

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 4 (2021)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано
Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/PIZZ2271>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,342

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

**А. Ж. Касенов¹, *М. Ж. Тусупбекова², Р. Б. Муканов³,
Д. Р. Абсолямова⁴, А. У. Камаров⁵**

^{1,2,3,4,5}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

ТҮРЛІ КОНСТРУКЦИЯДАҒЫ СУМЕН САЛҚЫНДАТЫЛАТЫН ТЕСКІШ ҚҰРАЛБІЛІКТІН ҚАТТЫ КҮЙДЕГІ КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУДІ ТАЛДАУ

Конструкцияның тозуын азайту мақсатында сумен салқындатылатын тескіш құралбіліктердің қолданыста бар екі конструкциясының талдауы қарастырылады. КОМПАС-3D автоматтандырылған жобалау жүйесін қолдана отырып компьютерлік модель құрастырылды жән температуралық талдау жүргізілді. CAD/CAE/CAM кешендерінің құрамындағы CAE бағдарламаларын қолдану тәжірибесіне сүйене отырып және CAE жүйелерін машина жасаудағы әртүрлі зерттеу және жобалау мәселелерін шешуде есептеу эксперименттерін жүргізудің заманауи құралы ретінде орналастырып, негізінде APM FEM қолданбалы кітапханасын қолдану.

Қобалау процесі жіксіз құбырларды өндірудегі негізгі процестердің бірі болып табылады, ал көлденең бұрандалы илемдеу орнақтарының жұмысында қолданылатын тескіш құралбілік, өндірілетін гильзаның сапасына айтарлықтай әсер етеді. тескіш құралбіліктің тұрақтылық мәселесі, барлық қобалаушы орнақтарға тән. Қобалаушы орнақтардың істен шығуы олардың қобалау кезіндегі жұмысының агрессивті жағдайларына байланысты (жоғары температура әсерінен деформация ошағында болуы), ал легирленген болаттан жасалған жіксіз құбырларды өндіру процесі илемдеу жағдайын едәуір нашарлатады.

КОМПАС-3D бағдарламасында тескіш құралбілік конструкциясының жобалаумен 3D модельдеу арқылы өндірістегі тескіш құралбілікке талдау жасалады.

Өндірісте қолданылатын тескіш құралбіліктің 3D модельдеу әдісімен талдағаннан кейін пайдалану мерзімін ұлғайтуға мүмкіндік беретін тескіш құралбіліктің конструкциясы жобаланды.

Кілтті сөздер: КОМПАС-3D, қатты күйдегі модельдеу, көлденең-бұрандалы илемдеу, қобалаушы орнақ, сумен салқындатылатын тескіш құралбілік, қобалаушы, білік, калибрлеу, дайындама.

Кіріспе

Қобалаушы орнақ ыстықтай илемделген жіксіз құбырларды өндіруге арналған. Дөңгелек штангалар түрінде ыстықтай илемделген құбырларды өндіруге арналған шикізат металлургиялық комбинаттардан түседі. Ыстықтай илемделген құбырлар (ЭББЦ-2-ден тасымалданып) соңғы тұтынушыларға (ҚИӨ БИЖ) жөнелтеді.

Дайындаманы карусельді пеште қыздырғаннан және кескеннен кейін дайындама көлденең-бұрамалы илемдеуінің қобалаушы орнақтарына беріледі.

Қазіргі уақытта ішкі қуысты ашу процесінің физикасы туралы бірыңғай көзқарас жоқ. Осьтік, радиалды және тангенциалды (айналмалы, тангенциалды) кернеулердің эпюраларын әр түрлі талқылайды. Бір теорияға сәйкес, ішкі қабаттың сыртқы қабаттардың қысымымен қатты (сынғыш) бұзылуы, басқа теорияға сәйкес процесс физикасы пластикалық деформацияға негізделген.

Қарапайым түрде, ішкі қуыстың пайда болу себептері біліктердің қысу күштеріне перпендикуляр бағытта әрекет ететін созылу кернеулерінің пайда болуы болып табылады. Сыртқы қабаттар, біліктердің қысылу әсерінен созылып (овализация), соңынан ішкі орталық қабатты «тартады», ал дайындаманың айналуы металдың өзегіндегі кернеулердің өзгеруіне әкеледі, бұл соңында өзектің бұзылуына әкеледі. Бір теорияға сәйкес, бұзылу қалыпты созылу күштері сынғыш беріктік шегіне жеткенде пайда болады, ал басқа теорияға сәйкес, осьтік аймақта созылу кернеулерінің айырмашылығы ағым шегінен асқан кезде пайда болады. Дайындаманы қобалау кезінде тескіш құралбілік алдында қуыстың өздігінен ашылуына жол бермеу үшін қысыуы критикалықтан аз болуы керек.

Дайындама қобалау орнағына кірген кезде тескіш құралбілік өзегі тірек басымен және үш роликті қысқышпен ұсталады, олардың әрқайсысы 120° бұрышта орналасқан үш роликтен тұрады, бұл тескіш құралбілік өзегін өз осінің айналасында айналдыруға мүмкіндік береді, бірақ өзекшені илем осінде ұстайды. Қобалау кезінде гильзаның шығыс бөлігі илем осінің айналасында «соғылады» және роликті тұтқалармен ұстап тұратын тескіш құралбілікті шайқайды. Қобаланған дайындама келесі роликті қысқышқа жақындаған уақытта, ол ашылып қобаланған дайындаманы өзі арқылы өткізеді. Дайындаманың артқы ұшы роликтерден шыққан кезде, барлық ролик қысқыштары ашық болады, олардың артқы ұшы қобалаушы орнағынан шыққан кезде, тескіш құралбілік өзегі сызғыштар бойындағы қысқыштармен ұсталады, ал ұстап тұрған тірек ашылады және алынған қобаланған дайындама – гильза, қобалаушы орнағының сызығынан «кетеді». Илемдеу кезінде тескіш құралбілік қозғалыссыз, кезекпен, тіреуіш баспен (илемдеу кезінде) немесе қобалау аяқтағаннан және гильзаны тескіш құралбілік алғаннан кейін сызғыштар бойында ұстап тұрады.

Илемдеу құралының жағдайы құбырлардың сапасына да айтарлықтай әсер етеді. Итергіш шүмектері, жұмыс роликтері және бағыттаушы құрал жоғары температура, қысым және циклдік қыздыру және салқындату кезінде ауыр жағдайда жұмыс істейді, нәтижесінде ыстық жарықтар пайда болады, жұмыс беттерінің пішіні жоғалады және балқытылады. Сонымен қатар, жоғары сапалы құбырлардан басқа, металды ұтымды қалыптауды, қажетті геометриялық өлшемдерді алуды, құралдың жеткілікті тозуға төзімділігін және орнақтың өнімділігін қамтамасыз етуі керек қобалау орнағының технологиялық құралының калибрлеуінің есептеу мағынасы де маңызды.

Ұзақ уақыт жоғары температура мен жоғары қысымға ұшыраған ауыр жағдайларда жұмыс істейтін қобалаушы сумен салқындатылатын тескіш

құралбіліктердің пайдалану ерекшеліктері қарастырылады [1–8]. Сумен салқындататын тескіш құралбіліктердің тозуға төзімділігі ауысатын тескіш құралбіліктермен салыстырғанда едәуір жоғары – орташа есеппен 600–1000 рет өтуге тең, бірақ легирленген болаттарды қобалау кезінде циклдар саны, ең қолайлы жағдайда, 150 жетеді [4]. тескіш құралбіліктің ең көп таралған түрлері-сфералық жұмыс бөлігі бар және бас бөлігінде салқындататын тар арнасы кеңейген түрге аусады (1-кесте).

Кесте 1 – 2016 жылғы қаңтардан маусымға дейінгі кезінде тескіш құралбіліктің қажеттілігі, тонна/дана

Қобалаушысының диаметрі Құбыр S	қаңтар	ақпан	наурыз	сәуір	мамыр	маусым	Жиыны қобалау-н саны
167 73-тен 114 дейін қабырға 11–13	446,21/ 2	589,81/ 3	167,42/ 1	149,89/ 1	144,62/ 1	151,8/ 1	9
158 108-ден 114 дейін қабырға 15–17	284,37/ 1	455,52/ 2	29,15/ 1	32,28/ 1	24,6/ 1	24,6/ 1	7

Құбыр илемдеу тәжірибесі және техникалық әдебиеттерді талдау [7, 9] қобалаушы тескіш құралбіліктердің тозуының негізгі түрлері: шұлық пен жұмыс бетінің пластикалық деформациясы; жергілікті тозуы, қажалуы, тескіш құралбілік денесінен металл тартуы және жыртуы; тор тәрізді жарықтар, аймақтық жарықтар; тескіш құралбіліктің жұмыс бөлігінің балқуы; тескіш құралбілікке дайындама металының жабысуы (1- және 2-сурет).



Сурет 1 – «Бүрме» жұмыс бөлігінің тозуға ұшыраған тескіш құралбіліктің сыртқы көрінісі



Сурет 2 – Көгілдір тормен және жұмыс бөлігінің бұзылу аймағы пайда болған тескіш құралбіліктің сыртқы көрінісі

Тозуды талдау тескіш құралбіліктің тұрақтылығын анықтайтын негізгі фактор температура деңгейі және оны қобалаушы құралының көлеміне таралуы болып табылады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты, қобалау кезіндегі тозудың ең көп таралған түрі-конструкциялық болаттан жасалған металдан жасалған және итергіштің өзегіне бұралған қобалау орнағының итергіш басының деформациясы болып табылады.

Осылайша, қобалаушы орнағының итергіш басының «шүмегі» жоғары температура мен деформацияға ұшырамайды, бұл құбырлардың жұмыс бетінің қажетті геометриялық өлшемдері мен пішіндерін қамтамасыз ете отырып, өнімнің қызмет ету мерзімі мен сапасын едәуір арттырады [6, 10].

Материалдар мен әдістер

Орнақта қобалау кезінде дайындамаға бір уақытта айналмалы және үдемелі қозғалыстары түседі. Ол илем осі бойымен арнаға салынып, итергішпен бір-бірінің үстінде орналасқан біліктерге дейін итеріледі, бір-бірінің арасында айналу бағыты бірдей. Дайындама көлбеу орнатылған ($5-17^\circ$ илемдеу осіне) біліктермен тартылып әкетіледі де, олардың арасында илемделеді.

Деформация ошағында металды ұстап тұру үшін тік жазықтықта орналасқан екі бағыттаушы сызғыштары болады. Біліктер мен сызғыштардың әрекеті бізге құбырдың сыртқы диаметрін береді. Тегіс беті бар қажетті диаметрдің ішкі тесігін алу үшін илемдеу тескіш құралбілікте жүзеге асырылады – дайындаманың қозғалу жолындағы біліктер арасындағы өзектің соңында орнатылған конус тәрізді құрал. Алға қозғалған кезде дайындама тескіш құралбілікке қарай жылжиды - соның нәтижесінде қобаланады, бұл ретте қобаланған саңылаудың кеңеюі және түзетілуі орын алады. Жұмыс кезінде температура режимі шамамен 1200°C , ал тескіш құралбіліктің температурасы $380-410^\circ\text{C}$ болады [11–13].

Эксперимент – дәл ескерілетін жағдайларда педагогикалық шындықты түрлендірудің ғылыми негізделген тәжірибесі. Түрлі эксперименттер жүргізуге болатын көптеген компьютерлік бағдарламалар бар. Мысалға: AutoCad, Компас 3D, T-flex, 3Ds Max, Graphite, VariCAD және с.с. 3D модельдеуге арналған

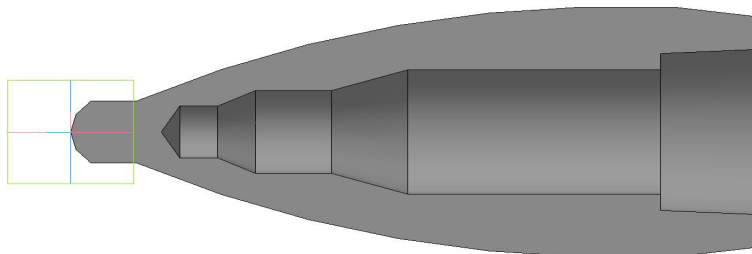
бағдарламалар осы уақытта функционалды деңгейге жетті, сондықтан оларды қолданыста қолданылмайтын маміндеттер мен салалар жоқ. Күрделі кәсіби. «KSP Steel» ЖШС ҚФ өндірістік тәжірибе барысында қажетті әдебиеттер зерттеліп, қобалау орнағының жұмысы талданды. Өндірістің көпжылдық тәжірибесіне сүйене отырып, әлемнің өнеркәсіптік алаңдарында кеңінен қолданылатын екі тескіш құралбіліктің компьютерлік модельдеу жүргізілді. Сызбалар Компас 3D бағдарламасында орындалды.

КОМПАС-3D – «АСКОН» компаниясымен әзірленген автоматтандырылған жобалау жүйесі. Жүйе үш өлшемді параметрлік жобалаудың классикалық процесін – идеядан ассоциативті көлемдік модельге, модельден жобалық құжаттамаға дейін жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

«КОМПАС-3D» негізгі компоненттері – үш өлшемді қатты күйдегі модельдеу жүйесі болып табылады, КОМПАС графигінің әмбебап автоматтандырылған жобалау жүйесі және спецификацияны жобалау модулі.

КОМПАС-3D жүйесі түпнұсқалы және стандартталған құрылымдық элементтері бар жеке бөлшектер мен құрастыру қондырғыларының үш өлшемді ассоциативті модельдерін жасауға арналған. Параметрлік технология бір рет жобаланған прототип негізінде стандартты өнімдердің модельдерін тез алуға мүмкіндік береді. Көптеген сервистік функциялар өндірісті жобалау мен техникалық қызмет көрсетудің көмекші міндеттері шешуді жеңілдетеді.

3-суретте қобалау орнағының сумен салқындатылатын тескіш құралбілігі көрсетілген. Ол құбыр илемдеу өндірісінде дайындамаларды алдыңғы бөлігінде су мен буды бұру үшін саңылауларсыз сумен салқындатылатын тескіш құралбіліктері бар көлденең-бұрамалы илемдеу орнақтарында қобалау кезінде оның тозуға төзімділігін арттыруға арналған. Тескіш құралбілік өзектің еденіне оның ішіне сақиналы саңылаумен орнатылған жеткізу түтігі бар орнатылады.



Сурет 3 – Сумен салқындатылатын тескіш құралбілік

Салқындатқыштың айналымы арқылы тескіш құралбіліктің ішкі салқындауын жақсарту және оларға әртүрлі жылдамдықты беру үшін салқындатқыш ағындарды бөлу түтігінде конустық тығынның орнатылғандығымен қамтамасыз етіледі, сол кезде тығын симметриялы емес түрде орнатылады, беріліс түтігі мен тескіш құралбіліктің осіне қатысты реттелетін эксцентриктілігі $\varepsilon = 0,1 \div 0,3$ болады.

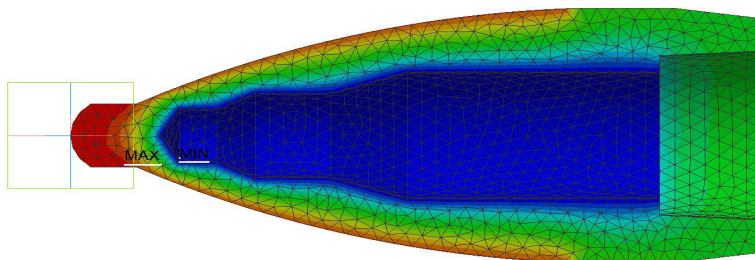
Нәтижелер және талқылау

«Ауыстырылмайтын» тескіш құралбіліктің салқындату үнемі іштен ұстап тұратын өзектің ішіндегі түтік арқылы келетін сумен және сыртқы жағынан

шашыратқыш құрылғымен, қобалауыштар арасындағы үзілістермен жүзеге асырылады. Жеткізу түтігінен шыққан су ішкі бетін жуады және жеткізу түтігі мен тескіш құралбілік арасындағы сақина саңылауы арқылы шығарылады.

Тескіш құралбіліктердің тозуға төзімділігін арттыру міндеті ішкі салқындату жақсарту арқылы жүзеге асырылады. тескіш құралбіліктердің қалыпты циркуляциялық салқындауын қамтамасыз ету үшін су беретін түтік ілгерлетілуі тиіс. Бұл конструкцияда бу тығынының қалдығы кемшілік болып табылады.

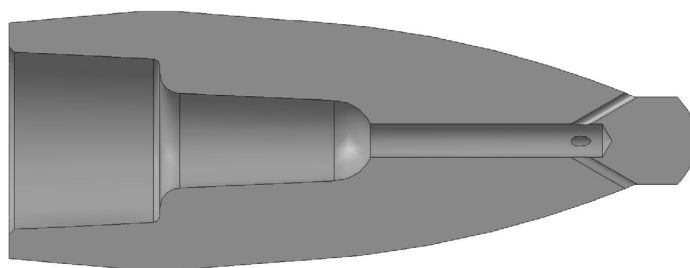
«КОМПАС-3D» бағдарламалық жасақтамасында температуралық талдау орындалды (4-сурет).



Сурет 4 – Қобалаушы орнағының сумен салқындатылатын тескіш құралбіліктің температуралық қызуы (саңылаусыз)

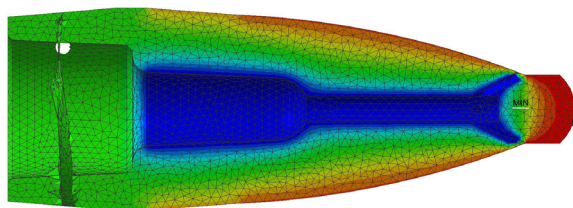
Дайындаманың температурасы 1156 °С. Жоғары температура нәтижесінде тескіш құралбілік жиі істен шығады, өйткені шүмектегі температура 900 °С-қа жетеді. Суық судың температурасы 4–25 °С.

Сумен салқындатылатын тескіш құралбіліктің тағы бір нұсқасы қарастырылды (5-сурет).



Сурет 5 – Саңылаулары бар сумен салқындатылатын тескіш құралбілік

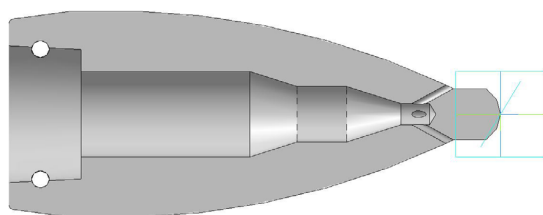
5-суретте 4 тесіктері бар тескіш құралбілік көрсетілген. Бұл суды және бұды сыртқа шығару және де бу тығынының пайда болуын болдырмау үшін орындалған. Температураны талдауда барысында (6-сурет) тескіш құралбілік 3-суреттегі тескіш құралбілікқарағанда әлдеқайда жақсы салқындағанын көруге болады.



Сурет 6 – Екінші сумен салқындатылатын тескіш құралбіліктің температуралық талдауы

6-суреттен 4 тесіктің тескіш құралбілікке қалай әсер ететінін көруге болады. Олар тескіш құралбілікті жақсы салқындатуға ықпал етеді.

Жұмыс аяқталған соң, қобалаушы орнақтың сумен салқындатылатын екі тескіш құралбілігі да талдады. Екі тескіш құралбіліктің артықшылықтары мен кемшіліктері көрінеді. Компьютерлік модельдеу процесінде және алынған нәтижелерге сүйене отырып, тескіш құралбіліктің келесі конструкциясы жобаланды (7-сурет).

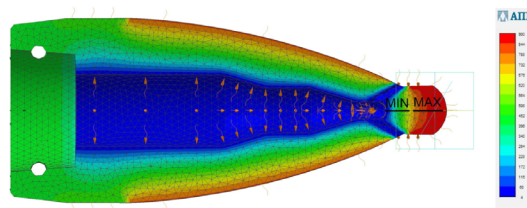


Сурет 7 – Ұсынылатын сумен салқындатылатын тескіш құралбілік

Құрылымның тозуын азайту үшін шүмекке жақын тесіктері бар теориялық тұрғыдан оңтайлы сумен салқындатылған тескіш құралбілік құрылды.

Сонымен қатар, температуралық жүктеме процесі жүргізілді. Нәтижесі айқын (8-сурет).

2-кестеде тескіш құралбіліктің жаңа конструкциясының қажеттілігі туралы деректер берілген.



Сурет 8 – Ұсынылған сумен салқындатылатын тескіш құралбіліктің температуралық талдауы

Кесте 2 – Жаңа конструкциядағы тескіш құралбіліктің қажеттілігі, тонна/дана

1Құбыр S		қантар	ақпан	наурыз	сәуір	мамыр	маусым	Жиыны қобалауыштардың саны
167	73-тен 114 дейін қабырға 11-13	669,31/ 2	742,32/ 3	251,13/ 1	235,27/ 1	223,4/ 1	260,51/ 1	9
158	108-ден 114 дейін қабырға 15-17	426,5/ 1	601,4/ 2	43,7/ 1	48,42/ 1	37,9/ 1	38/ 1	7

Қорытындылар

Тескіш құралбіліктің екі құрылымын талдау нәтижесінде олардың жеткіліксіз тұрақтылығын атап өтуге болады. Бірінші конструкцияның кемшілігі-тесіктердің болмауы, соңын нәтижесінде бу тығыны пайда болады, бұл тескіш құралбіліктің осы құрылымының тез тозуына ықпал етеді және тиімсіз болып табылады. Екінші конструкцияның кемшілігі, тескіш құралбіліктің салқындатудың жетілмеген жүйесі болып келеді. Өндірісте қолданылатын тескіш құралбіліктің 3D модельдеу әдісімен талдағаннан кейін, КОМПАС-3D бағдарламасында, пайдалану мерзімін ұлғайтуға мүмкіндік беретін тескіш құралбіліктің конструкциясы жобаланды.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Оспантаев, А. К., Оспантаев, М. К., Касенов, А. Ж.** Модернизация прошивного стана (обзор) // Международная научная конференция молодых учёных, магистрантов, студентов и школьников «XVII Сатпаевские чтения». – Павлодар : ПГУ им. С. Торайгырова, 2017. – С. 55–60.

2 **Вавилкин, Н. М., Бодров, Д. В.** Исследование теплового и термонапряженного состояний водоохлаждаемых оправок различных конструкций // Производство проката. – 2011. – № 3. – С. 12–14.

3 **Тинигин, А. Н., Бодров, Д. В.** Метод расчета температурных полей и термических напряжений в процессах обработки металлов давлением. // Производство проката. – 2011. – № 10. – С. 2–5.

4 **Вавилкин, Н. М., Бодров, Д. В.** Тепловое и термонапряженное состояние водоохлаждаемых оправок // Металлы. – 2011. – № 1. – С. 31.

5 **Жанабаева, Г. М., Сержанов, Р. И., Богомолов, А. В.** Стойкость оправок прошивного стана // Наука и техника Казахстана. – 2011. – № 3–4. – С. 33–40.

6 **Vavilkin, N. M., Bodrov, D. V.** Thermal and thermally stressed state of water-cooled mandrels // Russian metallurgy (Metally). – 2011. – Т. 2011. – № 1. – Р. 25–28.

7 **Жанзаков, Д. Г., Жумаш, Ж. С., Романов, Т. Н., Богомолов, А. В.** Совершенствование конструкции металлургического оборудования // Наука и техника Казахстана. – 2014. – № 3–4. – С. 24–29.

8 **Машеков, С. А., Кузьминов И. И. и др.** Технология прокатного производства. – Алматы : ТЕТAPRINT, 2007. – 334 с.

9 **Вавилкин, Н. М.** Прошивная оправка / Вавилкин, Н.М. Бухмиров В. В. – М. : МИСиС, 2000. – 128 с.

10 **Сержанов, Р. И., Богомолов А. В.** Формирование прокатного производства в Павлодаре: проблемы и перспективы, 2005. С. 128–135.

11 **Баканов, А. А., Мирошник А. И., Пимонов М. В., Абабков Н. В.** Анализ напряженно-деформированного состояния листов в процессе рулонирования // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Инновации в машиностроении». – Бийск, 2020. – С. 207–213.

12 **Ляшков, А. А.** Геометрическое и компьютерное моделирование формообразования поверхностей деталей // Омский государственный технический университет. Омск, 2013. – 92 с.

13 **Левин, В. А.** Теория многократного наложения больших деформаций и ее промышленная реализация в полнофункциональной сзе для прочностного инженерного анализа // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2013. – № 2-2. – С. 156–178.

REFERENCES

1 **Ospantayev, A. K., Ospantayev M. K., Kasenov A. Zh.** Modernizatsiya proshivnogo stana (obzor) [Modernization of the piercing mill (review)]. Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya molodykh uchonykh, magistrantov, studentov i shkol'nikov «XVII Satpayevskiye chteniya». – Pavlodar : PGU im. S. Toraygyrova, 2017. –Р. 55–60

2 **Vavilkin, N. M., Bodrov D. V.** Issledovanie teplovogo i termonaprájennogo sostoianii vodoohlajdaemyh opravok razlýchnyh konstrýksii [Investigation of thermal

and thermally stressed states of water-cooled mandrels of various designs]. *Proizvodstvo prokata*. 2011. – № 3. – P. 12–14.

3 **Timigin, A. N., Bodrov D. V.** Metod rascheta temperaturnykh polей i termicheskikh naprazhenii v prosesah obrabotki metalov davleniem [Method for calculating temperature fields and thermal stresses in metal pressure treatment processes]. *Proizvodstvo prokata*. – 2011. – № 10. – P. 2–5.

4 **Vavilkin, N. M., Bodrov D. V.** Teplovoe i termonaprazhennoe sostoianie vodoohlajdaemykh opravok [Thermal and thermally stressed state of water-cooled mandrels]. *Metally*. – 2011. – № 1. – P. 31.

5 **Janabaeva, G. M., Serjanov R. I., Bogomolov A. V.** Stoikos opravok proshivnogo stana [Durability of mandrels of the sewing mill]. *Nauka i tehnika Kazahstana*. – 2011. – № 3–4. – P. 33–40.

6 **Vavilkin, N. M., Bodrov, D. V.** Thermal and thermally stressed state of water-cooled mandrels. *Russian metallurgy (Metally)*. – 2011. – T. 2011. – № 1. – P. 25–28.

7 **Janzakov, D. G., Jumash, J. S., Romanov, T. N., Bogomolov, A. V.** Sovershenstvovanie konstruksii metalurgicheskogo oborudovaniia [Improving the design of metallurgical equipment]. *Nauka i tehnika Kazahstana*. – 2014. – № 3–4. – P. 24–29.

8 **Mashekov, S.A., Kuzminov, I. I. et al.** Tehnologii prokatnogo proizvodstva [Rolling production technology]. – Almaty : TETAPRINT, 2007. – 334 p.

9 **Vavilkin, N. M.** Proshivnaia opravka [Sewing mandrel]. Vavilkin N.M., Buhmirov V.V. – M. : MISiS, 2000. – 128 P.

10 **Serjanov, R. I., Bogomolov, A. V.** Formirovanie prokatnogo proizvodstva v Pavlodare: problemy i perspektivy [Formation of rolling production in Pavlodar: problems and prospects]. – 2005. P. 128–135.

11 **Bakanov, A. A., Miroshnik, A. I., Pimonov, M. V., Ababkov, N.V.** Analiz naprazhenno-deformirovannogo sostoiانيا listov v prosese rulonirovaniia [Analysis of the stress-strain state of sheets in the process of rolling]. *Materialy XI Mejdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Innovatsii v mashinostroenii»*. – Biisk, 2020. – P. 207–213.

12 **Lyashkov, A. A.** Geometricheskoe i komputernoe modelirovanie formoobrazovaniia poverhnostei detalei [Geometric and computer modeling of forming surfaces of parts]. *Omskii gosudarstvennyi tehnikeskii universitet*. – Omsk, 2013. – 92 p.

13 **Levin, V. A.** Teoria mnogokratnogo nalozhenia bolshih deformatsii i ee promyshlennaia realizatsiia v polnofunksionalnoi SAE dly prochnostnogo injenernogo analiza [Theory of multiple superposition of large deformations and its industrial implementation in a fully functional SAE for strength engineering analysis] *Izvestia Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki*. – 2013. – № 2–2. – P. 156–178.

Материал баспаға түсті 17.12.21

***А. Ж. Касенов¹, М. Ж. Тусупбекова², Р. Б. Муканов³,
Д. Р. Абсолямова⁴, А. У. Камаров⁵**

^{1,2,3,4,5}Торайгыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 17.12.21.

АНАЛИЗ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ ОПРАВОК РАЗЛИЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Рассматривается анализ двух существующих конструкций водоохлаждаемых оправок с целью уменьшения износа конструкции. Разработана компьютерная модель и выполнен температурный анализ с использованием системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D. На основании опыта применения программ CAE в составе комплексов CAD/CAE/CAM и позиционировать CAE-системы как современный инструмент для выполнения вычислительных экспериментов при решении различных исследовательских и проектных задач в машиностроении, в частности применение прикладной библиотеки APM FEM.

Процесс прошивки является одним из основных процессов в производстве бесшовных труб, а оправка, используемая в работе прошивки на горизонтально-винтовых прокатных станках, оказывает существенное влияние на качество получаемой гильзы. Проблема стабильности оправок, характерная для всех прошивных станов. Выход из строя прошивных станов обусловлено агрессивными условиями их работы при прошивке (нахождение в очаге деформации под воздействием высоких температур), а процесс производства бесшовных труб из легированной стали значительно ухудшает условия проката.

Представлен анализ производства оправок методом 3D моделирования в программе КОМПАС-3D с проектированием конструкции оправки.

После анализа методом 3D-моделирования прошивки, применяемой в производстве была разработана конструкция оправки, позволяющая увеличить срок ее эксплуатации.

Ключевые слова: КОМПАС-3D, твердотельное моделирование, поперечно-винтовая прокатка, прошивной стан, водоохлаждаемая оправка, прошивник, вал, калибровка, заготовка.

**A. Zh. Kassenov¹, *M. Zh. Tussupbekova², R. B. Mukanov³,
D. R. Absolyamova⁴, A. U. Kamarov⁵**

^{1,2,3,4,5}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 17.12.21.

ANALYSIS OF SOLID-STATE COMPUTER MODELING OF WATER-COOLED INTERNAL TOOLS OF VARIOUS DESIGNS

The analysis of two existing designs of water-cooled mandrels is considered in order to reduce the wear of the structure. A computer model was developed and a temperature analysis was performed using the COMPAS-3D computer-aided design system. Based on the experience of using SAE programs as part of CAD/CAE/CAM complexes and positioning CAE systems as a modern tool for performing computational experiments in solving various research and design tasks in mechanical engineering, in particular the use of the APM FEM application library.

The stitching process is one of the main processes in the production of seamless pipes, and the mandrel used in the work of the stitching on horizontal screw rolling machines has a significant impact on the quality of the resulting sleeve. The problem of mandrel stability, characteristic of all sewing mills. The failure of the sewing mills is caused by the aggressive conditions of their work during stitching (being in the deformation center under the influence of high temperatures), and the production process of seamless alloy steel pipes significantly worsens the rolling conditions.

The analysis of mandrels in production by 3D modeling in the COMPAS-3D program with the design of the mandrel structure is presented.

After analyzing the punching tool used in production by 3D modeling, the design of the punching tool was designed, which allows you to increase the service life.

Keywords: COMPAS-3D, solid-state modeling, cross-screw rolling, sewing mill, water-cooled mandrel, sewing machine, shaft, calibration, workpiece.

Теруге 17.12.21 ж. жіберілді. Басуға 27.12.21 ж. қол қойылды.
Электрондық баспа
5,07 Mb RAM
Шартты баспа табағы 9,15 Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан
Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3875

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған
Торайғыров университеті
140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
Торайғыров университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz
nitk.tou.edu.kz