айналымды біліктерден, тісті берілістерден, дифференциалды редукторлардан және валкалармен байланысқан төмен айналымды біліктерден тұрады (RU 327734, МПК В21В 35/12). Мұндай жетектің кемшілігі — оның ірі габариттері.

Тағы бір белгілі жетек жүйесі қозғалтқышты, тісті берілісті және қажетті айналу моменттері арақатынасын сақтау үшін валкалармен жалғанған бір асимметриялық дифференциал түріндегі дифференциалды редукторды қамтиды (RU 1315058, МПК В21В 35/12). Бұл жетектің де кемшілігі — оның габариттерінің үлкендігі.

Тағы бір белгілі жетек жүйесі қозғалтқыштардан, корпуста, жоғары айналымды біліктерден, екі сатылы тісті берілістерден және прокат валкаларымен байланысқан төмен айналымды біліктерден тұрады, бұл жерде бірінші сатыдағы тісті дөңгелектердің біліктері коаксиалды орнатылған, яғни бір білік екіншісінің ішіне орналастырылған. Бұл жағдайда ішкі және қуыс біліктің әрқайсысында, корпуста орналасқан бір-бірден подшипникті тірек болады (JP 54-40262, МПК В21В 35/12), және бұл құрылым прототип ретінде қабылданған.

Алайда бұл жетектің кемшілігі — оның жүктеме көтеру қабілетінің төмендігі. Бұл ішкі қуыс білікте подшипникті тіректердің орналасуымен

байланысты, бұл өз кезегінде біліктердің осьтерінің майысуын және тісті ілініс бойындағы күштердің концентрациясын тудырады.

Сонымен қатар, қуыс білік пен оның ішіндегі біліктің бұрыштық жылдамдықтарының таңбалары әртүрлі, бұл подшипниктердің айналу жиілігін екі есеге арттырады. Бұл кезде айналмалы жүктеменің векторы бір мезетте ішкі және сыртқы сақиналарда әрекет етеді, нәтижесінде қуыс біліктің ішіндегі подшипниктерге жүктеме түседі.

Бұл жағдай ішкі және сыртқы сақиналар арасында саңылаусыз (кернеулі) орнатуды қажет етеді, әйтпесе фреттинг-коррозия (контактілік коррозия) пайда болуы мүмкін. Сонымен бірге ішкі және сыртқы сақиналар арасында саңылаусыз орнатуды бір уақытта қамтамасыз ету қиын, бұл подшипниктердің сақиналары мен домалау элементтері арасындағы саңылаудың жоғалуына әкелуі мүмкін.

Сонымен қатар, ішкі біліктен прокат білігіне айналдыру моментін беру үшін екінші сатының болуы жетек габариттерін арттырады, өйткені оны орналастыру қажет. Ал қуыс біліктен екінші прокат білігіне айналдыру моментін беру үшін екінші сатылы берілістегі беріліс қатынасының бірліктен өзгеше болуы тісті берілістегі контактілік кернеулердің айтарлықтай артуына байланысты жетек габариттерін одан әрі арттырады.

Өнертабыстың шешетін міндеті — қажетті жүктеме көтеру қабілетін сақтай отырып, прокаттық стан жетек жүйесінің габариттерін азайту.

Бұл міндет келесі тәсілмен шешіледі:

Белгілі прокат стан жетегінде қозғалтқыштар, корпуста орнатылған жоғары айналымды біліктер, мойынтірек тіректеріне коаксиалды орнатылған төмен айналымды біліктер және прокат біліктерімен байланысқан тарату механизмі қарастырылған. Тарату механизмі тісті берілістер түрінде орындалған, олардың дөңгелектері жоғары және төмен айналымды біліктерге орнатылған.

Өнертабысқа сәйкес, бір төмен айналымды білік екінші төмен айналымды біліктің ішінен еркін өтеді, ал біліктердің мойынтіректері корпусқа орналастырылған. Бұл ретте тісті берілістер бір сатылы, өтпелі төмен айналымды білік тікелей прокат білігімен байланысқан, ал қуыс төмен айналымды білік екінші валкамен тісті беріліс арқылы, беріліс қатынасы бірге тең болатындай жалғанған.

Сонымен қатар, тарату механизмі цилиндрлік дифференциал түрінде де орындалуы мүмкін, мұнда оның бір орталық дөңгелегі өтпелі білікпен, ал екіншісі — қуыс білікпен байланысқан.

Бір төмен айналымды біліктің екіншісінің ішіне еркін орналасуы әр білікке корпуста орналасқан екі мойынтіректі тірек орнатуға мүмкіндік береді, бұл кезде біліктердің бұрыштық жылдамдықтары шамасы мен бағыты бойынша бірдей болады, ал айналмалы жүктеменің векторы Айналмалы жүктеменің векторы тек подшипниктің ішкі сақиналарында әрекет етеді, ал подшипниктердің айналу жиілігі екі есе төмендейді, бұл жүктеме көтеру қабілетін айтарлықтай арттырады. Сонымен қатар, тісті берілісті бір сатылы етіп орындау жетек габариттерін азайтуға мүмкіндік береді.

Тарату механизмін дифференциал түрінде орындау және төмен айналымды біліктерді коаксиалды орналастыру жетек массасын төмендетіп, жоғары жүктемелік қабілетті сақтауға мүмкіндік береді.

1) 1-суретте цилиндрлік тісті тарату механизмімен жабдықталған прокат стан жетегінің жалпы көрінісі бейнеленген.

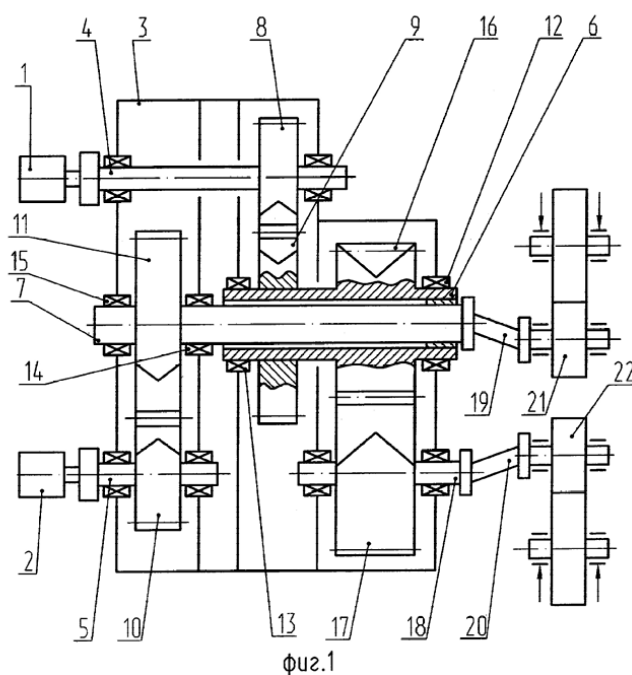
2) 2-суретте дифференциалды тарату механизмімен жабдықталған прокат стан жетегінің жалпы көрінісі көрсетілген.

1-суретке сәйкес прокаттық стан жетегі екі қозғалтқыштан (1, 2), олардың орнатылған корпуста (3), екі жоғары айналымды біліктен (4, 5), екі төмен айналымды біліктен (6, 7) және әрқайсысы екі тісті берілістен тұратын бір сатылы тісті тарату механизмінен тұрады. Бұл берілістер тиісті түрде біліктерде (4, 5, 6, 7) орнатылған дөңгелектер (8, 9, 10, 11) арқылы орындалған.

Төмен айналымды білік 6 – қуыс, ал төмен айналымды білік 7 – оның ішінен еркін өтеді. Білік 6-да корпуста (3) орнатылған подшипникті тіректер (12, 13) бар, ал білік 7-де де корпуста (3) орнатылған тіректер (14, 15) бар.

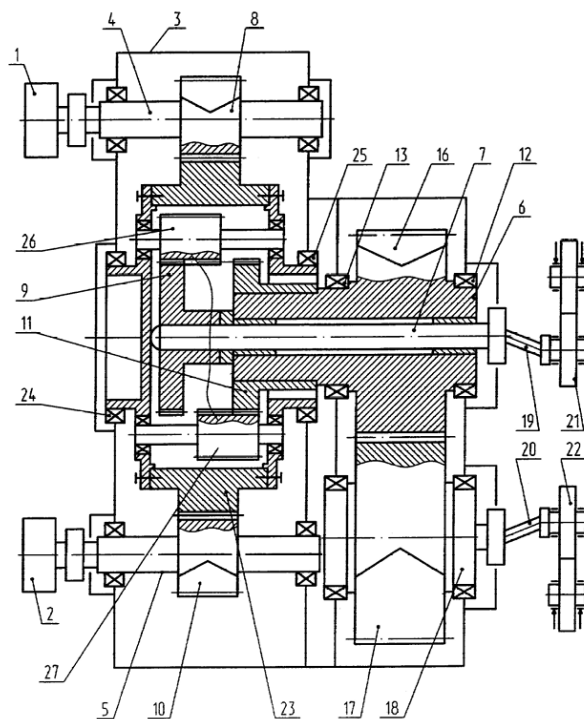
Қуыс біліктің ішінде дөңгелек 16, ал оның ішінде еркін өтетін білікте червякты тісті беріліске (17) ілінген дөңгелек 18 орналасқан. Бұл тісті ілініс бірлікке тең беріліс қатынасымен орындалған.

Төмен айналымды білік 6 және білік 18 әмбебап шпиндельдер 19, 20 арқылы прокат станның жұмыс біліктері 21, 22-мен байланысқан.



2.1 Сурет– Илемдеу орнағының жетегі

2-суретке сәйкес дифференциалды тарату механизмімен жабдықталған прокаттық стан жетегінде қосымша тісті дөңгелек 23 қарастырылған, ол подшипникті тіректерде (24, 25) корпуста (3) орнатылған және ол дөңгелектермен (8, 10) іліністе орналасқан. Тісті дөңгелек 23-тің ішінде сателлиттер (26, 27) орналасқан, олар дөңгелектермен (9, 11) іліністе және бұл жағдайда дифференциалдың орталық дөңгелектері ретінде әрекет етеді.



2.2 Сурет – Илемдеу орнағының жетегі

Жетек келесі түрде жұмыс істейді: Айналдыру моменті қозғалтқыштардан (1, 2) тарату механизмі арқылы (яғни, цилиндрлік тісті немесе цилиндрлік дифференциал түрінде) төмен айналымды біліктерге (6, 7) беріледі. Білік 6 арқылы айналу тікелей шпиндель 19 арқылы жұмыс білігіне (21) беріледі. Ал қуыс білік 7 арқылы айналу тісті берілістер (16, 17) және шпиндель 20 арқылы жұмыс білігіне (22) беріледі.

Төмен айналымды біліктер (6, 7) коаксиалды болып табылады және оларда корпуста (3) орнатылған подшипникті тіректер бар. Бұл біліктердің бұрыштық жылдамдықтары шамасы мен бағыты жағынан бірдей болғандықтан, айналмалы жүктеме тек подшипниктің ішкі сақиналарында әрекет етеді. Бұл подшипниктердегі айналу жиілігін екі есе азайтады және жүктеме көтеру қабілетін айтарлықтай арттырады. Сонымен қатар, тісті берілісті бір сатылы орындау жетек габариттерін азайтуға мүмкіндік береді.

Өнертабыс формуласы

1) Илемдеу орнағының жетегі, құрамында қозғалтқыштар, корпуста орнатылған жоғары айналымды біліктер, мойынтірек тіректеріне коаксиалды түрде орнатылған төмен айналымды біліктер және прокат біліктерімен байланысқан, сондай-ақ тісті беріліс түріндегі тарату механизмі бар, бұл тісті берілістердің дөңгелектері жоғары және төмен айналымды біліктерге орнатылған, ерекшелігі – төмен айналымды біліктердің бірі екіншісінің ішінен еркін өтетін етіп орындалған, ал біліктердің мойынтіректі тіректері корпусқа орналастырылған, бұл ретте тісті берілістер бір сатылы болып орындалған, өтпелі төмен айналымды білік тікелей прокат білігімен байланысқан, ал қуыс төмен айналымды білік басқа прокат білігімен беріліс қатынасы бірге тең болатын тісті беріліс арқылы байланысқан.

3 Есептік бөлім

Дайындаманың абсолют және салыстырмалы жаншылуы:

$$\Delta h = h_0 - h_1 \quad (1)$$

$$\Delta h = 45 - 33 = 12 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \Delta h / h_0 = 12/45 = 0,26 \text{ мм} \quad (2)$$

$$\varepsilon = 12/45 = 0,26 \text{ мм}$$

Қарпу доғасының ұзындығын анықтау :

$$l = \sqrt{\frac{D}{2} \cdot \Delta h} = \sqrt{\frac{800}{2} \cdot 12} = 69,2 \text{ мм} \quad (3)$$

$$l = \sqrt{\frac{800}{2} \cdot 12} = 69,2 \text{ мм}$$

Илем қалыңдығының орташа мәні:

$$h_{\text{ор}} = (h_0 + h_1)/2 = 45 + 33/2 = 39 \text{ мм} \quad (4)$$

$$h_{\text{ор}} = 45 + 33/2 = 39 \text{ мм}$$

Қарпу доғасы ұзындығының, илемнің орташа қалыңдығына қатынасы:

$$l/h_{\text{ор}} = 69,2/39 = 1,77$$

Ыстықтай илемдеу кезіндегі үйкеліс коэффициенті:

$$\mu = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot (1,05 - 0,0005 \cdot t^\circ) \quad (5)$$

мұндағы $k_1 = 1,0$ болат пішінбіліктер үшін;

$k_2 = 0,9$ илемдеу жылдамдығы $v = 3,0 \text{ м/с}$ үшін;

$k_3 = 1,0$ болат 25 үшін;

$$\mu = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot (1,05 - 0,0005 \cdot 1040) = 0,53$$

Металдың пішінбіліктермен түйіскен бетінің ауданын анықтау :

$$F = B_{\text{ор}} \cdot l = \frac{b_0 + b_1}{2} \cdot l \quad (6)$$

$$F = 1351,5 \cdot 69,2 = 93\,524 \text{ мм}^2$$

$$\text{мұндағы } b_1 = b_0 + 0,3 \cdot 10 = 1350 + 3 = 1353$$

Пішінбілік аралығындағы металл деформациясының орташа жылдамдығы:

$$\vartheta_{\text{ор}} = \vartheta_1 \cdot \frac{\Delta h}{l \cdot h_0} = 2,9 \cdot 10^3 \cdot 12 / 69,2 \cdot 45 = 11,17 \text{ с}^{-1} \quad (7)$$

$$\vartheta_{\text{ор}} = 2,9 \cdot 10^3 \cdot 12 / 69,2 \cdot 45 = 11,17 \text{ с}^{-1}$$

Деформация қарсылығының есептік мәні:

$$\sigma_{\Phi} = \sigma_{\text{од}} \cdot k_t \cdot k_{\varepsilon} \cdot k_u \quad (8)$$

Мұндағы $\sigma_{\text{од}} = 86 \text{ Мпа}$ – болат 25 үшін базистік деформацияға қарсылық мәні;
 $k_t = 0,82$ – илемдеу температурасына тәуелділік коэффициенті;
 $k_{\varepsilon} = 1,22$ – дәрежелік коэффициент
 $k_u = 1,0$ – металл деформациясының жылдамдығына тәуелділік коэффициенті.

$$\sigma_{\Phi} = 86 \cdot 0,82 \cdot 1,22 \cdot 1,0 = 86,03 \text{ Мпа} \quad (9)$$

Илемдеу кезіндегі үйкелістің қысымға әсер етуін ескеретін коэффициент:

$$\dot{n}_{\sigma} = 1 + \frac{1}{6} \cdot \frac{l}{h_{\text{ор}}} = 1,16 \cdot 1,17 = 2,05 \quad (10)$$

$$\dot{n}_{\sigma} = 1,16 \cdot 1,17 = 2,05$$

Сыртқы аумақтың пішінбілік пен металдың түсіретін қысымына әсерін ескеретін коэффициент.

$$\ddot{n}_{\sigma} = 1$$

Алдыңғы және артқы керілудің илемдеу кезіндегі қысымға әсерін ескеретін коэффициент.

$$\ddot{n}_{\sigma} = 1$$

Жолақ енінің металдың пішінбілікке түсіретін қысымына әсерін ескеретін коэффициент:

$$n_b = \frac{1 + \frac{3B-l}{6B} \cdot \mu \frac{l}{h_{\text{ор}}}}{1 + \mu \frac{l}{h_{\text{ор}}}} = \frac{1 + \frac{4056-69,2}{8112} \cdot 0,53 \cdot 1,77}{1 + 0,53 \cdot 1,77} = 0,72 \quad (11)$$

$$n_b = \frac{1 + \frac{4056-69,2}{8112} \cdot 0,53 \cdot 1,77}{1 + 0,53 \cdot 1,77} = 0,72$$

$$\text{мұндағы } B = \frac{b_0 + b_1}{2} = 1351 \text{ мм}$$

Илемдеу кезіндегі металдың пішінбілікке түсіретін түйіспелік қысымын анықтаймыз:

$$p_{op} = 1,15 \cdot n_b \cdot \dot{n}_\sigma \cdot \ddot{n}_\sigma \cdot \ddot{n}_\sigma \cdot \sigma_\phi \quad (12)$$

$$p_{op} = 1,15 \cdot 0,7 \cdot 2,05 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 86 = 142 \text{ МПа}$$

$$P = p_{op} \cdot F = 142 \cdot 93524 = 13,2 \text{ МН} \quad (15)$$

$$P = 142 \cdot 93524 = 13,2 \text{ МН}$$

Илемдеу моментін анықтаймыз:

$$M_{ил} = 2P \cdot \psi \cdot l \quad (16)$$

$$M_{ил} = 2 \cdot 13,2 \cdot 0,47 \cdot 0,039 = 0,48 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

мұндағы $\psi = 0,47$ тең әсерлі Р күшінің түсіретін иін коэффициенті.

Пішінбілік мойынтіректеріндегі үйкеліс моменті

$$M_{үйк1} = P \cdot \vartheta \cdot d_n \cdot \frac{D_{ж.н}}{D_{т.н}} \quad (17)$$

$$M_{үйк1} = 13,2 \cdot 0,0029 \cdot 0,7 \cdot \frac{0,8}{1,56} = 0,013 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Мұндағы $\mu_n = 0,003$ текстолит ішпек үшін үйкеліс коэффициенті;

$$d_n = 0,7; D = 0,7 \cdot 1560 = 1092 \text{ мм};$$

Беріліс механизміндегі үйкеліс моменті:

$$M_{үйк2} = \frac{1}{\eta} \cdot 1 \cdot \frac{M_{ил} \cdot M_{үйк1}}{i} \quad (18)$$

$$M_{үйк2} = \frac{1}{0,92} \cdot 1 \cdot \frac{0,48 + 0,013}{1} = 0,53 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Мұндағы $\eta = \eta_{\text{тк}} \cdot \eta_{\text{ил}} = 0,93 \cdot 0,99 = 0,92$ беріліс механизмінің ПӘК;
 $i = 1$ – механизмнің беріліс саны.

Қозғалтқыш білігіне келтірілген тегеріштік моментті анықтаймыз:

$$GD_i^2 = GD_{\text{я}}^2 + GD_{\text{ж}}^2 + GD_{\text{т.н}} + 2 \cdot GD_{\text{жг}}^2 + GD_{\text{а}}^2 \quad (19)$$

$$GD_i^2 = 0,9 + 0,1 + 0,05 + 2 \cdot 0,0025 + 0,035 = 1,135 \text{ МН} \cdot \text{м}^2$$

Электрқозғалтқыштың білігіндегі динамикалық моментті анықтаймыз:

$$M_{\text{дин}} = \left(\frac{GD_i^2}{39,5} \right) \cdot a \quad (20)$$

$$M_{\text{дин}} = \frac{1,135}{39,5} \cdot 5,57 = 0,16 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Мұндағы $a = 5,75 \text{ с}^{-2}$ – екпін үдеуі.

Электрқозғалтқышы білігіндегі моментті анықтау:

$$M_{\text{қоз}} = M_{\text{ил}} + M_{\text{үйк1}} + M_{\text{үйк2}} + M_{\text{дин}} \quad (21)$$

$$M_{\text{қоз}} = 0,48 + 0,013 + 0,53 + 0,16 \approx 1,2 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Электрқозғалтқыштың қуаты :

$$N_{\text{қоз}} = M_{\text{қоз}} \cdot \frac{n}{9,75} \quad (22)$$

$$N_{\text{қоз}} = 1,183 \cdot \frac{69,2}{9,75} = 8,39 \text{ МВт}$$

$$n = \vartheta \cdot \frac{60}{\pi \cdot D} = 2,9 \cdot \frac{60}{3,14 \cdot 0,8} = 69,2 \text{ мин}^{-1} \quad (23)$$

$$n = 2,9 \cdot \frac{60}{3,14 \cdot 0,8} = 69,2 \text{ мин}^{-1}$$

4 Еңбекті қорғау және қауіпсіздік ережелері

4.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар

Берілген дипломдық жобада листопрокаттық станның жұмыс клеттерінің жетек жүйесін жаңғырту қарастырылады. Бұл процесс металл өңдеу өндірісінің қауіпті өндірістік факторларымен тікелей байланысты. Жетек жүйесін орнату, сынау және пайдалану барысында жұмысшылар электр, механикалық, жылу, шу, діріл және шаң-тозаң сияқты зиянды және қауіпті өндірістік факторларға ұшырауы мүмкін. Сондықтан бұл бөлімде жұмысшылардың еңбек жағдайларын жақсартуға, олардың өмірі мен денсаулығын қорғауға бағытталған шаралар қарастырылады.

Кесте 2 – Зиянды факторлардың сипаттамалары

Фактор түрі	Сипаттамасы
Электр қауіпі	0,4 – 10 кВ кернеулі жабдықтармен жұмыс істегенде туындайды.
Шу және діріл	Жетек механизмдерінің, стан қозғалтқыштарының және прокаттау процесінің жұмысынан пайда болады.
Механикалық жарақат алу қауіпі	Қозғалатын элементтермен (валдар, муфталар, тісті берілістер) жанасудан туындайды.
Жоғары температура	Слябтарды қыздыру, металл үйкелісі нәтижесінде пайда болады.
Металл сынықтары мен тозаң	Орнату және жөндеу кезінде деммен ішке тарту қауіпі бар.

Жетек жүйесін орнату және пайдалану кезінде мынадай негізгі факторлар әсер етеді:

- Электр тогының соғуы (кернеуі 0,4–10 кВ болатын жабдықтар);
- Шудың жоғары деңгейі (85 дБ-дан жоғары);
- Механикалық жарақат алу қауіпі (айналмалы бөлшектер, өткір қырлар);
- Жоғары температура (металл қызуы, үйкеліс);
- Металл үгінділері мен шаң (тыныс жолдарын тітіркендіреді);
- Жарықтандырудың жеткіліксіздігі (оператор жұмыс орны);

4.2 Еңбек қауіпсіздігі бойынша нормативтік құжаттар

Жоба мынадай құжаттарға сәйкес жүзеге асырылады:

- ҚР Еңбек кодексі;
- ҚР СТ ISO 45001:2019 – еңбекті қорғау менеджменті;
- ҚР СТ 12.1.007-2002 – өндірістік қауіпсіздік;
- СанЕмН 3.01.005-98 – шу мен діріл деңгейлері;
- ҚР СТ 12.4.011-2002 – жеке қорғаныс құралдарына қойылатын талаптар;

4.3 Еңбекті қорғау шаралары

Электр қауіпсіздігі: жерге қосу, изоляция, қорғаныш қалқандар, 3-топты куәлік. Механикалық қауіпсіздік: қорғаныш торлар, арнайы құралмен монтаж, қосарлы жұмыс тәртібі. Шу мен діріл: дыбыс жұтқыш қабат, антифониялық құралдар, дірілге қарсы қолғап. Жеке қорғаныс құралдары: көзілдірік, қолғап, арнайы киім, металл тиюге төзімді аяқ киім, респиратор. Өрт қауіпсіздігі: ОП-5, құм, асбест көрпесі, жанбайтын кабель, өртке қарсы нұсқама.

4.4 Өндірістік санитария және желдету

Жұмыс орны температурасы 18–25°C аралығында ұсталады. Желдету жүйесі арқылы зиянды газдар мен шаң-тозаң сыртқа шығарылады. Шаң концентрациясы 2 мг/м³-тан аспауы керек. Жарықтандыру 300 лк кем болмауы тиіс. Жабдықтар мен құрал-саймандар санитарлық талаптарға сәйкес таза күйде сақталады.

4.5 Эргономика және оператор жұмыс орны

Пульт биіктігі 1000 мм. Басқару панелі көз деңгейінде. Оператор отыратын орын мен тұратын алаң кең әрі кедергісіз болуы тиіс (кемінде 1,2×1,5 м). Орындық биіктігі реттелетін, арқалығы және тірегі бар болуы қажет.

4.6 Жұмысшыларды оқыту мен инструктаж

Барлық жұмысшылар бастапқы, қайталама және жоспарлы инструктаждан өтеді. Арнайы журналда жазбаша тіркеледі. Жұмысқа тек медициналық тексерістен өткен және қауіпсіздік бойынша нұсқамадан өткен тұлғалар жіберіледі. Ереже бұзғандарға тәртіптік шара қолданылады. Ұсынылған жаңғырту жобасы еңбек қауіпсіздігі талаптарын толық ескере отырып орындалады. Қабылданған техникалық және ұйымдастырушылық шешімдер жарақат алу қаупін төмендетіп, жұмысшылардың денсаулығын сақтауға және өндірістің үздіксіздігін қамтамасыз етуге бағытталған.

5 Экономикалық бөлім

5.1 Капиталдық шығындар

Жетек жүйесі – прокат станоктарының жұмыс істеуі үшін қажетті маңызды агрегаттардың бірі. RU2348475C1 патентімен ұсынылған жетек жүйесі дәстүрлі жасақтамалармен салыстырғанда жүктеме көтергіштігін арттырып, жалпы өлшемін азайтуға бағытталған. Патент сипаттамасында осы жетек екі бірдей ток (двигатель) пен жоғары және төмен айналымды біліктерді (жоғары жылдамдықты және төмен жылдамдықты біліктер) қосатын дифференциалды беріліс қорабы ұсынылған. Осы жаңа жүйенің ерекшелігі – төменгі біліктердің бірін екіншісінің арасынан өткізіп, тежегіштерді бірте-бірте әр түрлі орамада орналастыру арқылы бірдей бұрмау моменттерін қамтамасыз ету. Нәтижесінде жетек жүйесінің жүктеме көтергіштігі артып, оның көлемі мен массасы кішілеуі көзделге. Жобаның мақсаты – осы патенттегі жетек жүйесін жобалап, оны өндірісте қолданудың экономикалық тиімділігін анықтау. Жобаның жаңалығы – дифференциалды берілістің және коаксиал орналасқан біліктердің арқасында бірегей ықшам жетек жүйесі жасап шығару, оның нәтижесінде қондырғының сенімділігі жоғарылап, монтаждау мен пайдалану шығындары төмендейді.

Капиталдық шығындарға өндіріс құрал-жабдықтарын, техниканы сатып алу, жаңарту және монтаждау үшін жұмсалатын инвестициялар жатады. Жетек жүйесіне арналған капиталдық шығындар қатарына жобалау, агрегаттарды дайындау және орнату шығындары кіреді. Мысалы, екі күшті электр қозғалтқышын, беріліс қорабын және біліктерді өндіруге кеткен шығындар – негізгі капиталдық инвестиция болып табылады. Оған қоса монтаждау жұмыстарының құны (инженерлік монтаж, сылақ жұмыстарын жүргізу, электр сымдарын жүргізу) мен жөндеу резервтері (есептелген қосалқы бөлшектер құны) де капиталдық шығын қатарына қосылады. Капиталдық шығынды есептеу үшін жабдық пен монтаж шығындарын қосады:

$$C_{\text{Капитал}} = C_{\text{Жабдық}} + C_{\text{Монтаж}} + C_{\text{Қосымша}}$$

мұндағы $C_{\text{Жабдық}}$ – негізгі жетек жүйесінің агрегаттарын өндіруге кеткен шығын,

$C_{\text{Монтаж}}$ – монтаждау шығындары,

$C_{\text{Қосымша}}$ – реттеу мен іске қосу шығындары (мысалы, транспорт және салық).

Мысал ретінде, жетек жүйесінің жабдық құны 30,000,000 тг, монтаждау шығыны 3,000,000 тг, қосалқы шығындар 2,000,000 тг деп есептелсе, жалпы капиталдық шығын 35,000,000 тг-ға тең болады. Капиталдық шығын инвестицияның негізгі бөлігі ретінде балансқа капиталданатын активтар ретінде енгізіледі.

Материалдар мен энергия шығындары: Жаңа жетек жүйесін өндіріс кезінде шикізат пен материалға жұмсалатын шығындар есептеледі. Оның құрамына біліктерді жасауға қажет болат, беріліс доңғалақтары мен тісті доңғалақтардың материалдық шығыны (мысалы, болаттың келісі 300 тг, жалпы 500 кг болат болса – $500 \times 300 = 150,000$ тг), майлау құралдары мен бекіткіштер кіруі мүмкін. Материалдық шығынды есептеу формуласы төмендегідей:

$$S_{\text{Материал}} = \sum_i (m_i \times p_i)$$

мұндағы m_i – i -ші материалдың жұмсалған салмағы немесе мөлшері,
 p_i – оның бірлік бағасы.

Мысалы, жетек жүйесін құрастыратын компоненттерге кеткен материалдық шығындар есептелгенде, жалпы шығын формуласы қолданылады.

Энергия шығындары жетек жүйесін дайындау және орнату процестеріндегі электр энергиясы, газ, бу сияқты ресурстарға жұмсалатын шығынды білдіреді. Мысалы, жөндеу-жинақтау цехында монтаж жұмыстарына 50 кВт электрмен жабдықтау қажет болса, тарифті 20 тг/кВт·сағ деп алсақ, онда бір айдағы энергия шығыны:

$$E = P \times t \times \text{тариф} = 50 \text{ кВт} \times 160 \text{ сағат} \times 20 \text{ тг/кВт} \cdot \text{сағ} = 160\,000 \text{ тг.}$$

Жүйені тұрақты қуатпен қамтамасыз ету мақсатында жылдық энергия шығыны шамамен 1,920,000 тг құрауы мүмкін. Материалдар мен энергия шығындарын есептегенде нақты саны мен тарифтері қолданылады, және ол өнімнің өзіндік құнына қосылады.

Еңбек ақы қоры, жұмысшылар саны және еңбек өнімділігі

Жаңа жетек жүйесін өндіру және орнату бойынша жобаға жауапты персоналдың еңбекақы қоры есептеледі. Мысалы, жетек жүйесі конструкциясын дайындау үшін 3 конструктор-инженер мен 2 технолог, монтаждау жұмысы үшін 5 білікті шебер қажет деп алынсын. Инженерлердің айлық жалақысы орташа 300,000 тг, шеберлердің айлығы 250,000 тг болса, жылдық еңбек ақы қоры мынадай есептеледі:

$$\text{Жалпы еңбек ақы} = (3 \times 300\,000 + 5 \times 250\,000) \times 12 = (900\,000 + 1\,250\,000) \times 12 = 2\,150\,000 \times 12 = 25\,800\,000 \text{ тг.}$$

Бұл жерде 12 айға шаққандағы сомасы есепке алынған. Әртүрлі қызметкерлердің санын және жалақы мөлшерін жоба талаптарына қарай өзгертуге болады.

Еңбек өнімділігі – жалпы шығарылатын өнім көлемін еңбек ресурстарына бөліп алғандағы көрсеткіш. Формула түрінде:

$$EO = \text{Өнім көлемі} / \text{тірі еңбек шығындары}$$

$$E\Theta = \frac{\text{Өнім көлемі}}{\text{еңбек шығындары}}$$

Мысалы, жылдық шығаратын жетек жүйесі бірлік санының немесе жылдық қосалқы табылатын табыстың (мысалы, түйіршек) көрсеткіші ретінде алсақ, оны жалпы жұмысшылар сағатына бөліп есептеуге болады. Егер жоба бойынша жылына 100 жетек жүйесі шығару жоспарланса және оны орындау үшін 8 қызметкер жұмылдырылса, онда еңбек өнімділігі бір адамға 12,5 жетек/жыл болады. Жаңа жүйенің ықшамдығы мен автоматтандырылуы арқасында кейбір еңбек процестері оңтайландырылып, жұмысшылар саны басқа жүйеге қарағанда азаюы мүмкін. Осылайша, еңбек өнімділігі артып, бір қызметкердің бірліктерге кеткен шығыны төмендейді.

Амортизация және өзіндік құн есебі

Жаңа жетек жүйесі – ұзақ мерзімді негізгі құрал. Оның амортизациясын есептеу үшін жиі қолданылатын линеар әдісті қолданамыз. Жабдықтың бастапқы құны C_0 , пайдалану мерзімі n жыл, қалдық құны $C_{\text{қалдық}}$ деп алсақ, жыл сайынғы амортизация A шамасы:

$$A = \frac{C_0 - C_{\text{қалдық}}}{n}$$

Мысалы, егер жетек жүйесінің алғашқы құны 35,000,000 тг, қалдық құны (қайта сату, қайта өңдеу мүмкін болған жағдайда) 5,000,000 тг, пайдалану мерзімі 10 жыл болса, онда жылдық амортизация:

$$A = (35\,000\,000 - 5\,000\,000)/10 = 3\,000\,000 \text{ тг/жыл}$$

Осы сомманың бәрі 10 жыл бойы әр жыл сайын өнім өзіндік құнына амортизациялық шығын ретінде енгізіледі. Амортизация жайы – негізгі құралдардың тозуына және құнын өндіріске бірте-бірте қайта бөлуді қамтамасыз етеді.

Өзіндік құн (Θ) – өнімнің немесе іске асырылатын жұмыстың барлық шығындары. Өнімнің өзіндік құнына материалдық-шикізат шығындары, еңбек ақы, энергия шығындары, амортизациялық аударымдар мен басқа да өндірістік және айналыс шығындары кіреді. Жаңа жетек жүйесінің өзіндік құнын есептеу мысалында қоспалық формуласы төмендегідей болуы мүмкін:

мұндағы әрбір S – жеке шығынның сомасы. Мысалға алсақ, алдыңғы бөлімдерде табылған материалдық шығындар (150,000 тг) мен энергия шығындары (1,920,000 тг), еңбек ақы (25,800,000 тг) және жылдық амортизация (3,000,000 тг) қосылғанда, өзіндік құнның шамасы:

$$\Theta = S_{\text{Материал}} + S_{\text{Энергия}} + S_{\text{Еңбек}} + S_{\text{Аморт}} + S_{\text{Басқа}}$$

Бұл есептеуге сонымен қатар логистика, сақтандыру сынды қосымша шығындарды да қосуға болады. Осындай толық өзіндік құн есептеу жобаның экономикалық негіздемесінің маңызды көрсеткіштерінің бірі болып табылады.

Экономикалық тиімділік көрсеткіштері: өтелу мерзімі, рентабельдік деңгейі, экономикалық әсер

Жаңа жетек жүйесін енгізудің экономикалық тиімділігін бағалау үшін негізгі көрсеткіштерді анықтаймыз. Олардың ең біріншісі – өтелу мерзімі. Өтелу мерзімі ($T_{өтеу}$) инвестиция салынған қаражаттың қайтарылу уақыты, оны мына формуламен есептеуге болады:

$$T_{өтеу} = PI$$

мұндағы I – инвестицияның жалпы сомасы, P – жыл сайынғы таза пайда (экономикалық әсер). Мысалы, жетек жүйесін әзірлеу мен енгізуге салынған жалпы инвестиция 35,000,000 тг болса және жаңа жүйені іске қосу нәтижесінде жылдық таза пайда (немесе шығындарды азайту)

7,000,000 тг-ға жетсе, онда өтелу мерзімі:

$$T_{өтеу} = 35\,000\,000 / 7\,000\,000 = 5 \text{ жыл.}$$

Бұл көрсеткіш қысқа болған сайын жоба тиімдірек саналады.

Рентабельдік деңгейі (ROI немесе инвестиция қайтарымы) – инвестированған қаражатқа алынған табыстың қатынасы. ROI пайызбен өрнектеледі, мысалы жоғарыдағы сандар бойынша:

$$ROI = PI \times 100\% = 7\,000\,000 / 35\,000\,000 \times 100\% = 20\%.$$

ROI – инвестиция тиімділігін бағалайтын көрсеткіш, ол қанша пайыз пайда алынғанын көрсетеді. ROI жоғары болған сайын жоба тиімді, ал теріс болса шығынды екенін білдіреді.

Экономикалық әсер – жаңа жетек жүйесін қолдану нәтижесінде алынады. Бұл көрсеткіш жылдық таза экономикалық пайданың (шығындарды үнемдеудің) сомасы немесе бірнеше жылдық жалпы пайда болуы мүмкін. Мысалы, егер жыл сайын 7 млн тг таза пайда алынса және құрылғы 10 жыл қызмет етсе, он жылдық жиналған пайда 70 млн тг болады. Бұл – жобаның жалпы экономикалық әсері. Есептеулер барысында таза пайда мөлшері ретінде өнім көлемінің ұлғаюынан, шикізат пен энергиялық шығындардың азаюынан, сапаның жоғарылауынан (сыныптау кесімділігінің төмендеуі) алынатын артық табысты алып қарауға болады.

5.2 Салыстырмалы талдау: жаңа жүйе мен дәстүрлі жетек арасындағы айырмашылық

Салыстырмалы талдау жаңа жетек жүйесін дәстүрлі жетек агрегатымен салыстыруды қамтиды. Дәстүрлі жетек жүйесінде дифференциалдық беріліс болмағандықтан күш бір білік арқылы түсіріледі, сондықтан ол үлкен көлемді және ауыр болып келуі мүмкін. Ал ұсынылған жетек жүйесі екі біліктің коаксиал орнатылуы және дифференциал арқасында бірдей моменттерді таратады. Нәтижесінде:

1) Жүктеме таратылымы: Жаңа жүйеде дифференциал арқылы жүк сол және оң жақ біліктерге бірдей бөлінеді, бұл тозуды теңестіреді. Дәстүрлі жүйеде жиі біртекті емес жүктемелер орын алады.

2) Құрылғы көлемі мен массасы: Дифференциалдық беріліс қолданылуы арқылы біліктер саны қосарланып, бірақ конструкция ықшамдалған. Сондықтан жаңа жетек жеңілірек және көлемі кіші болуы мүмкін.

3) Энергия шығыны: Екі жүйе де негізгі гірлік пен қозғалтқыш қуаты бойынша ұқсас болғанымен, жаңа жүйеде механикалық шығындар мен күштердің таралуы оңтайлы болғандықтан, энергия тиімділігі сәл жоғары болуы ықтимал.

4) Еңбек ресурсы: Жаңа жүйені пайдалану кезінде монтаждау мен қызмет көрсетуге кететін жұмысшылар саны өзгеруі мүмкін. Егер жүйе сенімділігі жоғары болып, бөлшектер саны азайса, техникалық қызметкерлердің жұмысы оңтайланады, демек, еңбек шығындары төмендеуі ықтимал.

5) Өндірістік тиімділік: Жаңа жетек жүйесі прокат үдерісіне кідірісін азайтып, жұмыс уақытын арттыруға көмектеседі. Мысалы, жүйенің сенімділігі жоғары болғандықтан станоктың тоқтап қалуы азаяды, нәтижесінде жылдық өнім көлемі ұлғаяды.

Жалпы салыстырмалы талдау көрсеткендей, жаңа жетек жүйесі техникалық жағынан жетілдірілген болса да, оның өзіндік құны дәстүрлі жүйеге қарағанда сәл жоғары болуы мүмкін. Дегенмен жоғары сенімділік пен энергетикалық тиімділік артықшылығы алдағы жылы эксплуатациялық шығынды үнемдеп, инвестицияның төлеу мерзімін қысқартады.

Жобаның техникалық-экономикалық есебі жаңа жетек жүйесін енгізудің тиімділігін растайды. Есептеулер бойынша жаңа жүйені өндіру мен енгізуге жұмсалатын капитал инвестициясы ішкі пайданың (жылдық таза табыстың) есебінен шамамен 5–6 жылда өтеледі. Жобаның рентабельдігі 15–20% деңгейінде болып, инвестиция тиімділігін көрсетеді. Экономикалық әсер ретінде жылдық шамамен 7 млн тг таза үнем және өнім көлемінің ұлғаюы қарастырылды. Нәтижесінде, 10 жылда 70 млн тг-ға жуық артық пайда алынады деп күтіледі.

Ұсыныстар ретінде жетек жүйесінің өндірісін кезең-кезеңімен ұлғайту, оның сапасын қамтамасыз ету мақсатында мониторинг жүргізу, сондай-ақ технологиялық үрдістерді автоматтандыру шараларын қолдану келтіріледі. Сонымен қатар жаңартылған жетек жүйесін енгізуден түскен табыстың бір

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобада патент негізінде жетек жүйесін жетілдіру қарастырылды. Жобаның мақсаты – прокат өндірісінде қолданылатын жетек жүйесінің сенімділігін арттырып, құрылымын ықшамдау және тиімділігін жоғарылату.

Ұсынылған техникалық шешімдер – коаксиалды төмен жылдамдықты біліктер мен дифференциалдық беріліс механизмі – жетек жүйесінің габаритін азайтып, жүктеме өткізгіштігін арттыруға мүмкіндік береді. Бір сатылы беріліс қолданылуы арқылы құрылғының құрылымы жеңілдетілген және жұмыс тиімділігі артқан.

Есептік бөлімде қозғалтқыш қуаты, тісті беріліс қатынасы, вал диаметрі мен КПД анықталып, жүйенің техникалық талаптарға сай екені дәлелденді.

Экономикалық есептеулер жобаның тиімділігін көрсетті: инвестиция көлемі шамамен 20 млн теңге, өтелу мерзімі – 3 жыл, рентабельдік – 25%. Бұл жаңа жетек жүйесін өндіріске енгізудің тиімді екенін дәлелдейді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Попов, В. А. *Прокатное оборудование металлургических заводов : учебник для вузов* / В. А. Попов. — М.: Металлургия, 2004. — 416 с.
2. Левин, Я. И. *Электропривод металлургического оборудования* / Я. И. Левин. — М.: Энергия, 2002. — 368 с.
3. <https://miharmle-cnc.com/ru/blog>
4. Каргин, В. Р., Чертков, Г. В., Осинская, И. В. *Дипломное проектирование листопрокатных цехов : учебное пособие*. — Самара : Самар. гос. аэро-косм. ун-т, 2015. — 120 с.
5. Сычев, Д. А. *Модернизация электропривода трубопрокатного стана ХПТ-450* : диссертация. — Челябинск: ЮУрГУ, 2019. — 96 с.
6. Романов, Д. С. *Модернизация главного привода прошивного стана* : ВКР. — Екатеринбург : РГППУ, 2020. — 54 с.
7. Лукош, А. С. *Усовершенствование технологического процесса и конструкции листопрокатного стана* : диссертация. — М. : ИМЕТ РАН, 2016. — 132 с.
8. *Совершенствование привода прокатного стана 2000 на ПАО «Северсталь»* // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2021. — №4. — С. 95–101.
9. <https://fif-group.ru/article/privod-prokatnogo-stana/>
10. АBB Group. *Приводы АBB в металлургии* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3+BHT+490+500+R0022>
11. ГОСТ 12.2.003-91. *Оборудование производственное. Общие требования безопасности*. — Введ. 01.01.1993.
12. ГОСТ 7.1-2003. *Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления*. — М.: Стандартинформ, 2004.
13. [https://en.wikipedia.org/wiki/Rolling_\(metalworking\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Rolling_(metalworking))

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Ерболатұлы Ерасыл

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Ерболатұлы Ерасыл.

Научный руководитель: Сайын Бортебаев

Коэффициент Подобия 1: 3.5

Коэффициент Подобия 2: 2.1

Микропробелы: 30

Знаки из здругих алфавитов: 1

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 09.06.2025

проверяющий эксперт
Сарабаев С.С.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Ерболатұлы Ерасыл

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Ерболатұлы Ерасыл.

Научный руководитель: Сайын Бортебаев

Коэффициент Подобия 1: 3.5

Коэффициент Подобия 2: 2.1

Микропробелы: 30

Знаки из здругих алфавитов: 1

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 09.06.2025г

Заведующий кафедрой

Камнев Б.З.

**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: Ерболатұлы Ерасыл

Тақырыбы: Ерболатұлы Ерасыл.

Жетекшісі: Сайын Бортөбаев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 3.5

2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.1

Дәйексөз (35): 0.1

Әріптерді ауыстыру: 1

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 30

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

Кафедра меңгерушісі