

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Д.СЕРИКБАЕВ АТЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ТЕХНИКАЛЫҚ  
УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН  
НАО «ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Д.СЕРИКБАЕВА»

## «ЖАСТАРДЫҢ ШЫҒАРМАШЫЛЫҒЫ - ҚАЗАҚСТАННЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУЫНА»

Университеттің 65 жылдығына арналған  
студенттердің, магистранттар мен жас ғалымдардың  
IX Халықаралық ғылыми-техникалық  
конференциясының

**МАТЕРИАЛДАРЫ**

**13-14 сәуір 2023 жыл**

I бөлім

## «ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА»

**МАТЕРИАЛЫ**

IX Международной научно-технической конференции  
студентов, магистрантов и молодых ученых  
«Творчество молодых инновационному  
развитию Казахстана», посвященной  
65 - летию университета

**13-14 апреля 2023 года**

Часть I

Өскемен  
Усть-Каменогорск  
2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
Д. СЕРІКБАЕВ АТЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН  
ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д. СЕРИКБАЕВА

**«ЖАСТАР ШЫҒАРМАШЫЛЫҒЫ – ҚАЗАҚСТАННЫҢ  
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУЫНА»**

Студенттердің, магистранттардың және жас ғалымдардың  
IX Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясының  
МАТЕРИАЛДАРЫ

13-14 сәуір 2023 жыл

I бөлім

**«ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ  
РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА»**

МАТЕРИАЛЫ  
IX Международной научно-технической конференции  
студентов, магистрантов и молодых ученых

13-14 апреля 2023 г.

Часть I

Өскемен  
Усть-Каменогорск  
2023 г.

УДК 001  
ББК 72  
Ж 11

**Главный редактор:** к.т.н. С.Ж. Рахметуллина  
**Зам. главного редактора:** к.ф.-м.н. Н.Ф. Денисова

**Редакционная коллегия:** к.т.н. А.С. Муздыбаева, к.т.н. Т.Б. Курмангалиев,  
старший преподаватель Г.Н. Конарбаева

**Жастар шығармашылығы – Қазақстанның инновациялық дамуына:**

Ж 11 Студенттердің, магистранттардың және жас ғалымдардың ІХ Халықаралық ғыл.-техн. конф. материалдары, 13-14 сәуір 2023 ж. = **Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана:** Материалы ІХ Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых, 13-14 апр. 2023 г. – Өскемен: ШҚТУ, 2023. – I б. – 242 б. – қазақша, орысша.

**ISBN 978-601-208-811-3 (I б.)**

**ISBN 978-601-208-818-2**

В сборник материалов конференции вошли доклады и сообщения, отражающие современные проблемы в области машиностроения. Большое внимание уделено вопросам внедрения прогрессивных технологий в машиностроении и на транспорте.

Сборник рассчитан на научных и инженерно-технических работников, преподавателей и студентов высших учебных заведений.

УДК 001  
ББК 72

*Научное издание*

**ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА**

*Материалы ІХ Международной научно-технической конференции  
студентов, магистрантов и молодых ученых  
(ВКТУ, 13-14 апреля 2023 г.)*

Часть I

Сборник издан методом прямого копирования авторских статей  
Ответственный за выпуск *О.Н. Николаенко*  
Редактор *С.С. Мамыраздыкова*

---

Подписано в печать 19.04.2023.	Формат 60x84/16. Печать ризографическая.	Бумага офсетная.
Усл.печ.л. 14,07. Уч.-изд.л. 14,13.	Тираж 20.	Заказ № 405-2023.
		Цена договорная.

---

Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева  
070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова, 69.

**ISBN 978-601-208-811-3 (I б.)**

**ISBN 978-601-208-818-2**

© ВКТУ им. Д. Серикбаева, 2023

## СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

ӘӨЖ 669.017

Азимханов Б. (21-ТМК-1, ШҚТУ), Кабдуллина Д.С. (ШҚТУ)

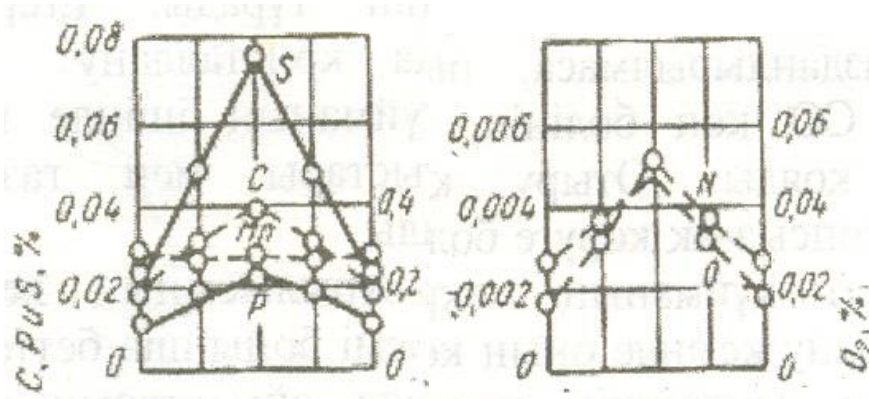
### ЫСТЫҚТАЙ ДЕФОРМАЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕ МЕТАЛЛ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ

**Аңдатпа:** Мақаланың негізгі мақсаты – Ыстықтай деформациялау кезінде металл құрылымының өзгеруі. Өңдеу ыстықтай және суықтай жүргізіледі. Металды қыздыру пластикалық қасиетін арттырады, сол себепті ыстық күйде түр өзгерту, суық күйге қарағанда аз күшті қажет етеді. Болаттардың көпшілігін де әр түрлі қысымдармен өңдейді екен. Болат құйманың жоғарғы бөлігінде отыру қуысы бар. Болатты суытқанда бөлінетін газдар жиналады екен. Болат құйманың микроқұрылысының тағы бір ерекшелігі – ол кристалдану екен. Үш түрлі дендриттік кристалл аймақтарының пайда болуы: құйманың сыртқы бетінде ұсақ дендриттер, одан ірі, созылған дендриттер және ортасында ірі, жан-жаққа бірдей дамыған кристалдар аймақтары. Дендриттердің біртектілігін арттыру әдісі – оларды ұсақтау (осьтері мен осьаралық көлемдерін ұсақтау). Құйма болаттың макроқұрылысында тағы бір көлемдік ақау – ол зоналық таралу деп аталады.

**Түйін сөздер:** Ыстық деформация, Болат, Газ, Кристал, Дендрит, 1915 ж Стед, Зоналық таралу, Болат құйманың микроқұрылысының келесі ерекшелігі, химиялық әртектілігі.

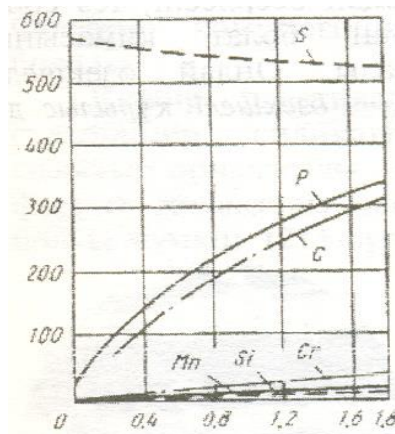
Металды деформациялауға жұмсалатын күштің басым бөлігі (95 % дейін) жылуға айналады, энергияның қалған бөлігі металдың құрылысында кездесетін ақаулар (вакансиялар, дислокациялар) ретінде жиналады. Сол себепті тойтарылған металдың термодинамикалық күйі тұрақсыз. Қыздыру арқылы тойтарылған металдың бастапқы, деформацияға дейінгі қасиетін қайтаруға болады. Ыстық деформация – деформация және қайта кристалдану жылдамдығының арақатынасымен сипатталатын деформация, бұл кезде қайта кристалдану дайындаманың бүкіл көлемі бойынша жүруге уақыт алады және қысыммен өңдеуден кейін микроқұрылым тең осьті болып шығады, шынықтыру іздері жоқ. Ыстық деформация жағдайларын қамтамасыз ету үшін дайындаманың қыздыру температурасын оның жылдамдығының жоғарылауымен арттыру қажет (қайта кристалдану жылдамдығын арттыру үшін). Егер деформацияның соңындағы металл толық қайта кристалданбаған, шынықтыру іздері бар құрылымға ие болса, онда мұндай деформация толық емес ыстық деформация деп аталады. Толық емес ыстық деформация гетерогенді құрылымға, механикалық қасиеттердің және пластиктің төмендеуіне әкеледі. Ыстық деформацияда деформацияға төзімділік суық деформацияға қарағанда шамамен 10 есе аз, ал қатаудың болмауы қалыптау процесінде деформацияға төзімділіктің (аққыштық шегі) азаюына әкеледі. Бұл жағдай негізінен ыстық өңдеудің үлкен бөлшектерді жасау үшін қолданылатындығын түсіндіреді, өйткені ол аз деформациялық күштерді қажет етеді (аз қуатты жабдық). Әрбір металдың өзінің қайта кристалдану температурасы болғандықтан, олар үшін ыстық және суық өңдеу арасындағы шекаралар әртүрлі болады және бұл айырмашылық соншалықты үлкен, ыстық және суық өңдеудің әдеттегі субъективті идеясы жиі қабылданбайды. Мәселен, мысалы, темірдің 300-400°-та пластикалық

деформациясы суық өңдеу болып табылады, өйткені оның қайта кристалдану температурасы  $450^{\circ}\text{C}$ . Сонымен қатар, қалайы немесе қорғасынның деформациясы, тіпті бөлме температурасында да, ыстық жұмыс болып табылады, өйткені бұл металдардың қайта кристалдану температурасы сәйкесінше  $-71$  және  $-33^{\circ}\text{C}$  құрайды. Ыстық деформация кезінде металдың пластикалық қасиеті суық деформацияға қарағанда жоғары болады. Оның ішінде болатты суытқанда бөлінетін газдар жиналады. Отыру қуысы құйманың жоғары жағында бір жерде пайда болуы үшін, құйманың бұл бөлігін әр түрлі әдістердің көмегімен жоғарғы температурада ( $T > T_{кр}$ ) ұстап тұрады. Егер болат толық тотықсыздандырылмаса, онда кристалдану кезінде газдар, әсіресе СО көп бөлініп, құйманың ішінде газ көпіршіктері қалып қояды. Болат құйманың микроқұрылысының келесі ерекшелігі – кристалдану кезінде оның көлемі бойынша бетте көрсетілгендей, үш түрлі дендриттік кристалл аймақтарының пайда болуы: құйманың сыртқы бетінде ұсақ дендриттер, одан ірі, созылған дендриттер және ортасында ірі, жан-жаққа бірдей дамыған кристалл аймақтары. Олардың пайда болу себептері жоғарыда қарастырылған. Дендриттердің алдымен кристалданған осьтерінде зиянды қоспалардың (S, P) концентрациялары аз. Олар негізінен осьаралық микро-көлемдерде жиналады. Кремний мен марганец те осылай ығысады. Бірақ, болаттарда, 1915 жылы Стед көрсеткендей, көміртегі дендриттің осьтерінде көбірек болады: кристалдану кезінде ол басқа қоспалар сияқты ( $K < 1$ ) осьаралық көлемдерде жиналып, одан соң фосфордың әсерімен осьтерінің бойына қарай ығыстырылады. Жоғарыда аталған қоспалардың бәрі жоғарғы температураларда  $\alpha$  – темірдің негізіндегі қатты ерітіндіде болады. Тек күкірт сульфидтер түрінде (Mn, Fe) S болады. Дендриттік таралу кезінде пайда болған химиялық әртектілілік болатты өңдеудің барлық кезеңдерінде сақталып, даяр бұйымда қалады. Дендриттердің біртектілігін арттыру әдісі – оларды ұсақтау (осьтері мен осьаралық көлемдерін ұсақтау). Ол үшін жоғарыда қарастырылған барлық шараларды қолданады – суыну жылдамдығын арттыру (асыра суыту), модификаторларды, еритін беттік активті және ерімейтін, даяр кристалдану орталықтарын құратын (карбидтер, нейтридтер, оксидтер) элементтерді қосу. Құйма болаттың макроқұрылысында тағы бір көлемдік ақау – зоналық таралу орын алады. Зоналық таралу – құйманың бүкіл көлем бойынша химиялық құрамының біртекті болмауын айтады. Ол құйма массасы артқан сайын, арта түседі. Бөліну коэффициенттері аз ( $K_i < 1$ ) қоспалар мен элементтердің концентрациялары негізінен құйманың орталық және жоғарғы бөлігінде көп болады. Оның сыртқы қабатында қоспалар аз болады.



1-сурет Болат құймалардың диаметрі

Қоспалардың болат құйманың диаметрі бойынша бөлінуі күкірттің, фосфордың, көміртегінің, марганецтің, азоттың және оттегінің құйманың орташа қимасының диаметрі бойымен бөлінуі көрсетілген. Күкірттің ликвациялық таралуы (химиялық әртектілігі) басқа қоспаларға қарағанда жоғары. Марганец қиманың көлемі бойынша тегіс таралады.



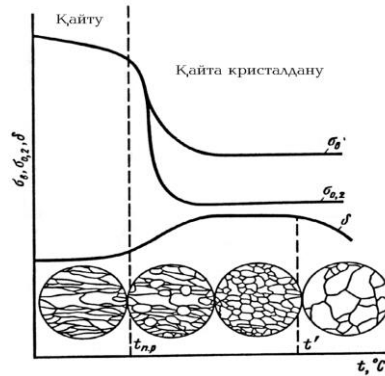
2-сурет Кристалдану

Кристалдану аралығының  $\Delta T$  қоспалардың шамаларына байланыстылығы әртүрлі қоспалардың болаттың кристалдану аралығына ( $\Delta T = T_{\Delta} - T_c$ ) тигізетін әсері көрсетілген. 1-2-ші суреттерден, кристалдану аралығын көп кеңейтетін қоспа – элементтердің дендриттік таралуға бейімділігі де үлкен болатындығы көрініп тұр. Бұл зоналық таралу кезінде орын алады. Қысыммен ыстық және суық өңдеуден кейін қыздыру кезінде металдардың микроқұрылымы мен механикалық қасиеттерінің өзгеруі. Металдарды қысыммен өңдеу олардың белгілі бір жағдайларда деформацияланатын денеге (дайындамаға) әсер ететін сыртқы күштердің нәтижесінде пластикалық деформациялану қабілетіне негізделген. Деформацияның температурасы мен жылдамдығына байланысты суық және ыстық деформация бөлінеді. Ыстық деформация – қайта кристалдану температурасында немесе сәл жоғарырақ кристалдық материалдың деформациясы. Ыстық деформация деформация мен қайта кристалдану

жылдамдығының осындай қатынасымен сипатталады, бұл кезде қайта кристалдану дайындаманың барлық көлемінде орын алатын уақыт болады. Қысыммен өңдеуден кейін материалдың кристалдық құрылымы дерлік теңестіріледі, қатайту іздері жоқ Деформацияланған металды қыздыру кезінде температура жоғарылаған сайын атомдардың қозғалысы үдей түсіп, белгілі бір температураға ( $T_p$ ) жеткенде жаңадан тепе-тең түйіршіктер пайда болады. 3-суретте  $t_{п.р}$  температурасына дейін деформацияланған түйіршіктер сақталады. Температура  $t_{п.р}$  нүктесінен асқанда жаңадан түйіршік тумалары пайда болады. Деформацияланған кристалдың талшықты құрылымының орнында жаңадан тепе-тең кристалдардың пайда болуы қайта кристалдану немесе бірінші кристалдану деп аталады. Қайта кристалдану температурасы ( $T_p$ ) Бочвар А.А. формуласымен анықталады:

$$T_{рек} = \alpha \cdot T_{пл}$$

мұнда  $T_{пл}$  - металдың балку температурасы:  $\alpha$  - металдың тазалығына байланысты алынатын коэффициент, техникалық таза металл үшін  $\alpha = 0,3-0,4$ , қорытпалар үшін  $\alpha = 0,7-0,8$ . Бірінші қайта кристалдану процесі кезінде деформация әсерінен созылған кристалдардың орнына домалаған кішкене кристалдар пайда болады. Жаңа кристалдардың туындылары бұрынғы кристалдардың бұзылған шекараларына орналасып, диффузия арқылы атомдардың қосылуымен әрі қарай өсіп дамиды. Дислокациялар тығыздығы азаяды. Деформация салдарынан металл бойында жиналған энергияның негізгі бөлігі босап шығады. Қайта кристалданудың нәтижесінде тойтарылған құрылым толығымен жойылып, металдың қасиеті бастапқы қалпына жақындайды. 3 суретте көрсетілгендей қайта кристалдану кезінде металдың беріктігі  $\sigma_b$ , әсіресе аққыштық шегі  $\sigma_{0,2}$  күрт төмендеп, металдың созымталдығы  $\delta$  көтеріледі. Қайта кристалдану кезіндегі нығайған беріктіктің жойылуы дислокация тығыздығының күрт төмендеп, бұзылған торлардың бастапқы қалпына қайтуымен түсіндіріледі. Қайта кристалданудан кейінгі дислокация тығыздығы  $10^{10} - 10^{12}$  –ден  $10^6 - 10^8$  см<sup>2</sup> дейін төмендейді. Қайта кристалданудан кейінгі қалыптасқан түйіршіктердің мөлшері металдың қасиетіне өте үлкен әсерін тигізеді. Ұсақ түйіршікті металл мен қорытпалардың беріктігі және тұтқырлығы көтеріңкі болады. Суық пластикалық деформацияланып қайта кристалданған металдың түйіршік мөлшері деформацияға дейінгі түйіршік мөлшерлерінен ұсақ немесе ірі болуы мүмкін. Деформация дәрежесі асқан сайын түйіршік мөлшері кішірейеді. Құйма құрылымы біріншілік кристалданудың ірі дендритті кристалдарының болуымен сипатталады, олардың шекарасында күкірт, фосфор, оксидтер мен карбидтердің қабықшалар немесе ұсақ қосындылар түріндегі металл емес қоспалары болады.



3- сурет Жылудың әсерінен тойтарылған металдың құрылымы мен механикалық қасиетінің өзгеруі

Домалау, соғу және престеу арқылы құйылған құрылымның деформациясы кристалдардың ұсақталуына және олардың ең үлкен деформация (сызу) бағытында созылуына әкеледі. Бұл ретте металл емес қосындылары бар түйір аралық қабаттар (дән қабықшалары) деформацияның жоғары дәрежесінде талшық шоғыры түрін алып, созылады және ұсақталады. Басқаша айтқанда, ыстық деформация нәтижесінде металда талшықты құрылым пайда болады. Балға бастарымен немесе илемдеу станының орамдарымен металды қалпына келтіру арасындағы уақыт аралықтарында металл бастапқы кристаллиттердің ұзартылған қабықтарында қалатын ұсақ тең осьті түйіршіктердің пайда болуымен қайта кристалданады. Осылайша, дәндердің өздерінің толық регенерациясына қарамастан, олардың бастапқы ұзаруы (фибрилляциясы) дерлік өзгеріссіз қалады. Талшықты макроқұрылымның қалыптасуы металдың механикалық қасиеттерінің анизотропиясына әкеледі, ол неғұрлым күшті болса, соғұрлым деформация дәрежесі жоғары болады. Құйманы соғу немесе илемдеу арқылы тарту кезіндегі деформация дәрежесінің көрсеткіші ретінде құйманың  $FH$  бастапқы көлденең қимасының оның соңғы (немесе ағымдағы)  $FK$  мәніне сызудан кейінгі қатынасы алынады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Смағұлов Д.Ұ. Металлография. – Алматы, 2001. - 375 б.
2. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1990.- 527 с.
3. Гуляев А.П. Металловедение. - М.: Металлургия, 1986.- 541 с.
4. Мозберг Р.К. Материаловедение. – М.: Высшая школа, 1991. - 447 с.
5. Геллер Ю. А. Материаловедение /Ю.А.Геллер, А.Г. Рахштадт. -М: Металлургия, 1989. - 455 с.
6. Седов Ю.Е., Справочник молодого термиста / Ю.Е.Седов, А.М.Адаскин. - М.: Высшая школа, 1986. - 238 с.
7. Лившиц Б.Г. Металлография. – М.: Металлургия, 1990. - 333 с.



## АВТОМОБИЛЬДЕРДІҢ ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ГАЗДАРЫНЫҢ ҚАЛАЛАРДЫҢ АУА БАССЕЙІНІНІҢ ЛАСТАНУЫНА ӘСЕР ЕТУІНІҢ КЕЙ БІР МӘСЕЛЕЛЕРІ

**Аңдатпа.** Мақаланың негізгі мақсаты - қазіргі таңда ең басты жаһандық мәселелердің біріне айналған қалалардың ауа бассейндерінің ластану мәселесінің шешу жолдарына шолу жасау. Талдау барысында аталған мәселелер әлемнің Қытай, АҚШ және Батыс Европа мемлекеттерінде кездесетіндігі, және ауа бассейнінің ластануының алдын алу жолдары, сонымен қатар бұл шешімдерді жалпы Қазақстан Республикасы, соның ішінде Өскемен қаласына енгізу жолдары қарастырылған.

**Түйін сөздер:** көліктік көрсеткіштер, бос тұру уақыты, қозғалысты басқару жүйелері, қоғамдық көлік, автокөліктердің шығарынды газдар.

Тасымалдаудың әсерінен ауаның ластануы - жаһандық қалалардағы маңызды экологиялық және қоғамдық денсаулық мәселесі болып табылады. Жол қозғалысына байланысты ауаның ластануы әртүрлі денсаулық мәселелерімен, соның ішінде тыныс алу және жүрек-қан тамырлары аурулары, қатерлі ісік және мезгілсіз өліммен байланысты. Мемлекет басшылықтары, саясаткерлер мен зерттеушілер қалалардағы ауаның ластануына көлік қозғалысының әсерін азайту жолдарын зерттеп жатыр. Бұл ғылыми мақалада қалалық жерлерде көлік қозғалысына байланысты ауаның ластануын азайту үшін қабылданатын әртүрлі шаралардың талдауы берілген. Мақалада тақырып бойынша ағымдағы зерттеулер қарастырылады және әртүрлі стратегиялардың артықшылықтары мен шектеулері, соның ішінде көлік саясаты, көлік құралдарының технологиялары және инфрақұрылымды жақсартулар қарастырылады. Осы шаралардың тиімділігін талдау арқылы мақала саясаткерлер мен қала құрылысын жоспарлаушыларға қалалардағы көлік қозғалысына байланысты ауаның ластануын азайтудың тиімді стратегияларын әзірлеуде ақпараттандыратын түсініктерді беруге бағытталған. Мақала ауаның ластануын азайту стратегиялары бойынша білімдер жиынтығына үлес қосады және осы маңызды саладағы болашақ зерттеулер негізінде Өскемен қаласының атмосфералық мәселесін шешу жолдарын ұсынады.

Қазіргі таңда, ауа массаларының ластануы және тағы да басқа экологиялық мәселелер тек Өскемен қаласына ғана тән емес, бүкіл әлемнің жаһандық мәселесіне айланды. Мәселенің зерттеулуі Батыс Европа, Қытай және АҚШ мемлекеттерінде жасыл экономика саясатының арқасында аса үлкен қарқында жүргізіліп жатыр. Шет елдік зерттеушілердің жұмыс нәтижелері бойынша көлік ағындарының ауа массасына әсерін азайтудың ең үздік жолы - кей бір көлік көрсеткіштерін оңтайландыру.

Бүгінгі таңда мәселені шешу жолындағы аса маңызды көрсеткіш - автокөліктердің бос тұрып қалу уақыты. Себебі, автокөліктің бос жүруі қалалық жерлерде ауаның ластануына айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Автокөлік қозғалмай тұрса да, оның қозғалтқышы жұмысын жалғастыра

береді, отын тұтынады және ауаға ластаушы заттарды шығарады. Бос жүріс кезінде шығарылатын ластаушы заттардың мөлшері бірнеше факторларға, соның ішінде көлік түріне, бос жүріс ұзақтығына және қоршаған ортаға байланысты өзгеруі мүмкін.

Бос жүріс кезінде шығарылатын ластаушы заттарға азот оксидтері (NOx), қатты бөлшектер (PM), көміртек тотығы (CO) және ұшпа органикалық қосылыстар (VOCs) жатады. Бұл ластаушы заттар тыныс алу және жүрек-қан тамырлары аурулары сияқты бірқатар денсаулық проблемаларын тудыруы мүмкін, сонымен қатар климаттың өзгеруіне ықпал етуі мүмкін.

АҚШ-тың Қоршаған ортаны қорғау агенттігінің мәліметтері бойынша, бос жүріс көлік жүргізуге қарағанда екі есе көп шығарындылар шығаруы мүмкін. Қалалық жерлерде бос тұрған көліктер жалпы автокөлік шығарындыларының 8% дейін шығаруы мүмкін. Шығарындылар әсіресе көлік қозғалысы жоғары аймақтарда, мысалы, қиылыстар мен автотұрақтарда зиянды болуы мүмкін.

Ластаушы заттарды шығарудан басқа, бос жүріс отынды ысырап етеді және парниктік газдар шығарындыларын арттырады. Аргонна ұлттық зертханасының зерттеуі 10 секундтан астам бос жүріс қозғалтқышты қайта іске қосқаннан гөрі көбірек отын жұмсайтынын көрсетті. Бұл бос тұру уақытын қысқарту ауаның сапасын жақсартуға ғана емес, сонымен қатар отынды үнемдеуге және парниктік газдар шығарындыларын азайтуға мүмкіндік береді дегенді білдіреді.

Осы себепті мәселені шешу жолында көптеген ғылыми зерттеулер жасалған болатын. Аталған тақырыпқа байланысты зерттеу жұмыстарын көбінесе Қытай Халық Республикасының зерттеушілері атқарған. Мысалы: “Сигнализацияланған қиылыстарда бос тұру уақытын азайту үшін болжамды басқаруды пайдаланудың тиімділігін зерттеу” мақаласы. Бұл мақала үшін зерттеушілер Бейжің (Қытай) қаласында далалық эксперимент жүргізді және нақты уақыттағы көлік ағыны деректеріне негізделген бағдарламалық сигналдарының уақытын оңтайландыру үшін болжамды басқару алгоритмдерін пайдаланатын интеллектуалды көлік жүйесін орнатуды қамтыды. Зерттеу нәтижелері болжамды басқару жүйесі сигнализацияланған қиылыстарда бос жүріс уақытын қысқарту үшін тиімді екенін көрсетті, бұл ретте ең жоғары сағаттарда бос тұру уақытының 13,2%-ға төмендеуі байқалады. Зерттеу жол сигналының уақытын оңтайландыру үшін болжамды басқаруды пайдалану бос тұру уақытын қысқартуға және қалалық жерлерде ауа сапасын жақсартуға тиімді тәсіл бола алады деп болжайды. [1]

Аталған зерттеу жұмысы сигнализацияланған қиылыстардың жұмысын оңтайландырудың маңыздылығын көрсетеді. Зерттеу нәтижесі Қазақстан Республикасының жеңіл автокөліктер саны бойынша көшбасшы қалаларына (Алматы - 460,3 мың дана)(ШҚО - 275,9 мың дана) өз пайдасын тигізуі мүмкін.

Бұл мәселеге қатысты келесі бір зерттеу жұмысы - “Қосылған көлік ортасындағы бос жүріс шығарындыларын азайтуға жол жүру уақыты сенімділігінің әсерін бағалау” Авторлар қозғалыс көлемі, бағдарламалық циклінің уақыты және көлік сипаттамалары сияқты факторларды ескере отырып,

қозғалыс уақытының сенімділігінің әртүрлі деңгейлерінің бос жүрістегі шығарындыларға әсерін бағалау үшін модельдеуге негізделген тәсілді пайдаланады.

Зерттеу жол жүру уақытының сенімділігін арттыру, әсіресе кептеліс аймақтарында бос тұрған шығарындылардың айтарлықтай төмендеуіне әкелуі мүмкін екенін анықтады. Атап айтқанда, авторлар саяхат уақытының сенімділігін 10%-ға жақсарту жалпы бос жүріс шығарындыларының 4,4%-ға және CO<sub>2</sub> шығарындыларының 5,8%-ға төмендеуіне әкелуі мүмкін деп хабарлайды. Зерттеу сонымен қатар нақты уақыттағы қозғалыс ақпараты және болжамды басқару жүйелері сияқты жалғанған көлік технологияларының бос жүріс шығарындыларын азайтудағы әлеуетті артықшылықтарын көрсетеді.[2]

Жалпы зерттеу жұмысы жол жүру уақытының сенімділігі мен бос жүрістегі шығарындылар арасындағы байланыс туралы маңызды түсініктерді береді және бұл факторларды тасымалдауды жоспарлауға және қалалық жерлерде ауаның ластануын азайтуға бағытталған басқару стратегияларына енгізудің маңыздылығын атап көрсетеді.

Келесі аталатын зерттеу жұмысы әлемнің қарама-қарсы бөлігінде жасалған. “Көліктің бос жүрісі мен қалалық ұтқырлық арасындағы байланысты зерттеу: Лиссабон оқиғасы” атаулы еңбек, Лиссабон (Португалия) қаласындағы көліктің бос жүрісі мен қалалық ұтқырлық арасындағы байланысты зерттейді. Авторлар әртүрлі қалалық контексттерде, мысалы, қиылыстар мен автотұрақтарда бос жүруге ықпал ететін факторларды анықтау үшін сауалнамалар мен далалық бақылауларды қамтитын деректер жинау әдістерінің комбинациясын пайдаланады.

Зерттеу көрсеткендей, бос жүріс Лиссабонда кең таралған мәселе және оған көлік кептелісі, қалалық пішін және жүргізушінің мінез-құлқы сияқты факторлар әсер етеді. Атап айтқанда, авторлар қаланың кейбір аудандарында бос жүріс көліктердің жалпы шығарындыларының 18% құрайтынын және бұл қозғалыс көлемі жоғары және күрделі қиылыс конфигурациялары бар аудандарда жиі кездесетінін хабарлайды.[3]

Қазақстанның әрбір қаласына өз пайдасын тигізе алатын зерттеу жұмысы - “Қалалық дәліздердегі бос жүріс пен жүру уақытына сигнал прогрессінің әсері”. Авторлар жеңіл автомобильдер мен жүк көліктері сияқты көліктердің әртүрлі түрлері үшін әртүрлі сигнал уақыттарының бос жүріс пен жол жүру уақытына әсерін бағалау үшін трафикті модельдеу үлгілерін пайдаланады.

Зерттеу сигналдың ілгерілеуі қалалық дәліздерде, әсіресе жеңіл көліктер үшін бос жүруді және жүру уақытын айтарлықтай қысқартатынын анықтады. Атап айтқанда, авторлар оңтайландырылған сигнал уақыттары оңтайландырылмаған уақыттармен салыстырғанда бос тұру уақытын 60%-ға және жол жүру уақытын 30%-ға дейін қысқартуы мүмкін екенін хабарлайды.

Зерттеу сонымен қатар көліктердің әртүрлі түрлеріне сигнал ілгерілеуінің әсерін, сондай-ақ бос жүрістің қысқаруы мен жол жүру уақытын жақсарту арасындағы әлеуетті айырбастарды қарастырудың маңыздылығын көрсетеді. Авторлар бұл тұжырымдар кептелістерді де, ауаның ластануын да

азайту мақсатында қалалық жерлерде бағдаршам жүйелерін жобалау және оңтайландыру туралы ақпарат бере алады деп болжайды. [4]

Осы, және де басқа көптеген жұмыстарды зерттеу барысында бос жүрісті азайту үшін көлік қозғалысын жақсарту қажет. Бұл мақсатта келесі іс-шаралар ұсынылады:

**Жол қозғалысын зерттеуді жүргізу:** Көлік кептелісі жоғары аймақтарды және кептелістің себебін анықтау үшін көлік қозғалысына кешенді зерттеу жүргізу. Сауалнама сонымен қатар қозғалыстың ең жоғары уақытын анықтауға және кептеліске ықпал ететін көліктердің түрлерін анықтауға көмектеседі. Бұл іс-шара Қазақстанның әрбір қаласына қажет. Себебі, жалпы кептеліс мәселесі - қала ішіндегі көліктік қатынаудың басты мәселелерінің бірі болып табылады.

**Зияткерлік көлік жүйелерін (ITS) енгізу:** Көлік ағынын бақылау, кептелісті анықтау және жүргізушілерге ең тиімді бағыттарды таңдауға көмектесу үшін қозғалыс камералары, қозғалыс сигналдарын синхрондау жүйелері және нақты уақыттағы қозғалыс ақпарат жүйелері сияқты ITS технологияларын орнату. Алдымен бұл өзгерістер автокөлік саны мен қозғалыс қарқындылығы жоғары қалаларға енгізілуі қажет. Себебі, тар жол тораптары кездесетін қалаларда, атаулы технология өзінің толық потенциалын аша алмайды.[5]

**Қоғамдық көлікті ынталандыру:** қызмет көрсету сапасын жақсарту және қоғамдық көлік құнын төмендету арқылы қоғамдық көлікті пайдалануды ынталандыру. Бұл жолдағы көліктердің санын азайтып, өз кезегінде көлік қозғалысын жақсартады.

**Қосымша жол инфрақұрылымын салу:** Көбейіп келе жатқан көліктер санын орналастыру үшін қосымша жолдар мен жолақтарды салу және қолданыстағы жолдарды кеңейту. Бұл көлік кептелісін айтарлықтай азайтады, көлік ағынын жақсартады және көліктердің бос жүріс уақытын азайтады.

**Баламалы көлік түрлерін ынталандыру:** арнайы жолақтарды салу және велосипед тұрақтарын қамтамасыз ету арқылы жаяу және велосипедпен жүру сияқты баламалы көлік түрлерін пайдалануды ынталандыру. Бұл жолдағы көліктердің санын азайтады, көлік ағынын жақсартады және зиянды қалдықтарды азайтады.

Осы стратегияларды зерттей отырып, бұл мақала Өскемен қаласындағы ауаның ластануына көлік ағындарының әсерін азайту жолдарын жан-жақты талдауға бағытталған. Мақалада осы стратегиялардың тиімділігін бағалау және одан әрі зерттеу қажет аймақтарды көрсету үшін бар зерттеулер мен жағдайлық зерттеулерге сүйенеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Jia, X., Li L., Liu M., Cui L., and Zhang, Y. (2019). Effectiveness study of using predictive control to reduce idle time at signalized intersections. *Proceedings of Computer Science*, 91, 159-164. doi: 10.1016/j.procs.2016.07.296
2. Zhou B., Ma Y., Yang X., Zhang L. and Lee Z. (2020). Evaluating the

Impact of Travel Time Reliability on Reducing Idle Emissions in a Connected Vehicle Environment. *Procedia Engineering*, 205, 139-146. doi: 10.1016/j.proeng.2017.09.416

3. Pato, M.L. and Varandas, J.N. (2019) Exploring the relationship between vehicle idling and urban mobility: The case of Lisbon. *Journal of Clean Manufacturing*, 198, 470-478. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.06.066

4. Mroué, S., and Smit, R. (2017) Effects of signal progression on idleness and travel times in urban corridors. *Transport Research Division D: Transport and Environment*, 82, 102-106. doi: 10.1016/j.trd.2020.102286

5. Mahmood, Adnan, Siddiqui, Sarah Ali, Sheng, Quan Z., Zhang, Wei Emma, Suzuki, Hajime, Ni, Wei (2022). "Trust on wheels: Towards secure and resource efficient IoV networks". *Computing*. 104 (6): 1337–1358. doi:10.1007/s00607-021-01040-7.

ӘОЖ 164.01

Альгужинова М.М. ( 20-ТЛК-1, ШҚТУ), Абеджанова А.С. (Аға оқытушы, ШҚТУ)

## ҚОЙМА ЛОГИСТИКАСЫНЫҢ МАҢЫЗЫ

**Аңдатпа.** Бүгінгі таңда кез-келген жүктерді таратумен байланысты ірі кәсіпорынның қызметін қоймасыз елестетуге болмайды. Себебі, қоймалық қызметті тауарды тұтынушыға қауіпсіздікте сақтаумен қатар кәсіпорынның логистикалық іс-әрекеттерін жүзеге асырып, тиімді сауда маршруттарын құрып, тауарларды тез қабылдауда, өңдеуде және жөнелтуде және т. б. қолданылады. Басқаша айтқанда, қазіргі заманғы қоймалар жүктерді сақтауға арналған үлкен ғимарат қана емес, сонымен қатар көптеген функциялардың орындалуын қамтамасыз ететін күрделі жүйелер.

**Түйін сөздер:** 3 PL, «А» классты қоймалар, кәсіпорын, жүк, сақтау, қауіпсіздік, қойма қызметі.

Осы функциялардың тізбегі бойынша қойманы арнайы техникамен жабдықтау анықталады (және тиісінше, оның бағасы өседі). Бұл міндетті түрде тапсырыс беруші техникалық тапсырма жасаған кезде көрсетіледі. Мысалы, тиеу қоймалары міндетті түрде жүк көтергіш механизмдермен жабдықталуы тиіс. Ол көліктің бір түрінен өнімді түсіруді және екіншісіне тиеуді қиындықсыз қамтамасыз етуге көмектеседі. Темір жолдарда, автомобиль жолдарында, жанармай құбырларында, айлақтар мен порттарда орналасқан құрылымдар болуы мүмкін. Сол себептен функциялық қызметіне қарай, жабдықталуына, температуралық режиміне және тағы да басқа критерийлерді қамтамасыз ететін талаптар қойылуы мүмкін. [1]

Қойма аймақтарын жобалау кезінде келесідей параметрлер ескеріледі:

- Қызмет ауқымы;
- Ұйымның меншік нысаны;
- Орналастыру түрлері;
- Сақтау шарттары;
- Көлік тасымалының мүмкіндіктері, кірме жолдарға, темір жолдарға жақындығы;
- Сақтауға рұқсат етілген ассортимент сериясы;
- Кәсіпорынның логистикалық ерекшеліктері;
- Жүк ағынының мөлшері.

Осындай талаптарды қатаң сақтау маңызды, өйткені барлық ережелердің қатаң түрде орындалуы мұндай аумақтарда адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз етумен қатар, қоймада кедергісіз жұмыс істеуге кепілдік береді.

Ал көліктік процеске де ықпал ететін бірден бір фактор - логистикалық манипуляциялардың кең ауқымды аймақта орындалуы. [2]

Қойма ауданына жүк, көмекші, операциялық алаңдары, экспедиция аймағының ауданы кіреді. Қойманы қолданудағы тиімді аудан өлшемі 2500-25000 шаршы метрді құрайды. Осы кестеден көмекші алаңның ауданы ең ауқымды болу қажет екенін байқаймыз.

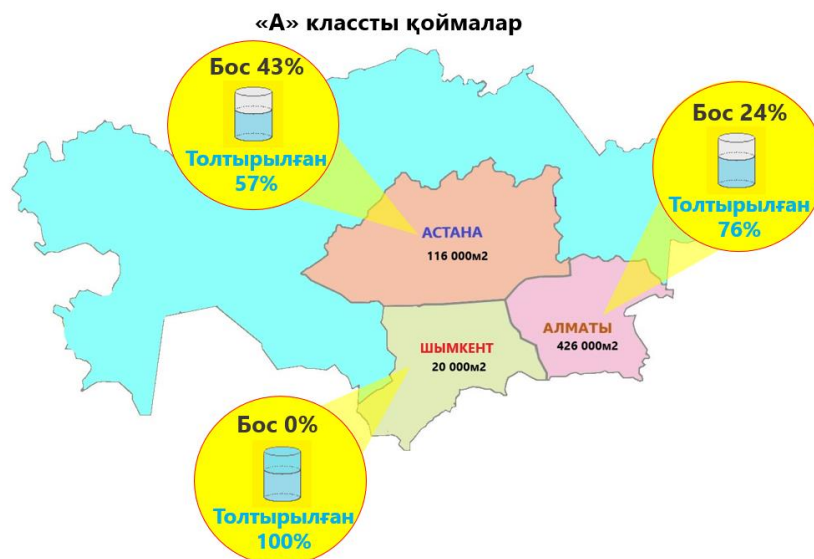
Кесте 1-Қоймадағы жұмыс аймақтарын жоспарлауға қойылатын талаптар

Қойманың ауданы, м2	Соның ішінде, м2			
	Жүк алаңы	Көмекші алаң	Операциялық алаң (қабылдау және жинақтау)	Экспедиция аймағының ауданы
2500	875...1125	1000...750	125...250	500...375
5000	1750...2250	2000...1500	250...500	1000...750
10000	3500-4500	4000...3000	500...1000	2000...1500
15000	5250...6750	6000...4500	750...1500	3000...2250
25000	8750...11250	10000...7500	1250...2500	5000...3750

Қазақстанның ірі қойма кешендері Республиканың ішкі нарығының қажеттіліктеріне қызмет көрсетеді және Қазақстан арқылы өтетін транзиттік ағындарға қызмет көрсетуге қатыспайды. Транзиттік ағындарға қызмет көрсету шекаралық контейнерлік терминалдардағы контейнерлерді өңдеумен және тасымалдаумен шектеледі.

Логистикалық сектор - бұл елдің экономикалық жағдайының өзіндік көрсеткіші. Қойма шаруашылығы жүктелу дәрежесі бойынша сауда деңгейін бағалауға болады, өйткені барлық импорт пен экспорт сауда деңгейіне қарай жүзеге асады. Мәселен, 2015-2019 жылдар аралығында Алматыда «А» класындағы қойма шаруашылығы орташа сыйымдылығы 76%-ды құрады, ал Астанада бұл көрсеткіш небәрі 57% - ға жетті. Бұл ретте осы қалалардағы орташа жалдау мөлшерлемесі шамамен бірдей деңгейде болды. Мәселен, Алматыда палето-орын бағасы 1 442 теңгені, ал Астанада 1 433 теңгені құрады.

Қазақстанда логистикаға жұмсалатын шығындар салыстырмалы түрде үлкен және дамыған елдерде олардың деңгейінен бірнеше есе жоғары. Мәселен, Қазақстанда логистикалық шығындардың үлесі түпкілікті өнім құнының 25% - на жетуі мүмкін, ал орташа әлемдік көрсеткіш 11% деңгейінде. Төменде Қазақстан мен Ресейдегі қойма қолданудағы клиенттер үлесін салыстыруға болады. [3]



1 Сурет - «А» класы қоймалар

Осы суреттен мынадай қорытынды шығаруға болады: 2017 жылы «А» класындағы қойма алаңдарының жиынтық көлемі 562 мың шаршы метрді құрады, оның ішінде 426 мың шаршы метр Алматы қаласында орналасқан. Астана және Шымкент қалаларының үлесіне тиісінше 20,6% және 3,6% тиесілі.

Қазіргі уақытта Қазақстан өңірлердегі сауда желілерінің жедел өсуіне және ұйымдастырылмаған өнім саудасының төмендеуіне ықпал ететін азық-түлік ретейліне қызмет көрсету үшін қойма логистикасын дамыту қажеттілігі туындап отыр. Сол себептен «А» класындағы қоймаларға сұраныс қазіргі таңда ең жоғары болып отыр.



2 Сурет - ҚР бойынша қоймалардың клиенттік үлесі



3 Сурет - РФ бойынша қоймалардың клиенттік үлесі

Жоғарыда бейнеленген көрсеткіштерден Қазақстан және Ресей мемлекеттерінің қойманың қолдану үлесін салыстырып қарауға болады. «Baker Tilly» компаниясының талдауына сәйкес, 2018 жылдың соңында елдегі қойманың жалпы ауданы 4,17 млн шаршы метрді құрайды. Осылайша, Қазақстанда 1000 тұрғынға шаққанда халықтың қойма шаруашылығымен қамтамасыз етілу коэффициенті 227 шаршы метрді құрады, бұл Еуропадағыдан едәуір аз, яғни бұл көрсеткіш 420 шаршы метрді құрайды. 2018 жылы Қазақстанда қоймалардың 50% - ы дистрибьюторлық компаниялардың тауарларымен қамтылды, ал Ресейде бұл көрсеткіш 35%-ды құрайды. Осылайша, логистикалық операторлар көбінесе дистрибьютер мен көтерме



саудагерлермен жұмыс жасауға бағытталатыны байқалады, себебі қойманың айналым құны 40-45 күн ішінде ақталады. Ал экономикалық дамыған елдерде «3PL» (үшінші тарап логистикасы) операторлары азық-түлік сатушыларымен және электрондық коммерция компанияларымен жұмыс істеуге бағытталған.

«А» класты қоймалардың шаруашылығы - бұл металл конструкциялардан немесе сэндвич-панельдерден жасалған бір қабатты және бір көлемді ғимараттар. Олар 1994 жылдан кейін арнайы қойма ретінде пайдалану үшін салынған. Биіктігі кемінде он метр, бұл көп деңгейлі жүктерді сақтауды ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

«А» класындағы қоймалардың негізгі мәселесі - олардың көпшілігі «3PL» (үшінші тарап логистикасы) қызметінің салмағын қамтымайтын шектеулі қызмет түрлерін ұсынады. Осылайша, компаниялардағы логистикалық шығындар өсіп, түпкілікті өнім бағасының өсуіне әкеледі. Сондай-ақ, Қазақстанда еліміздің барлық өңірлерінде жоғары деңгейлі беткейлерде үлкен тапшылық бар. Бірақ, осыған қарағанда, Қазақстан “Жаңа Жібек жолы” стратегиясын ойдағыдай дамытуды жалғастыруда. Соңғы жылдары жүк тасымалдау объектісі бойынша айтарлықтай күшейе түсті, бұл осы жобаның сәтті іске асырылғанын және осы саланы дамыту әлеуеті бар екенін көрсетеді.

«А» класындағы қоймалар әртүрлі өнімдерді сақтау үшін оңтайлы жағдай жасауға мүмкіндік береді. Мұндай ғимараттардың артықшылықтарына мыналар жатады:

Ойластырылған өрт қауіпсіздігі жүйесі. Қызмет көрсетілетін аумақта орнатылатын от пен түтін датчиктерінің жеткілікті саны орнатылады. «А» класындағы қоймаларды жанғыш өнімдерді сақтау үшін пайдалануға болады. Қорғаныс деңгейінің жеткілікті болуын қамтамасыз ету үшін тиісті қызметтерге жіберілген барлық сигналдар міндетті түрде қайталаынады.

Сенімді электрмен жабдықтау. Көптеген жалға берушілер орталық жүйеге қанағаттанбайды және ғимаратта электр қуатының жоқтығын болдырмауға мүмкіндік беретін автономды электр қосалқы станцияларын орнатады.

Ыңғайлы тиеу / түсіру жүйесі. «А» класындағы қоймалар тиісті мөлшердегі қақпалармен жабдықталған. Көтеру биіктігін реттеуге мүмкіндік беретін тиеу алаңдары бар.

Ойластырылған бейнебақылау жүйесі. Бейне бақылаулар сақталатын өнімдер мен қоймаға қызмет көрсететін қызметкерлердің қауіпсіздігін және де жұмысын анық көрсетіп орналастырылады. [4]

Қорыта келгенде, Қазақстанда «3PL» қызмет жүйесін енгізу қажет. Қойма логистикасы өнеркәсіптік және сауда ұйымдары үшін өте маңызды. Олар логистикамен байланысты барлық бизнес-процестерді «3PL» -провайдермен жүргізеді: қойма есебі, өнімді тасымалдау, тапсырыстарды өңдеу, түгендеу. Осылайша, компания басшылығы жеткізілімдерді ұйымдастырумен байланысты жауапкершіліктен арылады, ал басты назар бизнесті дамытуға, тиімді маркетингтік саясатты ұйымдастыруға, сатуды арттыруға бағытталады. Кәсіпкер қолма-қол ақшаны үнемдей алады, өйткені қойма бөлмелері мен қосымша көлік құралдарын сатып алу қажеттілігі жоқ. Аутсорсингке көшу компанияның бәсекеге қабілеттілігін арттыруға ықпал ететін үздік технологиялар мен

шешімдерді енгізуге мүмкіндік береді. Кәсіп иесі жеткізілімдерді ұйымдастыруға уақыт пен күш жұмсамай, кәсіби қызметке назар аударуға мүмкіндік алады. «3PL» операторлары нарық жағдайлары мен қажеттіліктерінің өзгеруіне тез жауап береді. Провайдерлер тапсырыс берушінің тауарларын белгіленген мерзімде, қажетті мөлшерде және мінсіз күйде жеткізуге кепілдік бере алатындығына байланысты. Осылайша, «А» класындағы қоймалар «3PL» жүйесімен тікелей байланыста болып, логистикалық үрдістің оңтайлы әрі өнімді қызметіне әкелуі мүмкін.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. [А.К. Покровский Исследование систем управления. Транспортная отрасль / А.К. Покровский. - М.: КноРус, 2019. - 368 с.] [1]
2. [А.Л. Носов Логистика. Учебное пособие / А.Л. Носов. - М.: Магистр, Инфра-М, 2020. - 184 с.] [2]
3. [<https://bakertilly-ca.com/ru-kz/news/logistika-put-v-budushhee/>] [3]
4. [[orbes.kz/stats/3PL»\\_drayver\\_razvitiya\\_riteyla](https://orbes.kz/stats/3PL-dravver-razvitiya-riteyla)] [4]

УДК 621.646.6

Арғынбаев М.Н. (21-МГМ-2т, ВКТУ), Ғабдысалық Р. (PhD, ВКТУ)

## ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КОНСТРУКЦИИ КРАНА ШАРОВОГО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

**Аннотация.** В статье представлено исследование конструкции шаровых кранов для трубопроводов высокого давления. Проанализировав конструкции и особенности шаровых кранов отечественных и зарубежных производителей, мы предложили использовать в качестве пружины уплотнительную резину вместо отдельных тарельчатых или пружин растяжения и опорных колец, что является более экономичным. В статье также рассмотрены результаты гидравлических испытаний, проведенных на модифицированной конструкции шарового крана.

**Ключевые слова:** кран шаровой, герметичность, уплотнение, седло.

На прошлогодней научной конференции нами была опубликована статья на тему «План совершенствования конструкции крана шарового для обеспечения герметичности» [1]. В этой статье рассмотрены основные проблемы, возникающие на АО «УЗПА» в шаровых кранах, и предложены наши рекомендации по их решению.

Мы провели серию испытаний для практической проверки предложенных решений [1]. В результате испытаний мы пришли к выводу, что краны способны выдерживать давление от 14 до 21 МПа. Вариант I [1] включал в себя изменение материала седла из фторопласта на капролон, а также применение 8 радиусных пазов на патрубке и 2 отверстия на корпусе. Однако седло, сделанное по варианту I, не выдержало нужного высокого давления.

Одной из основных целей нашего исследования является обеспечение требуемой герметичности крана шарового при давлении 40 МПа. Поэтому на этом этапе основная цель модернизации крана не была достигнута.

Продолжая эти исследования, и основываясь на новых данных, мы представляем статью, в которой более подробно рассматриваются вопросы проектирования шаровых кранов, используемых в трубопроводах высокого давления. Мы сфокусировались на решении проблем, возникающих в узле седла шарового крана.

Для дальнейшего улучшения был проведен литературный анализ зарубежных источников [2, 3, 4]. Были рассмотрены некоторые конструкции и их особенности отечественных [5], и зарубежных производителей [6, 7, 8, 9].

К производителям кранов шаровых, которые выпускают изделия со схожими параметрами, можно отнести - заводы ТОО «Гусар» (Россия), ТОО «КазРосПромАрматура» (Казахстан), и т.д.

Проанализировав и сравнив их конструкции, мы пришли к выводу, что есть множество схожестей.

Показанный на рисунке 1 узел седла компании «КазРосПромАрматура» [5] имеет аналогичную конструкцию как у ТОО «Гусар» [6]. Эти производители применяют дополнительные компоненты, такие как опорное кольцо и тарельчатая пружина (рисунок 1).

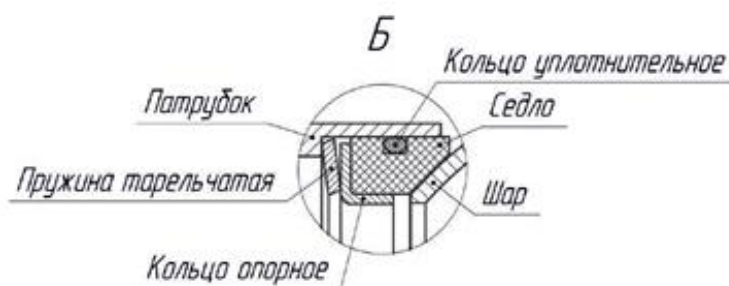


Рисунок 1 – Узел седла крана шарового производства «КазРосПромАрматура» [5]

Тарельчатая пружина, предназначена для более плотного прижатия шара к седлу. Однако если тарельчатая пружина соприкоснется с седлом из фторопласта, это может привести к повреждению седла и к нарушению работы крана. Во избежание этого, опорное кольцо обычно располагается между седлом и тарельчатой пружиной. Это гарантирует, что седло из фторопласта не деформируется под действием тарельчатой пружины.

При проектировании и производстве шарового крана одним из важных факторов, который следует учитывать, является стоимость компонентов. Использование тарельчатой пружины и опорного кольца в шаровом кране может помочь улучшить его характеристики и долговечность, но, с другой стороны, так как они ранее не использовались в конструкции нашего крана, это увеличит его стоимость.

Зарубежные производители [7, 8, 9] вместо тарельчатых используют пружины растяжения. Как показано на конструкция компании «Бёмер», (Германия) на рисунке 2 [7], используются седло, пружина и уплотнительные резины. Такая конструкция работает схожим образом, как у компании «КазРосПромАрматура». Однако вместо одной тарельчатой пружины, тут используются четыре растяжных, чтобы распределить нагрузку равномерно.

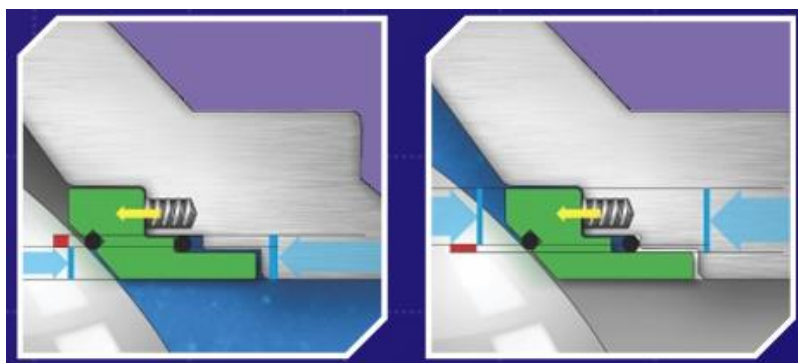


Рисунок 2 – Узел седла крана шарового производства компании «Бёмер» [7]

При литературном анализе [2, 3, 4] выяснилось, что наиболее эффективная конструкция седлового узла используется у зарубежных изготовителей [7, 8, 9].

Одним из условий модернизации является сохранение стоимости шарового крана. Для этого мы предлагаем только изменение конструкции узла седла, то

есть уменьшить глубину канавки под уплотнительное кольцо, а в качестве пружины использовать уплотнительную резину. Такой подход устраняет необходимость в отдельной тарельчатой пружине или пружине растяжения и в опорном кольце, обеспечивая при этом необходимое усилие сжатия и уплотнения. Это происходит благодаря использованию уплотнительной резины в качестве пружины.

Следующий вариант II отличается уменьшенной канавкой. При уменьшении канавки в седле крана шарового уплотнительная резина будет выступать на 0,1...0,3 мм. Таким образом при подаче давления она будет сжиматься и обеспечивать герметичность, а при отсутствии давления примет изначальное положение. За счет изменения глубины канавки, то есть используя уплотнительную резину в качестве пружины мы сможем обеспечить лучшее сжатие шара при низких давлениях.

В конструкции варианта II (рисунок 3) было использовано капролоновое седло, где роль пружины играет уплотнительная резина.

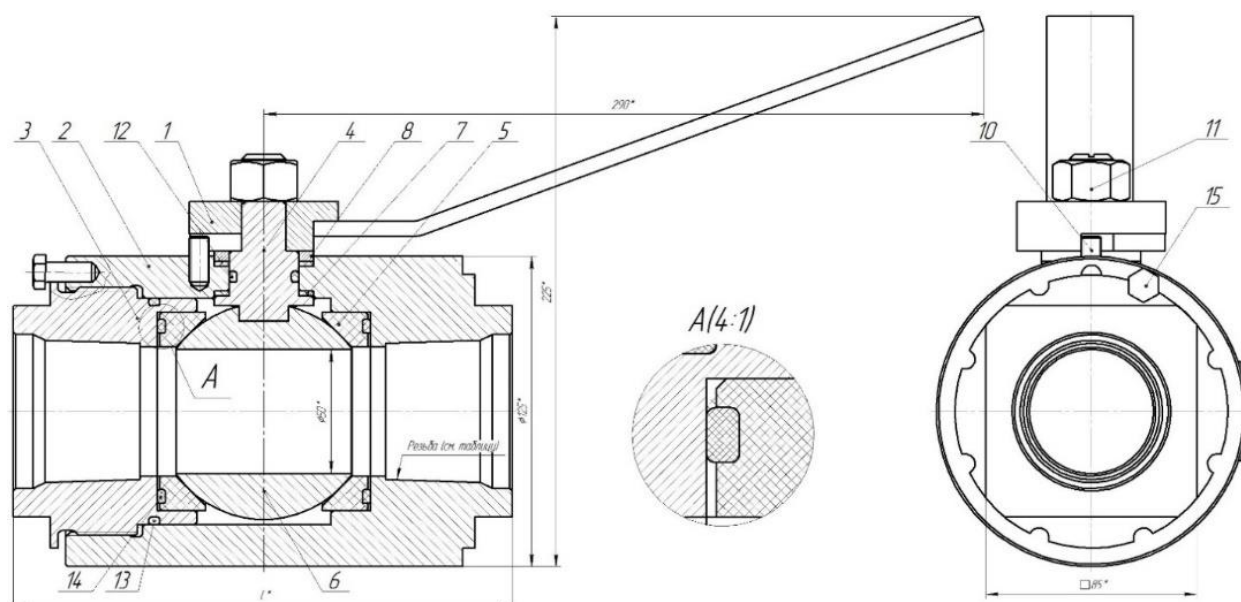


Рисунок 3 – вариант II доработанной конструкции крана шарового

После изготовления крана шарового по варианту II, с уменьшенной канавкой, мы провели гидравлические испытания, чтобы убедиться в его герметичности.

При проведении испытаний (рисунок 4) на АО «УЗПА» [10] была оценена герметичность узла седла шарового крана при различных условиях давления, что дало ценную информацию для дальнейшего улучшения конструкции [11].

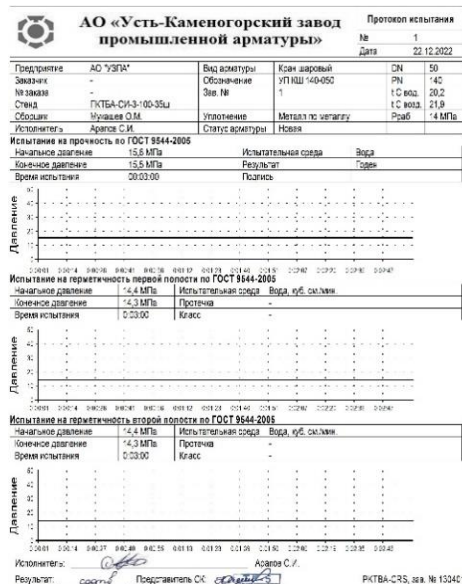


Рисунок 4 – Испытание шарового крана на АО «УЗПА»

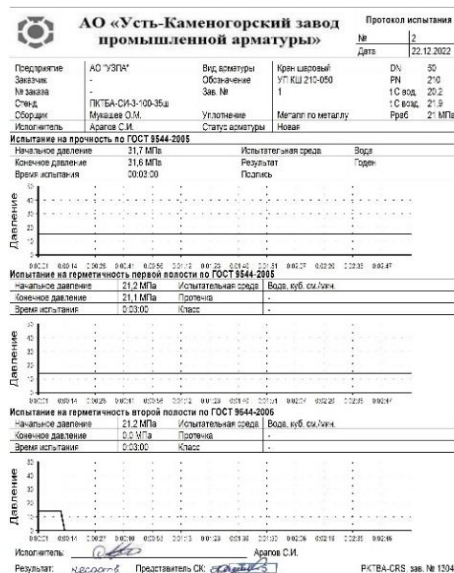
Объем испытаний имел следующий вид:

- Испытание на герметичность седла рабочим давлением  $P_r$  с временем выдержки 3 минуты, с одной стороны.
- Испытание на герметичность седла рабочим давлением  $P_r$  с временем выдержки 3 минуты, со второй стороны [11].

Герметичность варианта II узла шарового крана была проверена в условиях высокого давления 14 МПа и 21 МПа. При 14 МПа узел крана показал удовлетворительную работу, утечки не были обнаружены (рисунок 5 а). Однако при давлении 21 МПа узел не выдержал испытания. Резиновое кольцо вылетело из-под канавки седла во время подачи давления во вторую полость (рисунок 5 б). Это привело к потере герметичности, и несколько повторных испытаний показали тот же результат.



а)



б)

Рисунок 5 – Испытание крана на герметичность

а) при 14 МПа б) при 21 МПа

После анализа проведенных экспериментов мы пришли к некоторым выводам.

Неспособность резинового кольца удерживать свое положение могло быть связано с действием высокого давления на кран, создававшего значительную силу в полости корпуса. Эта сила могла вызвать смещение уплотнительного резинового кольца из исходного положения, что привело к утечке.

Для решения этой проблемы необходимы дальнейшие усовершенствования конструкции узла седла крана шарового. Одним из возможных рекомендаций является использование более надежного метода удержания кольца на месте. Например, с помощью канавки в корпусе, которая может предотвратить смещение кольца во время работы.

Использование корпуса с канавкой (рисунок 6) улучшит распределение нагрузки на седло, снизит концентрацию напряжения и улучшит герметичность крана. Седло будет сделано из капролона, а резиновое кольцо сыграет роль пружины. Канавка в корпусе не даст резиновому кольцу сместиться с изначальной позиции.

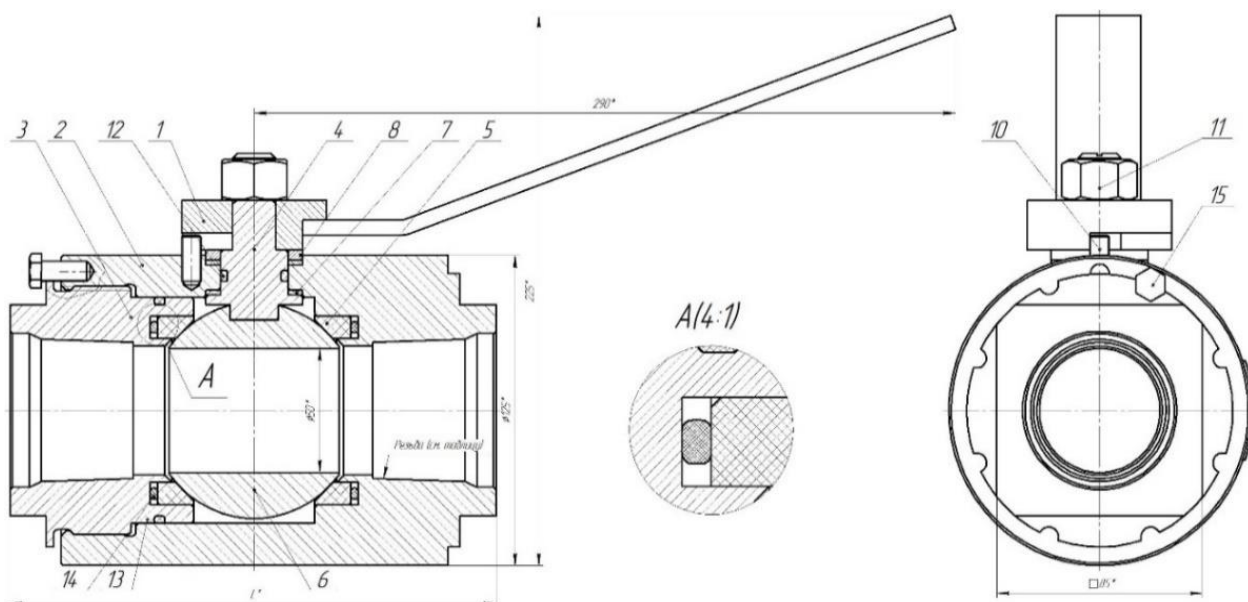


Рисунок 6 – вариант III доработанной конструкции крана шарового

Вариант III конструкции узла седла шарового крана направлен на решение проблемы, возникшей в варианте II, то есть ограничение использования уплотнительной резины в качестве пружины. На данный момент изготавливается корпус с канавкой на АО «УЗПА» по варианту III.

Следует отметить, что герметичность узла седла шарового крана может быть определена только путем тщательных испытаний. После того, как корпус будет изготовлен, сборку можно испытать при различных условиях давления, чтобы оценить ее герметичность и общую надежность.

В заключение, разработка и совершенствование шаровых кранов — это непрерывный процесс, требующий тщательного рассмотрения различных вариантов конструкции и проведения испытаний для обеспечения их герметичности и надежности. Мы на сегодняшний день проверили два варианта усовершенствования узла седла шарового крана и проектируем третий вариант.

Вариант II состоял в уменьшении глубины канавки под уплотнительным кольцом, но при испытаниях этот подход не показал желаемых результатов. Это подчеркивает важность тщательных испытаний для выявления любых потенциальных недостатков конструкции или производственных дефектов, которые могут повлиять на работу крана.

Однако неудовлетворительные результаты варианта II привели к разработке новой конструкции, включающей канавку в корпусе.

В дальнейшем ожидается изготовление конструкции по варианту III и проведение испытаний. Мы надеемся, что этот вариант будет окончательным решением нашей проблемы. Так как канавка в корпусе не позволит уплотнительной резине сместиться с изначальной позиции. Таким образом уплотнительная резина сможет работать как предусмотрено.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Арғынбаев М.Н., Фабдысалык Р. «План совершенствования конструкции крана шарового для обеспечения герметичности», VIII Международная научно-техническая конференция студентов, магистрантов и молодых учёных «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана», посвященная 100-летию первого ректора Серикбаева Д.М. и 100-летию второго ректора Сидорова А.К. 7-8 апреля 2022 г. Часть I, 227 с.

[2] Min, J., & Kim, S. (2019). Influence of the seat design on the sealing performance of ball valves under high-pressure conditions. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 33(4), 1825-1831.

[3] Fidkowski, K. J., Czuba, M., & Olszewska, P. (2018). Investigation of the sealing effectiveness of double-seated ball valves under high-pressure conditions. *Journal of Pressure Vessel Technology*, 140(2), 021106.

[4] Richter, D., Drevon, R., & Yousif, A. (2019). Development of a novel high-pressure double-block-and-bleed ball valve. *Valve World*, 24(2), 30-36.

[5] <https://krpa.kz/> (дата посещения: 09.11.2022).

[6] <https://gusarm.ru/> (дата посещения: 11.11.2022).

[7] <https://www.boehmer.de/> (дата посещения: 11.11.2022).

[8] <https://www.broen.com/> (дата посещения: 15.11.2022).

[9] <https://cameron.slb.com/> (дата посещения: 19.11.2022).

[10] <https://www.uzpa.kz/> (дата посещения: 19.11.2022).

[11] СТ 1836-1917-01-АО-О6- 2018 - Краны шаровые DN до 1000; PN до 12,5 МПа (125 кг/см<sup>2</sup>) Технические условия, АО "Усть-Каменогорский завод промышленной арматуры".



УДК 631.3

Аркалыков Е.Д. (22-МТТК-1.5, ВКТУ), Байгереев С.Р. (ВКТУ)

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МЕХАНИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

**Аннотация.** Исследование надежности современной мобильной сельскохозяйственной техники показывает, что от 20 до 40% отказов приходится на долю агрегатов трансмиссии. Выход из строя трансмиссии в большинстве случаев определен потерей работоспособности подшипников и зубчатых колес. Трансмиссия трактора является сложной трибомеханической системой, в которой большое значение имеет смазочная система. Для повышения ресурса трансмиссии трактора необходимо разработать мероприятия, обеспечивающие качественную смазку сопрягаемых деталей и в первую очередь путем улучшения герметичности смазочной системы. Естественно, что снижение ресурса связано с концентрацией абразивных частиц в масле, которая в свою очередь тесно связана со степенью герметичности трансмиссии. Поэтому исследования по повышению ресурса трансмиссии трактора путем улучшения герметичности смазочной системы являются актуальными. [1]

**Ключевые слова:** Автотракторная техника, редуктор, трансмиссия, герметичность.

### Актуальность исследования

Обеспеченность хозяйств нашей страны основными видами сельскохозяйственной техники составляет 40...70 %, сохраняется тенденция старения парка, возрастает срок эксплуатации машин и оборудования, снижается их надежность. К надежности сельскохозяйственной техники, в частности к трактору как к основному источнику энергии для рабочих машин, предъявляются высокие требования. Исследование надежности современной мобильной сельскохозяйственной техники показывает, что от 20 до 40% отказов приходится на долю агрегатов трансмиссии. Выход из строя трансмиссии в большинстве случаев определен потерей работоспособности подшипников и зубчатых колес. Исследования ряда ученых показывают, что детали трансмиссии теряют работоспособность в основном в результате абразивного действия частиц пыли, находящихся в смазочном масле.

При должном уровне технической эксплуатации трактора основным из путей загрязнения трансмиссионного масла является попадание пыли в результате газообмена. Как известно, трактор работает в условиях повышенной запыленности окружающей среды, поэтому в случае неисправности уплотнительных и фильтрующих элементов происходит накопление частиц пыли в смазочном материале, ухудшая тем самым качество смазки трущихся поверхностей и, как следствие, ускоряя их изнашивание.

Трансмиссия трактора является сложной трибомеханической системой, в которой большое значение имеет смазочная система. Для повышения ресурса трансмиссии трактора необходимо разработать мероприятия, обеспечивающие качественную смазку сопрягаемых деталей и в первую очередь путем улучшения герметичности смазочной системы. [2]

Естественно, что снижение ресурса связано с концентрацией абразивных частиц в масле, которая в свою очередь тесно связана со степенью герметичности

трансмиссии. Поэтому исследования по повышению ресурса трансмиссии трактора путем улучшения герметичности смазочной системы являются актуальными.

Расчеты показывают зависимость ресурса деталей трансмиссии от степени ее герметичности во время эксплуатации. Повышая степень герметичности, интенсивность поступления абразивных частиц пыли снижается, а их концентрация в смазочном масле не превышает допустимого значения до его замены. Следовательно, ресурс трансмиссии трактора повышается.

Теоретически обосновано существенное влияние насосного эффекта зубчатых колес на газообмен полости трансмиссии с окружающей средой, поэтому при проектировании технических устройств обеспечивающих герметичность смазочных систем трансмиссии необходимо его учитывать.

Применение технических устройств и мероприятий, направленных на улучшение герметичности смазочных систем тракторных трансмиссий, должно способствовать существенному повышению их ресурса. [3]

#### Цель исследования

Повышение ресурса трансмиссии трактора путем улучшения герметичности смазочной системы. Заключается в разработке сапуна трансмиссии, снижающего интенсивность накопления механических примесей в трансмиссионном масле в среднем на 32,5%, интенсивность увеличения вязкости масла в среднем на 30,3%, увеличивающего ресурс трансмиссии в среднем на 26,3%.

#### Задачи исследования

- Теоретически обосновать влияние герметичности смазочной системы на ресурс трансмиссии трактора.
- Разработать и изготовить сапун, обеспечивающий герметичность смазочной системы трансмиссии.
- Исследовать газообмен полости трансмиссии с окружающей средой.
- Исследовать интенсивность изменения кинематической вязкости смазочного масла трансмиссии, накопления механических примесей в нем и динамику накопления продуктов износа деталей трансмиссии в эксплуатационных условиях с применением разработанного сапуна.
- Провести технико-экономическую оценку разработанного сапуна трансмиссии.

#### Объект исследования

Сапун — это устройство, соединяющее внутреннюю полость картера механизма с атмосферой, для предотвращения повышения давления во внутренней полости. Важной функцией сапуна, наряду с устранением избыточного давления, является защита от попадания пыли во внутреннюю полость картера.

Конструкции применяемых в тракторных трансмиссиях сапунов отличаются большим разнообразием, с различными фильтрующими элементами. Основными составляющими сапунов, применяемых в тракторных трансмиссиях являются: корпус и фильтрующий элемент. В качестве фильтрующего элемента используют пенополиуретан (МТЗ-80, Т-25А). [4]

Основными недостатками конструкций сапунов, применяемых в тракторных трансмиссиях являются: малая пылеёмкость; невозможность самоочистки фильтрующего элемента; невозможность разборки многих из них, что делает качественную промывку набивки сапуна практически невозможной. Кроме этого, в некоторых сапунах защита от попадания пыли не предусмотрена. Так, например, сапун заднего моста Т-150К клапанного типа имеет серьезный недостаток, поскольку при охлаждении в полости трансмиссии возникает значительное разрежение, и газообмен с окружающей средой в этом случае осуществляется через неплотности. В результате чего в полость заднего моста поступает неочищенный воздух.

Процесс накопления продуктов износа в смазочном масле редуктора трактора Т-150К/ ХТЗ-150К-09 с учетом действия разработанного сапуна.

Предметом исследований является установление взаимосвязи между герметичностью полости трансмиссии и содержанием в смазочном масле продуктов износа.

#### Научная новизна работы

- теоретическое обоснование параметров сапуна трансмиссии;
- конструкция сапуна, обеспечивающего герметичность смазочной системы трансмиссии.

#### Практическая значимость

Экономическое обоснование результатов исследований подтверждает эффективность модернизации трансмиссии трактора Т-150 К за счет применения разработанного сапуна редуктора.

Годовая экономия от увеличения ресурса трансмиссии до капитального ремонта составляет 2000,56 тг. на один трактор (в ценах на 01.10.20022 года). Окупаемость дополнительных затрат на модернизацию трансмиссии трактора составляет 69,6%, срок окупаемости 1,44 лет.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Повышение долговечности деталей трансмиссий сельскохозяйственной техники. Аналитические и обзорные справки. -М.: Информагротех, 1998. [1, с.1]
2. Надежность и ремонт машин/ В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; Под ред. В.В. Курчаткина. - М.: Колос, 2000. [2, с.2]
3. Виленкин, А.В. Масла для шестеренчатых передач / А.В. Виленкин. - М.:Химия, 1982. [3, с.2]
4. Власов, П.А. Причины снижения надежности сельскохозяйственной техники: Учебное пособие/ П.А. Власов. Саратов. с.-х. ин-т им.Н.И. Вавилова. - Саратов, 1990. [4, с.3]

УДК 621.878.23-182.38

Аукенова Б.К. (специалист ВКТУ), Кумыкова Т.М. (к.т.н., ВКТУ)

## ОБОРУДОВАНИЕ БУЛЬДОЗЕРА-ТЕРРАСЕРА

**Аннотация:** В настоящей статье предложено новое оборудование бульдозера-террасера. Он относится к области строительно-дорожных машин, в частности, к землеройным машинам типа бульдозеров. Цель – расширение эксплуатационных возможностей при одновременном повышении надежности машины. Бульдозер-террасер включает базовую машину, толкающие брусья, отвал, гидроцилиндры выдвигания, подъема отвала, поперечную раму, соединяющую передние концы толкающих брусьев, передние и задние шарнирно сочлененные рычаги механизма привода, соединяющие соответственно отвал с поперечной рамой и повышение надёжности работы всех узлов и механизмов в целом.

**Ключевые слова:** бульдозер-террасер, гидроцилиндр, отвал, боковые секции, рычаг.

На землеройных работах для перемещения грунта в различных направлениях применяются бульдозеры. Для расширения эксплуатационных возможностей этих машин появилась их разновидность – бульдозеры-террасеры, которые могут работать в экстремальных условиях. Бульдозер-террасер (БТ) оснащен такими же рабочими органами землеройных машин, как и все типы бульдозеров.

Высокая производительность, способность перемещать большие объемы породы и возможность выполнения задач разного типа обеспечили востребованность данной техники во многих сферах. Разработка конструкций универсального работы рабочего органа бульдозера-террасера (Б-Т) занимают одно из лидирующих мест в модернизации бульдозеров, которые находят применение во многих отраслях народного хозяйства (строительства, открытых разработок полезных ископаемых и др.).

Внедряется в эксплуатацию новое рабочее оборудование, совершенствуются элементы силового привода, ходовой части и системы управления, обеспечивается высокий уровень комфорта и безопасности оператора, повышается надежность техники, обеспечивается эффективное сервисное сопровождение. Значительное число управляемых параметров и различия в характере их влияния на эффективность выполнения различных операций и в разных грунтовых условиях при необходимости оперативного управления создают большую нагрузку на машиниста.

При этом необходимо реализовать потенциальные возможности конструкции. Бульдозер-террасер один из ведущих типов землеройно-транспортных машин, наиболее производительное рабочее оборудование которых отличается высокой специализацией, это требование выполняется только на объектах с большими объемами однотипных работ. Оптимизации конструкции бульдозеров-террасеров, в которых описывается, как за счет оптимального расположения шарниров рабочего оборудования бульдозеров был достигнут значительный эффект как с технической точки зрения, так и с экономической.

Методика данных исследований была взята за основу вновь

разработанного алгоритма нахождения критических нагрузок в узлах металлоконструкции бульдозеров. За счет рациональной перекомпоновки агрегатов бульдозера определялись эксплуатационные нагрузки на металлоконструкцию рабочего оборудования бульдозера с целью их снижения.

Проанализируем рабочий орган таких машин, на которые разными авторами были получены патенты на изобретения.

Известен рабочий орган бульдозера (МПК: E02F 3/76, патент на изобретение SU 1 548 351 A1, опубликовано: 1990.03.07), включающий раму, соединенную с ней среднюю секцию, с которой соединены боковые секции шарнирами и тягами переменной или постоянной длины, отличающийся тем что, с целью расширения исследовательских возможностей процесса копания путем оптимизации формы отвалов для работы в конкретных грунтовых условиях, средняя секция смонтирована на раме с возможностью ее замены на секцию другой конфигурации посредством жестко связанной с рамой горизонтальной монтажной направляющей, а боковые секции со средней посредством сменных кинематических пар для их поочередной замены на секции различной конфигурации.

Также известно бульдозерное оборудование (МПК E02F 3/76 патент на изобретение SU 1 553 619 A1, опубликовано: 1990.03.30), включающее толкающую раму, отвал выполненный из средней секции и шарнирно соединенных с ней боковых секций, гидроцилиндры изменения наклона отвала и гидроцилиндры поворота боковых секций относительно средней, отличающееся тем что, с целью повышения производительности путем увеличения удельного давления ножа на грунт и снижения сопротивления подъему грунта отвалу, средняя секция выполнена с расширением вверх, при этом прямые соединяющие концы верхней и нижней кромок средней секции и концы сопряженных боковых секций параллельны осям вращательных шарниров, которые расположены под углом 10-20° относительно продольной вертикальной плоскости оборудования.

Недостатком известного устройства является наличие открытых для воздействия поступающего грунта шарниров, отсутствие возможности сдвига отвала по горизонтали относительно бульдозера, невозможность наклона отвала относительно оси и поворота боковых секций отвала назад относительно средней.

Задача создания нового навесного устройства заключается в увеличении надежности работы сочлененного отвала с одновременным расширением его функций.

Техническим результатом является получение конструкции, позволяющей беззазорно поворачивать боковые секции отвала относительно средней с возможностью двигать весь отвал по горизонтали и наклонять относительно оси.

Поставленная задача достигается следующим образом: оборудование бульдозера-террасера включает раму, отвал состоящий из средней секции и шарнирно соединенных с ней боковых секций, гидроцилиндров поворота боковых секций относительно средней, отличающееся тем что, соприкасающиеся кромки средней и боковых секций выполнены в форме

сектора центром которого является ось шарнира относительно которого осуществляется поворот, при этом боковые секции соединены со средней посредством шарнирно закрепленных рычагов, средняя секция подвижно закреплена на раме и двигается вдоль нее по горизонтали с помощью горизонтальных гидроцилиндров, при этом рама крепится к бульдозеру при помощи поворотной оси.

Оборудование бульдозера-террасера включает раму, отвал состоящий из средней секции и шарнирно соединенных с ней боковых секций, гидроцилиндров поворота боковых секций относительно средней, соприкасающиеся кромки средней и боковых секций выполнены в форме сектора центром которого является ось шарнира относительно которого осуществляется поворот, при этом боковые секции соединены со средней посредством шарнирнозакрепленных рычагов, средняя секция подвижно закреплена на раме и двигается вдоль нее по горизонтали с помощью горизонтальных гидроцилиндров, при этом рама крепится к бульдозеру при помощи поворотной оси.

Устройство включает раму 1, отвал состоящий из средней секции 2 и соединенных с ней боковых секций 3 и 4 шарнирами 5, гидроцилиндры поворота 6, горизонтальные гидроцилиндры 7, поворотную ось 8, рычаг 9.

Устройство работает следующим образом: оборудование бульдозера-террасера крепится к бульдозеру рамой 1 при помощи поворотной оси 8 позволяющей наклонять всю конструкцию, средняя секция 2 подвижно закреплена на раме 1 и двигается вдоль нее по горизонтали с помощью горизонтальных гидроцилиндров 6, а соединенные с ней шарнирами 5 через рычаг 9 боковые секции 3 и 4 двигаются гидроцилиндрами поворота 6.

При этом соприкасающиеся кромки средней 2 и боковых секций 3 и 4 выполнены в форме сектора центром которого является ось ближайшего шарнира 5 относительно которого через рычаг 9 осуществляется поворот, что позволяет беззастенчиво поворачивать боковые секции отвала как вперед, так и назад, и благодаря чему шарниры 5 и рычаги 9 защищены от набегающего грунта.

Бульдозер-террасер, находясь на безопасном расстоянии, обеспечивает сброс перемещаемой массы, как строго в прямом, так и под любым углом, горизонтальном направлении. Повышение эффективности бульдозеров-террасеров также связано с реализацией перспективных тенденций развития современного машиностроения: компьютеризации и интеллектуализации машин, оптимизации параметров машин, а также применения машин в условиях, где она дает наибольший эффект. Бульдозер-террасер обладает расширенными функциональными возможностями, надёжен в работе, прост по конструкции, не материалоемок, легко тиражируем.

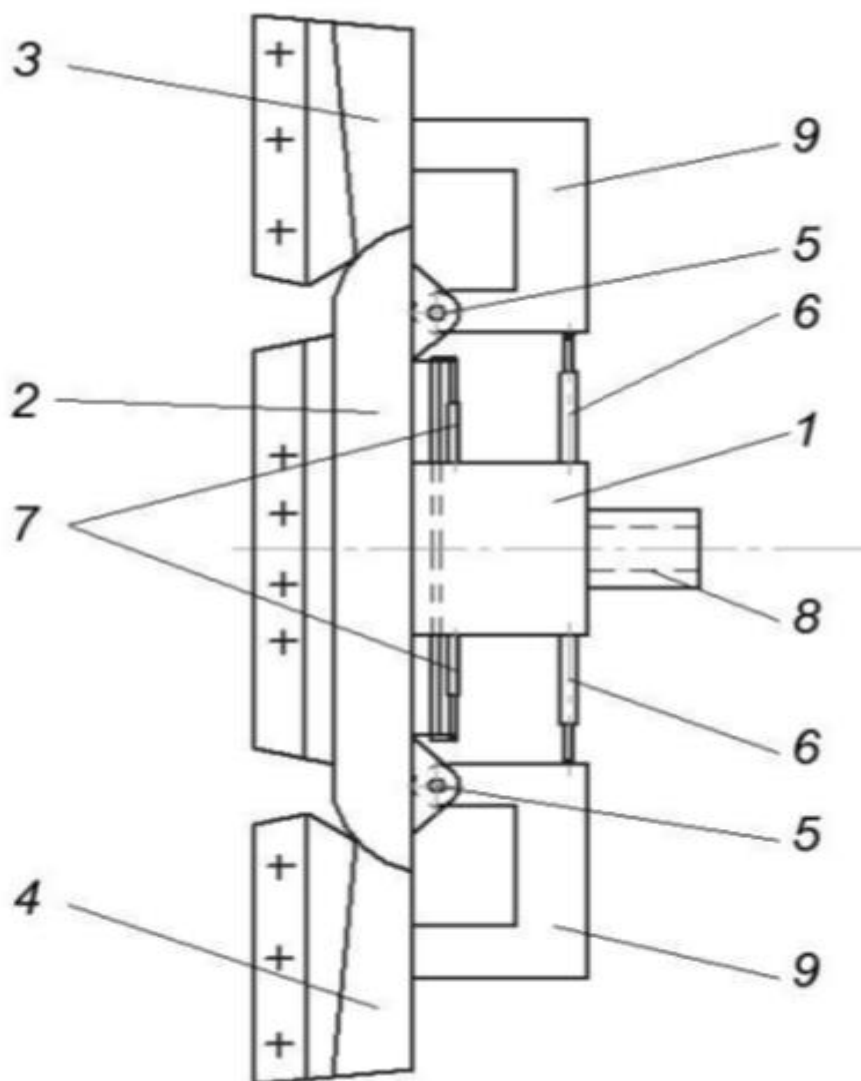


Рисунок 1 - Новое рабочее оборудование бульдозера-террасера

Применение нового предлагаемого технического решения бульдозера-террасера позволяет значительно увеличить степень эксплуатационной надежности бульдозерного оборудования, существенно снизить расход энергии, повысить производительность бульдозера, влияние экологию и уменьшить себестоимость разрушения грунта и снизить вредное рабочей операции на окружающей среды.

Также это позволяет повысить прочность надежность бульдозерного оборудования, эффективно разрабатывать более прочные грунты, при этом производительность бульдозера, снизить разрушения фунда и уменьшить вредное воздействие технологического процесса на экологию окружающей среды за счет снижения степени пылегазообразования. Новая разработка исключает недостатки предыдущих прототипов поворотных отвалов бульдозеров и позволяет расширить функциональные возможности и увеличить его производительность.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Баловнев В.И., Раденков Р.Л., Савельев А.Г., Овчаренко Н.С. Рабочий орган бульдозера. А.С. СССР, №1548351, E02F 3/76, опубл. 07.03.1990, бюл. №9.
2. Баловнев В.И., Раденков Р.Л., Савельев А.Г. Бульдозерное оборудование. А.С. СССР, №1553619, E02F 3/76, опубл. 30.03.1990, бюл. №12.
3. Бабаев Т.К. Обоснование рациональных параметров и разработка конструкции дополнительного бокового отвала, расположенного вне опорной плоскости гусеничного бульдозера: дис. канд. техн. наук: 05.05.04 / МАДИ. – М., 2021. – 167 с.
4. Козликин В.И. Исследование процессов копания и транспортировки грунта бульдозерными отвалами сферического типа. Дис. канд. Техн. Наук. – М., 1980. – 196 с.
5. Кабашев А.Р. Теоретическое и экспериментальное обоснование параметров бульдозера - террасера с выдвижным отвалом: дис. канд. техн. наук: 05.05.04 / КазАТК. - Алматы, 2009. - 126 с.
6. Завадский Ю.В. Планирование эксперимента в задачах автомобильного транспорта. – М.: Высшая школа, 1978. – 154 с.
7. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожных машин. – М.: Высшая школа, 1981. – 335 с.
8. Ермилов А.Б. Совершенствование конструкций и внедрение бульдозерных отвалов с выступающим средним ножом // Интенсификация рабочих процессов дорожных машин: Сб. науч.тр./ МАДИ. М., 1981. С. 91 -97.
9. Баловнев В.И., Мирсадыков М.А. Отвал бульдозера с гидроуправляемой челюстью // Строит. и дор.машины. 1982. № 8. С. 9 - 10.
10. Зеленин А.Н., Карасев Г.Н., Красильников Л.В. Лабораторный практикум по резанию грунтов. М.: Высшая школа, 1969. 310 с.



УДК 622.234:622.251

Әлімбекұлы Т. (21-МГМ-2т, ВКТУ), Кумыкова Т.М. (к.т.н., ВКТУ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВ И ИСПЫТАНИЙ ГИДРОПНЕВМОАККУМУЛЯТОРОВ НА РУДНИКАХ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

**Аннотация.** В данной статье изложены характеристики пневмоэнергокомплексов Восточного-Казахстана и способы сооружения гидропневматических аккумуляторов сжатого воздуха. Изучены замеры давления сжатого воздуха без включения в пневмосеть гидропневматических аккумуляторов. Сделаны выводы обосновываясь на медианных показателях характеристик давления сжатого воздуха в пневмоэнергокомплексах. С целью строительства подземных хранилищ сжатого воздуха в горных условиях были рассмотрены различные варианты конструкций, которые имели одинаковые цели. Обосновываясь на результаты был выбран наиболее надежный вариант сооружения гидропневматического аккумулятора в шахтах и рудниках.

**Ключевые слова:** Гидропневматический аккумулятор, пневмо-энергокомплекс, сжатый воздух, пневмосеть, гидро- и пневмоизоляция.

Пневмоэнергокомплекс Тишинского рудника (г. Риддер, ВКО) содержит в своем составе центробежные компрессоры. Перепад давлений технологических оборудований этого рудника в течение рабочей смены составляет более 0,2 МПа: от 0,65 МПа в начале и в конце до 0,45-0,4 МПа [1].

А в пневмоэнергокомплексе Белоусовского рудника (ВКО) был установлен компрессорные станций с общей производительности 12 м<sup>3</sup>/с. Но, дефицит сжатого воздуха в пиковые нагрузки составляли 3,33 м<sup>3</sup>/с [2]. Среднее давление сжатого воздуха в забоях во время пиковых нагрузок составляли 0,4 МПа (соответствует с Тишинском рудником). Значит, производительность пневмоприемников снизилось на 20-30%. В течение смены пиковые нагрузки продолжалась 2,1 ч. Колебания давления находилось в пределах 0,08-0,3 МПа.

При обработке результатов замеров сжатого воздуха в пневмоэнергокомплексах без гидропневматического аккумулятора сжатого воздуха (далее ГПА) установлено следующее.

Таблица 1 – Давление сжатого воздуха в забое без ГПА

Давление	Тишинский рудник	Белоусовский рудник
- при неработающих пневмоприемников, МПа	0,65	0,5-0,7
- при работающих, МПа	0,45-0,4	0,35-0,5
- перепад давлений, МПа	0,2	0,15-0,2

Из этих предельных значений, от минимальных до максимального, рассчитывая среднее значение можно составить следующий график (рис. 1).

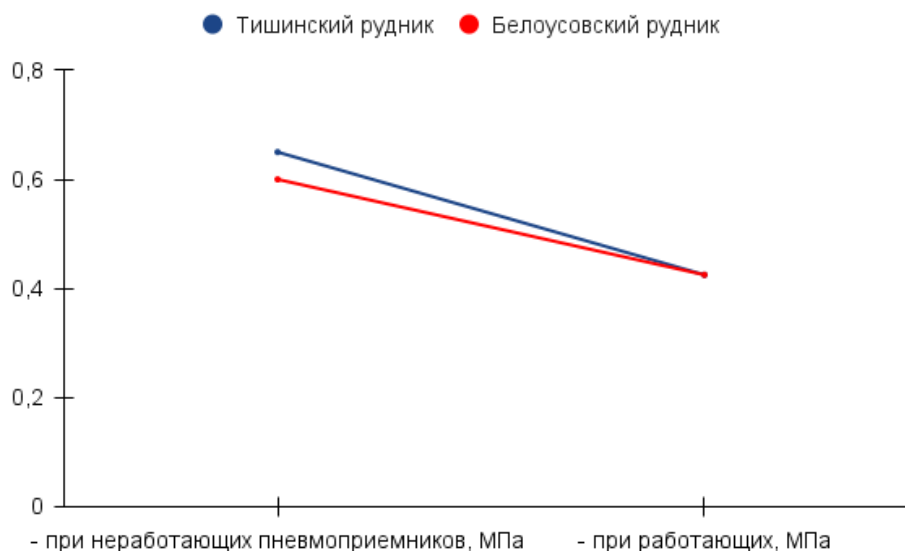


Рисунок 1 - Давление сжатого воздуха в забое без ГПА

Этот график характеризует как изменяется значений давлений в начале (при минимальном количестве пневмоприемников) и в конце (при максимальном потреблении сжатого воздуха). График не отражает как падает давление, потому что падение давление не характеризуется прямой линией. Из этого графика можно увидеть, что при работающих технологических оборудований с пневмоприводом среднее значение давление двух рудников совпадают. Это предполагает снизить пределы обоих рудников в часы пиковых нагрузок до 0,42-0,44 МПа.

Из этого можно сделать вывод, что давление сжатого воздуха у пневмоприемников без включения ГПА находится в пределах от 0,6-0,65 МПа до 0,42-0,44 МПа. Тогда колебания давления соответственно 0,18-0,21 МПа.

Результаты исследование характеристик рудников позволяет сделать вывод, что наличие ГПА в пневмосистеме позволяет уменьшить пределы перепады и колебание давление за счет автоматического регулирования работы пневмоэнергокомплекса.

В трещиноватых горных выработок необходима гидро- и воздухоизоляция, и это увеличивает стоимость строительство ГПА. Гидро- и воздухоизоляция обеспечивает надежность и сократить уменьшить утечки воздуха, которые возникает из-за трещиноватости пород. Из-за этого ГПА в горном строительстве применяется малочисленно в основном из-за стоимости, которые уходит на изоляцию.

Плотные горные породы характеризуется малым раскрытием трещин. Конструкция изоляции должна выполняться дифференцированно в зависимости от нарушенности горного порода.

Снижение первоначальных затрат на сооружение ГПА возможно за счет использования горных выработок на отработанных горизонтах, то неблагоприятные горно-геологические условий требует работы по герметизации подземных камер, особенно напорной камеры (пневмокамеры).

До этого были предложены несколько способов, которые связаны с этим

вопросом. Изначальные способы включали в себя бурение скважин под гидрокамерой или над пневмокамерой (рис. 2).

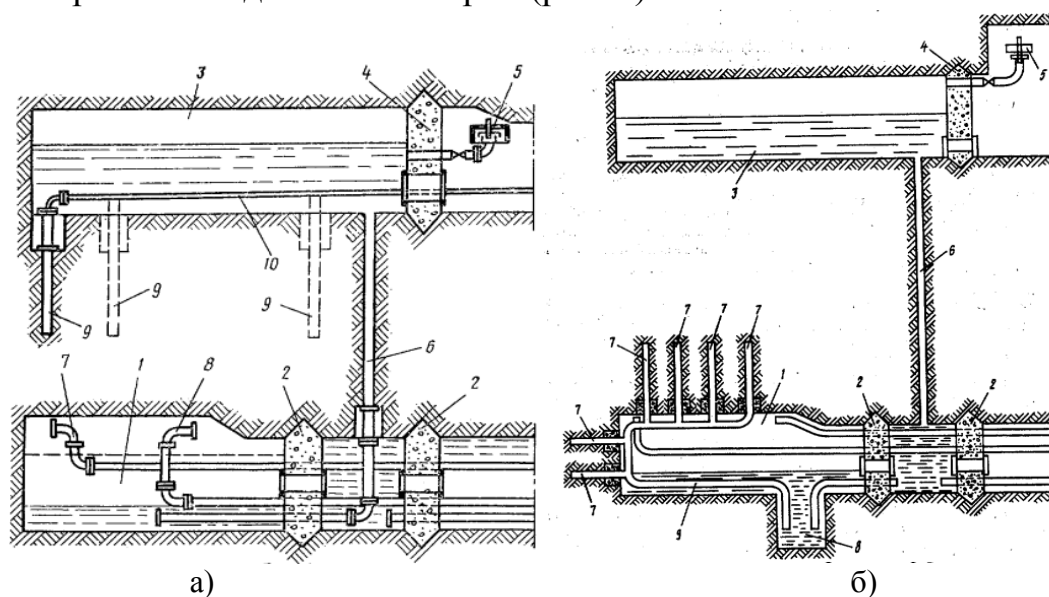


Рисунок 2 – Обеспечение герметичности гидрокамеры (а) и пневмокамеры (б)

В первом конструкций с целью уменьшения утечек воздуха ГПА, были пробурены дополнительные скважины 9 из днища гидрокамеры 3. Эти скважины заполняется водой через трубопровод 10, который соединен с насосной станцией [3].

Вторая конструкция отличается от первого тем, что пневмокамера 1 снабжена дополнительными трубопроводами 9, соединяющими зумпф пневмокамеры с шпурами 7, которые пробурены в горные породы по контуру пневмокамеры [4].

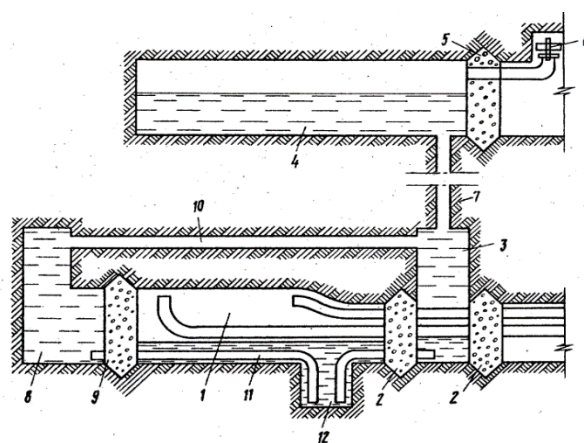


Рисунок 3 – Способ пневмоизоляции ГПА

Следующим способом герметизирование ГПА является конструкция (рис. 3), в котором пневмокамера снабжена дополнительной выработкой 8 с изолирующей перемычкой 9, при этом выработка соединена с помощью скважин 10, пробуренных в кровле пневмокамеры 1, с гидрозатвором 3, причем в напорной камере установлен дополнительный трубопровод 11, соединяющей колодец пневмокамеры 12 с дополнительной выработкой [5].

Третий способ включает в себя комплекс изоляционных работ, состоящий из бетонирования и торкретирования с добавками, значительно улучшающие свойства первых, и нанесение пластических составов на торкрет-бетон и бетон. Несмотря на материальные затраты, этот способ применяется в большинстве рудниках, в которых есть ГПА.

Данный способ осуществлялся при строительстве ГПА в Иртышском руднике. С изучением трещиноватости пород, в горных породах с малым раскрытием трещин должны применяться пневмокамеры забетонированные монолитным бетоном марки 200 (рис. 4).



Рисунок 4 – Пневмокамера №1

А в горных породах с большим значением трещинной пустотности осуществляется бетонирование ослабленных участков выработки с укладкой монолитного бетона марки 200 и торкретирования всей поверхности выработки полимерторкрет-бетоном (рис. 5). Изоляции гидрокамер проводится нанесением на поверхность камеры торкрет-бетона.

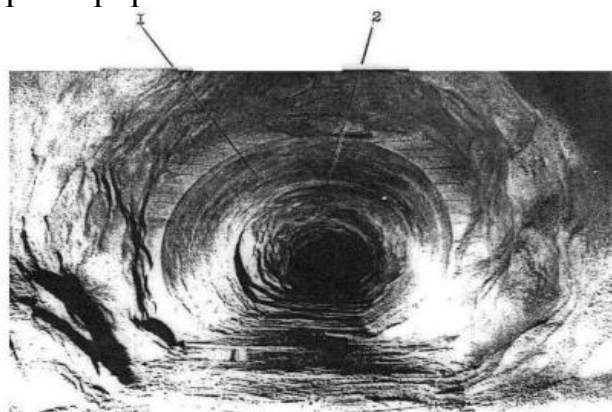


Рисунок 5 – Пневмокамера №2: 1 – монолитный бетон; 2 – торкрет-бетон

Для эффективной герметизации камер следует добавлять в цементно-песчаный состав синтетического латекса СКС-65ГП в количестве 20% от веса цемента в виде водно-латексной эмульсии [6].

Изучая способы пневмогидроизоляции камер при сооружении ГПА сначала следует учитывать характеристики трещиноватости пород, потом выбирать между одним из трех выше предложенных способов. Особенно важным является то, что при больших давлениях в камере свыше 1 МПа должны быть

исключены утечки воды и сжатого воздуха. Опираясь на применение в практике наиболее предпочтительным является последний способ, за счет большой надежности и долгий срок службы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Внедрение комплекса мероприятий, направленных на снижение непроизводительных потерь сжатого воздуха на Тишинском руднике: Инф. карта / ВНИИцветмет. – Усть-Каменогорск, 1986.
2. Каменев Г.П. Опыт строительства и результаты испытаний гидропневматического аккумулятора сжатого воздуха / Г.П. Каменев, А.В. Салманов // Горн. журн. – 1989. – № 12.
3. А. с. 588394 СССР, МКИ Е 21F 17/10. Гидропневматический аккумулятор сжатого воздуха / П.П. Фролов, В.Т. Дмитриев. – №2334113/22-03; заявл. 15.03.76; опубл. 15.01.78, Бюл. №2.
4. А. с. 717376 СССР, МКИ Е 21F 17/10. Гидропневматический аккумулятор сжатого воздуха / В.Т. Дмитриев, А.П. Фролов. – №2610113/22-03; заявл. 24.04.78; опубл. 25.02.80, Бюл. №7.
5. А. с. 998775 СССР, МКИ Е 21F 17/10. Гидропневматический аккумулятор сжатого воздуха / В.Т. Дмитриев, А.П. Фролов. – №2925998/22-03; заявл. 20.05.80; опубл. 23.02.83, Бюл. №7.
6. Павлов В.Д. Влияние трещиноватости горного массива на выбор способа гидроизоляции подземных хранилищ / В.Д. Павлов, В.К. Мирошниченко // Совершенствование техники и технологии подземной добычи руд цветных металлов. – Усть-Каменогорск, 1981.

УДК 69.002.5 + 625.76.08 + 624.144.5

Байгереев С.Р. (PhD, ВКТУ), Гурьянов Г.А. (к.т.н., ВКТУ), Ликунов А.В. (преподаватель, ВКТУ)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА КОНСТРУКЦИИ УДАРНО-РАЗРУШАЮЩЕЙ СЕКЦИИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ЛЬДА

**Аннотация.** Были разработаны рабочие органы ударно-разрушающего действия для разрушения льда на автодорогах и тротуарах. На специальном стенде были проведены испытания опытного образца основного элемента рабочего органа – ударно-разрушающей секции (УРС). Результаты испытаний показали надежность УРС, ее элементов и сварных соединений, достаточный ресурс, функциональность и работоспособность, а также практическое отсутствие в конструкции «слабых» мест, подтвердили теоретические предпосылки и расчеты, выбор и обоснование конструкции, технологий и материалов. Разработанная конструкция УРС и технология ее изготовления могут быть приняты для производства рабочих органов для разрушения льда.

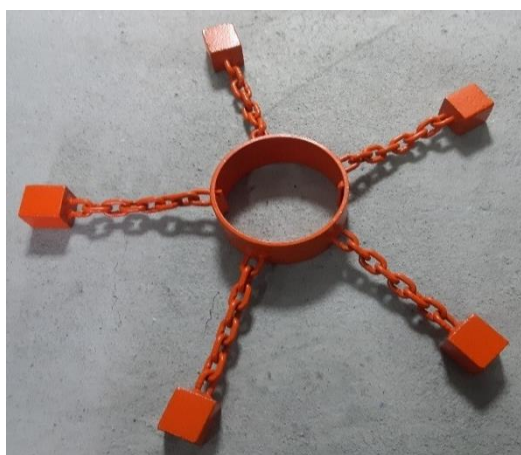
**Ключевые слова:** технология, машиностроение, дорожные и коммунальные машины, навесное оборудование, лед, снежно-ледяное образование.

В ходе выполнения работ по проекту АР09258973 «Новая технология производства инновационного ледоуборочного дорожного оборудования» по гранту КН МН и ВО РК авторами были разработаны рабочие органы ударно-разрушающего действия (РОУРД) для разрушения льда на автодорогах и тротуарах [1], основу которых составляют ударно-разрушающие секции (УРС).

Новые виды разрабатываемой продукции, должны подвергаться испытаниям. Для РОУРД, работающего в тяжелых и напряженных условиях [1], важно обеспечить прочность, безотказность и долговечность при соответствующих работоспособности и функциональности. Поэтому важным вопросом является экспериментальная проверка и оценка принятых технических решений, которая сводится, в основном, к испытаниям УРС.

Для определения количественных и качественных свойств и оценки его поведения, как результата внешних воздействий, были проведены испытания опытного образца УРС (тест-изделия), конструкция, размеры и технология изготовления которого аналогичны продукции, запускаемой в производство. Конструкция УРС (рисунок 1) была теоретически обоснована ранее и требует экспериментального подтверждения.

Целью и задачами испытаний УРС являлись оценка прочности, ресурса, функциональности и работоспособности, правильности выбора конструкции, материалов, заготовок, технологий, типов и способов соединения элементов, проверка результатов теоретических расчетов, решение вопроса о возможности передачи УРС в опытное производство и эксплуатацию.



а)



б)

Рисунок 1 – Тест-изделия: предпочтительная конструкция УРС (а) и УРС для сравнительных испытаний соединений бойков с гибкими тягами (б)

Наиболее эффективными в данном случае будут стендовые испытания [2, 3], поэтому был специально разработан и изготовлен стенд (рисунок 2), для ускоренных малообразцовых испытаний УРС на прочность, деформации, выносливость, функциональность и работоспособность.



1 – рама; 2 – испытательная камера; 3 - нагрузочно-имитирующее устройство; 4 – электродвигатель; 5 - частотный регулятор скорости вращения электродвигателя; 6 – защитная сетка камеры; 7 – испытываемая УРС

Рисунок 2 – Испытательный стенд

Стендовые испытания УРС проводились при внешних воздействующих факторах, создаваемых искусственным путем и количественно, и качественно связанных с режимами эксплуатации УРС, так, чтобы соблюдался принцип «подобия отказов» [2, 3]. При этом также применяли форсированный режим [3], то есть устанавливали параметры нагружения с превышением значений нормальной эксплуатации. Продолжительность испытаний определялась временем достижения его цели, например, наступлением отказа изделия, а при отсутствии возникновения отказа - достижением определенной наработки.

Положительным результатом считается, если изделие в течение всего времени испытаний сохраняет свои начальные эксплуатационные качества.

По результатам испытаний УРС следовало сделать заключение по конструкции и технологии изготовления УРС, ее функциональности, а также, по необходимости, внести соответствующие корректировки.

Испытания на прочность [3, 4, 5] (рисунок 3) имели целью выяснить способность конструкции УРС сопротивляться разрушению и деформациям при воздействии внешней нагрузки и включали оценку способности гибких тяг выдерживать растягивающие усилия от действия центробежных сил и оценку прочности конструкции УРС при действии динамических ударных сил.

Испытания гибких тяг УРС показали, что выбранная по результатам расчетов цепь надежно выдерживает растягивающие нагрузки, разрушений звеньев цепей и удлинения тяг не зафиксировано, как и разрушения сварных соединений тяг. Испытания на прочность конструкции УРС показали, что все элементы конструкции выдерживают динамические ударные нагрузки в течение всего времени испытаний, демонстрируя достаточные для безотказной эксплуатации прочность и сопротивление деформациям.

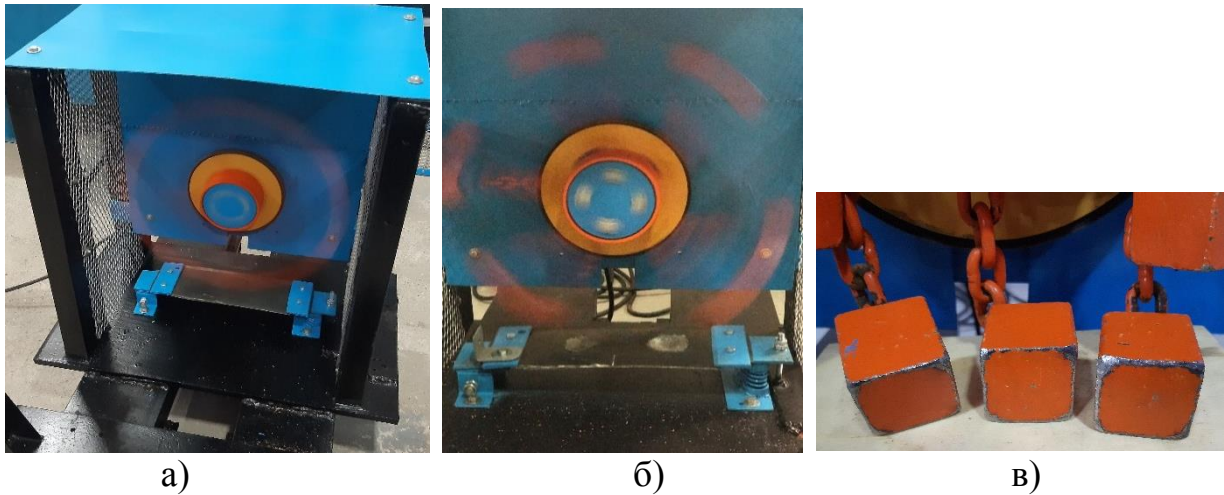
При испытаниях УРС на ресурс [2, 3, 4] (рисунок 3) ставилась задача выяснить способность изделия работать в эксплуатационных условиях в течение требуемого времени эксплуатации (250-300 часов).

Тест-изделие отработало 300 часов. Испытания на ресурс показали, что все элементы конструкции выдержали внешние форсированные нагрузки в течение всего времени испытаний, продемонстрировав достаточную для длительной эксплуатации наработку. При этом целостность элементов конструкции и соединений не пострадала, деформации и износ оказались невелики.

Функциональные испытания [2, 4] проводились для подтверждения того, что изделие способно выполнять свои функции с соответствующими показателями в эксплуатационных условиях. УРС должна была обеспечить достаточную для разрушения льда силу удара бойков и разрушить лед заданной толщины, не повредив твердого основания под ним. Испытания проводились как на искусственно приготовленном льду (рисунок 4, а), так и на естественном ледяном покрытии (рисунок 4, б). Оцениваемые характеристики определялись непосредственным наблюдением.

Функциональные стендовые и натурные испытания УРС во всех случаях показали, что конструкция демонстрирует хорошую функциональность и работоспособность, обеспечивая достаточную для разрушения льда силу удара бойков в течение всего времени испытаний, обеспечивает эффективное разрушение льда толщиной до 30 мм, при этом твердое основание под слоем льда не повреждается. При испытаниях также не зафиксировано разрушения или повреждения конструкции УРС.





а), б) – работа стенда при испытаниях; в) - износ бойков в конце испытаний

Рисунок 3 – Испытания конструкции и элементов УРС на прочность и ресурс

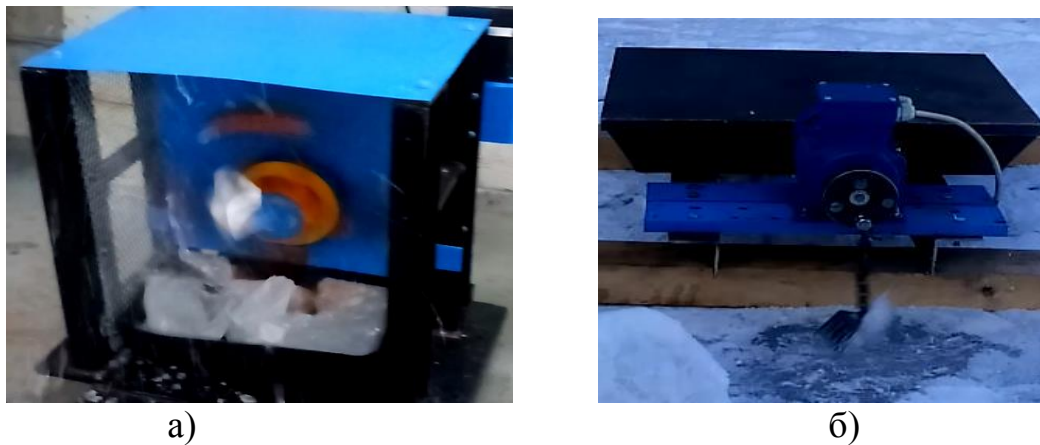


Рисунок 4 – Функциональные испытания УРС: на искусственно приготовленном льду (а) и на естественном ледяном покрытии (б)

В результате теоретических исследований было разработано несколько конструкций соединения бойков УРС с гибкими тягами. Для их сравнения по показателям надежности было проведено одновременное стендовое форсированное испытание [2, 3, 5] пяти конструктивных решений по соединению бойков с гибкими тягами (рисунок 5).

Сравнительные форсированные испытания на надежность различных конструкций соединений бойков УРС с гибкими тягами показали, что наиболее надежным является неразъемное сварное соединение бойков с тягами, которое выдержало динамические ударные нагрузки в течение всего времени испытаний (50 часов) без разрушения или повреждения, в то время как целостность разъемных конструкций соединений пострадала.



Рисунок 5 – Сравнительные испытания различных соединений бойков с гибкими тягами

Таким образом, результаты испытаний УРС показали ее высокую прочность и прочность ее элементов, сравнительную надежность неразъемных сварных соединений, достаточный ресурс, функциональность и работоспособность, показали способность изделия сохранять свои параметры в требуемых пределах, а также практическое отсутствие в конструкции «слабых» мест, позволили предположить, что изделие безотказно отработает в течение требуемого времени эксплуатации с вероятностью не менее 0,95. Испытания также подтвердили результаты теоретических исследований, расчетов, выбора и обоснования конструкции УРС.

То есть разработанная конструкция УРС и технология ее изготовления могут быть приняты для производства опытно-промышленных образцов УРС и изготовления рабочих органов для разрушения льда.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1) Дудкин М.В., Гурьянов Г.А., Ким А.И., Роговский В.В. Оборудование разрушения ударом льда на поверхности дорог и тротуаров: теория и эксперимент. Монография. / Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2020. – 203 с.
- 2) Организация и технология испытаний. Учебно-методическое пособие / Ю.А. Пикалов, В.С. Секацкий, Я.Ю. Пикалов. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013.
- 3) Гиясов Б.И., Серегин Н.Г., Серегин Д.Н., Беляков В.А. Стендовые ускоренные испытания технических систем на надежность: Учеб. пособие. – М.: Издательство АСВ, 2017. – 74 с.
- 4) Руководство по испытаниям оборудования. ФГУП ГПКС, Москва, 2010.
- 5) Испытания оборудования на прочность. Конспект лекций. КНИТУ, 2017.

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РОМБОВИДНОЙ ОБЕЧАЙКИ

**Аннотация.** Данная статья описывает технологию изготовления ромбовидной обечайки. Ромбовидная обечайка является корпусом для тепловыделяющей сборки для исследовательского реактора. Ромбовидная обечайка изготавливается из стального листа посредством гибки и дальнейшей сварки кромок обечайки. В настоящее время считается, что гибка листового металла сложнопрофильных деталей должна выполняться на штампах для обеспечения точности размеров. В статье также представлены результаты сварки контрольных образцов и определены оптимальные параметры сварки сегментов обечайки, обеспечивающие высокое качество изделия.

**Ключевые слова:** ромбовидная обечайка, стальной лист, гибка, сварка.

Обечайкой называется замкнутая листовая деталь оболочки корпуса заданной конфигурации, формирующая внешний обвод оболочки. По форме обводов обечайки можно разбить на цилиндрические, конические и фасонной формы [1, с.41].

Наиболее сложной в изготовлении является обечайки фасонной формы.

Для придания сложных форм профиля таких обечаек в основном используют метод листовой штамповки. Одной из базовых широко применяемых технологических формоизменяющих операций листовой штамповки относится гибка [2, с.80]. На практике используются различные схемы и приемы гибки, выбор которых зависит от конструктивных особенностей получаемых изделий, геометрии гибов, механических свойств материала, толщины листа, требований по точности, сложности реализации, экономической целесообразности и производительности [3, с.52]. Завершающей операцией создания таких деталей является сварка стыковых поверхностей.

В настоящей работе была разработана технология изготовления ромбовидной обечайки, которая состоит из сваренных между собой двух гнутых листов с толщиной стенки 1 мм и длиной 1100 мм из нержавеющей стали 12Х18Н10Т (рисунок 1).

Основной сложностью изготовления является обеспечение параллельности между ребрами и прямолинейности швов после сварки, для которого необходимо отработать технологию изготовления, сварки и подобрать оптимальные параметры.

Для гибки ромбовидной обечайки разработана и изготовлена пресс форма, которая состоит из матрицы и пуансона (рисунок 2). Матрица изготовлена из рельсы КР-70 ГОСТ 4121-96 длиной 1150 мм. По краям рельсы приварены направляющие планки, которые удерживают пуансон в вертикальном положении.

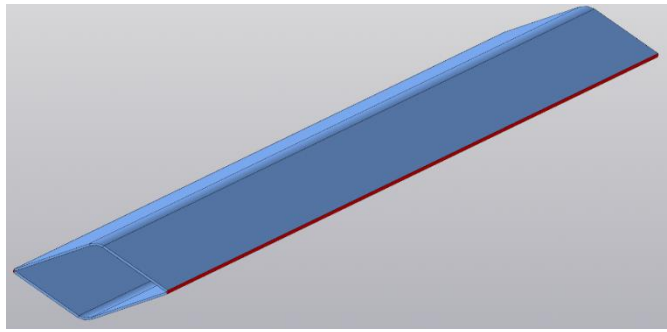


Рисунок 1 – 3D модель обечайки

Пуансон относится к ножевому типу, общая длина составляет 1150 мм, с ходом 50 мм. Пуансон изготовлен из стального листа толщиной 20 мм. Рабочая часть пуансона имеет форму клина с общим углом  $119^\circ$  и радиус закругления 1,25 мм. Для формообразования в матрице отфрезерован паз с углом  $120^\circ$  и глубиной 15 мм.



Рисунок 2 - Приспособление для гибки ромбовидной обечайки

Заготовка устанавливается в матрицу и на гидравлическом прессе прикладывается усилие на пуансон для формообразования стенок обечайки. Перед гибкой предварительно рассчитывается необходимое усилие пресса для гибки листа, которое зависит от типа материала, толщины листа, раскрытия матрицы, радиуса и минимальной длины полки заготовки (рисунок 3). При расчете учтены два важнейших параметра, влияющих на размеры детали после гибки, к которым относится обратное пружинение детали и уменьшение площади поперечного сечения листа в месте изгиба. Угол пружинения был принят по таблице 3.11 [4, с.6.] и рассчитан необходимый угол.

Усилие гибки определяется по формуле, кг

$$P = \frac{1,42 \cdot \sigma_B \cdot S^2 \cdot L}{1000 \cdot V}$$

где  $\sigma_B$  – предел прочности на растяжение, кг/мм<sup>2</sup>;  
 $S$  - толщина материала, мм;

L - максимальная длина заготовки, мм;  
 V - ширина паза матрицы, мм.

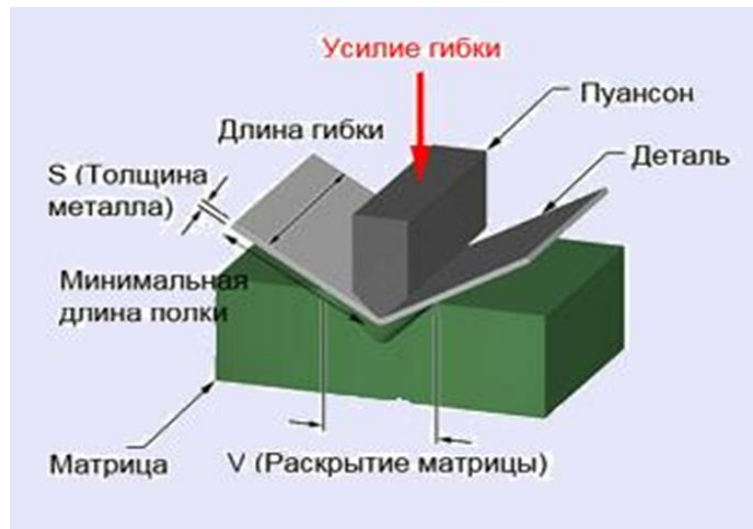


Рисунок 3 – Усилие гибочного штампа

Контроль качества сегментов обечайки (рисунок 4): поверхность заготовки не должна иметь засечек, царапин, трещин, забоин, вмятин. Проверку углов производили шаблоном, размеров – штангенциркулем, масштабной линейкой.

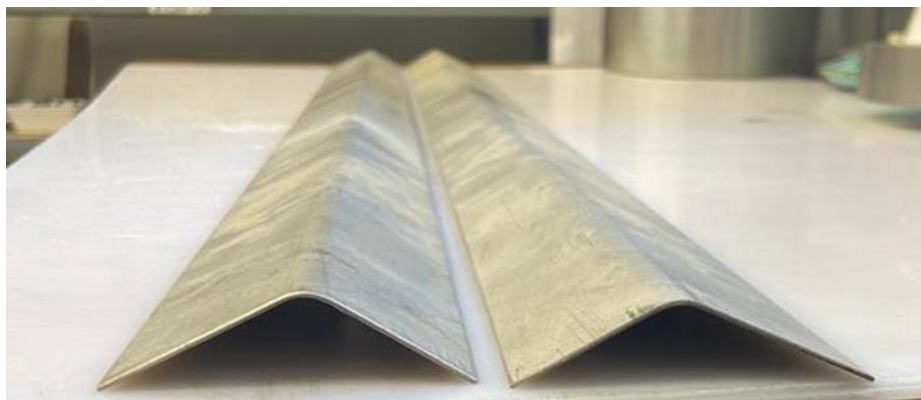


Рисунок 4 – Готовые сегменты обечайки

В качестве способа сварки обечайки использована аргодуговая сварка неплавящимся электродом в среде защитных газов. Сварку производили постоянным током прямой полярности без присадочной проволоки в импульсном режиме. В целях определения оптимальной погонной энергии, которая способствует уменьшению величины внутренних деформаций и для получения заданных геометрических размеров готового изделия была проведена сварка контрольных образцов на разных параметрах режима сварки [5, с.8]. Сварка производилась на сварочном инверторном аппарате Fronius MagicWave 230i. Конструкция стыка не соответствует стандартному типу по международным стандартам и нормативным документам [6, с.2], т.е. не относится к

нахлесточному, угловому и стыковому сварному шву, так как угол между стенками равен  $60^\circ$  (рисунок 5).

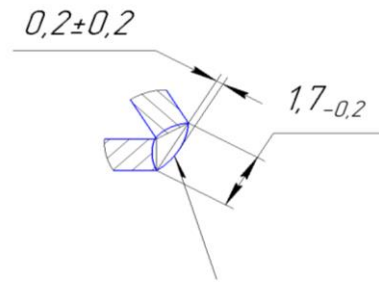


Рисунок 5 – Нестандартный сварной шов

После сварки образцов производился визуальный и измерительный контроль, а также радиографический контроль на рентгеновском аппарате «АРИНА-3» (рисунок 6).

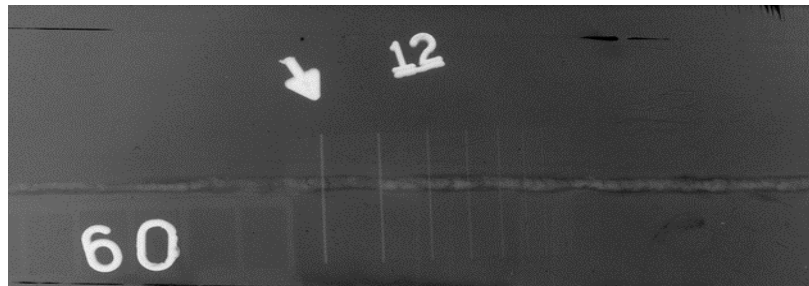


Рисунок 6 – Рентгеновская снимок образца при сварочном токе 60 А

По анализу полученных результатов визуально-измерительного и радиографического контроля сварных швов были определены оптимальные параметры сварки (таблица 1) [7, с.35].

Таблица 1 – Оптимальный параметр режима сварки

Толщина, мм	Сила тока, А	Диаметр вольфрама, мм	Расход аргона, л/мин	Частота испульс, Гц
1	60	2	8	55



Рисунок 7 – готовая ромбовидная обечайка

В результате выполненной работы разработана и применена технология изготовления и сварки ромбовидной обечайки (рисунок 7). Были получены оптимальные режимы сварки, исключая образование некачественных, дефектных швов; подобрано сварочное оборудование, оснастка; отработана технология сварки двух гнутых нержавеющей сталей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана: Материалы VIII Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых, посвященной 100-летию первого ректора Серикбаева Д.М. и 100-летию второго ректора Сидорова А.К., 7-8 апреля 2022 г. – Өскемен: ШҚТУ, 2022. – I б. – 226 б. – қазақша, орысша.
2. Малов, А.Н. Технология холодной штамповки / Малов А.Н. М.: Машино-строение, 1985. – 410 с.
3. Ковалёв В.Г., Ковалёв С.В. Технология листовой штамповки. Технологическое обеспечение точности и стойкости: учебное пособие / В.Г. Ковалёв, С.В. Ковалёв. — М.: КНОРУС, 2010. — 224 с.
4. ГОСТ 21173-83. Штампы для листовой штамповки. Блоки штампов с четырьмя направляющими узлами скольжения. – Введ. 07.01. 84. – М. : Госстандарт; Изд-во стандартов, 1983. – 21 с.
5. Немченко В.И., Посашков М.В. Моделирование параметров автоматической высокоскоростной аргонодуговой сварки тонкостенных изделий // Сварочное производство. 2016. №10.
6. ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М.: Издательство стандартов, 1976. 49 с.
7. Цепенев Р.А., Секретарева Э.С. О стабилизации параметров режима при аргонодуговой сварке // Сварочное производство. 1971. №1.

УДК 621.7

Бигумаров А.А. (20-ГМК-1, ВКТУ ), Төреханова М.Т. (ВКТУ)

## ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКИ

**Аннотация.** Способ стыковой сварки выбирается в зависимости от формы и сечения деталей, марки металла, требований к качеству соединений. Огромные объемы изделий используют эту технологию при соединении звеньев цепей, где этому методу просто нет альтернативы. Основным технологическим требованием методики стыковой сварки сопротивлением является необходимость отключения электрического тока в момент начала осадки торцов деталей, т.е. в момент начала интенсивного оплавления места контакта.

**Ключевые слова:** Стыковая сварка, деталь, электрический ток, материал, электрод.

Электрическая стыковая сварка, это один из процессов сварки давлением. Она является разновидностью контактной сварки, поэтому в основу её технологии заложены тепловое воздействие электрического тока по закону Джоуля-Ленца и усилие сжатия свариваемых деталей. Главный физический процесс при стыковой сварке - нагрев и последующая деформация поверхности, за счет чего происходит удаление поверхностных пленок, происходит контактирование, затем получается высокопрочное соединение с заданными характеристиками. Сварочный аппарат для стыковой сварки состоит из:

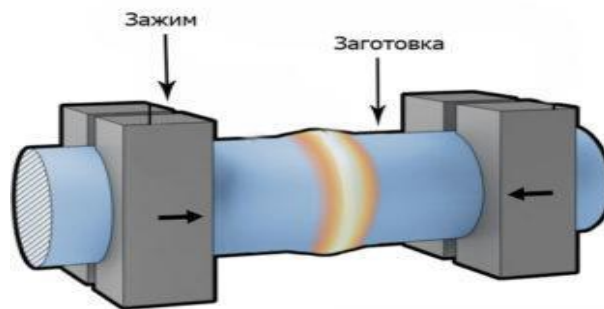


Рисунок 1 - Схема процесса стыковой сварки.

- силового сварочного трансформатора большой мощности;
- неподвижного электрода;
- подвижного электрода;
- механическим или электромеханическим приводом подвижного электрода;
- системы управления технологическим процессом.

Стыковой сваркой соединяют полиэтилен, стыки труб, арматуры и пр. детали из конструкционных материалов. Стыковую сварку широко используют в промышленности для изготовления длинномерных изделий из проката (рисунок 2, а), сложных деталей из простых заготовок и деталей замкнутой формы (рисунок 2, б, в) в целях экономии легированных сталей (режущий инструмент, клапаны двигателей и др.)



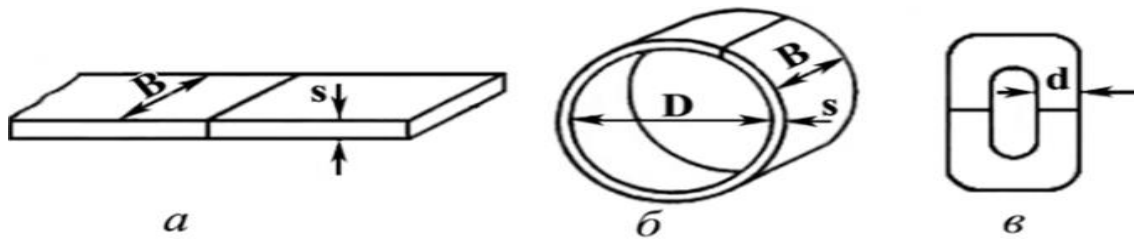


Рисунок 2 - Примеры типовых соединений, получаемых стыковой сваркой.

Способ стыковой сварки выбирается в зависимости от формы и сечения деталей, марки металла, требований к качеству соединений. Огромные объемы изделий используют эту технологию при соединении звеньев цепей, где этому методу просто нет альтернативы. Не обходится без неё и на целом ряде других производств, к которым относятся:

- строительство железных дорог (соединение рельсов);
- машиностроение (создание изделий сложных форм путем объединения простых);
- изготовление колец, ободьев, обручей (характерно для многих отраслей);
- металлопрокат (сварка стыковых соединений полосовой стали в непрерывные рулоны);

Особое значение приобретает стыковая сварка в производстве автомобилей. В этой отрасли сочетание её со штамповкой позволяет повысить производительность труда и сократить отходы листового металла.

Существует два основных метода стыковой сварки: оплавлением и сопротивлением (рисунок 3).

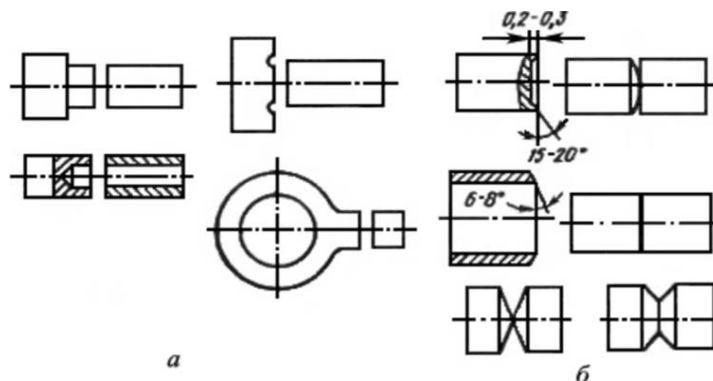


а — сопротивлением; б — оплавлением.

Рисунок 3 - Стыковая сварка стержней

Торцы деталей, подлежащие стыковой сварке, должны быть рационально сконструированы (рисунок 4). Во-первых, необходимо создать условия для равномерного нагрева и, по возможности, одинаковой пластической деформации при осадке. Во-вторых (особенно при сварке сопротивлением), обеспечить защиту торцов от окисления и облегчить вытеснение окисленного металла из рабочей зоны шва. В-третьих, форма деталей должна обеспечить надежное закрепление их в зажимах сварочной машины и токоподвод вблизи зоны сварки. Форму и размеры сечения торцов заготовок следует выполнять примерно одинаковыми. Различие в диаметрах не должно превышать 15%, а по толщине — 10%. Подготовка деталей к сварке заключается в получении определенной формы торцов, очистке их поверхности и поверхности деталей, правильной

установке торцов перед началом сварки. Торцы деталей получают механической резкой на ножницах, пилах, металлорежущих станках, горячей или холодной высадкой на прессах, а также с помощью плазменной и газовой резки с последующим удалением шлака. Токопроводящие участки деталей и торцов очищают различными механическими способами и травлением.



а - оплавлением; б - сопротивлением.

Рисунок 4 - Рациональная конструкция соединений для стыковой сварки:

Стыковая сварка методом оплавления возможна с менее тщательной обработкой свариваемых изделий, чем при сварке сопротивлением, поскольку металл из области сваривания частично плавится — расходится, поэтому место стыковки обрабатывается в технологическом процессе. Существует два вида сварки оплавлением: **непрерывным процессом, прерывистым (рисунок 5, а, б)**

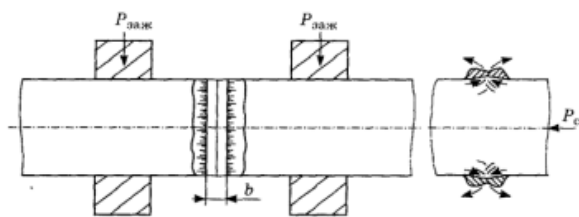


Рисунок 5а - Схема процесса стыковой сварки непрерывным оплавлением.

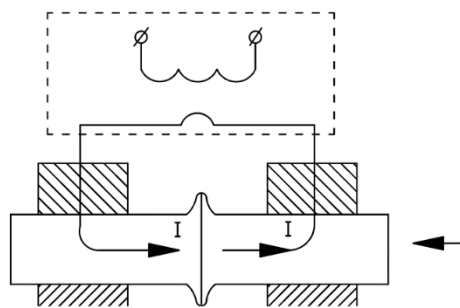


Рисунок 5б - Схема процесса стыковой сварки прерывистым оплавлением.

При непрерывной стыковой сварке оплавлением, изделия крепятся в спец. замках сварочной машины. Далее при подаче тока путем плавного передвижения изделия приводят в сцепление. При этом площадь изделий контактирует, они свариваются. Затем происходит осадка на необходимое значение, далее ток отключается. Этот вариант контактирования и сварки применяется при контактной сварке рельсов, труб с тонкими стенками, листов и т. п.

Преимущество метода контактной стыковой сварки плавлением в большом технологическом выходе, а минус — в потере металла. При сварке за счет прерывистого оплавления выполняется чередование уплотненного стыка с неплотным при включенном электротоке. Детали для оплавления могут резаться пресс ножницами, с помощью кислородной резки, однако при последнем способе понадобится последующая очистка от шлака или окалины. Возможно отклонение поверхностей в торцевании в пределах 12-15 %. При норм. условиях контактно-стыковой сварки электродок, давление направляются прямо к месту стыкования.

Особенности стыковой сварки методом оплавления:

1. Соединяемые элементы подводятся на небольшой скорости друг к другу.
2. На протяжении всего процесса напряжение остается неизменным.
3. За счет равномерной подачи соединяемых элементов происходит выравнивание всех микронеровностей.
4. Происходит оплавление поверхности для обеспечения максимальной площади контакта.
5. Нет необходимости в проведении тщательной подготовки поверхности.
6. Воздействие высокой температуры приводит к появлению качественного соединения, которое характеризуется прочностью и надежностью.

Стыковую сварку методом сопротивления производят по традиционной технологии, когда в начале детали сжимаются с помощью большого осевого усилия, что способствует образованию плотного контакта стыкуемых поверхностей (Рисунок 6). И только после этого включают силовой трансформатор и подают сварочный ток за счет прохождения которого и нагревается до температуры плавления поверхность торцов. А заранее приложенное сжатие способствует осадке контактируемых поверхностей и образования прочного неразрывного соединения.

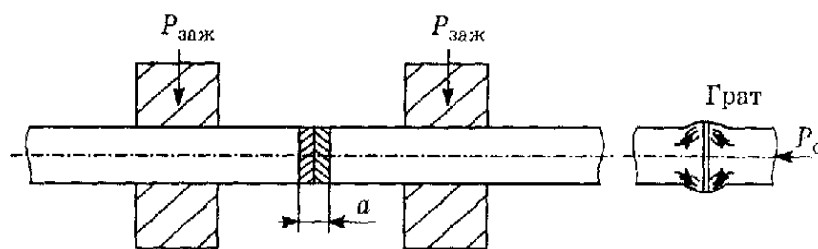


Рисунок 6 - Схема стыковой сварки сопротивлением.

Особенности стыковой сварки методом сопротивления:

1. Заготовки исключительно прижимают специальными губками к электродами. За счет этого обеспечивается быстрое прохождение тока через обрабатываемые материалы.

2. Применение специальных губок позволяет исключить вероятность проскальзывания деталей между используемыми электродами, через которые подается напряжение на обрабатываемые поверхности.

3. Подача электрического тока. За счет этого происходит нагрев металла в обрабатываемой зоне.

4. После этого прикладывается осадок, за счет которого уменьшается наплав.

5. Следующий шаг заключается в подаче сильного тока для максимального нагрева поверхности.

Основным технологическим требованием методики стыковой сварки сопротивлением является необходимость отключения электрического тока в момент начала осадки торцов деталей, т. е. в момент начала интенсивного оплавления места контакта. Как правило, стыковую сварку методом сопротивления применяют при соединении металлопроката с круглым или прямоугольным сечением, при этом общая площадь контактной поверхности не должна превышать 250 мм<sup>2</sup>, что непосредственно зависит от свойств металла для каждого вида профиля.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Технология конструкционных материалов: теория и технология сварки, 8с.
2. [https://bstudy.net/781970/tehnika/shemy\\_stykovoy\\_svarki\\_soprotivlenie\\_m\\_oplavleniem](https://bstudy.net/781970/tehnika/shemy_stykovoy_svarki_soprotivlenie_m_oplavleniem)
3. <https://partalstalina.ru/stykovaya-svarka>
4. <https://wikimetall.ru/metalloobrabotka/styikovaya-svarka.html#i>
5. <https://elsvarin.ru/tehnologiya/vidy/kontaktная-svarka/>
6. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Стыковая\\_сварка](https://ru.wikipedia.org/wiki/Стыковая_сварка)

УДК 629.032

Бижанов Т.С. (22-МТТ-2т, ВКТУ), Завалко А.А. (к.т.н, ВКТУ)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЯГОВЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ В ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕСУРСОВ ВСТРОЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ

**Аннотация.** В связи с высокой стоимостью и продолжительностью диагностических работ на широко распространенных специализированных постах с использованием внешних средств диагностики, является актуальной разработка и усовершенствование альтернативных методов диагностирования с использованием ресурсов встроенной диагностики, не предполагающих применение специализированных постов и внешнего диагностического оборудования. Решение этой задачи в первую очередь актуально при диагностировании тягово-экономических качеств автомобилей, потребляющих значительную часть невозобновляемых источников энергии. Объектом исследования является система диагностирования тягово-экономических показателей (Диагностические признаки и диагностические параметры, средства диагностирования, алгоритмы диагностирования).

**Ключевые слова:** диагностика, методы, показатели, посты, параметры.

Актуальность вопроса исследования. При несоответствии параметров технического состояния автомобиля ухудшаются тяговые, экономические и экологические показатели. В связи с этим вопросы диагностики технического состояния по параметру ускорения и расхода топлива являются актуальными.

Проведение процедуры диагностики возможно, как на специально оборудованных постах, так и в реальных условиях. Диагностика на специальных постах более затратна, в связи с высокой стоимостью самих постов и устанавливаемых на постах стендов.

Диагностирование нуждается в совершенствовании для:

- 1) снижения экономических затрат;
- 2) повышения тяговых показателей;

За время развития транспорта изучением мощностных и экономических показателей автомобилей занимались российские исследователи Оренбургского государственного университета С.В. Горбачев и Д.А. Дриучин в статье “Технико-экономические показатели использования сжиженного природного газа на автомобильном транспорте”, которые изучали технико-экономические показатели реализации использования сжиженного природного газа в качестве автомобильного топлива. [1,4,5]

Также в этом направлении занимался российский исследователь Уральского государственного аграрного университета Иовлев Г.А. в статье “Экономика сельскохозяйственного транспорта”, который исследовал эксплуатационные характеристики множества различных типов транспортных средств, используемых в сельскохозяйственном производстве. [2,4]

Украинские исследователи Сумского национального аграрного университета О. Соляров, О. Яценко и Т. Волошко в статье “Критерии выбора транспортных средств для перевозки”, из серии конференций IOP:

Материаловедение и инженерия, изучали критерии выбора транспортных средств для выполнения транспортных задач. В методологии, обсуждаемой в этой статье, критерии охватывают значительное количество показателей, характеризующих автомобиль с точки зрения потребительских и технико-эксплуатационных свойств. [6,7]

Поведение автомобиля в дорожных условиях изучали российские исследователи П. А. Лушников, Н.А. Лушников, В. А. Котов, А. В. Косцов в статье “Дорожные условия и скорость движения”, из серии конференций IOP: Материаловедение и инженерия. В статье показано, что с точки зрения энергопотребления наиболее оптимальным является режим движения с постоянной скоростью. [9,10,14]

Китайские исследователи Лу Цзин и Пи Джей Чжэн в статье “Модель, следующая за автомобилем, учитывающая влияние погодных и дорожных условий” из серии конференций по передовым инженерным материалам и архитектурной науке, изучали погодные условия при движении модели. [5]

Влияние дорожных условий на расход топлива автомобилями изучили украинские исследователи национального транспортного университета Е. Додух и А. Пальчук, в статье под названием “Влияние дорожных условий на расход топлива транспортными средствами”. [5]

Значение дорожных условий на срок службы автомобильного транспорта исследовали немецкие доктора Г. Вагнер и П. Фишер, в статье “Влияние различных дорожных условий на срок службы автомобильного перевозчика” цифрового мирового издания АТЦ. [10]

Исследованием встроенной диагностики занимались индийские исследователи инженерного и технологического колледжа Гнанамани Д. Сайбаннавар, М.М. Мат, У. Кулкарни в статье “Обзор бортовой диагностики транспортных средств”. В документе представлена диагностика транспортного средства с использованием инструментов бортовой диагностики (OBD), представлены недостатки OBD-I и проведено сравнение OBD-I с OBD-II. [11,15]

Немецкие исследователи научно-исследовательского института автомобильной промышленности и автомобильных двигателей Штутгарта А. Хайнц и Х. К. Ройсс в статье “Сбор данных измерений для встроенных диагностических функций, поддерживаемых на борту – Арифметический и имитационный просмотр”, изучали способы расчета увеличения генерируемой нагрузки на шину, отображаемого внешним диагностическим инструментом в автомобильных сетях CAN. [11]

Индийские исследователи департамента гражданского строительства Мадраса Навали Н., Ванаджакши Л. и Баллок Д. М. в статье “Применение данных бортовой диагностики (OBD) для прогнозирования траектории транспортного средства” занимались исследованием использования данных бортовой диагностики (OBD) при анализе и прогнозировании динамики транспортного средства. [11,12,13]

Цель исследования: Совершенствование метода диагностирования тяговых и экономических показателей транспортной техники посредством использования ресурсов встроенной диагностики.

Задачи исследования:

- 1) Исследовать показатели диагностирования в реальных условиях.
- 2) Провести эксперимент по оценке показателей диагностирования на основании предложенных методик.
- 3) Теоретически оценить, определить методики, обеспечивающие снижение показателей.
- 4) Определить какие факторы влияют негативно на показатели диагностирования на основе проведенного эксперимента.
- 5) Оценить эффективность предложенных методик на примере диагностирования топливных и экономических показателей.

Научная новизна.

Разработка математической модели погрешностей тягово-экономических показателей в условиях без стендовой диагностики с использованием параметров системы управления агрегатами и бортовой диагностики.

Практическая значимость.

Разработка унифицированного алгоритма диагностирования тяговых и экономических показателей по параметрам расхода топлива, скорости, ускорения. В результате проведения исследования была повышена точность диагностирования тяговых и экономических показателей автомобильного транспорта.

Методологическая основа.

Анализ априорной информации, активный и пассивный эксперимент, математическое моделирование.

В ходе работы была создана теоретическая модель работы сканера в дорожных условиях на автомобиле, после проведения эксперимента сверены данные среди выявленных значений показателей двигателя (оборотов, мощности, топливного расхода) и выявлена наименьшая погрешность основных показателей двигателя.

В качестве априорной информации закладывается оптимальное состояние всех узлов и деталей транспорта, пройденный километраж, давление в топливной и масляной системах двигателя, оптимальный уровень регулировки рулевого колеса, педали акселератора, состояние ремня привода генератора, состояние электрической системы двигателя, состояние аккумулятора, изношенность резины.

При написании диссертации были использованы следующие методы:

1. Теоретические методы (аксеоматический, метод классификации) – для расчета формул мощностных и экономических показателей, а именно формул крутящего момента, эффективного расхода топлива, момента инерции, оборотов двигателя и систематизации большого объема информации.
2. Общелогические методы (синтез, аналогия, индукция) – для детального изучения мощностных и экономических показателей, проведения сравнительного анализа отдельных показателей и рассмотрения различных фактов.
3. Эмпирические методы (моделирование, наблюдение, эксперимент) – для проведения исследования на автомобиле при помощи сканера, который высчитывает мощностные и экономические показатели автомобиля.

В ходе написания диссертации была использована теория систематизации.

Диссертация включает в себя математический и физический расчет параметров, информация для которых была выявлена экспериментальным путем при помощи диагностического сканера на автомобиле Toyota RAV 4.

К математическому расчету можно отнести составление таблиц Excel на основе данных от диагностического сканера автомобиля и выявление среднеарифметического числа параметров, выявление наименьшего значения погрешности параметров.

К физическому расчету относится определение значений формул момента инерции, оборотов коленчатого вала двигателя, расхода топлива, коэффициента полезного действия, мощности, степени сжатия, тягового усилия, скорости вращения вала двигателя, давления.

После расчета формул находим наименьшую погрешность среди выявленных математических и физических чисел.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. СТ РК 3025-2017 “Транспортные средства для перевозки жидкостей. Технические условия”
2. [СТ РК 41.48-2008](#) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении установки устройств освещения и световой сигнализации.
3. [СТ РК ГОСТ Р 51709-2004](#) Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки.
4. ГОСТ 17.2.2.03-87 “Нормы и методы измерения содержания оксида углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями”.
5. Закон Республики Казахстан от 17 апреля 2014 года № 194-V “О дорожном движении”.
6. Закон Республики Казахстан от 21 сентября 1994 года N 156 “ О транспорте в Республике Казахстан”.
7. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 26 марта 2015 года № 342. Об утверждении допустимых параметров автотранспортных средств, предназначенных для передвижения по автомобильным дорогам Республики Казахстан.
8. Закон Республики Казахстан от 4 июля 2003 года № 476-II “Об автомобильном транспорте”.
9. “Диагностический сканер ELM327 Mini Bluetooth OBD-II руководство по эксплуатации”, ООО “НПП “ОРИОН СПБ”, 2010, с.8.
10. Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI “Экологический кодекс Республики Казахстан”.
11. Кодекс Республики Казахстан от 7 июля 2020 года № 360-VI “О здоровье народа и системе здравоохранения”.
12. Кодекс Республики Казахстан об административных



правонарушениях от 5 июля 2014 года № 235-V (с изменениями и дополнениями по состоянию на 06.02.2023 г.).

13. "Руководство по ремонту и техническому обслуживанию Toyota RAV 4", Легион Автодата, 2010, с.533.

14. Дриучин Д. А., Горбачев С. В. "Технико-экономические показатели использования сжиженного природного газа на автомобильном транспорте". Интеллект. Инновации. Инвестиции. Том 4, 2022, с. 116-127

15. Г. Иовлев "Экономика сельскохозяйственного транспорта" Аграрный вестник" Том 228 № 13, 2023

16. Соляров О., Яценко О., Волошко Т. "Критерии выбора транспортных средств для перевозки" Коммунальное хозяйство городов, 6(173), 2022, с. 189-194

17. П. А. Лушников, Н.А. Лушников, В. А. Котов, А. В. Косцов, "Дорожные условия и скорости движения", Серия конференций ИОР: Материаловедение и инженерия, том 1159, 14-16 декабря 2020.

18. Сайбаннавар, Д., Мат, М.М., Кулкарни, У. (2021). Обзор по бортовой диагностике в транспортных средствах. В: Радж, Дж.С. (ред.) Международная конференция по мобильным вычислениям и устойчивой информатике. ICMCI 2020. Инновации EAI/Springer в области связи и вычислительной техники. Спрингер, чам.

19. Хайнц, А., Ройсс, Х.К. (2022). Сбор данных измерений для встроенных поддерживаемых диагностических функций – арифметического и имитационного просмотра. В: Баргенде М., Ройсс Х.К., Вагнер А. (ред.) 22. Международный симпозиум в Штутгарте. Производство. Шпрингер Вивег, Висбаден.

20. Навали, Н., Ванаджакши, Л., Баллок, Д.М. (2023). Применение данных бортовой диагностики (OBD) для прогнозирования траектории транспортного средства. В: Деви Л., Эррампалли М., Маджи А., Рамадурай Г. (ред.) Материалы Шестой международной конференции Группы транспортных исследований Индии. CTR 2021. Конспекты лекций по гражданскому строительству, том 273. Спрингер, Сингапур.

УДК 669.017

Бычков М. (21ТМ-1 ВКТУ), Кабдуллина Д.С. (ВКТУ)

## ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕЛ

**Аннотация.** Пластическая деформация монокристалла сопровождается искажением кристаллической структуры, образованием осколков и возникновением остаточных напряжений в кристалле. Деформация протекает главным образом вследствие скольжения зерен относительно друг друга, так как связь между ними слабее, чем прочность самих зерен. С увеличением деформации степень текстурованности возрастает и при больших степенях деформации достигает 100%, т.е. все зерна оказываются одинаково ориентированными. С увеличением степени деформации характеристики пластичности и вязкости уменьшаются, а прочностные характеристики и твердость увеличиваются.

**Ключевые слова:** Деформация, кристаллическая структура, пластичность, деформационное упрочнение, прочностные характеристики.

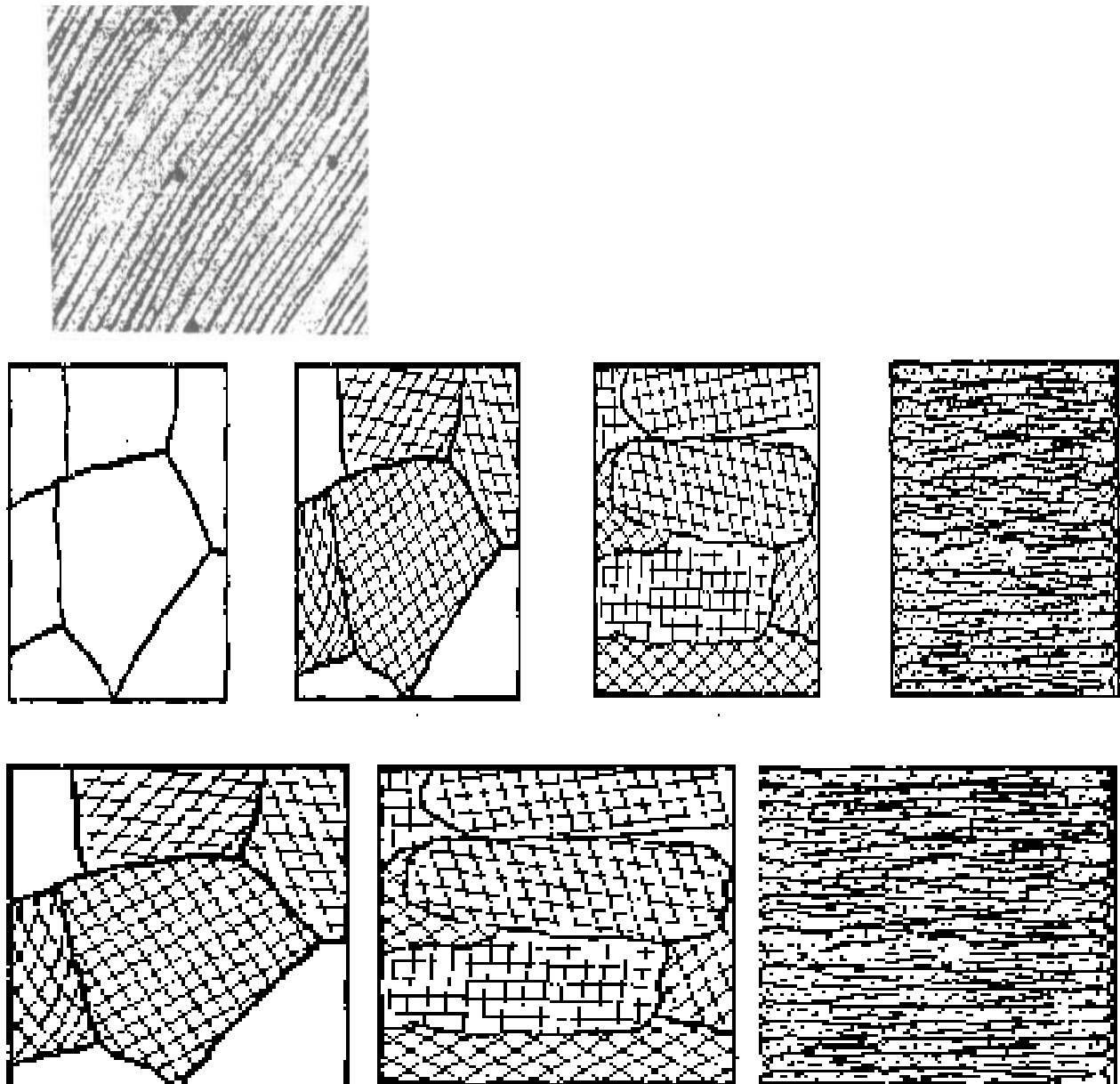
Рассмотрим холодную пластическую деформацию поликристалла. Пластическая деформация металлов и сплавов как тел поликристаллических, имеет некоторые особенности по сравнению с пластической деформацией монокристалла.

Деформация поликристаллического тела складывается из деформации отдельных зерен и деформации в приграничных объемах. Отдельные зерна деформируются скольжением и двойникованием, однако взаимная связь зерен и их множественность в поликристалле вносят свои особенности в механизм деформации.

Пластическая деформация монокристалла сопровождается искажением кристаллической структуры, образованием осколков и возникновением остаточных напряжений в кристалле. Эти явления, затрудняя процесс дальнейшей деформации, вызывают изменения механических и физико-химических свойств исходного металла: прочность, твердость, электросопротивление и химическая активность увеличиваются, при одновременном уменьшении пластичности, ударной вязкости, магнитной проницаемости и т. д.

Все металлы и сплавы имеют поликристаллическое строение, то есть состоят из отдельных прочно сросшихся друг с другом зерен металла, между которыми располагаются в виде тонких прослоек неметаллические включения оксидов, карбидов и других соединений. Зерна, в свою очередь, также имеют кристаллическое строение, их размеры составляют 0,01-0,1 мм.

Деформация протекает главным образом вследствие скольжения зерен относительно друг друга, так как связь между ними слабее, чем прочность самих зерен.



а) линии скольжения в монокристаллах алюминия,  $\times 200$ ; б) линии скольжения в поликристаллах алюминия,  $\times 200$ .

Рисунок 1- Изменение микроструктуры при пластической деформации монокристалла и поликристалла.

Кристаллическая структура пластически деформированного металла характеризуется не только искажением кристаллической решетки, но и определенной ориентировкой зерен - текстурой. Беспорядочно ориентированные кристаллы под действием деформации поворачиваются осями наибольшей прочности вдоль направления деформации (рис. 1б,в).

С увеличением деформации степень текстурованности возрастает и при больших степенях деформации достигает 100%, т.е. все зерна оказываются одинаково ориентированными. Когда кристаллические решетки большинства зерен получают одинаковую ориентировку, возникает текстура деформации.

Не следует думать, что в результате деформации зерно измельчается. В действительности оно только деформируется, сплющивается и из равностороннего превращается в неравноосное (в виде лепешки, блина), сохраняя ту же площадь поперечного сечения.

В большинстве сплавов всегда присутствуют неметаллические примеси (окислы, карбиды и т. д.), которые располагаются между зёрнами в виде плёнок или отдельных шариков. При обработке давлением эти включения раздробляются и вытягиваются, придавая металлу волокнистое строение (рис. 1, в), которое при соответствующей обработке поверхности наблюдается невооружённым глазом.

С увеличением степени деформации характеристики пластичности (относительное удлинение, относительное сужение) и вязкости (ударная вязкость) уменьшаются, а прочностные характеристики (предел упругости, предел текучести, предел прочности) и твердость увеличиваются (рис.2). Также повышается электросопротивление, снижаются сопротивление коррозии, теплопроводность, магнитная проницаемость.

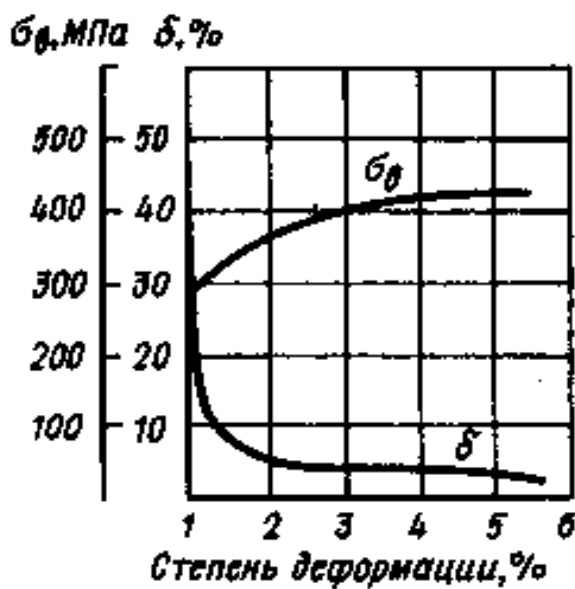


Рисунок 2 - Влияние холодной пластической деформации на механические свойства металла

Совокупность явлений, связанных с изменением механических, физических и других свойств металлов в процессе пластической деформации называют деформационным упрочнением или наклепом.

Упрочнение при наклепе объясняется возрастанием на несколько порядков плотности дислокаций:  $\rho = 10^6 \dots 10^8 \rightarrow 10^{11} \dots 10^{12} \text{ см}^{-2}$ .

Их свободное перемещение затрудняется взаимным влиянием, также торможением дислокаций в связи с измельчением блоков и зёрен, искажениями решетки металлов, возникновением напряжений.

Деформированный металл находится в неравновесном состоянии. Переход к равновесному состоянию связан с уменьшением искажений в кристаллической

решетке, снятием напряжений, что определяется возможностью перемещения атомов.

При низких температурах подвижность атомов мала, поэтому состояние наклепа может сохраняться неограниченно долго.

При повышении температуры металла в процессе нагрева после пластической деформации диффузия атомов увеличивается и начинают действовать процессы разупрочнения, приводящие металл в более равновесное состояние – возвратирекристаллизация.

Возврат. Небольшой нагрев вызывает ускорение движения атомов, снижение плотности дислокаций, устранение внутренних напряжений и восстановление кристаллической решетки

Процесс частичного разупрочнения и восстановления свойств называется отдыхом (первая стадия возврата). Имеет место при температуре

$$T = (0,25...0,3)T_{\text{мл}}$$

Возврат уменьшает искажение кристаллической решетки, но не влияет на размеры и форму зерен и не препятствует образованию текстуры деформации.

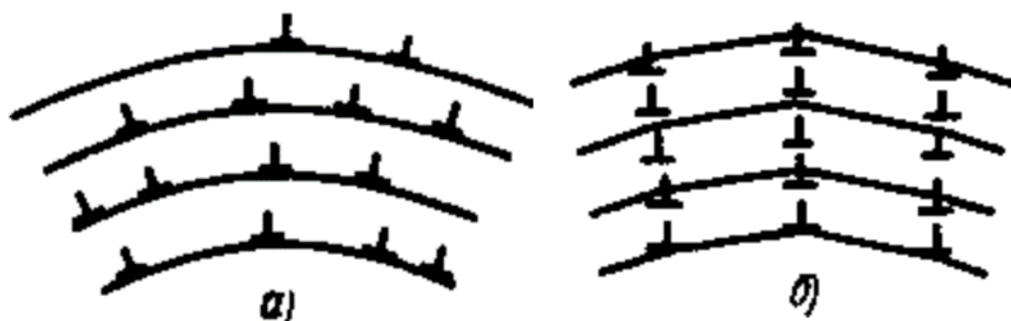
Полигонизация – процесс деления зерен на части: фрагменты, полигоны в результате скольжения и переползания дислокаций.

При температурах возврата возможна группировка дислокаций одинаковых знаков в стенки, деление зерна малоугловыми границами (рисунок 3).

В полигонизированном состоянии кристалл обладает меньшей энергией, поэтому образование полигонов — процесс энергетически выгодный.

При нагреве до достаточно высоких температур подвижность атомов возрастает и происходит рекристаллизация.

Рекристаллизация– процесс зарождения и роста новых недеформированных зерен при нагреве наклепанного металла до определенной температуры.



а– хаотическое расположение краевых дислокаций в деформированном металле;

б – дислокационные стенки после полигонизации.

Рисунок 3 - Схема полигонизации:

На свойства металла большое влияние оказывает размер зерен, получившихся при рекристаллизации. В результате образования крупных зерен при нагреве до температуры  $t_1$  начинает понижаться прочность и, особенно значительно, пластичность металла.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1990.- 527 с.
2. Самохоцкий А.И., Металловедение. – М.: Металлургия, 1969.-456с.
3. Смагулов Д.У., Металлография. – Алматы. 2007.-107с.

УДК 629.083, 621.7

Гридунов И. Д. (21-ДТТ-3а, ВКТУ), Комбаев К.К. (к.т.н., ВКТУ)

## ЭЛЕКТРОЛИТНО – ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

**Аннотация.** Эксплуатация коленчатых валов осуществляется в сложных условиях при высоких циклических нагрузках. Во время капитального ремонта коленчатого вала, при шлифовке шеек, происходит снятие наружного упрочненного слоя материала и снижение усталостной прочности, за счет чего появляется необходимость последующего поверхностного упрочнения. Разработана технология электролитно – плазменного упрочнения поверхности образцов коленчатого вала КамАЗ-740. Результаты исследования микроструктуры образцов до и после обработки свидетельствуют об изменении структуры поверхности стали. Метод электролитно – плазменного упрочнения позволяет повысить механические свойства детали.

**Ключевые слова:** коленчатый вал, усталостная прочность, капитальный ремонт, электролитно – плазменное упрочнение, микроструктура.

Автомобильный транспорт является основным способом перевозки пассажиров и грузов в Республике Казахстан и, как следствие, играет существенную роль в развитии торговой, промышленной и пассажирской инфраструктуры страны. Популярность данного вида транспорта обусловлена в первую очередь его универсальностью, мобильностью, а также доступностью. Протяженность автомобильных дорог по всей стране составляет 96 тыс. километров [1]. Ежегодно в стране организовываются сотни тысяч различных пассажирских и грузовых перевозок, что составляет в общем объеме миллиарды преодоленных километров пути. Огромные расстояния и сложные условия эксплуатации, такие как суровый климат с температурами от минус 50°С до плюс 50°С, некачественное дорожное покрытие, высокий трафик в крупных городах, некачественные запчасти, а также ненадлежащее и несвоевременное проведение технического обслуживания являются основными причинами быстрого выхода из строя транспортной техники и, как следствие, необходимость проведения ее ремонта.

Основной и наиболее нагруженной деталью автомобиля является коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания (ДВС), задачей которого является передача крутящего момента, посредством кривошипно – шатунного механизма, за счет сгорания топливной смеси в цилиндрах блока, на другие узлы автомобиля [2].

За объект исследования взят коленчатый вал дизельного двигателя КамАЗ-740 (рисунок 1а), основными элементами которого являются: коренные и шатунные шейки, галтели шеек, щеки, противовесы, носок и хвостовик. Данная деталь изготавливается из конструкционной легированной стали 42ХМФА ТУ 14-1-5083-91.

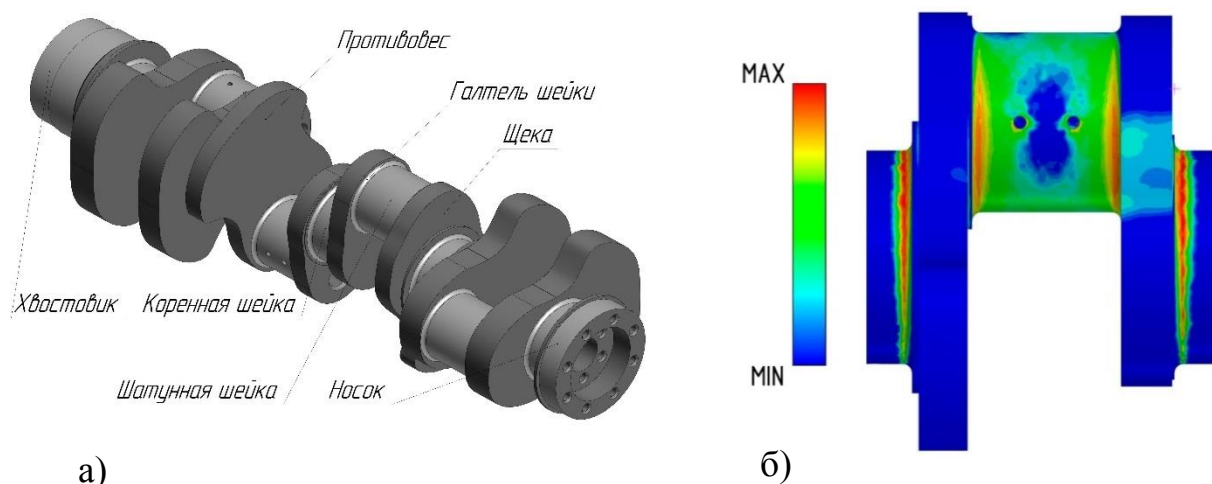


Рисунок 1 – Коленчатый вал дизельного двигателя КамАЗ-740  
(а – конструкция вала; б – напряженное состояние вала)

Во время эксплуатации коленчатый вал подвергается высоким циклическим нагрузкам, которые создают в поперечных сечениях детали значительные напряжения, такие как крутильные, изгибные, растяжения-сжатия. Это приводит к возникновению разного рода деформациям, при этом шейки изнашиваются неравномерно, что вызывает прогибы, конусообразность, овальность и т.д. Поверхности шеек подвергаются контактному изнашиванию, приводящему к повышению температуры в зоне трения, а также возникновению поверхностных дефектов, таких как задиры, трещины, царапины [3].

На рисунке 1б можно наблюдать напряженное состояние коленчатого вала при расчете на усталостную прочность методом конечных элементов. Расчет был произведен в системе прочностного анализа APM FEM. При эксплуатации коленчатого вала наиболее нагруженными элементами являются галтели шеек, масляные отверстия, а также шатунные шейки. Градиенты напряжений (указаны цветов) показывают распределение нагрузок по сечению детали.

Для того, что бы коленчатый вал сохранял свою работоспособность и целостность при воздействии всех указанных факторов, необходимо обеспечить высокие механические свойства. С этой целью деталь подвергают различным видам обработки, основной из которых является термическая. Стальной коленчатый вал подвергается закалке с последующим отпуском, что позволяет увеличить механические свойства детали, такие как прочность, пластичность, жесткость. Для увеличения износостойкости коренных и шатунных шеек используется поверхностная закалка токами высокой частоты, а также различные виды химико-термической обработки (цементация, азотирование, нитро-цементация, цианирование и др.). Данные виды упрочнения коленчатых валов отлично зарекомендовали себя в заводских условиях при серийном и массовом производстве. При сервисном же обслуживании, когда необходимо провести капитальный ремонт ДВС, данные технологии экономически нецелесообразны. Так как шлифовка шеек коленчатого вала, во время ремонта, приводит к снятию поверхностного упрочненного слоя материала и, как



следствие, снижению механических свойств, последующее повторное поверхностное упрочнение необходимо, а вопрос разработки такой технологии особо актуален [4].

Перспективной технологией, имеющей возможность повысить усталостную прочность и износостойкость коленчатого вала, является технология электролитно-плазменного упрочнения (ЭПУ). Преимущества: сравнительно малые энергозатраты, простота процесса, возможность локальной обработки сложных поверхностей деталей. Для исследования влияния электролитно-плазменной обработки на структуру поверхностного слоя материала коленчатого вала КамАЗ-740 был вырезан образец из шатунной шейки и обработан на установке ЭПУ [5]. Схема электролитно-плазменной обработки показана на рисунке 2.

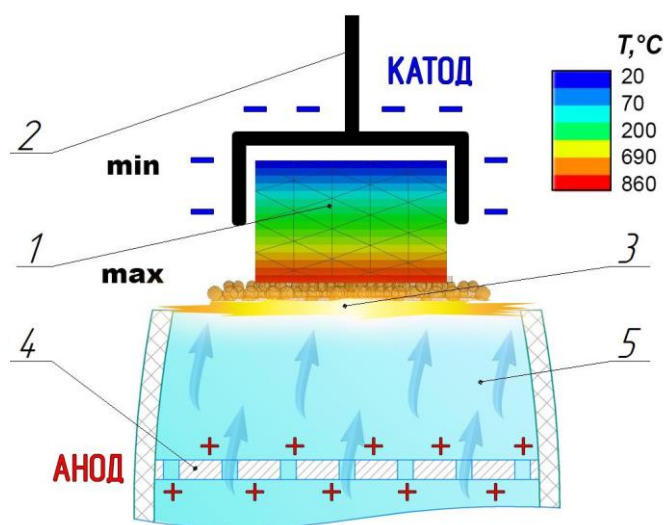


Рисунок 2 – Схема электролитно плазменной обработки

Процесс электролитно плазменного упрочнения заключается в нагреве поверхности стального образца 1, закрепленного на кронштейне 2 до температуры начала фазового перехода в аустенит. Нагрев осуществляется за счет выделения энергии плазмой 3, представляющей собой ионизированный газ. Плазма образуется между обрабатываемой поверхностью, подключенной к отрицательному потенциалу и, подводимым через подключенную к положительному потенциалу пластину 4, электролитом 5 из 10 %-ного раствора кальцинированной соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). [6]. При отключении напряжения образование плазмы прекращается и происходит охлаждение поверхности детали электролитом.

Микроструктура поверхности образцов до и после обработки была исследована на оптическом микроскопе Olympus BX-51 после травления раствором 5% азотной кислоты и спирта этилового (5%  $\text{HNO}_3 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), время травления 10 с.

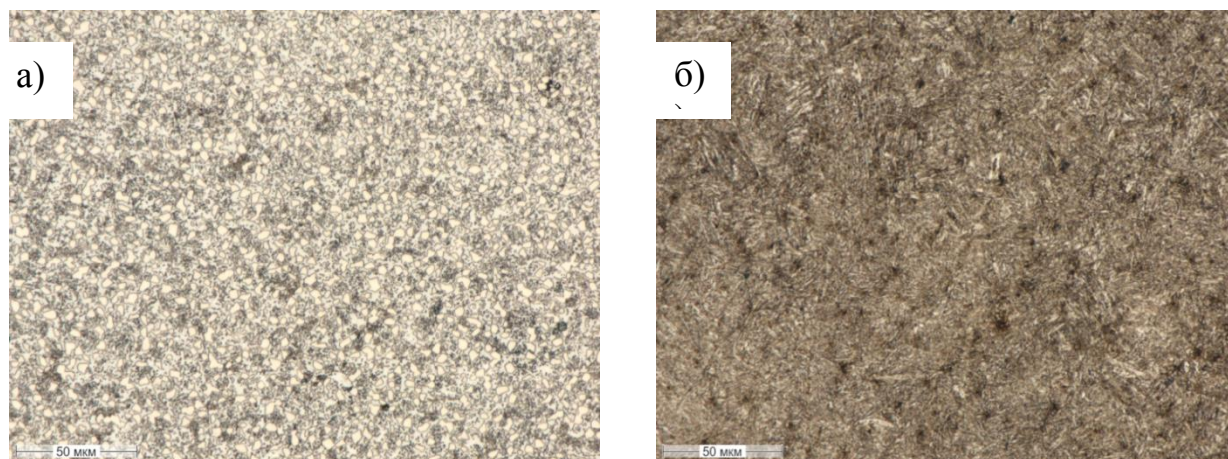


Рисунок 3 – Микроструктура поверхности образца из стали 42ХМФА  
(а – до обработки; б – после обработки)

Если рассмотреть исходную микроструктуру шлифа образца стали 42ХМФА (рисунок 3а), можно заметить наличие преимущественно фаз перлита и феррита [7]. Это связано с тем, что количество легирующих элементов в составе стали небольшое. Наблюдается крупнозернистая структура. На границах перлита и аустенита можно наблюдать наличие фаз цементита ( $Fe_3C$ ), а также других химических соединений на основе легирующих элементов хрома, молибдена, ванадия. Сталь, с указанной выше микроструктурой, имеет хорошие пластические свойства, но крупная зернистость не позволяет получить высокую твердость и прочность

На шлифе, упрочненном методом ЭПО (рисунок 3б) наблюдается структура игольчатого мартенсита и изолированных участков остаточного аустенита [8]. Такая микроструктура характерна для закаленных сталей, подвергнувшихся диффузии углерода в процессе цементации. Данное явление связано с тем, что в процессе электролитической диссоциации раствора кальцинированной соды и возникновении химических реакции происходит выделение атомарного углерода, который адсорбируется поверхностью стали и диффундирует вглубь металла.

*Статья написана при финансовой поддержке «Комитета науки МОН РК» в рамках реализации грантового проекта ИРН АР09058518 «Повышение износостойкости материалов машиностроительной отрасли электролитно-плазменным модифицированием».*

#### **Выводы:**

1. Максимальные усталостные нагрузки в коленчатом валу возникают в галтелях шеек, отверстиях для подвода масла в зону трения, а также в шатунных шейках.
2. Электролитно – плазменное упрочнение позволяет изменить структуру поверхностного слоя стали 42ХМФА с перлитно-ферритной на мартенситную, что способствует увеличению усталостной прочности коленчатого вала.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Агентство по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан Бюро национальной статистики Главный редактор Айдапкелов Н.С., Транспорт в Республике Казахстан/Статистический сборник/на казахском и русском языках/119 стр., 010000, Республика Казахстан, г.Нур-Султан, Мәңгілік ел, 8 Дом Министерств, 4 подъезд.
2. И.М. Алексаньян, А.Е. Хачкинаян, Исследование износа коленчатых валов и шатунов двигателей транспортно-технологических машин, Транспорт. Транспортные Сооружения. Экология, №2, 2021, Ростовский государственный университет путей сообщения, Ростов-на-Дону, Россия.
3. Алексаньян И.М., Дубенко О.Я. Износ деталей двигателей транспортно-технологических машин: монография. – Ростов н/Д: РГУПС, 2015. – 139 с.
4. Ремонт автомобилей КамАЗ/Б. А. Титунин, Н. Г. Старостин, В. М. Мушниченко.— Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987.— 288 е., ил.— (Учебники и учеб. пособия для подготовки кадров массовых профессий).
5. I.D. Gridunov, D.S. Yelemanov, A.B. Kasenova, K.K. Kombayev, Electrolyte-plasma surface treatment of 42XMFA (similar material AISI 4140) structural-alloy steel, used for the manufacture of crankshafts of KamAZ-740 engines, «ШҚТУ ХАБАРШЫСЫ», Технические науки и технологии, Транспорт, №3, 2022
6. K.K. Kombayev, L.I.Kveglis, S.E. Sandybay, A.T. Shokputova. Technology of electrolytium-plasma treatment of aluminum alloys // Journal “Scientific Israel- Technological Advantages” MATERIALS ENGINEERING & NEW TECHNOLOGIES Vol.20, № 1, 2018, p. 46-52.
7. Kuat Kombayev, Alina Kim, Daniyar Yelemanov, Gulden Sypainova, Strengthening of Low-Carbon Alloy Steel by Electrolytic-Plasma Hardening, International Review of Mechanical Engineering (I.RE.M.E.), Vol. 16, N. 2, February 2022 (ISSN 1970-8734)
8. К.К. Комбаев, Д.С. Еламанов, А.Б. Касенова, Д.С. Қамзин , Г.М. Токтарбаева, Электролитті-плазмалық модификациядан кейін төмен көміртекті болаттың беткі қабатының құрылымдық-фазалық жағдайы, ҚазҰУ хабаршысы. Физика сериясы, №3 (78).2021 (ISSN 1563-0315; eISSN 2663-2276).

УДК 656.135.2

Дуйсен А. Р. (19-ТЛ-1, ВКТУ), Вдовин В. Н. (к.т.н., ВКТУ)

## ФОРМИРОВАНИЕ ЗОН ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТОРГОВЫХ ТОЧЕК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОДИНОЧНОЙ СВЯЗИ

**Аннотация.** Ввиду большого количества торговых точек и ограниченной численности транспортных средств маршрутизацию перевозок целесообразно осуществлять в два этапа. Первый этап – этап кластеризации, второй этап – непосредственно маршрутизация. В данной статье рассматривается возможность использования на этапе кластеризации метода одиночной связи для формирования зон транспортного обслуживания клиентуры в зависимости от объемов заказов клиентов, их месторасположения и грузоподъемности используемых автомобилей.

**Ключевые слова:** маршрутизация, кластеризация объектов, метод одиночной связи.

Маршрутизация перевозок – это составление маршрутов движения подвижного состава или его порядок следования между пунктами производства и потребления. Проблема маршрутизации особенно актуальна при обслуживании торговой сети города. Формирование рациональных маршрутов позволяет точно определить объемы перевозок грузов в территориальном и временном аспектах, оптимизировать количество транспортных средств, добиться сокращения простоев автомобилей под погрузкой и разгрузкой, обеспечить своевременную доставку товара.

Особенно важно улучшать не только отдельные элементы транспортно-логистической системы, а в целом оптимизировать весь процесс и обеспечить высокий уровень качества обслуживания клиентуры [1, с. 450]. В данном случае качество транспортной продукции – это своевременная доставка продукции потребителям ТОО «Хлебозавод Каравай» в определенном количестве и в определенное время. Маршрутизацию перевозок целесообразно осуществлять в два этапа. Первый этап – этап кластеризации, формирующий торговые точки в определенные группы (зоны города) в зависимости от объемов заказов клиентов и их месторасположения с учетом грузоподъемностей используемых автомобилей. Второй этап – непосредственно маршрутизация.

В данной статье рассматривается возможность кластеризации торговых точек с использованием метода одиночной связи. Парк подвижного состава ТОО «Хлебозавод Каравай» состоит из грузовых автомобилей марок «Газель», «FAW», «Hyundai». Для доставки продукции по городу Усть-Каменогорск используются автомобили «Газель», для междугородних перевозок (города Риддер и Шемонаиха) используются средне - тоннажные «Hyundai» и «FAW». В таблице 1 представлена характеристика подвижного состава ТОО «Хлебозавод Каравай».

Таблица 1 – Характеристика подвижного состава

Марка	Вид кузова	Грузоподъемность, т	Количество	Год выпуска
Газель	Хлебный фургон	1,5	10	2021
FAW CA 10-10	Бортовой	1,5	1	2001
FAW	Фургон	3,5	1	2008
Hyundai	Фургон	1,4	1	2021
Hyundai	Тентованный	4,5	2	2021

Режим работы транспорта зависит от маршрута, для которого его эксплуатируют. На ТОО «Хлебозавод Каравай» группы маршрутов формируются отделом продаж на основе сложившегося практического опыта.

Город был условно поделен на районы – Октябрь, Ульба, КШТ, Защита и Согра. В каждом районе определена клиентура, построена очередность доставки продукции между ними. В настоящее время существует 14 маршрутов доставки продукции: «КШТ-1», «КШТ-2», «Топ КШТ», «Октябрьский-1», «Октябрьский-3», «Октябрьский-4», «Топ Октябрь», «Ульба-1», «Ульба-2», «Ульба-3», «Топ Ульба», «Согра», «Риддер», «Шемонаиха».

Маршруты с приставкой «Топ» составлены для фирменных точек Хлебозавода и приоритетных магазинов, которым необходим горячий хлеб.

Клиентуру ТОО «Хлебозавод Каравай» условно можно разделить по объему продукции, поставляемой за рейс: крупные (7000-27000 ед./мес.); средние (1000-6000 ед./мес.); мелкие (20-900 ед./мес.) торговые точки. В таблице 2 представлены некоторые основные клиенты.

Таблица 2 – Клиентура ТОО «Хлебозавод Каравай» по объему продукции

Крупные фирменные торговые точки		
Наименование	Адрес	Количество продукции, поставляемой в месяц, ед.
ТД «Аружан»	пр. Н. Назарбаева, 42/2	27 000
рынок «Дос Нар»	ул. Виноградова, 17а	26 000
ТД «Металлург»	пр. Н. Назарбаева, 37	21 000
ТД «Даниэль»	пр. Абая, 1/1	16 000
магазин «Ауэзовский»	ул. Ауэзова, 13	15 000
Магазин «Чайка»	ул. Наб. Славского, 24	7 000
Средние торговые точки		
Наименование	Адрес	Количество продукции, поставляемой в месяц, ед.
магазин «Экспресс»	ул. Вострцова, 6	6 000
магазин «НОА»	ул. Кабанбай батыра, 91	5 000
магазин «Айзере»	ул. Сатпаева, 55/3	4 000
магазин «Ровесник»	ул. Серикбаева, 27	1 000
Мелкие торговые точки		
Наименование	Адрес	Количество продукции, поставляемой в месяц, ед.
кафе «Масленица»	ул. Кайсенова, 117А	900
Школа № 38	ул. Кайсенова, 10	100
ресторан «Костер»	ул. Астана, 34	20

Таким образом, крупные клиенты Хлебозавода потребляют 70-80% всего объема готовой продукции. Доставка продукции осуществляется ежедневно в 4 рейса: 1 рейс (4:00 – 7:00); 2 рейс (8:00 – 9:00); 3 рейс (11:00 – 13:00); 4 рейс (только для фирменных магазинов).

Организация движения подвижного состава зависит от выбора маршрута.

При выборе маршрута были учтены: дислокация пункта отправления груза (хлебозавод) и пунктов получения (продуктовые магазины, торговые дома, школы) относительно друг друга; род и вид груза (хлебные грузы, штучные, мелкопартионные, скоропортящиеся, малоопасные) влияет на выбор транспортного средства; грузоподъемность подвижного состава (малая – «Газель» и средняя – «Hyundai», «FAW»); размеры партий груза; режим работы клиентуры. Погрузка на предприятии занимает 60 минут. Разгрузка в торговой точке занимает от 2 до 5 минут.

В качестве примера, рассмотрим существующую в настоящее время группу (зону) торговых точек маршрута «Топ Ульба», состоящую из шести пунктов доставки. В таблице 3 представлена существующая группа (зона) торговых точек маршрута, их адреса и среднее количество поставляемой продукции в день.

Таблица 3 – Маршрут «Топ Ульба»

№	Наименование	Адрес	Среднее количество продукции, поставляемой в день, ед.
1	Торговый центр ИП Пручковская Г.А.	бульвар Гагарина, 20	400
2	Рынок «Дос Нар»	ул. Виноградова, 17а	870
3	ТД «Аружан» отдел «Эмиль» в ТД «Аружан»	пр. Н. Назарбаева, 42/2	1000
4	ТОО «Вкус Маркет»	ул. Михаэлиса, 24/2	5
5	«Ромашка»	ул. Михаэлиса, 20	560
6	Экспресс	ул. Вострцова, 6	200

Для данной зоны торговых точек используется автомобиль «Газель», номинальной грузоподъемностью 1,5 тонн и грузоместимостью 4 000 единиц продукции. Количество перевозимой продукции по маршруту «Топ Ульба» в среднем – 3035 ед. Следовательно, коэффициент использования грузоподъемности автомобиля, обслуживающего данную зону, составляет 0,75.

Как было отмечено, группы (зоны) доставки продукции в ТОО «Хлебозавод Каравай» формируются специалистами на основе сложившегося практического опыта. Однако при обслуживании данной группы торговых точек степень использования грузоподъемности автомобиля невысока.

Используя метод одиночной связи при кластеризации объектов можно пересмотреть группу торговых точек, входящих в маршрут «Топ Ульба», посредством добавления в группу дополнительных магазинов. В данном случае в группу добавлены 4 торговые точки. При реализации метода одиночной связи проверена целесообразность внесения в данную зону обслуживания этих точек.

Алгоритм метода одиночной связи состоит в следующем:

1. В матрице расстояний (таблица 4) между магазинами в строке «0» (0 – ТОО «Хлебозавод Каравай») выбираем самый отдаленный пункт от точки отправки автомобилей, т.е. находим самое большое расстояние в этой строке.

Самая удаленная точка от пункта отправления – 7,5 км – магазин «Гранат». Данная точка соответствует первому пункту, внесенному в решение, ей присваивается координата  $i_1$ .

2. Проверяется данный пункт на соответствие условию 1:

$$Q_1 \leq q_n, \quad (1)$$

где  $Q_1$  – размер заказа первого клиента, соответствующего координате  $i_1$ ;  
 $q_n$  – грузоподъемность транспортного средства, ед.

Размер заказа магазина – 30 единиц, что гораздо меньше максимальной вместимости транспортного средства – 4000 единиц. Условие удовлетворяется.

Таблица 4 – Матрица расстояний (Маршрут «Топ Ульба»)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	1	2	2,5	2,5	6	3	3,5	3,7	3,8
2	1	-	1,5	2	2	7	2,8	3	3	2,7
3	2	1,5	-	1	1	7	2,5	2,7	2	2,7
4	2,5	2	1	-	0,25	7	2	2	1,5	3
5	2,5	2	1	0,25	-	7	2	2	1,3	3
6	6	7	7	7	7	-	9	9	8	9,6
7	3	2,8	2,5	2	2	9	-	0,9	2	1,7
8	3,5	3	2,7	2	2	9	1,6	-	2	2
9	3,7	3	2	2,3	2,2	8,3	1	0,5	-	2,4
10	3	2	2	2,5	2,7	9	1,7	2,3	2,7	-
0	4	5	5	5	6	2	6,5	6,6	7	7,5

3. К точке, выбранной в первом пункте, последовательно добавляется другая точка обслуживания. Теперь рассматриваем столбец «10», находим в нем самое маленькое расстояние. Такое расстояние соответствует пересечению со строкой «7» и равно 1,7 км – расстояние от Хлебозавода до ТД «Даниэль». Размер заказа магазина равен 530 единицам.

4. Выбранное в пункте 3 значение проверяется на соответствие условию 2:

$$\sum_{i=1}^{m+1} Q_i \leq q_n, \quad (2)$$

где  $Q_i$  – размер заказа  $i$ -го клиента, ед.;

$m$  – количество пунктов уже включенных в определенную зону.

$$30 + 530 < 4000$$

Условие соблюдается, поэтому точке присваивается координата  $i_2$ . Далее проверяется следующее наименьшее расстояние в строке «7» на пересечении со столбцом «8» равно 0,9 км (кафе «Пицца Блюз»). Ежедневный объем потребляемой продукции «Пицца Блюз» равен 20 ед.

$$30 + 530 + 20 < 4000$$

Аналогично проверяются все последующие точки. Общий объем поставляемой продукции по маршруту не превышает вместимости автофургона.

$$\Sigma Q = 30 + 530 + 20 + 65 + 1000 + 5 + 870 + 400 + 560 + 200 = 3680$$

$$3680 < 4000$$

Используя данный метод, в маршрут можно добавить 4 торговые точки: ТД «Даниэль», кафе «Пицца Блюз», Универсам №1, магазин «Гранат» (таблица 5).

Таблица 5 – Добавленные пункты доставки

№	Наименование	Адрес	Средний объем, день
7	ТД «Даниэль»	пр. Абая, 1/1	530
8	Кафе «Пицца Блюз»	пр. Н. Назарбаева, 1	20
9	Универсам №1	пр. Абая, 3	65
10	Магазин «Гранат»	ул. Потанина, 31/1	30

Таким образом, с помощью применения метода одиночной связи была сформирована зона торговых точек, при обслуживании которой возможно повышение степени использования грузоместимости транспортного средства на 17% (с 0,75 до 0,92).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вельможин, А.В. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 560 с.
2. Управление грузовыми потоками в транспортно-логистических системах / Л.Б. Миротин. М.: Горячая линия-Телеком, 2010. - 704 с.



УДК 621.8

Дүйсенғали М.Б. (22-МУД-2, ВКТУ), Машекенова А.Х. (ВКТУ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ В ТОО «БАКЫРЧИКСКОЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ»

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены особенности совершенствования транспортно – логистической инфраструктуры как основы развития международного сотрудничества ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятия». Выявлены проблемы и влияющие факторы на развитие экспорта-импорта Республики и в частности предприятия. Предложены методы решения проблем для обеспечения видимости движения, снижение рисков, сокращение задержек, обеспечение быстрой и эффективной доставки товаров, оптимизаций операции транспортных и логистических услуг. Предоставлена информация по предприятию ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие», транспортировки руды и местоположение данного карьера.

**Ключевые слова:** экспорт, импорт, транспортная инфраструктура, логистика, транспортные расходы, стоимость транспортировки, влияющие факторы, предприятие.

Экспортно-импортные операции являются важной частью мировой экономики и внутренней экономики всех стран. Внешнеторговый оборот Казахстана в 2022 году достиг исторически максимального уровня - \$134,4 млрд, сообщает пресс-служба Министерства национальной экономики.

Торговый профицит сложился на уровне \$34,3 млрд, что на 82% лучше показателей 2021 года и в 4 раза больше, чем в 2020 году.

«Однако, несмотря на рекордный товарооборот, объемы экспорта не самые максимальные – \$84,4 млрд. К предыдущему 2021 году объемы внешних продаж выросли на 40%, а к 2020 году - на 78%», - уточнили в министерстве.

Отмечается, что основными «виновниками» роста экспорта являются нефть и металлы. Так, доходы от продаж нефти к 2021 году выросли на 51%, до \$46,9 млрд (56% в общем объеме экспорта), меди - на 15%, до \$3,7 млрд, ферросплавов - на 51%, до \$3,4 млрд, урана - на 95%, до \$3,4 млрд, медных руд - на 51%, до \$2,4 млрд.

По информации Миннацэкономики, несмотря на сравнительно скромные темпы роста, объемы импорта в Казахстан впервые достигли отметки \$50 млрд, обновив рекорд 2013 года (\$48,8 млрд). К предыдущему 2021 году объемы внешних поставок в РК выросли на 21%, а к 2020 году - на 29%.

Казахстан является членом Всемирной торговой организации (ВТО) и подписал несколько соглашений о свободной торговле с соседними странами, включая Евразийский экономический союз (ЕАЭС). Эти соглашения способствовали развитию торговли и облегчили доступ к рынкам в этих регионах.

Транспорт является одной из крупнейших базовых отраслей страны. Транспортные коммуникации объединяют все районы страны, что является необходимым условием ее территориальной целостности, единства ее экономического пространства.

Целью исследования является совершенствования транспортно-

логистической системы (ТЛС) для повышения эффективности экспортно-импортных операций внутренней и внешней экономики страны.

В Восточно – Казахстанском регионе одним из предприятий, которое занимается добычей руды и транспортировкой в соседние страны является ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие». Предприятие расположено в историческом горнодобывающем регионе с хорошо развитой инфраструктурой и имеет доступ к электрическим сетям и железной дороге. Месторождения расположены вблизи поселка Ауэзов, в 750 км восточнее города Астана и в 75 км западнее центра горно-металлургической промышленности города Усть-Каменогорск. На 120 км проходит граница Казахстана с Россией, а на 330 км-с Китаем.

На расстоянии 6 км находится железнодорожная станция и терминал в Шалабае, на новой железнодорожной линии, соединяющей Усть-Каменогорск с шаром (в Восточном Казахстане) и обеспечивающей железнодорожное сообщение с Россией, Китаем и Европой. В 510 км расположен казахско-китайский железнодорожный пункт пропуска Алашанькоу.

Первые годы работы месторождение разрабатывалось открытым способом, а затем перешел на подземную добычу. Руда перерабатывается на флотационной фабрике в концентрат двух типов — концентрат с высоким содержанием углерода и концентрат с низким содержанием углерода. НС-концентрат направляется на Амурский гидрометаллургический комбинат для дальнейшей переработки, а ВС - концентрат продается сторонним покупателям.

За 3-ий квартал 2018 года была достигнута полная проектная производительность 150 тыс. тонн в месяц. В 2019 году актив произвел 343 тысячи тонн конечного продукта в золотом эквиваленте при средних совокупных денежных затратах в размере 514 тыс. долларов США.

Одним из принципов при работе с экспортом и импортом является четкая структурированность процессов. В этом случае возможно автоматизировать большую часть работы, что позволяет значительно снизить вероятность ошибок и увеличить скорость работы.

Разные ученые во все времена рассматривали вопросы влияния развития транспортной инфраструктуры и вопросы интегрированной сетевой экономики.

Например, в работе ученого G. Bernlava было изучено продвижение реформ по либерализации в секторах телекоммуникаций, железнодорожного и автомобильного транспорта и стимулирование расширение экспортной деятельности производителей. [1]

Другие исследователи, как S. Bensassi, L. Marquez-Ramosi рассматривали качество инфраструктуры, пропускную способность логистических объектов в стране. Они отметили, что количество частных операторов и степень их специализации играют все более важную роль в разработке бизнес-стратегий, направленных на увеличение доли страны на международном рынке. [2]

Авторы I. Makarov и A. Sokolova пришли к выводу, что использование логистического подхода в управлении экспортно-импортными торговыми потоками приобрело особую актуальность на современном этапе экономического развития. Это связано с интенсификацией и расширением

внешнеэкономических связей государства, а также с динамичным расширением горизонтальных связей между хозяйствующими субъектами стран-партнеров. [3]

Глава государства Касым-Жомарт Токаев 1-го сентября 2022 года в своем послании народу Казахстана отметил приоритетность и укрепление транзитного потенциала страны: «С учетом текущей геополитической ситуации Казахстан становится важнейшим сухопутным коридором между Азией и Европой. Нам нужно в полной мере использовать открывающиеся возможности и стать транспортно-транзитным узлом действительно мирового значения. Отдельное внимание нужно уделить качеству строительства автомобильных дорог, в том числе местного значения».

В Республике вкладываются значительные средства на развитие инфраструктуры для того, чтобы стать ведущим транспортным узлом в регионе. Страна может похвастаться обширной сетью железных дорог, шоссейных дорог, аэропортов и морских портов, которые соединяют ее с соседними странами и за их пределами. Главная железнодорожная линия Казахстана, которая тянется через всю страну из Китая в Европу, является самой длинной в мире и ключевым маршрутом для перевозки грузов. Республике Казахстан в силу своего хорошего географического местоположения на карте мира, отводится важнейшая роль трансконтинентального транспортного моста для грузопотоков между странами. Стратегическое расположение страны делает ее важным центром торговли и транзита между Азией, Европой и Ближним Востоком.

Два главных морских порта страны, Актау и Курык, имеют решающее значение для связи Казахстана с Каспийским морем и мировыми рынками. Они обеспечивают доступ в Центральную Азию, Россию, Иран, Азербайджан и Турцию, что делает их привлекательными вариантами для транспортировки грузов.

ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» одна из немногих предприятий, которое может похвастаться своим экспортом в зарубежные страны и импортом в железнодорожный тупик, созданный для предприятия.

В частности по железной дороге предприятие получают грузы для производственных, социальных нужд и отгружают готовую продукцию в объеме до 130 тысяч тонн золотосодержащего концентрата в год. На тупике имеется отдельная железнодорожная ветка, ведущая на угольную эстакаду, на площадки временного хранения грузов, погрузку концентрата, выгрузки сыпучих грузов, склад горюче-смазочных материалов.

Прежде ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» получало грузы по железной дороге на станции Шар, находящейся в 50 километрах от предприятия. Затем на автотранспорте доставляло их до поселка Ауэзов. Такая схема транспортировки являлась затратной во всех отношениях. Поэтому в 2017 году было принято решение начать строительство собственного железнодорожного тупика на станции Шалабай, которая расположена всего в семи километрах от предприятия.

Строительные работы выполнены казахстанскими подрядными организациями с августа 2017 по октябрь 2018 года. На сегодняшний день всего

построено девять станционных путей общей протяженностью 4 км 632 м.

Однако, одной из проблем в нынешнее время, с которой сталкиваются компании при экспорте и импорте товаров, является высокая стоимость транспортировки и логистики. Это связано с необходимостью использования различных видов транспорта, что приводит к сложным логистическим задачам, а также с таможенными пошлинами и налогами. В этой связи, вопрос оптимизации транспортно-логистической системы является актуальным для компаний, занимающихся экспортом и импортом товаров. Также стоит отметить огромное влияние геополитической ситуации в Восточной Европе на транспортную инфраструктуру нашей страны. Напрямую страдает железная дорога в Казахстане, к слову, она является одним самым распространенным видом транспорта в стране, которую используют для грузоперевозок. Большинство крупных городов Казахстана не имеет прямых сообщений внутри страны, а железнодорожные пути на многих участках проходят через территорию РФ, увеличивая затраты на транспорт грузов. Таким образом, повышение цен на дизельное топливо отразилось и на стоимости транспортировки грузов.

Высокая стоимость транспортировки и логистики может существенно повлиять на экспортно-импортную экономику страны несколькими способами:

- снижение конкурентоспособности. Высокие транспортные расходы затрудняют экспортерам конкуренцию с иностранными конкурентами, которые могут предложить товары по более низкой цене из-за менее дорогой транспортировки;

- более низкая норма прибыли. Дополнительные транспортные расходы увеличивают себестоимость продукции, что приводит к снижению нормы прибыли для компаний-экспортеров.

- снижение спроса. По мере увеличения транспортных расходов потребители могут искать альтернативы, что может привести к снижению спроса на экспортируемые товары.

- недостатки для сельских районов. Высокие транспортные расходы более пагубны для сельских районов, где доступ к транспортной инфраструктуре ограничен.

- ограниченный доступ на рынок. Высокие транспортные расходы могут ограничить экспортный рынок, когда отсутствует инфраструктура для транспортировки товаров из отдаленных районов страны.

Таким образом, высокие затраты на транспортировку и логистику могут препятствовать росту экспортно-импортной экономики страны, поскольку это влияет на способность предприятий конкурировать на международном рынке, ограничивает доступ к рынкам и снижает прибыльность.

Для решения этой проблемы необходимо проводить исследование ТЛС и определять её слабые места, например, нерациональное использование транспортных ресурсов или неэффективное распределение грузов. Инновационные технологии, такие как автоматизация складских операций, маршрутизация транспорта и мониторинг грузов, могут быть использованы для повышения эффективности ТЛС.

Технологические достижения, такие как устройства IoT (internet of things) технология блокчейн и автоматизация, могут значительно повысить эффективность логистических и транспортных процессов. Эти решения могут обеспечивать видимость движения товаров в режиме реального времени, снижать риски и оптимизировать операции.

Совершенствование транспортной инфраструктуры путем строительства новых автомагистралей, железных дорог и портов, может снизить транспортные расходы, сократить задержки и обеспечить быструю и эффективную доставку товаров.

Стандартизация процессов и правил в разных странах может сократить объем бумажной работы, свести к минимуму задержки и повысить прозрачность. Внедрение стандартизированных процессов также может помочь обеспечить соответствие импорта и экспорта нормативным требованиям.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Berulava G. (2012). The impact of services sector on export performance of manufacturing firms in transition economies. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*, 6(3), 154-162. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
2. Makarov I., Sokolova A. (2016). Coordination of the Eurasian economic Union and the Silk road economic Belt: Opportunities for Russia. *International Organisations Research Journal*. 11(2), 29-42. doi: 10.17323/1996-7845-2016-02-40
3. Bensassi S., Marquez-Ramos L., MartmezZarzoso I., Suarez-Burguet C. (2015). Relationship between logistics infrastructure and trade: Evidence from Spanish regional exports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 72, February 01, 2015, 47-61. doi: 10.1016/j.tra.2014.11.007
4. Можарова В.В. Транспорт в Казахстане: современная ситуация, проблемы и перспективы развития. – Алматы: КИСИ при Президенте РК, 2011. – 216с.
5. Внешнеторговый оборот Казахстана в 2022 год достиг рекордных показателей: [https://forbes.kz/actual/stats/vneshnetorgovyy\\_oborot\\_kazahstana\\_v\\_2022\\_godu\\_dostig\\_rekordnyih\\_pokazateley](https://forbes.kz/actual/stats/vneshnetorgovyy_oborot_kazahstana_v_2022_godu_dostig_rekordnyih_pokazateley)

UDC 621.083

Daniel D.E. (22- MTM -2 p, EKTU), Kombayev K.K. (Ph.D., EKTU),  
Sypainova G.S. (Teacher, EKTU)

## NON-DESTRUCTIVE METHOD OF TESTING STEEL AND WELDED JOINTS OF PIPELINES

**Abstract:** Steel pipelines are widely employed in oil and gas production and transportation industries and public utilities in Kazakhstan. To reduce the accident rate and make timely repairs, it is necessary to diagnose the wear of metal and welded joints. Physical methods and non-destructive testing (NDT) of metal products are employed in the detection of defects on pipelines. For ultrasonic Non-Destructive-Testing, flaw detectors with phased array antennas (PAAs) are widely used. However, diagnosis with such PAR requires cleaning of the working surface of the pipe and the sensors are expensive.

**Keywords:** Non-destructive method control, ultrasonic flaw detector, welding.

When welding steel structures, defects are an integral part of the welding process. The entire welding process is influenced by several factors that, through optimization, can minimize the occurrence of defects in welded joints, but cannot be completely eliminated [1]. The occurrence of defects in welded joints does not mean that all of them are unacceptable and that the welded structure will not be able to withstand the load. Therefore, it is always necessary to evaluate the type, nature, orientation and magnitude of a defect found in a welded joint. Based on these findings, we can evaluate the acceptability of the defect [2].

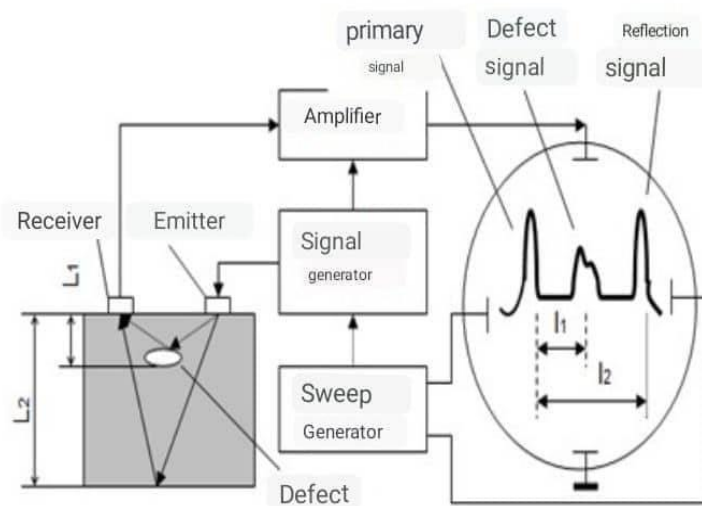
When conducting non-destructive testing with an ultrasonic flaw detector (UFD), Figure 1, the object being checked is not damaged. Inspection of the design detail of the product is carried out without interrupting its use, without causing downtime. Periodic inspection allows you to timely detect the prerequisites for the occurrence of a malfunction of a part of the product or structural fatigue and take actions to eliminate the causes of possible malfunctions or destruction [3]. This significantly increases the safety of operation and reduces the cost of production and the duration of unscheduled repairs.

A comprehensive solution to the problem of ensuring the safe operation and reliability of industrial facilities and technical devices, including an examination of industrial safety, an assessment of the technical condition of the facility with the determination of the residual resource, calculations of possible periods for extending the operation of facilities, calculation and prevention of risks, are to some extent based on the results of non-destructive control.

Non-destructive methods of ultrasonic testing are widely used both in Kazakhstan and in developed foreign countries. In Kazakhstan, NDT is used mainly in the machine-building industry for the production of oil and gas fittings and its research. To improve the quality and competitiveness of their products and ensure the reliability and safety of complex technical systems. Therefore, at the state level, the country traditionally pays close attention to the development of fundamental and applied scientific research in the field of standardization of certifications and metrology of NDT.



a ) Ultrasonic Flaw Detector



b) Ultrasound Scheme

Figure 1 - Non-destructive method of metal ultrasonic testing

Experimental studies and mechanical tests were carried out at the "VERITAS Center of Excellence" in the direction of scientific activity "Materials Science and Metalworking" of D. Serikbaev EKTU (Ust-Kamenogorsk). Control welded joints, Figure 2a, were made by manual arc welding, in the modes shown in Table 1.

The connection surface on which the transducer moves must not have dents, bumps and dirt, Figure 2a. When conducting ultrasonic testing (UT), an ultrasonic flaw detector with piezoelectric transducers (PET) is used, Figure 2b, auxiliary devices and apparatus for observing the scanning parameters and measuring the characteristics of detected defects, samples for flaw detector adjustment [5].

Ultrasonic testing is carried out in order to detect cracks, lack of penetration, non-fusion, pores, slag and foreign inclusions in welds, as well as cracks and delamination in the near-weld zones of the base metal of the tanks, Figure 2b.

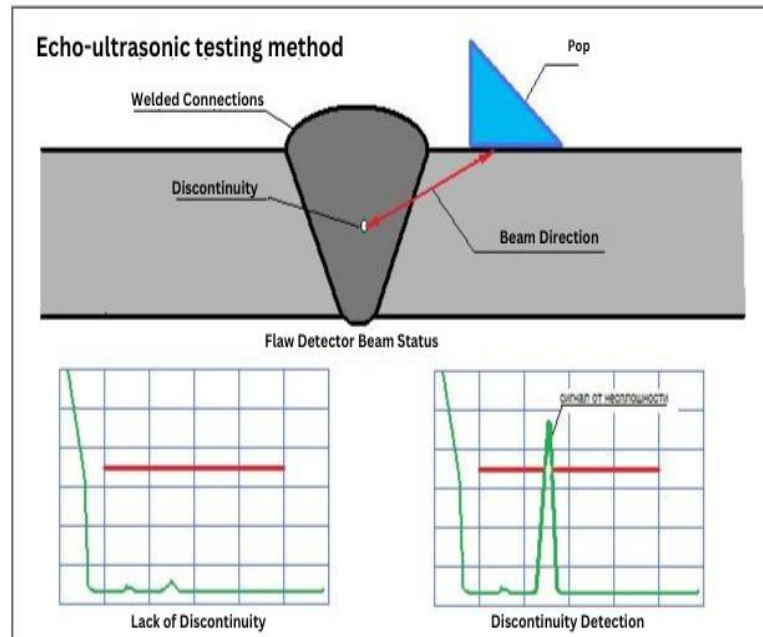
Table 1 - parameters of the manual arc welding process

Layer number (roller)	Electrode diameter, mm	Type of current, polarity	Welding current, A
Root	3.0	Permanent, reverse polarity	90
Filling	4.0		160
Facing	4.0		160

For manual arc welding with coated electrodes, ESAB WARRIOR [4] is used.



a) control sample of the weld



b) scheme for determining the ultrasound defect

Figure 2 - Method for determining the defect on the control sample of the weld

Ultrasound is performed manually or mechanically. The mechanized or automated method is gaining great popularity in non-destructive testing.

The ultrasonic method uses the ability of ultrasonic waves to be reflected from the boundaries separating two elastic media with different acoustic properties. The ultrasonic wave sent by the device, passing through the metal, is reflected from its lower surface and returns back, being fixed by the sensor. If there is a defect inside the metal, the sensor will display the distortion of the wave. Various defects are displayed in different ways, which allows you to classify them in a certain way.

Quality control of welded joints using ultrasonic flaw detectors, due to the convenience of its implementation, has become very widespread - much more than magnetic and radiation flaw detection. Its disadvantages include the complexity of decoding the signal (only a trained specialist is able to make a high-quality inspection of the welded joint), the limited use of austenitic steels, cast iron, etc. for metals with large grain [6].



Since ultrasonic inspection does not require two-way access to the welds, which is especially important when monitoring structures during the operation of machines, it is possible to control almost all the welds encountered (more than 95% of the total length of the seams).

Ultrasonic inspection is the most popular physical method of non-destructive testing of welded joints of structures. However, it should be taken into account that its use is associated with a complex interpretation of the control results, and the methods of control of various types of compounds differ significantly. In addition, the welded joints of critical products have features that complicate their ultrasonic inspection: insignificant thicknesses and the presence of structural non-welding.

Since ultrasonic inspection does not require two-way access to the welds, which is especially important when monitoring structures during machine operation, it is possible to control almost all the welds encountered (more than 95% of the total length of the seams) [7].

Ultrasonic inspection is the most popular physical method of non-destructive testing of welded joints of structures. However, it should be taken into account that its use is associated with a complex interpretation of the control results, and the methods of control of various types of compounds differ significantly. In addition, the welded joints of critical products have features that complicate their ultrasonic inspection: insignificant thicknesses and the presence of structural non-welding [8].

In this study, the welded joints were checked by ultrasonic testing manually, using an ultrasonic device of the PELENG series as an instrument. PELENG ultrasonography is designed to detect and characterize defects and their coordinates in welded joints and the base metal of tanks with a wall thickness of 5 to 30 mm. The unit detects, identifies and registers defects in welded joints and the heat-affected zone, indicating the layer of the defect (top, middle, bottom) and position relative to the weld axis (left, center, right) in the scanning direction [9]. To ensure acoustic contact, special contact lubricants are used, including specialized pastes, gels, or contact lubricants based on technical lubricants and oils. If unacceptable defects were found, the control compound was rejected.

Only after the welded joint has passed ultrasonic inspection, the welded joint is allowed for further operation. Thus:

- The non-destructive method of control provides high accuracy of the study, as well as its low cost.
- An ultrasonic flaw detector is safe for humans (unlike, for example, X-ray flaw detection).
- Possibility of on-site diagnostics (due to the presence of portable ultrasonic flaw detectors).
- During ultrasonic testing, it is not required to remove the controlled part or the entire object from operation.

The article is financially supported by the "Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan" within the framework of the grant project IRN AR09058518 "Increasing the wear resistance of materials in the engineering industry by electrolyte-plasma modification".

## LIST OF REFERENCES:

1. MM. Krykbaev, D.S. Kabdullina, K.K. Kombaev. Plasma cutting of structural materials and the study of the properties of thermal effects on the weld edges . Vestnik, no. 4, EKSTU im. D. Serikbaeva, Ust-Kamenogorsk, 2019, p. 102-107. ISSN 1561-4212.
2. A.B.Toktar, K.E.Adilbekov, S.E.Serikov, K.K. Kombaev. Influence of plasma cutting modes on the properties of the edge of steel grade 09G2S // Bulletin, No. 4, EKSTU im. D. Serikbaeva, Ust-Kamenogorsk, 2019, p. 155-165. ISSN 1561-4212 .
3. Byzhikov A.K., Torekhanova M.T., K.K. Kombaev. Alternative energy-saving technology of local heat treatment// Bulletin, No. 4, EKSTU im. D. Serikbaeva, Ust-Kamenogorsk, 2019, With. 64-70. ISSN 1561-4212 .
4. GOST R 55724-2013 Non-destructive testing. Connections are welded. Ultrasonic methods.
5. Chernyshov, G. G. Technology of fusion welding / / G. G. Chernyshov: textbook. - M. : Academy, 2010. - 272 p.
6. K.K. Kombaev, D.S. Elemanov, A.B. Kasenova, G.B. Tleuzhanova. 09G2C Influence of steel samples on the mechanical properties of preheat cooking// Bulletin No. 2(92), VKTU im. D. Serikbaeva Ust-Kamenogorsk, 2021 pp. 108-115, ISSN 1561-4212.
7. R.A. García-Leóna, J. Martínez-Trinidad, I. Campos-Silva, U. Figueroa-López b, A. Guevara-Morales B. Development of tribological maps on borided AISI 316L stainless steel under ball-on-flat wet sliding conditions // [Tribology International](#), [Volume 163](#), November 2021, 107161, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.107161>.
8. R.A. García-Leóna, J. Martínez-Trinidad, R. Zepeda-Bautista, I. Campos-Silva, A. Guevara-Morales B, J. Martínez-Londoño, J. Barbosa-Saldaña. Dry sliding wear test on borided AISI 316L stainless steel under ball-on-flat configuration: A statistical analysis// [Tribology International](#) [Volume 157](#), May 2021, 106885, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.106885>.
9. Liang, J., Hossain, N. I., Wahab, M. A., & Guo, S. (2012, November). Improvement of Corrosion Resistance on a Low Carbon Steel 1018 in 3.5% NaCl Solution by Electrolytic-Plasma-Process (EPP). In ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition (Vol. 45196, pp. 821-825). American Society of Mechanical Engineers.

УДК 62-233.2

Еріков Н.Е. (22-МТТ-2т, ВКТУ), Муздыбаев М.С. (к.т.н., ВКТУ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ПОДШИПНИКОВ АВТОМОБИЛЕЙ МЕТОДОМ РЕСТАВРАЦИИ ПОЛИМЕРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

**Аннотация.** Исследования заключается в повышении эффективности использования автотранспортной техники в условиях эксплуатации. Целью исследования было улучшения качества восстановления посадочных мест под подшипниковые узлы. Восстановленные подшипниковые узлы должны обладать возможностью многократного демонтажа и монтажа при техническом обслуживании. А также при ремонте автомобилей. Решающее значение при этом приобретает использование полимерных материалов и композиций на их основе. Разработанный процесс нанесения полимерного слоя на изношенные поверхности легко поддается механизации и автоматизации. Поверхности, покрытые полимерами, не подвергаются коррозии. Могут эксплуатироваться в тяжёлых динамических режимах работы в агрессивных средах.

**Ключевые слова:** полимер, подшипник, посадочное место.

**Актуальность.** Одной из основных задач в автомобилестроении является повышение надежности (долговечности и безотказности) конструктивных элементов. Повышение эффективности использования автотранспортной техники в условиях эксплуатации является важнейшей экономической проблемой. Для решения этой проблемы необходимо разработать новые конструкционные материалы и технологические процессы ремонта автомобилей в условиях эксплуатации. Значительное влияние на долговечность автомобильной техники оказывает состояние подшипниковых узлов опор качения, режимы, работы которых характеризуются специфическими условиями эксплуатации и ремонта. В соответствии с этим перед ремонтным производством ставится задача улучшения качества восстановления посадочных мест под подшипниковые узлы, обеспечивающие работоспособность и долговечность автомобиля.

**Цель исследования.** Целью является разработка эффективной технологии восстановления посадочных мест под подшипники автомобилей с применением новых способов восстановления и перспективных полимерных композиционных материалов.

**Задачи исследования:**

1. Определить причины отказов и их влияние на долговечность подшипниковых узлов автотранспортной техники.
2. Произвести анализ долговечности полимерных материалов и смоделировать процессы усталостного разрушения поверхностей подшипниковых узлов, восстановленных полимерными композиционными материалами.
3. Произвести оптимизацию состава ремонтной порошковой композиции
4. Исследовать адгезионную составляющую прочности новых

полимерных композиционных материалов при формировании покрытий изношенных мест подшипниковых узлов автомобильной техники.

5. Определить влияние технологических режимов на физико-механические свойства покрытий из разработанной ремонтной порошковой композиции.

6. Исследовать работоспособность подшипниковых узлов автомобилей, восстановленных с применением новой технологии и разработанных полимерных композиционных материалов.

7. Разработать технологический процесс нанесения нового полимерного материала на изношенные поверхности подшипниковых узлов автомобилей.

8. Оценить технико-экономическую эффективность восстановления изношенных мест подшипниковых узлов автомобильной техники новой порошковой композицией в совмещенном электростатическом и ультразвуковом поле.

Научная новизна:

1. Получены зависимости, позволяющие оценить влияние наполнителей полимерной композиции на физико-механические свойства покрытий восстановленных посадочных мест подшипниковых узлов.

2. Объяснен механизм образования адгезионного соединения полимерных систем сформированными из порошкообразных композиций.

Практическая значимость:

1. Предложена установка для нанесения порошковой композиции.

2. Определены оптимальные технологические режимы формирования покрытий из разработанной композиции.

3. Предложена технология восстановления посадочных мест подшипниковых узлов автомобилей, восстановленных новыми порошковыми композициями.

Объект исследования. Посадочные места подшипниковых узлов являются одними из многочисленных соединений в агрегатах автомобильной техники. Изменение их пространственной, геометрической и размерной точности влияет на точность размерных цепей и как следствие на долговечность и работоспособность.

Эксплуатационные требования, предъявляемые к подшипниковым узлам автомобилей, оказывают определяющее влияние на выбор материала для покрытий и его физико-механических свойств.

Покрытия, применяемые для восстановления посадочных мест подшипниковых узлов автомобилей, должны обладать высокой адгезионной и ударной прочностью, стойкостью к агрессивным средам, низкой влагопоглощаемостью и высокой стабильностью размеров при температурных изменениях.

Данные литературы и опыт ремонтных предприятий показывают, что за период эксплуатации агрегатов и узлов автомобильной техники приходится многократно производить монтаж и демонтаж подшипниковых узлов вследствие различных причин (длительные перегрузки, техническое обслуживание, ремонт и др.). Поэтому покрытия, используемые для

восстановления посадочных мест корпусных деталей, должны обеспечить возможность многократного монтажа и демонтажа восстановленных подшипниковых мест (т.е. обладать высокой износостойкостью при сборке, эксплуатации и разборке). Таким образом, износостойкость целесообразно считать доминирующим показателем качества восстановленных посадочных мест корпусных деталей и при оптимизации состава композиции стремиться к достижению ее максимального значения.

Вторым важным показателем качества восстановленных посадочных мест корпусных деталей является возможность противостоять ударным нагрузкам и обеспечивать долговечность восстановленной поверхности [2].

Следует также отметить, что важным показателем является свойство самих порошков, и в первую очередь - способность к электроосаждению. Для обеспечения нормальных условий нанесения покрытий предельное электроосаждение порошкообразных композиций, предназначенных для нанесения в электростатическом поле, возможность многократного монтажа и демонтажа восстановленных подшипниковых узлов с минимальным износом покрытия [3].

Как говорилось выше резкое отличие вязкоупругих физико-механических и теплофизических свойств металлов и полимеров влияет на характер проявления и развития напряжений в неподвижном соединении с полимерным покрытием в нагруженном состоянии.

Существующая методика оценки работоспособности неподвижных соединений, восстановленных полимерными материалами, путем определения усилия выпрессовки подшипника, позволяет оценить только их статическую прочность без учета изменений свойств полимера под воздействием циклических нагрузок и внешних факторов (температура, агрессивная среда, время и пр.).

Таким образом выбор оптимального состава ПКМ, для восстановления подшипниковых узлов должен опираться на теоретические основы процессов разрушения вязкоупругих тел под действием механических нагрузок.

Проблематика поведения материалов под действием нагрузки изучалась в течение нескольких столетий, механика разрушения упругих и теория вязкоупругости, давно стали классическими, третья, механика разрушения стареющих материалов, к которым можно отнести ПКМ в восстановленных подшипниковых узлах автомобильной техники, еще только складывается. Поэтому есть необходимость описать процесс разрушения и развития роста трещин в ремонтном полимерном материале с изменяющимися свойствами, когда на него совместно действуют постоянная и циклическая нагрузки.

Лангертом В.А. одновременно отмечается, что изнашивание посадочного места подшипникового узла имеет, в основном, правостороннюю асимметрию, подчиняется закону распределения Вейбулла с хорошим согласованием по критерию Пирсона.

Согласно основными причинами износа посадочных мест подшипников качения является проворот колец и фреттинг-коррозия.

Введение наполнителей в том числе наноразмерных порошков в состав

ПКМповышает их прочность, трещиностойкость и выносливость, увеличивает их ресурс [4]. Так сравнительный анализ результатов стендовых и эксплуатационных испытаний подшипниковых узлов, восстановленных полимерными композиционными материалами показал, что долговечность их выше в сравнении с ненаполненными полимерными материалами.

Наиболее эффективно для восстановления посадочных мест подшипниковых узлов автомобилей, является применение термопластичных полимеров и композиций на их основе [5]. Выбирая тот или иной состав композиции, можно получить покрытия с заранее заданными свойствами. Процесс нанесения покрытия легко поддается механизации и автоматизации, практически позволяет использовать весь исходный материал, т.е. обеспечить безотходную технологию. Нанесенные покрытия обладают высокими физико-механическими свойствами, позволяют получить большую толщину, легко поддаются механической обработке.

Сущность способа получения покрытий из порошков заключается в том, что частицы полимера наносятся на горячую или холодную деталь, где под действием температуры оплавляются, образуя сплошное покрытие.

Наиболее перспективным способом нанесения порошков на восстанавливаемые поверхности посадочных мест под подшипники является электростатический. Он основан на способности полимерных порошков приобретать электрический заряд при помещении их в электростатическое поле высокого напряжения с последующим их переносом на покрываемую деталь [6].

Для восстановления деталей, воспринимающих колебательные нагрузки и работающих в агрессивных средах, рекомендуется применять полиамидные покрытия [7].

Оптимальный состав композиции определяли в два этапа. На первом этапе выбрали составляющие композиции и изучали зависимость физико-механических свойств от процентного содержания компонентов. На втором этапе осуществляли поиск оптимального состава композиции.

Влияние наполнителя на качество композиции наименее предсказуемо.

Поэтому исследования проводили для пяти уровней содержания наполнителя.

В качестве критериев оптимизации состава композиции приняты предельное электроосаждение порошка, ударная прочность покрытия и износостойкость восстановленных посадочных мест подшипниковых узлов при монтаже и демонтаже подшипников.

С целью повышения адгезионных свойств покрытий, полученных из разработанной композиции на подложках из сплавов алюминия, проводили исследования по влиянию ультразвуковых колебаний, а процесс формирования восстанавливаемой поверхности. Для чего изучали динамику растекания расплава из порошкообразной композиции. Исследования проводили методом фотографирования и микрофильмирования с последующим анализом результатов. Для этого на двух образцах, один из которых подвергали ультразвуковому воздействию, устанавливали кубики с нанесенным полимером.

Зоны их расположения выбирали из условий обеспечения возможности одновременного наблюдения за обоими образцами.

Применение статистических методов планирования экспериментов позволило в значительной степени исключить интуитивный подход к вопросу; постановки опытов. Большинство экспериментов проводили по научно обоснованной программе, включающей объективную оценку результатов исследований. При этом осуществлялась реализация минимально возможного количества опытов без уменьшения точности результатов.

Исходя из области применения композиции и основываясь на данных литературы, были выбраны составляющие предполагаемой композиции и их уровни варьирования. Получены уравнения регрессии, которые характеризуют влияние процентного содержания составляющих на основные физико-механические свойства композиции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зорин В.А. Повышение долговечности дорожно-строительных машин путём совершенствования системы технического обслуживания и ремонта: Дисс. докт. техн. наук. Москва. 1998. 411 с.
2. Гаджиев А.А. Технологическое обеспечение долговечности подшипниковых узлов машин применением полимерных материалов: Дисс. докт. техн. наук. Москва. 2006. 387 с.
3. Яковлев А.Д., Дзор В.Ф., Каплан В.И. Порошковые полимерные материалы и покрытия на их основе. Ленинград: Химия, 1979. 312 с.
4. Баурова Н.И., Зорин В.А. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин. Москва: МАДИ, 2016. 264 с.
5. Василенко Ф.И. Восстановление изношенных деталей с.-х. машин полимерными композициями в ультразвуковом поле: Автореф. дисс. канд. тех. наук. Минск. 1985. 24 с.
6. Белый В.А., Довгяло В.А., Юркевич О.Р. Полимерные покрытия. Минск: Наука и техника, 1976. 415 с.
7. Коляско И.В. Исследование и разработка технологии восстановления деталей с.-х. техники полиамидными покрытиями: Дисс. канд. тех. наук. Москва. 1980. 152 с.

ЭОЖ 669.017

Жимбеков Д. (21 ТМК-1, ШҚТУ), Кабдуллина Д.С.(ШҚТУ)

## СУЫҚТАЙ ДЕФОРМАЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕ МЕТАЛЛ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ

**Андатпа.** Бұл мәтінде металдар сыртқы күштердің әсерінен болатын деформацияның әртүрлі түрлері түсіндіріледі. Онда серпімді және пластикалық деформация ұғымдары, сондай-ақ пластикалық деформация пайда болатын механизмдер талқыланады. Мәтін сонымен қатар деформациялық қартаюдың металдарға әсерін, соның ішінде металдың созылу диаграммасында ағып кету аймағының пайда болуын және үлгі бетінде ағын сызықтары мен пішіндердің пайда болуын сипаттайды. Сонымен қатар, мәтінде деформацияланған қартаюға ұшыраған металдың пластикалық қасиеттерін жақсарту әдісі ретінде күйдіру ұғымы енгізіледі. Тұтастай алғанда, бұл мәтін сыртқы күштердің әсерінен металдардың қасиеттері мен мінез-құлқына пайдалы шолу жасайды, бұл оны материалтану мен инженерияға қызығушылық танытқандар үшін құнды ресурс етеді.

**Түйін сөздер:** Деформация, Диффузия, Пластикалық деформация, Салқын деформация, Ыстық деформация.

Сыртқы күштердің әсерінен заттың формасы, өлшемдері, құрылысы мен қасиеттері өзгеріске түседі, демек металл деформацияланады. Металдардың деформациялану дәрежесіне байланысты серпімді деформация және пластикалық деформация деп ажыратуға болады.

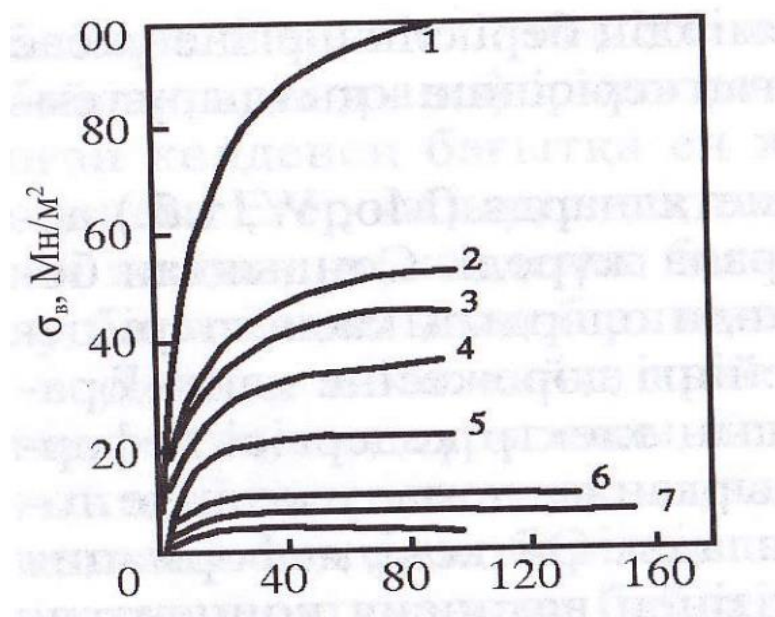
Егер сыртқы күштің әсері тоқтағанда ( $P=0$ ) металл формасының, өлшемдерінің, құрылысы мен қасиетінің өзгеруі толығымен жойылып, бастапқы күйіне оралса мұндай деформацияны серпімді немесе қайтымды деформация деп атайды. Серпімді деформацияның туындауына себепкер атомдар арасындағы тартылу және тебілу күштерінің бұзылып, атомдарының орналасу реті бастапқы күйден ауытқуында. Сырттан түскен күш тоқтатылғанда Металдың формасы, өлшемдері, құрылысы мен қасиеттері толығымен қайтадан деформацияға дейінгі мәндеріне ие болуы металл құрылымындағы атомдардың тепе-теңдіктүіін қамтамасыз ететін тартылу және тебілу күштерінің арасындағы байланыс Қалдық деформация болмайды.

Пластикалық деформация тудырмайтын ең үлкен сыртқы күш кернеуі –  $\sigma_a$  металдың *ағу шегі* деп аталады.

Сыртқы күш кернеуі металдың ағу шегінен артық болса ( $\sigma > \sigma_a$ ), онда күш кернеуі мен деформация дәрежесінің арасындағы тура пропорционалдық бұзылады (Гук заңы орындалмайды).

Металл пластикалық деформацияға ұшырайды. Сыртқы күштердің әсерін тоқтатқанда металдың формасының, өлшемдерінің және құрылысы мен қасиеттерінің өзгерістері түгелімен жойылмайды. Онда қалдық деформация қалады. Металдарда пластикалық деформация екі түрлі механизмнің көмегімен жүреді. Жоғарғы температурада және сыртқы әсер етуші күш аз болғанда пластикалық деформация диффузиялық механизм көмегімен жүреді. Мұндай жоғары температурада атомдардың өзіндік диффузиясы сыртқы әсер етуші күш кернеуінің бағытында жүреді. Сондықтан созушы күштің әсерінен металл үлгінің ұзындығы артады да, оның көлденең қимасының ауданы азаяды.





1- сурет. Техникалық таза алюминийдің әртүрлі температурадағы созылу сызықтары.

1 – 185<sup>0</sup>С; 2 - 18<sup>0</sup>С; 3 - 100<sup>0</sup>С; 4 - 200<sup>0</sup>С; 5 - 300<sup>0</sup>С; 6 - 400<sup>0</sup>С;  
7 - 500<sup>0</sup>С; 8 - 600<sup>0</sup>С;

Диффузиялық пластикалық деформация тұрақты, шамасы жағынан үлкен емес сыртқы күш кернеуінің әсер етуімен жүзеге асады. Диффузия пластикалық деформация өте баяу жүреді.

Пластикалық деформацияның екінші механизмі – сыртқы күштің әсерімен кристалдың жеке бөліктердің басқаларына қарағанда тұтас, реттеле сырғуы. Мұндай сырғу деформациясы сыртқы күш әсер ете бастаған тез орын алады. Ол төменгі және жоғарғы температураларда бірдей жүреді.

Пластикалық деформация, атомдардың өзіндік диффузиясы іс жүзінде жүрмейтін төмені температураларда ( $T < (0,3 - 0,4) T_0$ ) орын алса, онда оны – *суықтай жүргізілген пластикалық деформация* деп атайды. Егер деформация  $(0,3 - 0,4) T_0$  жоғарғы температурада жүргізілсе, онда *ыстықтай жүргізілген пластикалық деформация* деп атайды.

Дислокациялардың атмосфералардан босап, пластикалық деформацияның қайтадан басталуы үшін сыртқы әсер етуші күшті, дислокациялардың төңірегінде қоспа атомдарының құрылмаған кезеңдегіге қарағанда, қосымша көбейту керек.

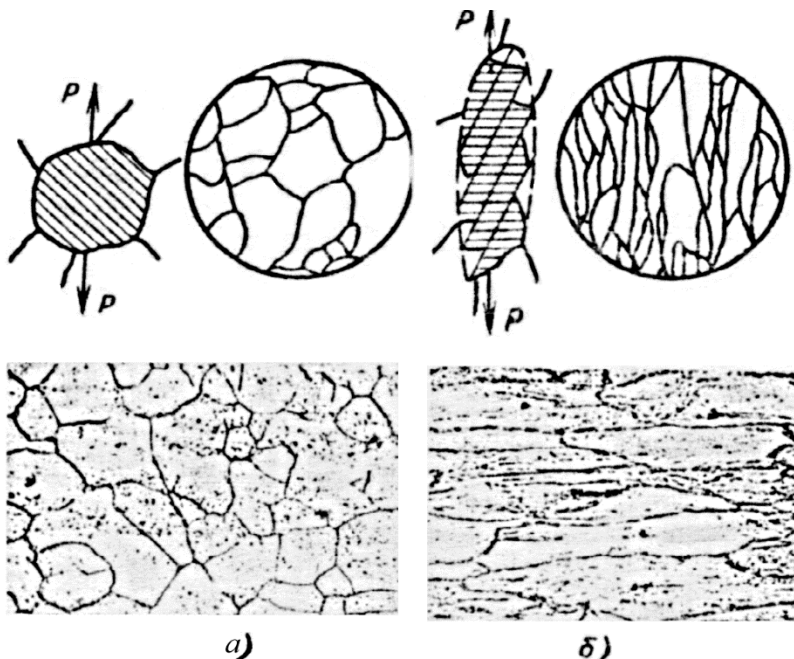
Деформациялық ескіру белгілерінің бірі – металдың созылу диаграммасында  $\sigma$  ( $\epsilon$ ) ағу алаңшасының пайда болуы. Ескіру толық жүрген сайын, ағу алаңшасы анық байқалады.

Деформациялық ескіруден кейін жылтырата өңделген және арнаулы реактивпен тазаланған үлгінің бетінде ағу сызықтары мен фигуралары көрінеді. Деформациялық ескіруден өткен жайма темірді суық күйде штамптағанда, ағу сызықтары басқа, әр жерінде әртүрлі деформацияланудың нәтижесінде жыртықтар пайда болады.

Егер жайма темірді деформациялық ескіруден кейін қыздырып, одан соң баяу суытса, онда ол қайтадан жұмсарады. Бірақ, көп жағдайда жайма темірді қыздыра өңдеу қиынға түседі. Себебі қыздыру кезінде жайманың беті тотығады, оның қалыңдығы өзгереді. Бұл әсіресе жұқа жайманы қыздырып өндегенде анық көрінеді. Сондықтан деформациялық ескіруден өткен жайманың пластикалық қасиеттерін жақсарту үшін басқа әдіс қолданады. Металды деформациялау дәрежесі артқан сайын оның деформацияға қарсылық көрсетер қасиеттері: беріктігі ( $\sigma_B$ ), аққыштығы ( $\sigma_{0.2}$ ), қаттылығы (НВ), электркедергілігі көтеріледі де, тығыздығы, тотқа шалдықпау қабілеті, созымталдық қабілеті ( $\delta$ ) төмендейді. Металдың пластикалық деформациялануға қабілеті илемдеу, сымдау, соққылау, штамптау сияқты технологиялық процестермен өндеуге мүмкіндік береді, пайдалану сенімділігін арттырады.

Пластикалық деформация процесі кристалл торларындағы ақаулар санының көбеюімен, жылжу жазықтықтарының қисаюуымен, кристаллиттердің сынықтарының пайда болуымен, басқа құрылым өзгерістерімен қатар жүреді. Осының бәрі дислокациялардың орын ауыстырып отыруына кедергі тудырып, олардың жинала беруіне және бір-бірімен байланысуна әкеліп соғады. Металдың созымталдығының төмендеп, беріктігінің нығаюу себебі осында. Пластикалық деформация тудыратын күштердің мөлшері деформациялау температурасы мен оның жылдамдығына байланысты. Пластикалық деформацияға қажетті күш температура көтерілген сайын азаяды. Деформациялау жылдамдығы артқан сайын пластикалық деформациялау процесі қиындай түседі.

Температураның сәл жоғарылауы деформацияланған металдың термодинамикалық күйін тұрақсыздандырып, бастапқы күйіне қайтаруға түрткі болады. Сәл қыздырылған (темір үшін  $400^{\circ}\text{C}$ ) металдың бұзылған кристалдық торы түзетіліп, дислокациялар тығыздығы, вакансиялар саны азайып, ішкі кернеулер төмендейді. Бірақ құрылымы елеулі өзгере қоймайды, түйіршіктердің өзгерген пішіндері сақталып қалады. Шамалы температурада қыздыру кезінде металдың қасиеттері жартылай оралуы **қайту** деп аталады.



а) - жеке кристалл мен деформацияға дейінгі металл құрылымы және схемасы;  
б) – деформациядан кейінгі түйіршіктер; металдың талшықты құрылымы және схемасы.

2-сурет. Пластикалық деформацияның металл құрылымына әсері.

Қыздыру температурасын жоғарылатқанда деформациядан кейінгі талшықты құрылымының орнында жаңадан тепе-тең кристалдардың пайда болуы қайта кристалдану немесе екінші кристалдану деп аталады.

Қайта кристалдану температурасы ( $T_p$ ) Бочвар А.А. формуласымен анықталады:

$$T_{рек} = \alpha \cdot T_{пл}$$

Мұнда,  $T_{пл}$  - металдың балқу температурасы;  $\alpha$  - металдың тазалығына байланысты алынатын коэффициент, техникалық таза металл үшін  $\alpha = 0,3- 0,4$ , қорытпалар үшін  $\alpha = 0,7- 0,8$ .

Қайта кристалдану температурасынан төмендегі деформация *суықтай деформациялау* деп аталады. Суықтай деформацияланған металдың беріктігі артады. Суықтай деформация арқылы металдың беріктігін нығайту *тойтару* деп аталады.

Қайта кристалдану температурасынан жоғары температурада жүретін деформация *ыстықтай деформациялау* деп аталады. Ыстықтай деформациялау кезінде металдың беріктігі көтеріледі, бірақ бұл температурада жүретін қайта кристалдану процесі оны жартылай немесе толығымен жойып отырады

Қайта кристалдану кезінде металдың беріктігі  $\sigma_b$ , әсіресе аққыштық шегі  $\sigma_{0,2}$  күрт төмендеп, металдың созымталдығы  $\delta$  көтеріледі.

Қайта кристалданудан кейінгі дислокация тығыздығы  $10^{10} - 10^{12}$  ден  $10^6 - 10^8$  см<sup>2</sup> дейін төмендейді, тойтарылған ұсақ түйіршікті металл мен қорытпалардың беріктігі және тұтқырлығы көтеріңкі болады. Түйіршіктердің мөлшері қайта кристалдану температурасына, деформация дәрежесіне, қорытпаның құрамына, кірмелердің болуына т.б. байланысты қалыптасады. Деформация дәрежесі асқан сайын түйіршік мөлшері кішірейеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Смағұлов Д.Ұ. Металлография. – Алматы, 2007. - 375 б.
2. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 2000 ж.- 527 с.
3. Туленденова Н.Қ.-Материалтану. – Өскемен ШҚМТУ баспасы, 2005ж.
4. Казахско-русский - русско-казахский терминологический словарь.
5. Машиностроение, т.7; Горное дело, т. 19. - М.: Респуб. гос. изд-во Рауан - Алматы, 2000
6. Справочник металлиста под редакцией А.Г. Рахштадта – М.Машиностроение – т.2, т 3

ОӘЖ 656.05

Жұлдыз Е. ( 19-УДК-1, ШҚТУ), Коңарбаева Г.Н. (аға оқытушы, ШҚТУ)

## АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫНДА ҚОЗҒАЛЫС ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

**Аңдатпа.** Бұл мақалада автомобиль жолдарындағы қозғалыс қауіпсіздігінің кейбір мәселелері қарастырылған. Жол-көлік оқиғаларына, қауіпсіздік еселігіне байланысты апаттық телімдерді анықтаудың жағдайлары туралы айтылған және де қауіпсіз жолдарға деген талаптар ескере отырып, қозғалыс қауіпсіздігін арттырудың ұсыныстары мен шаралары көрсетілген.

**Түйін сөздер:** жол-көлік оқиғасы, апат, қауіпсіздік коэффициенті, қозғалыс қауіпсіздігі, жол жамылғысы.

Жол қозғалысы қауіпсіздігін қамтамасыз ету - мемлекетіміздің аса маңызды мәселелерінің бірі. Жылдан жылға автомобильдендіру деңгейінің өсіп келе жатуы, еліміздегі автокөлік санының өскенін көрсетеді, елімізде 4,7 млн көлік құралы бар (2019 жылы – 4,1 млн, 2020 жылы – 4,2 млн, 2021 жылы – 4,3 млн.). Дүнижүзінде бұл мәселеге ең жоғары деңгейде ерекше көңіл бөлінуі кездейсоқ емес. Өйткені, автомобильдер санының өсуі апаттардың көптен орын алуына әкеп соғады.

Жол апаттарының басым бөлігі немесе 7 471 (6 375) елді мекендерде жасалған, 1 918 (1 702) халықаралық, республикалық маңызы бар трассаларда, 869 (870) облыстық, аудандық маңызы бар жолдарда тіркелген. Барлық жол-көлік апатының 75%-ға жуығы елді мекендерде, «өлімге әкеп соғатын» ЖКО жартысына жуығы қала сыртындағы трассаларда болады. Әрбір үшінші жол-көлік оқиғасына ұшыраушы, қайтыс болған және жараланған әрбір төртінші адам – жаяу жүргіншілер. ЖКО-ның негізгі себептері жүргізушілердің жылдамдық режимдерін асыруы және жаяу жүргіншілердің жол жүру қағидаларын бұзуы болғандықтан [1].

Айта кету керек, жолдардағы қауіпсіздік деңгейі бірқатар факторларға байланысты болады. Бұл автомобильдердің техникалық жағдайы, қозғалысты ұйымдастыру деңгейі, ЖКО кезінде зардап шеккендерге медициналық көмек көрсетудің уақтылығы және тағы басқалар. Алайда, жолдардағы қауіпсіздіктің жалпы жағдайын анықтайтын негізгі фактор - жүргізушілердің төмен тәртібі және жолдардың қанағаттанарлықсыз жағдайы.

Жүргізушілердің денесінде пайда болатын психофизиологиялық үрдістерді зерттеу жолдың қиын бөліктерінің өтуі әрқашан олардың эмоционалдық шиеленістерінің күрт өсуімен қатар жүретінін көрсетеді. Апатқа ұшыраған қауіпті телімдерде тек бір автомобильдер болса да, бұл телімдерде бүкіл көлік ағыны қозғалыс жылдамдығын төмендетеді, бұл автомобиль көлігін пайдалану тиімділігін төмендетеді. Сондықтан қозғалысқа қауіпті және ыңғайсыз учаскелерді жою бойынша ұсынылатын іс-шаралар бір мезгілде автомобиль тасымалы құнын төмендетуді, жүргізушілердің еңбегін жақсартуды және жолаушылар қатынасының жайлылығын арттыруды қамтамасыз етеді.

ЖКО деректері жол қауіптілігінің жартылай немесе кейбір жерлерінің ғана

көрінісін көрсетеді. Сондықтан да, жол жағдайларына байланысты болатын апаттарды толығырақ зер салып зерттеу қажет. Ол үшін, яғни қауіпті бөліктерді табу және жолдың жекелеген бөліктерінің қауіптілік дәрежесін болжау үшін профессор В.Ф. Бабковтың келесідей әдістері қолданылады: апаттылық және қауіпсіздік еселіктерінің әдістері.

Жол бөлігінде қамтамасыз етілетін қозғалыс жылдамдығының, автомобильдің осы бөлікке кіруінің барынша көп жылдамдығына қатынасын айтамыз [2].

$$K_{\text{қау}} = V/V_{\text{кіру}}; \quad (1)$$

Кесте 1 - Жол бөлігінің қауіптілігін бағалау сипаттамасы

Қауіпсіздік еселігі	<0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	>0,8
Жол бөлігінің сипаттамасы	өте қауіпті	қауіпті	аз қауіпті	қауіпсіз

Автомобиль жолдарын тексерген кезде қауіпсіздік еселігінің өзгеру графигін тұрғызады, яғни жалғыз жеңіл автомобильдің қозғалыс жылдамдығының өзгеру нәтижесінде.

Осы графикта қауіптілік дәрежесіне байланысты бөліктерді көрсетеді, оның ішінде  $K_{\text{қау}}$  0,4-тен аз жерлерге мұқият көңіл бөлінеді. Жаңа жолдарды жобалағанда  $K_{\text{қау}}$  0,8-ден кем жерлерді жібермейді.  $K_{\text{қау}}$  0,6 кем жерлерді қайта жобалайды.

Автожолдағы қауіпсіздік және апаттық коэффициенттер нәтижелері бойынша жол-көлік оқиғасы санының артуымен сипатталатын жолдың әртүрлі телімдердегі қозғалыс қауіпсіздігін төмендететін негізгі себептер мыналар болып табылатынын анықтауға болады:

- 1) жүріс бөлігінің ені жеткіліксіз;
- 2) жоспарда және бойлық бейінде көрінудің жеткіліксіздігі;
- 3) жол бағытының күрт, күтпеген өзгеруі;
- 4) көлік ағындарының реттелмейтін қозғалысымен қиылысу;
- 5) үдеткіш және тежеу жолақтарының болмауы;
- 6) тік көтерілу және түсу.

Техникалық әдебиеттерде жарияланған жол-көлік оқиғаларының (ЖКО) саны туралы материалдар әртүрлі жол жағдайларында нақты сипатты бермейді. Ресми статистика жол жағдайларынан туындаған жол-көлік оқиғаларының салыстырмалы түрде аз пайызын білдіреді, бұл оқиғалардың басым көпшілігі жүргізушілердің қателіктері немесе дұрыс емес әрекеттері нәтижесінде пайда болады деп санайды. Алайда, жол апаттарының жағдайларын тереңірек талдау көрсеткендей, олардың көпшілігі басқаруды қиындатқан немесе жүргізушілердің қателіктерін тудырған жолдың ілесіне әсерін көрсетеді. Бірқатар себептерге байланысты болуы мүмкін және жалпы тексерулер кезінде, (деректер бойынша) ең қауіпті деп жолдың келесі элементтері табылады [2]:

- ТЖ арқылы өтетін бөліктер. Бұл жерлер көлік ағыны мен жаяу жүргіншілер қозғалысының жоғарғы қарқындылығымен, жүру бөлігіне жақын

орналасқан қозғалмайтын кедергілердің бар болуымен, автомобильдердің тұруымен (олар жүру бөлігін ғана кішірейтпейді сондай-ақ жаяу жүргіншілердің көрінімін шектейді) және де т/б сипатталады.

Статистика деректеріне сүйенсек, ТЖ арқылы өтетін жолдың бөліктерінде барлық ЖКО 20-30% болады екен.

- автомобиль жолдарындағы бір деңгейдегі қиылысулар, бұл жерлерде 10-30 % ЖКО болады;

- жол төсемесінің ілінісу сапасының төмен жерлері. Жыл бойы ЖКО саны 30-дан 70 пайызға дейін ауытқып, өзгеріп отырады.

- бойлық еңістердің болуынан;

- жоспардағы қисық радиустың аздығынан;

- жоспардағы және көлденең профильдегі көрінімінің шектелген бөліктері.

Ю. М. Ситниковтың зерттеулері, көлденең профильдегі көрінімнің аздығы екі сесеге дейін қауіпті екенін көрсетеді;

- көпірлер мен жол өтпесінің жүру бөліктері енінің жеткіліксіздігі. Осы жерлерде ЖКО 3 пайызға жуық болады, әсіресе тәуліктің қараңғы уақытында.

Жол қозғалысы инженерінің практикалық жұмысында жолдың ағымдағы жай-күйін, оның көліктік-пайдалану қасиеттерін сауатты бағалау мәселелері маңызды орын алады. Жолдардағы қозғалыс қауіпсіздігіне бір мезгілде кең ауқымды іс шаралар өткізілген жағдайда ғана қол жеткізуге болады:

- автомобильдер мен басқа да көлік құралдарының конструкциясын жетілдіру;

- көлік құралдарының тиісті техникалық жай-күйі;

- жүргізушілер мен жаяу жүргіншілердің жолдарда жүру ережелерін қатаң сақтауы;

- жол жоспарымен және бейінімен жоғары жылдамдықтағы автомобильдер қозғалысының мүмкіндігін қамтамасыз ету;

- қажетті беріктікті, тегістікті, жабындардың ілінісу коэффициентін және көрінудің қажетті арақашықтығын қамтамасыз ету арқылы жолдардың көліктік-пайдалану сапасын сақтау;

- жол белгілерін орнату, жергілікті радиохабар тарату желісін пайдалану, бағдарлық жол карталары мен сызбаларын шығару арқылы жүргізушілердің жол жағдайлары мен қозғалыс тәртібі туралы тиісті ақпараты.

Жол-көлік оқиғалары көбінесе жүргізушілер жол жағдайларының кенеттен өзгеруіне тап болатын жерлерде орын алады, бұл қозғалыс жылдамдығының күрт төмендеуін қажет етеді. Бұл жерлерде жол жағдайлары мен қалыптасқан қозғалыс жағдайында шектеулі жылдамдыққа ғана рұқсат етіледі. Сонымен қатар, алдыңғы учаскелерде жылдамдық шектелмейді және шаршаған, зейінін әлсіреткен немесе тәжірибесіз жүргізуші, жолдың алдыңғы бөліктерінің ерекшеліктерімен есептелмей, жүргізуші кенеттен кенеттен тежеу қажеттілігіне тап болады және төтенше жағдайға тап болуы мүмкін [4].

Шағын радиустардың қисықтарын қайта құру бірнеше мақсатты көздейді: жолдың қауіпсіздігі мен көлік сапасын арттыру үшін жол берілетін қозғалыс жылдамдығын арттыру; қарсы қозғалыс жолағына автомобильдердің келу мүмкіндігін болдырмайтын қозғалысты неғұрлым нақты ұйымдастыру. Қисықты

радиусын ұлғайту арқылы қайта құру - бұл ұсынылатын негізгі әдіс. Бұрылыста олар бұрылысты ұйымдастырады, кесу құрылғысы арқылы көрінуді арттырады. Бұрылыстарды 60-80 пайыздан артық емес жасау ұсынылады.

Кіші радиустар қисықтарында қозғалысты ұйымдастыруды жақсарту жөніндегі іс-шаралар неғұрлым радикалды шаралар жүргізу, қисықтар радиусын ұлғайту немесе кесу құрылғысы мүмкін болмаған кезде ғана қолданылады. Сондықтан әрбір қауіпті телім қайта құру әдістерін мүмкіндігінше ұтымды және тиімді қабылдауы керек.

Бұл жұмыста жол-көлік оқиғаларының саны және қауіпсіздік пен апаттылық коэффициенттері бойынша автожолдың аса қауіпті учаскелері анықталды. Автомобиль жолының күрделі рельефі бар екенін ескере отырып, қауіпті телімдерді толығымен қалпына келтіру мүмкін емес, бұл үлкен экономикалық шығындармен байланысты.

Қорыта келе қауіпсіз жолдарға деген кейбір талаптарды атап өтуге болады:

- жүргізушілердің оңтайлы эмоционалды жүктемесін қамтамасыз ететін жол элементтері мен қоршаған ландшафттың үйлесімі. Болашақта жолдың шалғай телімдерін көру жоспардағы жолдың күрт бұрылыстары немесе жүргізушінің қозғалыс жылдамдығының еріксіз өзгеруіне әкелетін бойлық профильдегі қатты сынықтар туралы әсер қалдырмау дұрыс. Жүргізушінің жүйке-психологиялық шиеленісінің мөлшерін реттеудің белсенді әдісі - бұл монотонды жерде жүргізушінің назарын аударатын жерлерді жою.

- жол бағытының психологиялық айқындылығы, оның ішінде тікелей көріну аймағынан тыс жерлер. Жүргізушінің санасында жолдың жалпы бағытымен, жүру бөлігін белгілеумен, бүйірлік қоршаулармен және бағыттаушы бағандармен, жол бойындағы екпелермен және т. б. өзіндік «оптикалық дәліз» жасау арқылы жол бағытына үлкен қашықтықта көзбен бағдарлау.

- жылдамдықты 20 пайыздан аспайтын етіп өзгерте отырып, жолдың аралас телімдерінің өту мүмкіндігін қамтамасыз ететін жоспар мен бейін элементтерінің өзара үйлесуі.

- жолдың барлық бойында тежеу жағдайынан көріну.

- қозғалыс қарқындылығы жоғары жолдардағы қарама-қарсы көлік ағындарын кең бөлу жолағымен бөлу, оның беті тоқтап қалған автомобильдің тоқтап қалуына әкелетін қозғалысқа қарсылық туғызуы тиіс.

- аралас көлік ағындарын жылдамдық пен түр бойынша бөлу: көлік ағынының бір бөлігі төмен жылдамдықпен жүретін, жылдамдықты төмендететін немесе негізгі жолдағы ағынға құйылатын жерлерде қосымша қозғалыс жолақтарын орнату (үдеткіш және тежеу жолақтары, көтерілуге қосымша жолақтар); жаяу жүргіншілер мен велосипедшілерге арналған арнайы жолдарды орнату.

- жүру бөлігіндегі қозғалыс жолақтарының енінің жолдың бойлық бейінінің және жоспардың элементтерімен қамтамасыз етілетін қозғалыс жылдамдығына сәйкестігі.

- жамылғы мен жол жиектерінің берік тегістігі мен кедірбұдырлығы.

Сыртқы түрінің контрастты айырмашылығымен жамылғы мен жол жиектерінің қозғалысқа төзімділігі мен ілінісуіндегі шамалы айырмашылықтың болуы.

- жолдың бағыты және онымен автомобильдердің оңтайлы жүру режимдері туралы түсінікті, егжей-тегжейлі ақпарат. Жол белгілері және жүргізушілерді хабардар етудің басқа құралдары жүргізушілерді бағдарлауы керек, бірақ жол жоспары мен профиліндегі ақауларды ескеретін қозғалыс режимдерін тағайындау мақсатын көздемеуі керек.

- ақаулы тежегіштері бар және басқаруды жоғалтқан автомобильдердің жолдан қауіпсіз шығу мүмкіндігі (1:6 және одан да көп төсемі бар төмен үйінділердің жұмсақ еністерін орнату; терең бүйірлік арықтардан бас тарту; бөлу жолағын мұқият жоспарлау, автомобиль соқтығысқан кезде одан қауіпті заттарды алып тастау; тау жолдарында апаттық жолдарды (түсу) орнату; жолдан шығу мүмкін емес жерде, ең аз зақымдалуы бар және жолға кері лақтырылмайтын автомобильдерді ұстайтын қоршаулар және т. б.).

- ауа-райының өзгеруіне қарамастан, жыл бойы жол сипаттамаларының тұрақтылығы. Түнгі қозғалыс қарқындылығы жоғары жолдар үшін-жасанды жарықтандырудың болуы.

Қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін аталған талаптар сақталуы тиіс. Көлік құралдарын кез келген уақытта қауіпсіз өткізіп тұру үшін автомобиль жолдарын үздіксіз тексеріп, бақылап отыру қажет және де уақытында жөндеу жұмыстарын талап ететін жерлерді тауып жөндеу керек. Автокөлік дизайнерлері «қауіпсіз» көлікті жасауға көп көңіл бөледі. Сондықтан да, жолшылар да қауіпсіз жолдарды құруда олардан қалыс қалмауы қажет.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. [https://www.inform.kz/kz/kazakstanda-zhol-kolik-okigalarynyn-sany-8-9-osti\\_a3992290](https://www.inform.kz/kz/kazakstanda-zhol-kolik-okigalarynyn-sany-8-9-osti_a3992290)
- 2 Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М: Транспорт, 2005. – 288 с.
- 3 Горев А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: Учебное пособие для студ. высш. проф. образования/А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. - М.: ИЦ Академия, 2018. - 256 с.
- 4 Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. – М: Транспорт, 1984. – 287 с.



УДК 621

Исаканов И.М. (19-АТ-1, ВКТУ), Яковлев В.С. (ВКТУ)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ПОСЕВНОЙ СЕКЦИИ

**Аннотация.** В статье дано описание новой посевной секции, изготовление которой доступно любому агротехническому предприятию РК. Дано обоснование расположения деталей посевной секции в ее общей схеме, приведены новые, ранее не применяемые детали плоскорежущих анкерных сошников. Предлагаемая конструкция направлена на обновление и совершенствование посевных агрегатов, применяемых в агрокомплексе РК, а также для обеспечения заданных параметров посева при изменении свойств почвы и на криволинейных участках посевной площади.

**Ключевые слова:** центральный диск; посевной диск; пожнивные остатки; стрельчатая раздвоенная лапа; семяпровод; сочлененная посевная рама

Проблемным вопросом для Восточно-Казахстанской области и Республики Казахстан является повышение ресурсной надежности посевных комплексов – повышения срока службы сошников, дисков и других элементов. Так, например, ТОО ОХМК, используя технику одного из ведущих зарубежных производителей – компании CRUCIANELLI – столкнулись с проблемами:

- ускоренный износ сошников на сложных пахотных землях ВКО, что приводит к значительному увеличению производственных затрат;
- особенность конструкции и кинематика посевного аппарата, снижающего микропространство для роста семян;
- отсутствие адаптации некоторых дисковых элементов сеялки к условиям земель ВКО (быстрая забиваемость и пр.).

Проблема обеспечения эффективного и ресурсосберегающего функционирования мобильных и универсальных аграрных агрегатов в многообразии меняющихся условий ведения производства продукции растениеводства является для РК весьма актуальной.

Следует отметить, что средств на модернизацию всех предприятий отрасли не хватает, а многие крестьянские хозяйства РК зачастую не имеют больших свободных финансовых средств на покупку современного оборудования, обеспечивающего прогрессивные технологии растениеводства.

Эффективным способом уменьшения затрат при посеве зерновых культур служит совмещение нескольких операций из технологии посева в течении одного рабочего прохода комплекса, таких как подготовка, подрезание и разуплотнение почвы, внесение основного удобрения ниже посеянных семян на определенную глубину, посев семян и другие. Для этого не обязательно закупать дорогостоящую зарубежную технику и оборудование, его можно постараться сделать самому или модернизировать имеющееся старое оборудование.

В данной статье рассматривается конструкция посевной секции, которую при необходимости можно изготовить в любом крестьянском хозяйстве из доступных на рынке материалов и зарекомендовавших себя узлов и деталей, например разрезных дисков, имеющихся на складе или в продаже, а также

приводится расчет сил сопротивления внедрению режущих дисков в почву. В статье предложена дисковая посевная секция, предназначенная для посева зерновых культур с одновременным внесением основного удобрения (рисунок 1).

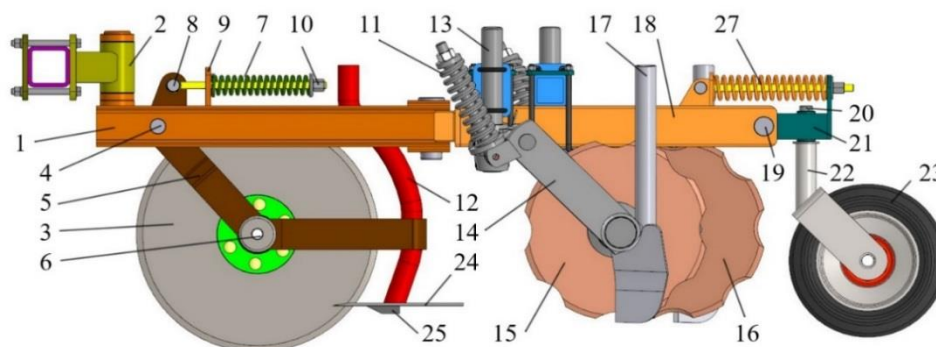


Рисунок 1 – Новая посевная секция

Несущая рама 1 сделана из трубоквadrата и выполнена сочлененной с поворотной частью 18. Спереди рамы смонтировано шарнирно закрепленное дышло 2, а сзади подпружиненная вставка 21 со стойкой 22 уплотняющего катка 23. Шарниры 2 и 20 свободно вращающиеся, поэтому вместе с осью сочленения рам 1 и 18 позволяют посевной секции принять при возможных поворотах базовой техники такое положение, при котором жестко приложенные изгибающие напряжения будут сведены к минимуму, а сама секция выполнит поворот более плавно, без скачков, что сократит возможность ее поломки. Основными деталями посевной секции являются центральный режущий диск 3, сходящиеся под углом  $10^{\circ}$  посевные диски 15 и 16, стойки 14 которых смонтированы в кронштейнах 13, соединенных регулируемой тягой с удерживающей пружиной 11. За посевными дисками 15 и 16 расположены семяпроводы, и плоскорежущая лапа 24, полая стойка 12 которой, одновременно является продолжением внешнего тукопровода (не показан). Лапа 24 своей стойкой 12 жестко соединена с коромыслом 5, на которой смонтирована ось 6 центрального диска 3. Положение диска 3 относительно несущей рамы 1 и глубина его погружения в почву регулируется двумя пружинами 7. При наезде диска 3 на неделимое препятствие или очень плотную почву, он стремится отойти назад-вверх, но действие пружин 7 удерживает его в заданном положении, позволяя перекатиться по препятствию. При подъеме диска 3 вверх, вместе с ним на коромысле 5 поднимается плоскорежущая лапа 24, тем самым избегая встречи с неделимым препятствием, что спасает ее от поломок.

Плоскорежущая стрелчатая лапа 24 выполнена с разделенным на 2 части, 30 и 31, острием (рисунок 2).

В заточенную прорезь между остриями 30 и 31 на 5-7 см режущей кромкой входит плоскость центрального режущего диска 3. По бокам диска остается небольшой неконтролируемый зазор, а глубина проникновения диска 3 в лапу 24 ограничивается коромыслом 5. Диск 3 теперь при движении имеет возможность за счет охвата своей режущей части прорезью острия лапы 24 очищаться от налипшей почвы и растительных остатков, которые будут очищаться лапой 24.

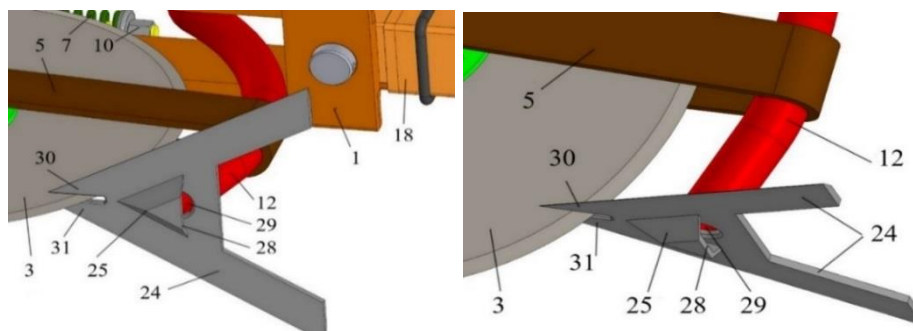


Рисунок 2 - Плоскорежущая стрелчатая лапа с раздвоенным острием

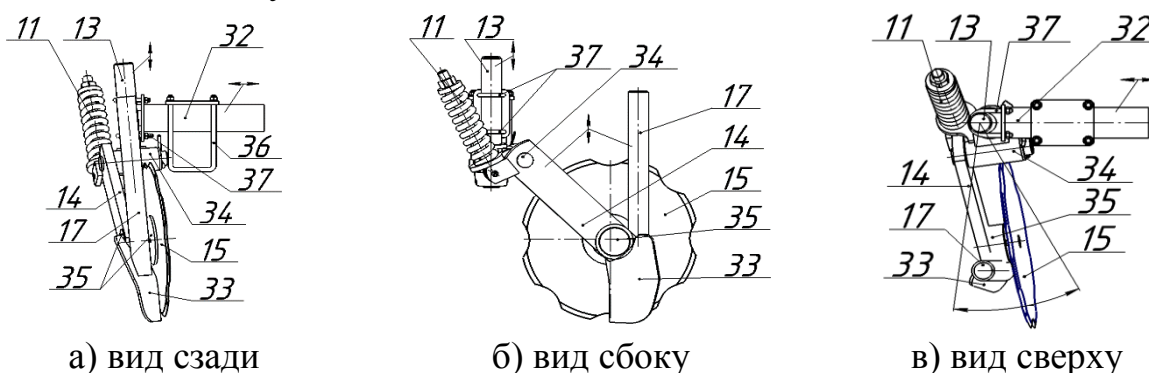
Вместе с этим прорезь в острие лапы 24 позволяет максимально приблизить саму лапу 24 к оси диска 3, что позволяет укоротить общую длину посевной секции и, тем самым, уменьшить ее габариты и металлоемкость.

Центральный дисковый нож 3 рыхлит почву и при посеве работает вместе со всеми комплектующими лапы 24. Диск 3 прорезает почву и растительные остатки, оставляя после себя борозду, а через отверстие 29 тукопровода 12 идущей следом лапы 24, туки укладываются на дно борозды. Глубина укладки туков регулируется глубиной прорезания почвы режущим диском 3.

В свою очередь лапа 24 подрезает в своей плоскости корневища сорняковой растительности и рыхлит почву, что облегчает ее разрезание повернутыми на  $10^0$  навстречу движения посевными дисками 15 и 16, с одновременным посевом 2-х рядков семян, через семяпроводы 17, расположенные по сторонам борозды с туками. Высота (глубина) посева семян находится примерно на одном уровне с плоскостью лапы и выше глубины укладки туков. На 1 борозду с туками приходится 2 рядка семян.

Рассмотрим устройство и работу посевной секции на примере левого посевного диска и его семяпровода, показанных в блоке на рисунке 3.

Конструкция левого посевного блока состоит из поперечной балки 32, которая крепится к центральной продольной балке с помощью прямоугольных хомутов 36. В торец поперечной балки 32 с помощью дугообразных хомутов 37 закреплена стойка 13, которая имеет предварительный наклон в поперечной плоскости в  $5^0$  по ходу движения.



а) вид сзади                      б) вид сбоку                      в) вид сверху  
 11 – пружинная подвеска рычага; 13 – стойка; 14 – рычаг; 15 – посевной диск;  
 17 – тукосемяпровод; 32 – балка поперечная; 33 – щиток; 34 – ось рычага;  
 35 – подшипниковая опора; 36 и 37 - хомут

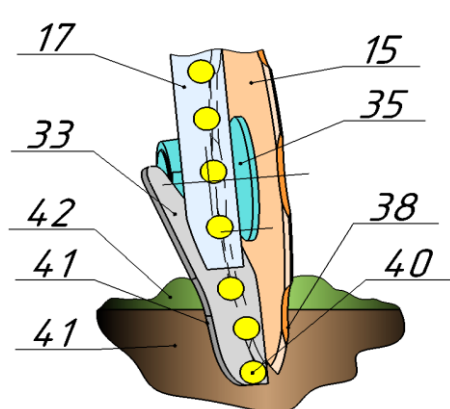
Рисунок 3 – Конструкция левого посевного блока

В нижней части стойки 13 через ось 34 и пружинную подвеску 11 закреплен рычаг 14. На нижнем рычаге 14 через подшипниковую опору 35 установлен посевной диск 15. Кроме этого на корпусе подшипниковой опоры 35 жестко закреплен тукосемяпровод 17. В нижней части тукосемяпровода 17 установлен щиток 33. Сила прижатия посевного диска к почве регулируется с помощью изменения жесткости пружины подвески 11.

Щиток 33 установлен по отношению к посевному диску 15 под острым углом с небольшим зазором и заточен, что позволяет очищать посевной нож от налипших частиц почвы. Тукосемяпровод 17 расположен за щитком 33 и посевным диском 15, что характерно показано на рисунке 3.а. В процессе посева посевной диск 15 врезается в посевную площадь и формирует посевную бороздку, а щиток 33 отодвигает часть взрыхленной части почвы вместе со срезанными корневищами сорной растительности в левую сторону, в результате совместного действия посевного диска и щитка окончательно формируется посевная канавка (бороздка), в которую по тукосемяпроводу 17 подается семена. Форма поперечного сечения посевной канавки может изменяться в зависимости от поворота посевного колеса 15 вокруг стойки 13 – см. рисунок 4.

Рассматриваемый вариант конструкции позволяет настроить посевной блок к конкретным посевным условиям в виде ширины и формы посевных рядков:

- изменять вылет всего посевного блока относительно центральной балки в поперечном направлении;
- изменять высоту установки посевного блока относительно центральной балки;
- осуществлять поворот посевного диска 15 в вертикальной плоскости вокруг стойки 13, формируя необходимую посевную канавку.



- 15 – посевной диск;
- 17 – тукосемяпровод;
- 33 – щиток;
- 35 – подшипниковая опора;
- 38 – плоскость посевной канавки, сформированная посевным диском;
- 39 – плоскость посевной канавки, сформированная щитком;
- 40 – семена;
- 41 – почва;
- 42 – почва с корневищами сорной растительности

Рисунок 4 – Поперечное сечение посевной канавки и поступление семян

На рисунке 3 в виде стрелок приведены варианты возможных движений деталей и узлов посевного блока.

Конструкция правого посевного блока аналогична левому посевному блоку.

Преимущества предлагаемой к реализации на практике конструкции модульной посевной дисковой секции состоят в том, что в процессе посева ею разуплотняется самый малый слой почвы, подрезанный слой почвы не переворачивается, а смещается косоустановленными посевными дисками 15 и 16 к прорезанному следу диска 3, а затем прикатывается и вдавливаются на прежнее место уплотняющим катком 23, рядок основного удобрения уложен на требуемой глубине и расчетном расстоянии от уложенных семян, питает на протяжении всего вегетационного периода два рядка семян, расположенных справа и слева от прорезанной диском 3 борозды с уложенными в нее удобрениями.

Все это создает условия для повышения технической обеспеченности и эффективности производства зерновых культур.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. М.В. Дудкин, А.В. Вавилов, А.И. Ким, Г.А. Гурьянов, М. Млынчак. Анализ тенденций развития посевных комплексов, их основных узлов и агрегатов. «Вестник ВКТУ» № 4, 2022. – Усть-Каменогорск, 2022. - С. 75-85.
2. А.И. Kim, M. V. Doudkin, V. V. Rogovsky, Ye. L. Doudkina, M. Mlynczak. Review and analysis of existing designs of seeding machines. «Vestnik VKTU» №4, 2022. - Ust-Kamenogorsk, 2022. – P. 130-139
3. М.В. Дудкин, А.И. Ким, В.С. Яковлев, В.В. Роговский, А.В. Вавилов, Г.А. Гурьянов, Т.Б. Курмангалиев. Обоснование конструкции и разработка новой комбинированной посевной секции для работы в условия агропромышленного комплекса Казахстана. «Вестник ВКТУ» № 3, 2023. – Усть-Каменогорск, 2023. – 15 с.

УДК 621.7

Капкенова М.Т., (21-ДТМ-3а, ВКТУ), Капаева С.Д., (к.т.н., ВКТУ)

## ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВОРОТНЫХ КИРКОВ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ МЕТОДОМ НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИ НАПЛАВЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ.

**Аннотация.** Износ рабочих поверхностей деталей машин - это явление, которому нельзя полностью противостоять, а только отсрочить. Среди методов удлинения жизненного цикла поверхности наплавка является наиболее часто используемой при больших нагрузках. Наплавленное покрытие можно наносить с использованием различных методов сварки или технологий термического напыления, которые отличаются точностью размеров сварного шва, толщиной слоя, эффективностью процесса и материалом. В этом исследовании мы изучаем геометрические характеристики и свойства твердости двух отличительных порошковых проволок для газовой дуговой сварки металлов (GMAW) на основе хрома.

**Ключевые слова:** наплавка, GMAW, WAAM, сталь С45, подвод тепла, порошковая проволока на основе хрома.

Стрингерные швы наносятся численно с пятью уровнями линейной энергии, что является результатом типичных значений скорости сварки и подачи проволоки в диапазоне от 250 мм/с до 1250 мм/с (скорость сварки) и от 2 м/мин до 10 м/мин (подача проволоки). Образцы были вырезаны, протравлены и измерены с помощью цифрового микроскопа и индентора Виккерса, дополнительно был также исследован химический состав. Твердость измерялась в пяти точках в каждом вырезе, что дает 40 измерений на образец. Значения были проанализированы с использованием теста ANOVA в качестве статистического фона, чтобы подчеркнуть расходящееся поведение порошковых проволок. Оказалось, что, несмотря на меньшее количество хрома в химическом составе, проволока DO \* 351 обладает более высокими значениями твердости; однако DO \* 332 имеет тенденцию иметь более стабильную геометрию на всех уровнях подвода тепла. Прогрессу практически в любой отрасли промышленности неизбежно препятствует тщетная борьба с износом оборудования, особенно в тяжелой промышленности, такой как добыча и переработка полезных ископаемых. Ежегодные затраты на износ во всем мире можно грубо оценить в миллиарды долларов [1]. Разрушение деталей машин - это явление, которое обычно начинается на поверхностном слое данного элемента [2,3]. Этот процесс ухудшает геометрию детали, что приводит к дальнейшей потере массы или отклонениям в объеме, что в конечном итоге приводит к поломке машины. Износ может быть вызван широким спектром причин, в основном из-за истирания [4], эрозии, адгезии, усталости или комбинации вышеупомянутых факторов [5].

Во многих случаях износу можно противостоять с помощью процессов наплавки во время технического обслуживания машины. Наплавка - это процесс, при котором тепло используется для расплавления металлического (или металлокерамического) материала и его диффузии с основным металлом [6]. Когда требуется высокая твердость, одним из лучших вариантов для регенерации может быть порошковая проволока, используемая в технологии GMAW

(газодуговая сварка металлов) из-за ее доступности, экономичности и относительной простоты применения. Полученное твердое покрытие может иметь более высокую стойкость к истиранию, чем основной материал (обычно конструкционная сталь), таким образом, деталь, будучи квазикомпозитной, может достигать желаемых свойств при небольших усилиях. В отличие от сварочных металлических компонентов, при наплавке требуется низкое разбавление. Высокое разбавление означает, что на физические свойства покрытия могут заметно влиять свойства основного материала. Для достижения предполагаемых геометрических характеристик решающее значение имеет нахождение надлежащих технологических параметров.

Одним из возможных подходов к получению равномерно нанесенного покрытия GMAW является использование технологии, называемой WAAM—Wire Arc Additive Manufacturing . Он основан на добавлении последовательно нанесенных сварных швов, где положение сварочного пистолета контролируется численно. Это позволяет точно регулировать скорость сварки, что вручную достигается только опытными сварщиками. По сравнению с другими методами нанесения металлических покрытий нанесение покрытия WAAM является эффективным, поскольку в зависимости от условий процесса оно может достигать от 1 кг до 4 кг в час, сохраняя геометрический допуск 2 мм и сводя к минимуму дефекты сварки. Однако, когда требуется точная геометрия, может потребоваться либо дополнительная обработка (например, фрезерование, шлифование), либо необходимо тщательно выбирать технологические параметры для достижения желаемой формы сварного шва. Примеры изделий, изготовленных из WAAM, представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. Изображение примеров деталей, изготовленных WAAM, (а) изображена необработанная деталь, (б) показана деталь, обработанная снаружи.

Подфигура (а) имеет необработанную внешнюю поверхность, в то время как подфигура (б) изображает деталь с внешне обработанными стенками. Несмотря на огромные преимущества этой технологии, необходимо учитывать несколько дополнительных факторов, в основном связанных с подводом тепла и отводом тепла. Такие параметры, как напряжение, свободный выступ, тип и расход инертного или активного газа, в основном отвечают за характеристики поперечного сечения. Неправильный набор параметров может привести к различным дефектам сварки, включая трещины, подрезы, отсутствие плавления или потерю желаемых физических свойств.

Ключевым фактором эффективности процесса наплавки является возможность нанесения максимального количества присадочного материала в кратчайшие сроки, сохраняя трибомеханические качества покрытия. Для правильного моделирования результирующей геометрии сварного шва требуется серия экспериментов для конкретной группы материалов. Переменные входные параметры, задаваемые оператором, приводят к определенному уровню энергии, подаваемой на заданный объем материала в заданное время. В сварочной промышленности этот результирующий параметр называется либо линейной энергией (также “энергия дуги”), либо подводом тепла. Параметр линейной энергии является более теоретической переменной, поскольку он описывает выходную энергию источника питания. Тогда как подвод тепла представляет собой линейную энергию, модифицированную коэффициентом тепловой эффективности метода сварки  $\eta$ . В случае дуговой сварки металлов под флюсом (SMAW) этот коэффициент равен 1, в то время как любой другой метод страдает от некоторой потери тепла. Наименее эффективными методами являются вольфрамовая инертная газовая и плазменно-дуговая сварка, параметр  $\eta$  которой равен 0,6. Этот метод имеет  $\eta = 0,8$ , что делает его методом высокой эффективности, портативности (в отличие от SMAW), универсальности. Тот факт, что присадочный материал поставляется в удлиненной форме и является однородным, а диаметр намотанной проволоки позволяет также относительно легко роботизировать.

В этой работе сосредоточены внимание на геометрических свойствах и твердости порошковых проволок на основе хрома, используемых при сварке методом GMAW. Такие материалы могут использоваться для покрытия деталей машин, которые подвергаются воздействию абразивной рабочей среды, таких как сверлильные головки или тангенциальные поворотные кирки в горнодобывающей промышленности, как видно из примера, представленного на рисунке 2. Процесс нанесения покрытия на такие горные инструменты основан на сочетании традиционной технологии GMAW и подхода WAAM, поскольку он требует относительно узких геометрических допусков, возникающих в результате наплавки с индексированным контуром с числовым программным управлением.

В текущем исследовании образцы стали C45 были покрыты специальными сварными швами стрингера, нанесенными с переменным параметром подвода тепла.



Рисунок 2. Твердое покрытие, нанесенное роботизированным процессом GMAW на рабочую поверхность конической кирки.



Параметр подвода тепла был результатом регулировки скорости сварки и подачи проволоки. Образцы разрезали на ломтики, протравили и измерили с помощью цифрового микроскопа. Кроме того, для оценки эксплуатационных характеристик твердость по Виккерсу измерялась в пяти точках каждого выреза поперечного сечения. Это исследование предназначено для предоставления информации о влиянии технологических параметров на физические свойства получаемого сварного шва. Допущения о геометрических ограничениях, представленные в разделе 2.5, были сделаны в соответствии с геометрией горного конического кирки, предназначенной для использования в будущем, в исследованиях, связанных с износом. Процесс наплавки проводился с помощью оригинального станка с числовым программным управлением, спроектированного и изготовленного и расположенного в Университете науки и технологий AGH (рисунок 3).

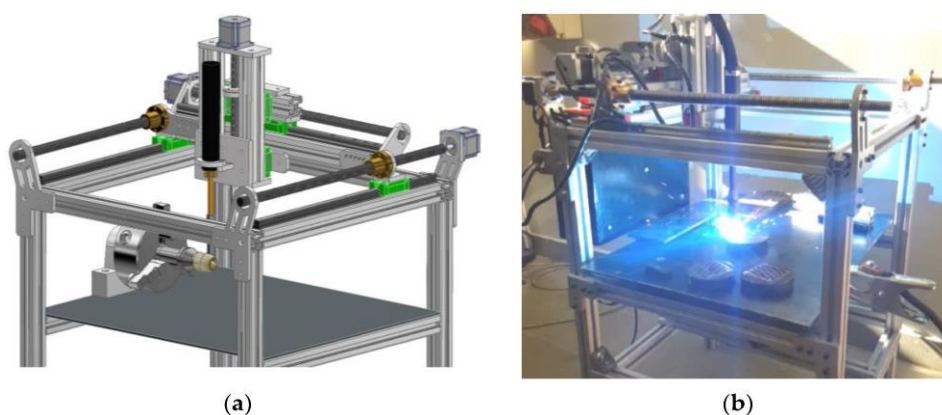


Рисунок 3. Вид наплавочного станка с ЧПУ под кодовым названием NaPawlik v2.0. (а) изображена модель САПР, (б) показано устройство в действии.

Это позволило исследователям точно контролировать подачу проволоки и скорость сварочного пистолета GMAW. Все образцы охлаждались на свободном воздухе. Для проверки физических свойств швов были выполнены тест на твердость по Виккеру и микроскопические измерения геометрии поперечного сечения. В заключение высокое содержание хрома (~ 30%) в проволоке DO \* 332 может снизить результирующее значение твердости. Гипотеза для будущего исследования заключается в том, что, несмотря на то, что наплавленное покрытие содержит карбиды хрома (которые обладают высокой твердостью), общая прокаливаемость сплава ниже, тогда как более низкое содержание хрома в проволоке DO \* 351 позволяет сплаву получить твердую мартенситную структуру. Кроме того, в проволоке DO \* 332 было замечено, что твердость уменьшается обратно пропорционально подводу тепла. Неожиданный и нетривиальный вывод из этого исследования заключается в том, что даже если подвод тепла влияет на геометрию сварного шва, более высокое содержание хрома помогает стабилизировать форму его поперечного сечения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мендес П.Ф.; Барнс Н.; Белл К.; Борле С.Д.; Гаджапати С.С.; Гест С.Д.; Изади Х.; Гол А.К.; Вуд Г. Процессы сварки износостойких накладок. *J. Мануф. Процесс.* 2014, 16, 4-25.
2. Кравчик, Дж.; Бембенек, М.; Павлик, Дж. Роль химического состава литых сталей с высоким содержанием марганца в износе экскаваторной цепи в машине для очистки балласта на обочине. *Материалы* 2021, 14, 7794.
3. Бембенек, М.; Кравчик, Й.; Панчикевич, К. Износ роликовых прессов, изготовленных из стали 20Cr4 / 1.7027, в условиях брикетирования медного концентрата. *Материалы* 2020, 13, 5782.
4. Сала, М.; Шафран, М.; Мачек, В.; Марченко, С.; Хейвовски, Т. Стойкость к истиранию сталей S235, S355, C45, AISI 304 и Hardox 500 с использованием гранатовых, корундовых и карборундовых абразивов.
5. Лазич В.; Милосавлевич Д.; Александрович С.; Маринкович П.; Богданович Г.; Неделикович Б. Влияние типа карбида на трибологические свойства наплавленного стального слоя—Часть I—Теоретические соображения. *Трибол. Ind.* 2010, 32, 10.
6. Хуссейн, Н.; Камарул, С.; Айоф, М. Предварительное исследование процесса наплавки на подложку из серого чугуна. *Int. J. Res. англ. Технология.* 2013, 2, 5-11.
7. Сентхилкумар, Б.; Каннан, Т. Влияние параметров процесса дуговой сварки порошковой проволокой на геометрию шва в оболочках из сверхдуплексной нержавеющей стали. *Измерение* 2015, 62, 127-136.]
8. Ракоци Л.; Грудзин М.; Туз Л.; Паньцикевич К.; Зелиньска-Липец А. Микроструктура и свойства ремонтного шва в компоненте газовой турбины из жаропрочного сплава на основе никеля. *Adv. Mater. Sci.* 2017, 17, 55-63.
9. Лиянаж Т.; Фишер Г.; Герлих А.П. Влияние химического состава сплава на микроструктуру и свойства в накладных покрытиях NiCrBSi, нанесенных дуговой сваркой с переносом плазмы (PTAW). *Прибой. Нанесите слой. Технология.* 2010, 205, 759-765.

УДК 669.017

Коваль В. (21-ТМ-1, ВКТУ), Кабдуллина Д.С. (ВКТУ)

## ВЛИЯНИЕ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИОННОГО ОТЖИГА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ДЕФОРМИРОВАННОГО МЕТАЛЛА

**Аннотация.** Рекристаллизация – процесс зарождения и роста новых недеформированных зерен при нагреве наклепанного металла до определенной температуры. Для полного *снятия внутренних напряжений* в стали нужна температура не менее 600°. Охлаждение после выдержки при заданной температуре должно быть достаточно медленным: при ускоренном охлаждении вновь возникают внутренние напряжения. Движущей силой первичной рекристаллизации является энергия, аккумулированная в наклепанном металле. Система стремится перейти в устойчивое состояние с неискаженной кристаллической решеткой. С повышением температуры происходит укрупнение зерен, с увеличением времени выдержки зерна также укрупняются.

**Ключевые слова:** Рекристаллизация, Основными факторами, Рекристаллизационный отжиг, Движущей силой, Виды отжига.

При нагреве до достаточно высоких температур подвижность атомов возрастает и происходит рекристаллизация.

Рекристаллизация – процесс зарождения и роста новых недеформированных зерен при нагреве наклепанного металла до определенной температуры. *Рекристаллизационный отжиг* (рекристаллизация) стали происходит при температурах 500 – 550°; отжиг для снятия внутренних напряжений – при температурах 600 – 700°. Эти виды отжига снимают внутренние напряжения в отливках от неравномерного охлаждения их частей, а также в заготовках, обработанных давлением (прокаткой, волочением, штамповкой) при температурах ниже критических. При рекристаллизационном отжиге из деформированных зерен вырастают новые кристаллы, ближе к равновесным, в результате твердость стали снижается, а пластичность и ударная вязкость увеличиваются.

Для полного *снятия внутренних напряжений* в стали нужна температура не менее 600°. Охлаждение после выдержки при заданной температуре должно быть достаточно медленным: при ускоренном охлаждении вновь возникают внутренние напряжения.

В деформированном металле на участках с повышенной плотностью дислокаций образуются и растут зародыши. Образуется совершенно новое зерно, по размерам отличающееся от исходного до деформации. Наклеп практически полностью снимается, и свойства приближаются к их исходным значениям.

Температура, при которой начинается процесс рекристаллизации называется температурным порогом рекристаллизации. Нагрев металла до температур рекристаллизации сопровождается резким изменением микроструктуры и свойств. Нагрев приводит к резкому снижению прочности при одновременном возрастании пластичности. Также снижается электросопротивление и повышается теплопроводность. С повышением температуры подвижность атомов увеличивается и начинают развиваться

процессы, приводящие металл к равновесному состоянию. По мере нагрева деформированный металл проходит стадии возврата и рекристаллизации, в результате чего изменяются его структура и свойства

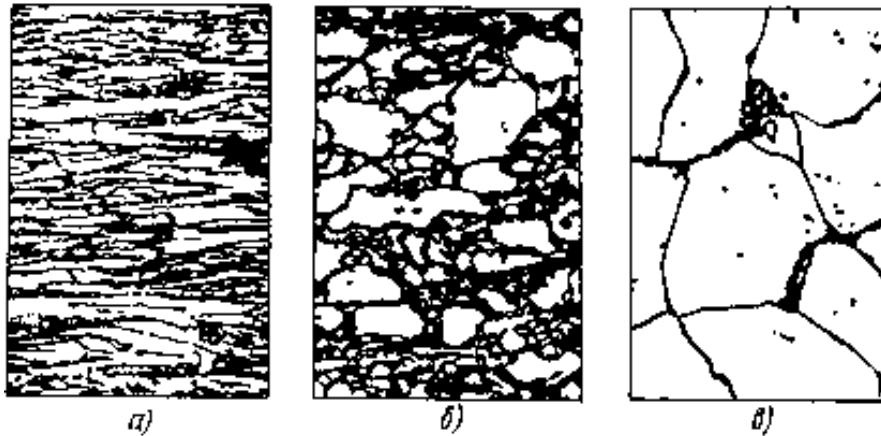


Рисунок- 1 Изменение структуры деформированного металла при нагреве

1 стадия – первичная рекристаллизация (обработки) заключается в образовании центров кристаллизации и росте новых равновесных зерен с неискаженной кристаллической решеткой. Новые зерна возникают у границ старых зерен и блоков, где решетка была наиболее искажена. Количество новых зерен постепенно увеличивается и в структуре не остается старых деформированных зерен.

Движущей силой первичной рекристаллизации является энергия, аккумулированная в наклепанном металле. Система стремится перейти в устойчивое состояние с неискаженной кристаллической решеткой.

2 стадия – собирательная рекристаллизация заключается в росте образовавшихся новых зерен. Движущей силой является поверхностная энергия зерен. При мелких зернах поверхность раздела большая, поэтому имеется большой запас поверхностной энергии. При укрупнении зерен общая протяженность границ уменьшается, и система переходит в более равновесное состояние.

Температура начала рекристаллизации связана с температурой плавления,

$$T_{рек} = \alpha \cdot T_{пл}$$

для металлов  $\alpha = 0,4$

для твердых растворов  $\alpha = 0,5 \dots 0,8$

для металлов высокой чистоты  $\alpha = 0,1 \dots 0,2$

На свойства металла большое влияние оказывает размер зерен, получившихся при рекристаллизации. В результате образования крупных зерен при нагреве до высоких температур начинает понижаться прочность и, особенно значительно, пластичность металла.

Основными факторами, определяющими величину зерен металла при

рекристаллизации, являются температура, продолжительность выдержки при нагреве и степень предварительной деформации (рис.2).

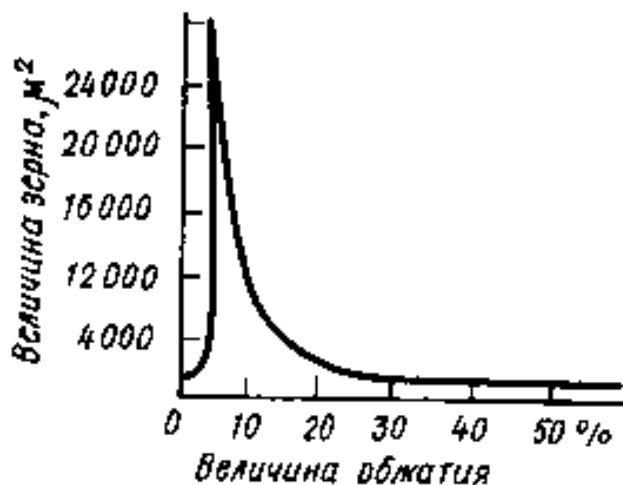


Рисунок -2 Влияние предварительной степени деформации металла на величину зерна после рекристаллизации

С повышением температуры происходит укрупнение зерен, с увеличением времени выдержки зерна также укрупняются. Наиболее крупные зерна образуются после незначительной предварительной деформации 3...10 %. Такую деформацию называют критической. И такая деформация нежелательна перед проведением рекристаллизационного отжига. Практически рекристаллизационный отжиг проводят

для малоуглеродистых сталей при температуре 600...700°C,

для латуней и бронз – 560...700°C,

для алюминиевых сплавов – 350...450°C,

для титановых сплавов – 550...750°C.

С ростом степени деформации механические свойства ( $\sigma_v$ ,  $\sigma_{0,2}$ , НВ), характеризующие сопротивление деформации повышаются, происходит деформационное упрочнение, а способность к пластической деформации ( $\delta$ ,  $\psi$ ) падает. Упрочнение при наклепе происходит за счет повышения плотности дислокаций, характерным для пластической деформации. После холодной пластической деформации плотность дислокаций составляет  $10^{11}$ -  $10^{12}$  см<sup>-2</sup>. Увеличивается количество точечных несовершенств. Все эти факторы приводит к упрочнению металла при наклепе. Изменяются физико-химические свойства металлов: уменьшается плотность, повышается электросопротивление, уменьшается теплопроводность, снижается коррозионностойкость.

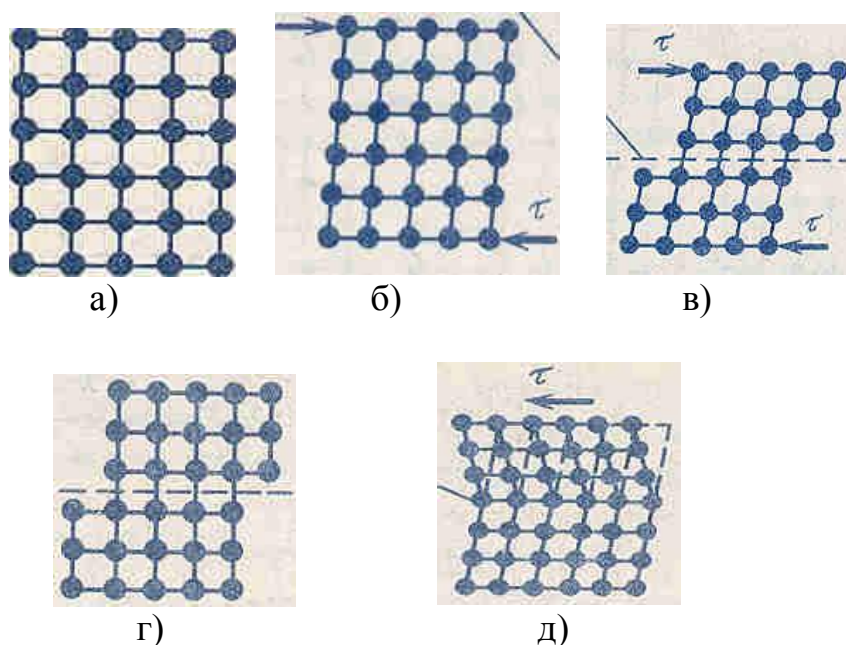
При упругой деформации происходит обратимое смещение атомов из положений равновесия в кристаллической решетке. Упругая деформация не вызывает заметных остаточных изменений в структуре и свойствах металла. После снятия нагрузки сместившиеся атомы под действием сил притяжения (при растяжении) или отталкивания (при сжатии) возвращаются в исходное равновесное положение и кристаллы принимают первоначальную форму и

размеры. Упругие свойства материалов определяются силами межатомного взаимодействия.

В основе пластической деформации лежит необратимое перемещение одних частей кристалла относительно других. Пластичность, т.е. способность металлов перед разрушением претерпевать значительную пластическую деформацию, является одним из важнейших свойств металла. Благодаря пластичности осуществляется обработка металлов давлением. Пластичность позволяет перераспределять локальные напряжения равномерно по всему объему металла, что уменьшает опасность разрушения.

Для металлов характерно большее сопротивление растяжению или сжатию, чем сдвигу. Поэтому процесс пластической деформации обычно представляет собой процесс скольжения одной части кристалла относительно другой по кристаллографической плоскости или плоскостям скольжения с более плотной упаковкой атомов. Пластическая деформация кристаллических тел осуществляется скольжением или двойникованием. В результате скольжения кристаллическое строение перемещающихся частей не меняется и остается прежним (рис.3).

Двойникование осуществляется также путем сдвига, только в этом случае происходит сдвиг части кристалла в положение, соответствующее зеркальному отображению несдвинутой части (рис.3,д). Деформация двойникованием больше наблюдается при низких температурах и высоких скоростях приложения нагрузки.



а) исходное состояние кристалла; б) упругая деформация; в) упругая и пластическая деформация; г)- деформация скольжением; д)- деформация двойникованием.

Рисунок- 3 Виды деформации

Таким образом, пластическую деформацию можно представить как процесс скольжения за счет несовершенств строения кристаллов, а именно

наличием дислокаций (рис 3). Искажение кристаллической решетки происходит из-за образования в ней экстраплоскости. На рисунке она расположена выше плоскости скольжения и перпендикулярна плоскости чертежа. Передвигаясь с одной боковой поверхности к другой смещает части монокристалла на одно межатомное расстояние. В результате происходит пластическая деформация.

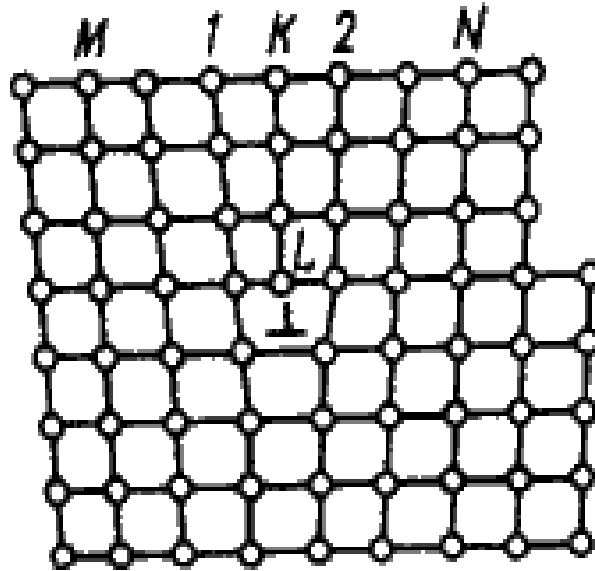


Рисунок 4 – Искажения в кристаллической решетке при наличии краевой дислокации

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Брандон Д., Каплан У., Мир материалов и технологий. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля, - М: Техносфера, 2006, - 375с.
2. Самохоцкий А.И., Металловедение. – М.: Металлургия, 1969.-456с.

УДК 628.971.8

Комбаев Б.К. (22-МТМ2т, ВКТУ), Короблин И. С. (22-МТМ2т, ВКТУ)

Комбаев К.К. (к.т.н., ВКТУ)

## ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЕ УПРОЧНЕНИЕ ОБРАЗЦОВ КРЫЛЬЧАТКИ ИЗ СТАЛИ 12Х18Н10Т ПОГРУЖНОГО НАСОСА

**Аннотация.** Развитие машиностроения в значительной степени связано с решением проблем повышения долговечности деталей машин, на основе создания технологических процессов для упрочения поверхностных слоев быстроизнашиваемых поверхностей. Как известно, в металлургической отрасли Казахстана насосы подвергаются интенсивному изнашиванию и подлежат частой замене. Результаты исследований электролитно-плазменного упрочнения крыльчатки свидетельствует о структурно фазовом превращении стали 12Х18Н10Т. Наблюдается образование мелкозернистой структура тонкоигольчатого мартенситно-аустенитного класса после электролитно-плазменного упрочнения. Измеренные значения микротвердости показывают о повышений относительно исходного состояния более чем в 2 раза.

**Ключевые слова:** Насос погружной, электролитно-плазменное упрочнение, крыльчатка, нержавеющая сталь, микротвердость.

Насос погружной, рисунок 1, предназначен для разделения эмульсии на легкие и тяжелые фракции, путем перемешивания исходных растворов в смесительной камере для обеспечения массопередачи и разделения образовавшейся эмульсии в роторе для получения чистых фаз. В рабочем электролите происходит накопление балластных солей, которые периодически удаляются из электролизеров [1]. Удаляемые балластные соли (отработанный электролит) направляется на переработку для получения калийных удобрений. Отработанный электролит транспортируется к миксеру на электрокаре в вакуумковшах электролизниками, и после взвешивания заливается в миксер электролитейного отделения. Крыльчатка погружного насоса, рисунок 2, изготавливается из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Выбор материала обусловлен условиями эксплуатации погружного насоса. Сталь данной марки, благодаря высокому содержанию хрома и никеля имеет повышенную стойкость в большинстве окислительных сред, в том числе в кислоте, в широком интервале концентраций и температур [2].

Погружной насос и, в частности, крыльчатка утрачивает работоспособность не из-за поломок, а вследствие изнашивания рабочих поверхностей деталей. Поэтому повышение износостойкости крыльчатки является одной из важных и актуальных проблем предприятий, занимающихся как изготовлением, так и ремонтом техники.



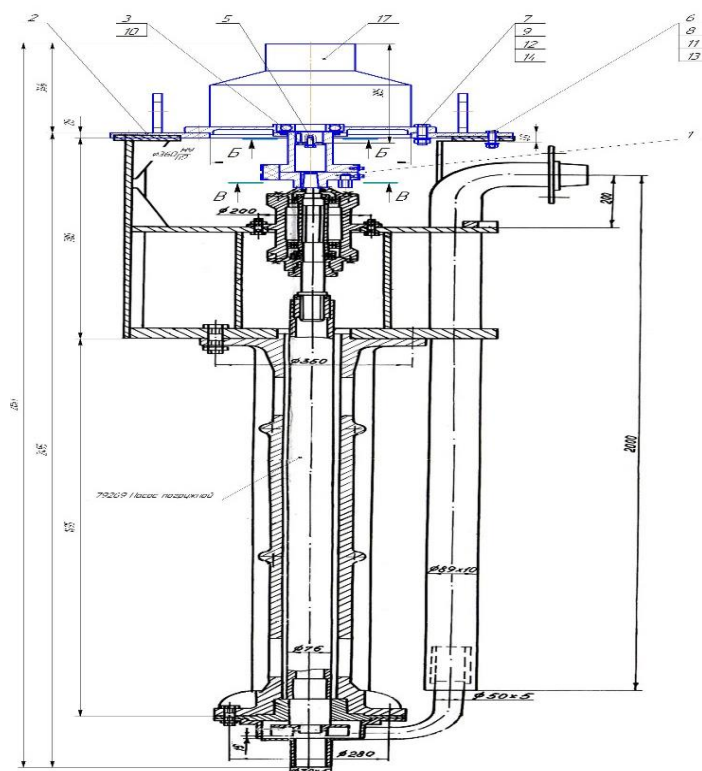


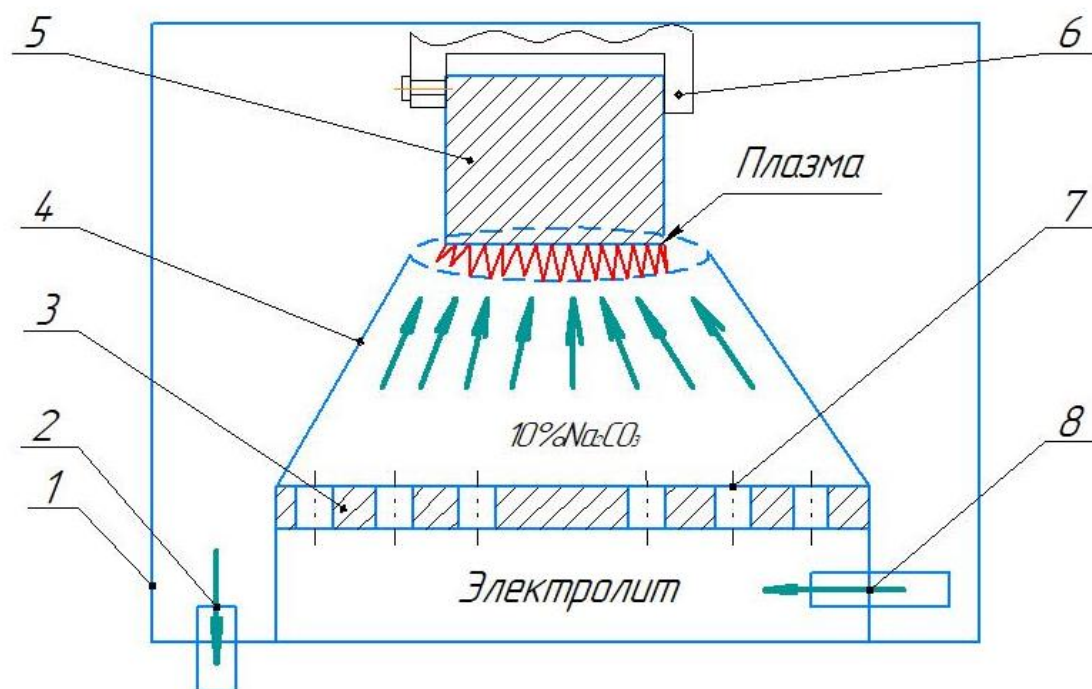
Рисунок 1 – Погружной насос для перекачки электролита металлургического производства



Рисунок 2 – Крыльчатка погружного насоса из стали 12Х18Н10Т подвергающейся абразивному и коррозионному износу

Для выполнения электролитно-плазменного упрочнения ЭПУ использовалась специально разработанная экспериментальная установка, рисунок 3, включающая диэлектрическую рабочую ванну 1, анод 3 в виде цилиндрической пластины с поперечными отверстиями 7 диаметром 2 мм [3]. Анод вставляется в конусное сопло 4, а в качестве катода 5 используется упрочняемый образец/деталь. Из резервуара через штуцер 8 в сопло 4 подается электролит - 10 %-ный раствор кальцинированной соды. В процессе обработки электролит обратной подачей возвращается в резервуар через трубку 2. При

подключении источника питания между катодом и жидким электролитом образуется парогазовая оболочка, которая сопровождается пленочным кипением [4]. В этот короткий промежуток времени составляющие компоненты электролита ионизируются, и возбуждается электролитная плазма. Температура плазмы значительно превышает температуру структурных фазовых превращений, и поэтому режимы электролитно-плазменной обработки мы определяли экспериментальным путем.



1 рабочая ванна; 2 трубка для обратной подачи электролита; 3 анодная пластина; 4 конусное сопло; 5 катод – образец/деталь; 6 механизм для зажима; 7 отверстия на аноде; 8 штуцер для подачи электролита

Рисунок 3 - Экспериментальная установка для выполнения исследования

На поперечном разрезе электролитно-плазменно обработанного образца наблюдается мелкозернистая пластинчатая структура тонкоигольчатого мартенситно-аустенитного класса, рисунок 4. Микроструктура к обработанной поверхности (снизу) характеризуется наличием темного слоя, структурно-фазовое превращение, которого образовалось под воздействием ионизированной высокой температуры плазмы [5].

Основные технологические параметры, как толщина упрочнения, микротвердость, износостойкость стали зависят от времени нагрева, времени закалки, количество циклов, и напряжения тока которые определяют температуру нагрева [6].

Установлено, что электролитно-плазменная обработка позволяет получить упрочненный слой толщиной 2000...2700 мкм, рисунок 5. Микротвердость на поперечном разрезе упрочненной зоны – мартенситной структуры составила 740...700 кгс/мм<sup>2</sup>.

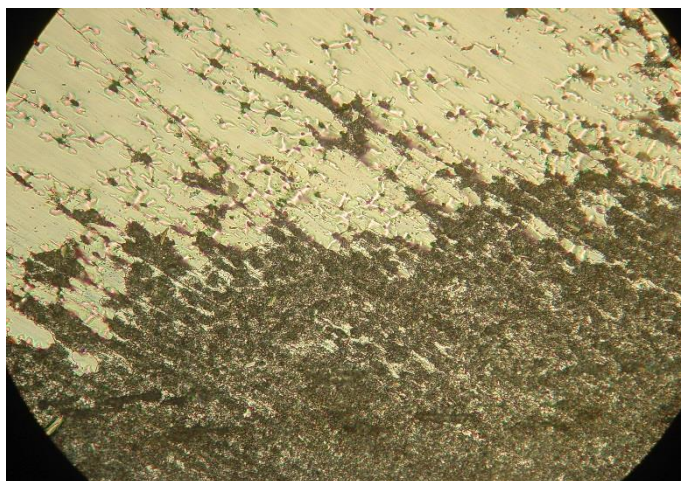


Рисунок 4 – Микроструктура стали после электролитно-плазменного упрочнения

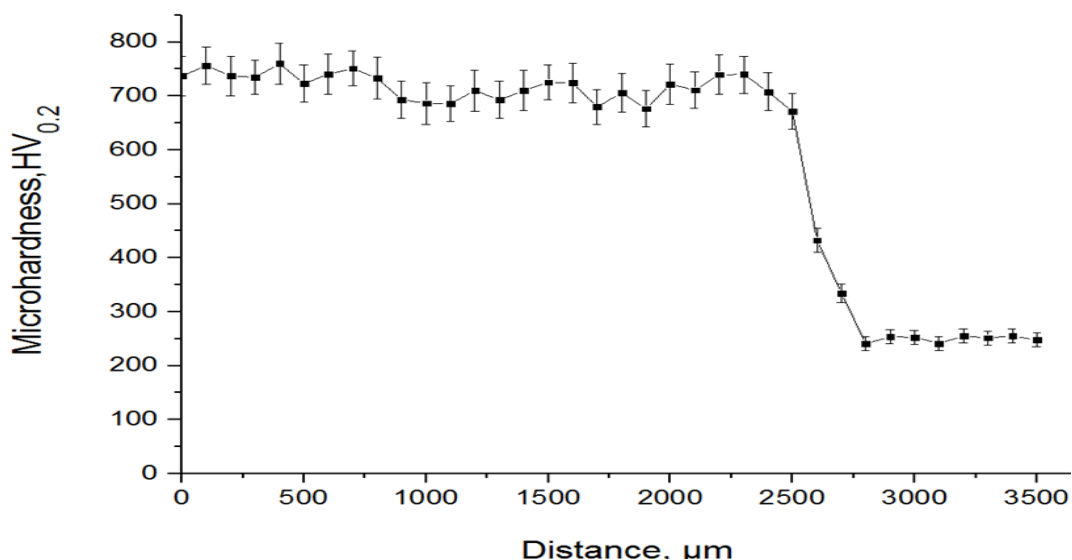


Рисунок 5 – Изменение микротвердости на поперечном разрезе стали после ЭПУ

Резкое падение микротвердости происходит на границе раздела термического воздействия и основного металла, где столь же резко изменяется структура и химический состав материала. Упрочнение характеризуется повышенной микротвердостью (~700 HV) по сравнению с основным металлом (~250 HV). Таким образом, исследуемая тема представляет научный интерес для упрочнения изнашиваемых деталей погружного насоса и требует дальнейшего исследования магистрантами.

Выводы:

1. Микроструктура после электролитно-плазменного упрочнения представляет мелкозернистую тонкоигольчатую структуру мартенситно-астенитного класса

2. При электролитно-плазменной обработке стали 12Х18Н10Т формируется упрочненный слой с более высокой микротвердостью, по сравнению с основным материалом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Комбаев К.К., Кылышканов М.К., Лопухов Ю.И. Влияние электролитно-плазменной обработки стали 18ХНЗМА-Ш на поверхностную микроструктуру и твердость // Журнал Сибирского федерального университета, серия «Техника и технологии». – Красноярск, 2009. - №2 (4). С. 394 – 399.

2. Комбаев К. К., Токтар Б. А. Инновации повышения микротвердости стали бурового долота электролитно-плазменной закалкой // Достижение вузовской науки 2018: сборник статей V Международного научно-исследовательского конкурса — г. Пенза, Россия: МЦНС «Наука и Просвещение».2018., с. 17-22.

3. К.К. Kombayev , L.I.Kveglis, S.E. Sandybay, A.T. Shokputova. Technology of electrolytium-plasma treatment of aluminum alloys // Journal “Scientific Israel- Technological Advantages” MATERIALS ENGINEERING & NEW TECHNOLOGIES Vol.20, № 1, 2018, p. 46-52.

4. Комбаев К. К., Ахмадиев Р. Б., Гридунов И. Д., Токтар Б. А. Установка для электролитно-плазменной обработки// Патент на ПМ (11) №7360, (19) KZ, (21) Номер заявки 2022/0537.2, (45) Номер и дата бюл-летеня № 32 - 12.08.2022, (51) МПК C25F 7/00,

<https://gosreestr.kazpatent.kz/Utilitymodel/Details?docNumber=359165>

5. Комбаев К.К., Камзин Д.С., Гридунов И. Д., А.Б.Касеновой, Елеманов Д.С., Конарбаева Г.Н. Локальная электролитно-плазменное упрочнение плашки обвязки колонн клиновых// Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), №2(69), Москва, 2022 г., с. 34-41. ISSN2079-13642022

6. Kuat Kombayev, Alina Kim, Gulden Syrainova. Strengthening the Working Surface of Low-Carbon Alloy Steel by Electrolyte-Plasma Treatment// International Conference on Science and Innovative Engineering (ICSIE) Istanbul, Turkey 2022, 6th - 7th May, p. 18-21. ISD-SIEISTAN-060522-22797, ISBN978-93-90150-32-8

ӘОЖ 62-843.6 : 62-681

Қайырхан Ш.А. (21-МТТ-2т(22) ШҚТУ), Муздыбаев М.С. (т.ғ.к., ШҚТУ), Мырзабекова Д.М. (ШҚТУ)

## ҚЫС КЕЗІНДЕ ІШТЕН ЖАНУ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫН ІСКЕ ҚОСУ ҮШІН ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ГАЗДАРДЫҢ ЖЫЛУЫН ПАЙДАЛАНУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

**Аңдатпа.** Көлік техникасын қыс мезгілінде гаражсыз сақтау кезінде іштен жану қозғалтқыштарын (ІЖҚ) іске қосу проблемасы орын алады. ІЖҚ-ын іске қосу көбінесе көп уақытты және энергияны қажет етеді. Бұл ретте техниканың желіге шығу кестесінің, сондай-ақ қалалар мен елді мекендердегі тұрақты көлік процесінің бұзылу ықтималдығы туындайды. ІЖҚ-ның тұрақты іске қосылуын қамтамасыз ету үшін қондырғының жылу дайындау әдістерін және оның алдыңғы жұмысынан жылуды пайдалануды талдау қажет. Пайдаланылған газдардың жылу энергиясын жинақтаудың техникалық құрылғыларын кейіннен іске қосу үшін ІЖҚ-ын дайындау кезінде пайдалану тиімді болып көрінеді. Осы мақала қыс кезінде ІЖҚ-ын іске қосу үшін пайдаланылған газдардың жылуын пайдалану әдістерін зерттеуге арналған.

**Түйін сөздер.** Өздігінен жүретін машиналар, трактор, шынжыр табанды қозғалтқыш, тозуға төзімділік, жұмысқа қабілеттілік.

*Зерттеудің өзектілігі.* Қыс кезінде көлік техникасын пайдаланудың өзекті мәселесі оларды гаражсыз сақтағанда ІЖҚ-ын іске қосу мәселесі болып табылады. Оның өзектілігі қатал климат аймағына жататын Қазақстанның солтүстік және шығыс өңірлері аумағының климаттық және географиялық ерекшеліктерінен туындайды. Елдің солтүстік және солтүстік-шығыс аудандарында қоршаған ортаның төмен температурасы жағдайында аязды күндердің ұзақтығы жылына 220 күнге дейін жетеді, ал орташа тәуліктік температурасы  $-15^{\circ}\text{C}$ -тан төмен жылдық күндердің орташа саны 100 күннен асады. Бұл аудандардағы температураның абсолютті жылдық минимумдары  $-48^{\circ}\text{C}$ . Қарастырылып отырған мәселе автомобиль техникасын қыста пайдалану процесінде туындайтын ең күрделі мәселелердің бірі болып табылады. Көбінесе оның әлеуметтік маңызы бар. Көлік техникасын қыста пайдаланған кезде ІЖҚ-ын іске қосу ұзақ уақытқа созылатын ауыр шара болғандықтан, техниканың желіге шығу кестесінің бұзылуы, сондай-ақ қалалар мен елді мекендердегі тұрақты көлік процесінің бұзылуы мүмкін.

Жоғарыда айтылғандар қыс кезінде ІЖҚ-ын іске қосуды қамтамасыз ету мәселесіне деген қызығушылықты түсіндіреді. ІЖҚ-ын жылулық дайындаудың тиімді әдістерін әзірлеудің және оны тұрақты іске қосу үшін алдыңғы жұмыстан жылуды пайдаланудың маңыздылығын анықтайды.

*Зерттеу нысаны* - автотракторлы дизельді ІЖҚ-ы және оны қоршаған ортаның төмен температурасы жағдайында іске қосу.

*Зерттеу пәні* - ІЖҚ-ын жылулық дайындау және оны тұрақты іске қосу үшін алдыңғы жұмыстан жылуды пайдалану әдістері.

*Зерттеудің мақсаты* - жылу жинақтаушы құрылғыларға (ЖЖҚ) негізделген борттық энергетикалық жүйелерді қолдана отырып, алдыңғы

жұмыстан жылуды пайдалану арқылы іштен жану қозғалтқышын тұрақты іске қосу әдісін әзірлеу.

*Зерттеу міндеттері.* Жұмыстың мақсатына жету үшін келесі міндеттер шешілді:

1. Автотракторлы дизельді қозғалтқыштың жұмыс процесінің ерекшеліктеріне және олардың қоршаған ортаның төмен температурасында жұмыс істеуіне теориялық талдау жасау.

2. Дизельді ІЖҚ-ның пайдаланылған газдары мен салқындатқыш сұйықтығынан шығатын жылуды жинақтаудың теориялық негіздерін зерттеу.

3. Жылу жинақтаушы құрылғылары бар автотракторлы дизельді қозғалтқыштардың іске қосу алдындағы жылу дайындау жүйелерінің жұмыс істеуінің математикалық моделін әзірлеу.

4. Жылу жинақтаушы құрылғылары бар автомобиль дизельдерін іске қосу алдындағы жылу дайындау жүйелерін есептеу әдістемесін әзірлеу.

5. КамАЗ-740.08 қозғалтқышына қатысты әзірленген әдістеме бойынша есептеуді орындау.

*Практикалық маңыздылығы.* Егер жылу дайындау әдістерін қозғалтқышты жылыту немесе оны ауысымдар арасындағы сақтау кезінде жылыту бойынша қарастыратын болсақ, онда, әдетте, сыртқы жылу көздерін пайдалану әдістері қарастырылады. Бұл тиімді болуы мүмкін, бірақ пайдаланылған жылу энергетикалық ресурстардың қосымша шығыны міндетті түрде пайда болады. Жылу көзі ретінде жылу жинайтын құрылғылар болған кезде басқадай болады. Олардың жұмыс принципі қысқа мерзімде сақтау үшін тоқтағанға дейін жұмыс істегенде іштен жану қозғалтқышынан бөлінетін жылуды сіңіруге негізделген. Содан кейін жылу жинайтын құрылғыларда жинақталған жылу ІЖҚ-ын іске қосуға дайындау үшін қолданылады. Бұл жағдайда пайдаланылатын жылу энергетикалық ресурстардың қосымша шығыны алынып тасталады.

*Зерттеу мәселесінің жай-күйін талдау.* Көлік техникасын гаражсыз сақтаған кезде оны қоршаған ортаның төмен температурасында іске қосу проблемасына [1-3] жұмыстар арналған. Бұл мәселеге тән аспектілерге мыналар жатады: ІЖҚ-ын іске қосудың қиындығы иінді біліктің іске қосу жиілігінің жеткіліксіздігінен, қоспаның пайда болу жағдайларының нашарлауынан және қоспаның тұтануынан туындайды. Атап айтқанда, дизельді қозғалтқыштар үшін бұған мотор майының тұтқырлығының жоғарылауы, аккумулятордың іске қосу тогының төмендеуі, тұтқырлықтың жоғарылауы және дизель отынының булануының төмендеуі айтарлықтай әсер етеді. Бұл қиындықтардың негізгі себебі қоршаған орта температурасының төмендеуі болып табылады. Сонымен қатар, бұл сорулатын ауаның, салқындатқыштың және ІЖҚ-ның бөлшектерінің температурасына әсер етеді.

*Шығатын жылуды жинақтаудың теориялық негіздері.* Қоршаған ауаның төмен температурасы жағдайында газ алмасу, қысу және жану процестерінің ағымы стандартты климаттық жағдайларда олардың ағымынан айтарлықтай ерекшеленеді, нәтижесінде осы процестердің сипаттамалық параметрлері өзгереді.

Қоршаған ауаның температурасы төмендеген кезде толтыру соңында заряд температурасы төмендейді, нәтижесінде қысу соңында температура төмендейді.

Қоршаған ауаның төмен температурасындағы ең маңызды өзгерістер жану процесіне ұшырайды. Температура төмендеген кезде дизель цилиндріндегі тотығу химиялық реакциясының жылдамдығы ондаған есе азаяды, ал өздігінен тұтанудың кешігу кезеңі иінді біліктің айналу уақыты мен бұрышы бойынша артады. Бұл жағдайда цилиндрдің салмағын жана зарядпен толтырудың жоғарылауымен оның тығыздығының артуына байланысты асқын ауа коэффициентінің өсуі байқалады.

Қоршаған ауаның төмен температурасының әсерінен автотракторлық дизель жүйелері мен механизмдерінің жұмыс істеуі стандартты климаттық жағдайлардан өзгешеленетін ерекшеліктерге ие болады. Мысалы, дизельді салқындату жүйесінің жұмысына төмен температураның теріс әсерінің негізгі көрінісі оның жылу режимінің айтарлықтай төмендеуі болып табылады. Нәтижесінде жанармайдың жану процесінде шайырлы және тотықтырғыш заттар пайда болып, қатты күйе түзіледі, коррозия іздері пайда болады және цилиндр-піспек тобының бөлшектерінің қарқынды тозуы болады [1, 2].

Қазіргі уақытта жылуды жинақтаудың келесі әдістері белгілі: а) айқын жылуды жинақтау; б) фазалық ауысулардың жасырын жылуын жинақтау; в) жылуды химиялық жинақтау [3].

Айқын жылуды жинақтау оны қыздыру кезінде қатты немесе сұйық жылу жинақтаушы материалдың жылу сыйымдылығын пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Бұл жинақтау әдісі өндірістің әртүрлі салаларында кең таралған және кеңінен қолданылады. Бұл негізінен арзан табиғи жылу жинайтын материалдарды және қарапайым, дәлелденген техникалық шешімдерді қолдануға байланысты. Жылуды жинақтаудың қарастырылып отырған әдісінің ерекшеліктері жылу аккумуляторынан шығатын жылу тасымалдағыш температурасының уақыт бойынша өзгеруіне байланысты жұмыс процесінің бейзотермиялығы және жылу аккумуляторының қолайлы массогобариттік көрсеткіштерін қамтамасыз ету мақсатында жылу жинақтаушы материалдың жоғары (1500 К-ден астам) бастапқы температурасына қол жеткізу қажеттілігі болып табылады.

Жылуды жинақтаудың екінші әдісі қайтымды фазалық түрлендірулердің жасырын жылуын қолдану арқылы жүзеге асырылады, мысалы, балқу-кристалдану, айналдыру-сублимация немесе булану-конденсация. Қазіргі уақытта ең үлкен практикалық қызығушылық балқу-кристалдану фазалық ауысуын жүзеге асыратын фазалық ауысудың жылу батареялары болып табылады. Олардың артықшылығы – температураның шамалы айырмашылықтарын пайдалану кезінде сақталатын энергияның жоғары тығыздығын қамтамасыз ету, фазалық ауысудың жылу батареяларының шығысында салқындатқыштың тұрақты температурасын алу мүмкіндігі және батареяның жылу жинақтау көлемінде салыстырмалы түрде төмен қысым жасау. Булану-конденсация фазалық ауысуы газ тәрізді фазаның төмен көлемді энергия сыйымдылығына байланысты іс жүзінде жүзеге асырылмады.

Үшінші әдіс - жылуды химиялық жинақтау - қайтымды химиялық реакциялардың энергиясын пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Бұл жағдайда жылу химиялық энергияға айналады. Жылуды химиялық жинақтаудың артықшылығы оны ысырапсыз сақтаудың ұзақ мерзімділігі, бастапқы температурадан жоғары температурада сақталған жылуды көбейту қабілеті және реакция өнімдерін кейіннен қажетті жерде жылуды босату арқылы тасымалдау мүмкіндігі болып табылады. Жинақтаудың осы әдісін жүзеге асыратын жылу батареялары негізінен аз қуатты электр қондырғыларының бөлігі ретінде қолданылады және одан да күрделі құрылымдық шешімдерді қажет етеді.

Салыстырмалы түрде қарапайым және ықшам жылу жинайтын жабдықты қолдануды қажет ететін көптеген энергетикалық жүйелер үшін балқу-кристалдану қайтымды фазалық ауысудың жылуын қолдану ең перспективалы болып табылады. Бұл тұжырым әлемдік тәжірибеде балқу-кристалдану фазалық ауысудың жылу аккумуляторын адам өмірінің көптеген салаларына енгізудің қалыптасқан тенденциясына сәйкес келеді, жобалау кезінде бұл фазалық түрлендіру термодинамикалық шартты құбылыстармен - изотермиядан ауытқумен және артық салқындатумен бірге жүретінін ескеру қажет.

Автотракторлы дизельдің жылу балансын талдау пайдаланылмаған жылу шығындарындағы "резервтерді" анықтауға мүмкіндік береді. Дизель жылуының едәуір мөлшері пайдаланылған газдармен тасымалданатыны белгілі (стандартты климаттық жағдайларда 40-45% дейін) және салқындату жүйесімен шығарылады (сол жағдайларда 35% дейін). Демек, ІЖҚ жеткіліксіз пайдаланылған және қоршаған ортаға шығарылатын жылудың айтарлықтай энергетикалық әлеуетіне ие деген қорытынды жасауға болады.

Қазіргі заманғы автомобильдерде пайдаланылған газдар мен салқындатқыш сұйықтықтардың жылуы әр түрлі қажеттіліктер үшін ішінара жойылады. Мысалы, салқындатқыш сұйықтықтың жылуы автокөлік құралдарының кабиналары мен жолаушылар салондарын жылыту үшін кеңінен қолданылады. Автокөлікті әртүрлі климаттық жағдайларда күрделі техникалық жүйе ретінде пайдалану оның техникалық және экологиялық қауіпсіздігін арттыратын жаңа техникалық шешімдерді іздеуді талап етеді. Автокөлік құралдарының жұмыс істеу процесінде туындайтын көптеген проблемаларды талдау оларды тек кәдеге жарату арқылы ғана емес, сонымен қатар пайдаланылған газдар мен дизельдердің салқындатқыш сұйықтығының қалдық жылуын жинақтау арқылы шешудің ғылыми идеясын ұсынды.

Ұсынылып отырған ғылыми тұжырымдаманың мәні мынада: пайдаланылған газдар мен автотракторлық дизельдердің салқындатқыш сұйықтығының қалдық жылуы кәдеге жаратылып қана қоймай, оны автокөлік құралдарының техникалық-экологиялық қауіпсіздігін арттыру үшін одан әрі пайдалану мақсатында арнайы борттық құрылғыларда - жылу аккумуляторларында жинақталады.

Қазіргі заманғы автомобильдер негізгі қондырғылар мен механизмдердің "тығыз" орналасуымен сипатталады, сондықтан бортқа жылу аккумуляторын орналастыру тұрғысынан соңғысының массалық көрсеткіштері айтарлықтай маңызды болып табылады. Фазалық ауысудың жылу батареялары жылудың көп



мөлшерін салыстырмалы түрде аз жылу жинақтайтын көлемде сақтауға мүмкіндік беретіндіктен, олар автокөлік құралдары үшін ең қолайлы болып табылады.

Фазалық ауысудың жылу аккумуляторлары - бұл пайдаланылған газдардың және (немесе) іштен жану қозғалтқышының салқындатқыш сұйықтығының жылуын жылу тасымалдағышпен фазалық ауысудың жылу батареяларымен жылу алмасу арқылы жинайтын, балқу-кристалдану қайтымды фазалық ауысудан өтетін жылу алмасу аппараты, оны ұзақ уақыт сақтайды және болашақта тұтынушыға береді.

*Қорытынды.* Фазалық ауысудың борттық жылу аккумуляторларын пайдалану үшін ең перспективалы заттар тұздар мен негіздердің кристалды гидраттары, органикалық заттар, тұздар мен қоспалар, сондай-ақ осы қосылыстардың әртүрлі қоспалары болып табылатыны анықталды. Фазалық ауысудың жылу аккумуляторын таңдаудың әзірленген әдістемесі қарастырылып отырған заттардың бастапқы қабылданған нұсқаларын дәйекті түрде алып тастау қағидаты бойынша құрылған. Сонымен қатар, әдістеменің әр кезеңінде оларға қойылатын талаптарға төтеп берген фазалық ауысудың жылу батареясы таңдалады. Фазалық ауысудың жылу аккумуляторы ретінде артық салқындатылған сұйықтықтарды қолдану мүмкіндігін бағалау бойынша жүргізілген зерттеулер осы ғылыми бағыттың өте перспективалы екенін растады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Арсенюк С.А., Вохмин Д.М. Снижение пускового износа автомобильных двигателей при тепловой подготовке масла в условиях низких температур / Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Международной научно-технической конференции (18 апреля 2019 года). – Тюмень : ТИУ, 2019. – С. 8-12. ISBN 978-5-9961-1950-9
2. Кузнецов А.В., Яценко А.С. Влияние различных условий эксплуатации на основные параметры двигателя грузового автомобиля / Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Международной научно-технической конференции (18 апреля 2019 года). – Тюмень : ТИУ, 2019. – С. 178-181. ISBN 978-5-9961-1950-9
3. Шульгин, В.В. Теория и практика применения в автотранспортных средствах тепловых аккумуляторов фазового перехода: автореф. дис. ... док. техн. наук: 05.22.10 / Шульгин Василий Валентинович. – СПб., 2005. – 48 с.

ӘОЖ 629.113

Қыдырмолдаев Ә.Б. (22- МТТ-2т, ВКТУ), Муздыбаева А.С., (к.т.н., ШҚТУ)

## КӨЛІК ТЕХНИКАСЫН ЖАРЫҚТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІ ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ ЖҰМЫСҚА ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ТӘСІЛДЕРІН ЗЕРТТЕУ

**Андатпа.** Мақалада лазерлік фаралардың құрылғысы және болашағы сипатталған мұндай жарықтандыру жүйелерін көлік құралдарында қолданады. Мұндай жарықтандыру жүйелері қоршаған ортаға қауіп төндірмейді. Лазерлік фараларды қолданудың артықшылықтары анықталды. Автокөліктің алдында жақсы жасанды жарықтандыру әрқашан жол қауіпсіздігі талаптарының бірі болды. Автокөлік фаралары керосин мен ацетиленнен заманауи жоғары тиімді жарықтандыру жүйелеріне айналды. Қазіргі уақытта автомобильдердің көпшілігінде галогендік фаралар бар, олар әдеттегі шамдарға қарағанда тиімдірек.

**Түйін сөздер:** жарықтандыру тиімділігі, жарық көздері, технология дисперсиялар, арнайы дизайн рефлекторлары.

Бұл тақырыптың өзектілігі айқын, өйткені қазіргі уақытта борттық автомобиль электроникасын дамыту ауқымды. Бұл дамудың негізгі идеясы- жүргізушінің шаршауын азайту, жайлылық пен қауіпсіздікті арттыру және мұндай жүйелерді жүргізушісіз көлік құралдарында пайдалану мақсатында көлік құралының құрамдас бөліктерін басқарудағы адамның рөлі. Росстаттың соңғы мәліметтері бойынша, тәуліктің осы уақытында кептеліс күндізгіден 80 пайызға аз болғанына қарамастан, өлімге әкелетін жазатайым оқиғалардың 40 пайыздан астамы түнде болады. Және бұл таңқаларлық емес. Көрнекі түрде жүргізуші жол қозғалысы туралы барлық қажетті ақпараттың 90 пайызын қабылдайды. Ғылыми зерттеулер көрсеткендей, бұл көрсеткіш түнде нашар көріну жағдайында 4% - ға дейін төмендейді, бейімделетін алдыңғы жарықтандыру жүйесі нашар көріну жағдайында, әсіресе күзде және қыста қауіпсіздікті арттырады. Осылайша, жаңа фараларды пайдалану жүргізушіге көліктің қисығын мұқият қадағалап, жолда жақсы жүруге мүмкіндік береді. Автоматты көлбеу фаралар көшедегі жарықтандыруды қозғалыс бағытында шамамен 50 пайызға жақсартады. Әлбетте, одан да тиімдірек құрылғылардың осы түрін жасаудың шұғыл қажеттілігі бар, сондықтан жүк емес көліктер үшін фараларды автоматты түрде реттеу үшін микроконтроллер жүйелерін құру және оларды BPS жүйесінде пайдалану бойынша ұсыныстар жасау қажет. Сонымен қатар, фараларда газ разрядты шамдар орнатылған автомобильдер көбейіп келеді, олар соңғы уақытқа дейін тек өкілдік класты автомобильдерге орнатылды. Соңғы жылдары рефлектордың пішіні мен фараларды өндіру технологиясы айтарлықтай өзгерді. Разрядты шам проекторында жарық көзі кварц шыны шамының ішінде орналасқан екі электрод арасында өтетін электр разряды болып табылады. Колбада инертті ксенон газы мен металл галогенінің қоспасы бар. Мұндай фаралар көбінесе ксенон деп аталады. Жоғары қарқынды жарықтандыру (HID) төмен қуат көзін қамтамасыз етеді.

Практикалық маңыздылығы автокөлікті жарықтандыру қауіпсіздіктің кепілі

болып табылады және жол-көлік оқиғаларының алдын алуға көмектеседі. Автокөлік жарығы-белсенді қауіпсіздіктің маңызды элементтерінің бірі жарқын күн шуақты күнде жолдың көлденең және түзу бөлігіндегі шағын көлік бір жарым шақырым ішінде көрінеді. Төмен жарық шамдары бұл қашықтықты мың метрге арттырады.

Автокөлікті жарықтандыруда барлық компоненттер маңызды: жақын, алыс жарық, жалпы шамдар, бұрылыс сигналдары, тежегіш шамдары, күндізгі жарық шамдары (бар болса), тұманға қарсы. Өйткені, сіз өзіңізді жақсы көріп қана қоймай, көлік құралын жол қозғалысының басқа қатысушылары — жүргізушілер де, жаяу жүргіншілер де көруі керек.

Жұмыстың мақсаты көлік техникасын жарықтандыру жүйесі элементтерінің жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіру және туындаған ақауларды уақтылы жою болып табылады.

Зерттеу міндеттері:

- көлік техникасын жарықтандыру жүйесін қамтамасыз ету бойынша бұрын зерттелген талдауды орындау

- көлік құралдарын қамтамасыз ету жүйесінің математикалық моделін әзірлеу.

Зерттеу әдістемесі мен әдістері. Жұмысты орындау кезінде машиналардың сенімділігі теориясының ережелері, эксперименттік деректерді Математикалық талдау және статистикалық өңдеу әдістері, эксперименттік деректерді корреляциялық-регрессиялық талдау, көлік техникасын жарықтандыру жүйесінің диагностикалық параметрлерінің ағымдағы мәндерінің оның жұмыс істеу ықтималдығына әсерін математикалық модельдеу қолданылды.

Көлік техникасын жарықтандыру жүйесін қамтамасыз ету бойынша бұрын зерттелген талдауды орындау.

Автокөлік шамдары әдетте келесі негізгі түйіндерден тұрады: оптикалық элемент, корпус және электр энергиясын беретін элементтер. Жарық құрылғысының негізгі түйіні әдетте қыздыру шамынан, рефлектордан және диффузордан тұратын оптикалық элемент болып табылады. Бұл электр энергиясының сәулеленуге айналуын қамтамасыз ететін, жарық ағынын қажетті бағытта шоғырландыратын және қайта бөлетін оптикалық элемент. Бұл келесідей болады. Рефлектордың бетіне түскен шамның жарық ағыны онымен шоғырланып, диффузорға бағытталады. Диффузор сәулелік энергияны қайта бөледі және белгілі бір аспаптың функцияларына байланысты белгілі бір бағытта күшейтілген немесе әлсіреген жарық ағынын құрайды.

Жарық аспаптарында қолданылатын шамдар өздерінің энергетикалық сипаттамалары (қуаты, жарық ағыны) бойынша да, құрылымдық параметрлері бойынша да (жертөле түрі, жіптердің өлшемдері мен орналасуы) қатаң реттеледі. Шамдарға мұндай қатаң көзқарас осы жарық құрылғысына тек дизайнмен қамтамасыз етілген шамды орнатуды қамтамасыз етеді.

Шамның жарық ағынының концентрациясы үшін дәстүрлі болып табылады параболалық рефлектор, оның геометриясы оптикалық ось деп аталатын симметрия осінің айналасында параболаның айналуынан пайда болған дене. Егер нүктелік жарық көзі идеалды рефлектордың фокусына орналастырылса,

онда оның бетіне түсетін сәулелер одан шағылысып, оптикалық оське параллель бағытталған тар сәулені құрайды. Рефлектор көздің жарық ағынының дене бұрышында орналасқан бөлігін ғана шоғырландырады. Рефлекторға түспеген көздің жарық ағынының бөлігі тікелей сәулелер деп аталады. Олар өте дивергентті сәулемен жүреді, оның көп бөлігі қажетті жарықтандыруды жасау тұрғысынан пайдасыз. Кейбір жағдайларда олар зиянды әсер етеді, өйткені олар жағымсыз бағытқа бағытталған. Сондықтан кейбір жарық құрылғыларында тікелей сәулелер қорғалған.

Автокөлікті жарықтандырудың негізгі мақсаттары: қараңғы түскеннен кейін жол жамылғысы мен кеңістікті жарықтандыруды қамтамасыз ету. Көлік құралын, оның өлшемдерін және жол қозғалысының басқа қатысушылары үшін тәуліктің қараңғы және жарық уақытында белгілеу. Жол қозғалысының басқа қатысушыларына жүргізушінің қозғалыс жылдамдығын немесе бағытын өзгерту ниеті туралы ескерту. Автокөліктің бас жарықтандыруының негізгі элементтері фаралар болып табылады-көлік құралында қолданылатын және жолды жарықтандыру үшін қолданылатын электрлік жарықтандыру құрылғысы. Арнайы техникада жұмыс орнын жарықтандыру үшін пайдалануға болады.

Жарық құрылғыларының дұрыс орнатылмауы, оларды дұрыс орнатпау, реттеу және қосу нәтижесінде ақаулы болуы мүмкін. Дұрыс емес реттеу-бұл негізінен жарықтандыру құрылғыларының дұрыс жұмыс істемеуі: алыс, жақын және тұманға қарсы шамдар, сондай-ақ кері фаралар. Бұл жағдайда жарық сәулеленуінің қарқындылығы қалаулы және қалаусыз бағытта өзгереді. Атап айтқанда, егер жолға жақын жарық сәулесінің көлбеуі белгіленгеннен көп болса, қарсы жүру жағдайлары жақсарады (фаралар аз соқыр болады), бірақ сонымен бірге жақын және алыс жарықта көріну қашықтығы азаяды. Егер бұл бұрыш тағайындалғаннан аз болса, онда әсер керісінше болады. Сәуленің оңға ауытқуы жол жиегіндегі жарықтандыруды жақсартады және соқыр әсерді азайтады, бірақ сонымен бірге фараның барлық жұмыс режимдерінде жолдағы кедергілердің көріну ауқымын азайтады. Сәуле солға қарай жылжыған кезде диапазон жақсарады, бірақ фараның соқыр әсері аз жарықта және нашарлағанда айтарлықтай артады.

Көлік құралдарын қамтамасыз ету жүйесінің математикалық моделін әзірлеу.

Бірақ белгілі бір нюанстар бар, олар сізді жинау линзалары бар автомобильдің бас шамдарын орнату туралы ойлануға мәжбүр етеді. Мұндай фаралардың өлшемдері анағұрлым маңызды, ал егер коммерциялық жүк көлігі үшін бұл проблема болмаса, онда кішігірім машиналар үшін бұл қиын. Сонымен қатар, мұндай фараларды орнату, ауыстыру кезінде сізге үлкен кәсібилік қажет. Кішкене ауытқу оптиканың дұрыс жұмыс істемеуіне әкелуі мүмкін. Ықтимал проблемалардың қатарына әйнектің тұманы, тіпті қарсы келе жатқан көлік жүргізушілерінің соқырлығы жатады.

Одан да күрделі конструктивті, орнату кезінде талап етілетін, бірақ автомобиль иелеріне ыңғайлы, машинаның айналу бағытында жарықты бағыттайтын бейімделгіш фаралар. Сонымен қатар, көлденең ғана емес, сонымен қатар тік бағыт та ескеріледі. Бұл джиптер, Карьер самосвалдары және жолсыз, таулы жерлерде қозғалатын басқа техникалар үшін құнды.

Нақты рефлектор идеалды параболоидтың пішінінен шамалы ауытқуларға ие, ал жіп кішкентай болса да, соңғы өлшемдерге ие. Сондықтан іс жүзінде шағылысқан жарық мг дене бұрышы бар әлсіз дивергентті сәуле түрінде болады. Шамның жарық ағыны шағылысқаннан кейін таралатын соғ-ның дене бұрышынан едәуір үлкен дене бұрышында таралатындықтан, шағылысқан жарықтың күші шамның жіпшесінің Жарық күшінен бірнеше есе көп.

Шағылысқан жарық ағыны ақырында диффузорды құрайды. Диффузорлар оптикалық мөлдір материалдан жасалған. Жарық ағынының қалыптасуы оның ішкі бетінде жасалған сынғыш элементтермен жүзеге асырылады. Сыну элементтері мыналар болуы мүмкін: бір жазықтықта сәуленің шашырауын және оның екінші жазықтықта айналуын қамтамасыз ететін цилиндрлік линзалар; Екі жазықтықта да сәулені шашырататын сфералық линзалар; өзара перпендикуляр жазықтықтарда әртүрлі шашырау бұрыштарын алуға мүмкіндік беретін эллипсоидты линзалар; жарық ағынының бір бөлігінің бағытын өзгертуге қол жеткізетін призмалар; сәуленің бір бөлігінің бағытын өзгерткен кезде жарық сәулесін шашырататын линзопризмалар.

Диффузор тағы бір маңызды функцияны орындайды. Ол рефлектордың жұмыс бетін оның функционалдық сипаттамаларын нашарлатуы мүмкін әртүрлі сыртқы әсерлерден қорғайды.

Кейбір жағдайларда жарық құрылғысының қажетті сипаттамасына шағылыстырғышты немесе диффузорды қолданбай қол жеткізіледі. Сонымен, жалпы шамдар мен бұрылыс сигналдарының бүйірлік қайталағыштары шағылыстырғыштарсыз жасалады. Бұл құрылғыларда қажетті жарық тарату бір диффузормен қамтамасыз етіледі. Оларды ыстыққа төзімді пластиктен жасау кезінде алуға болатын күрделі пішінді рефлекторлар жарық ағынының концентрациясын және оның бағыттар бойынша таралуын қамтамасыз етеді.

Фараның максималды тиімділігіне оны реттеу бойынша белгіленген ұсыныстар орындалған жағдайда ғана қол жеткізуге болады. Фаралардың жарығын реттеу тәртібі жоғарыда сипатталған. Сондай-ақ, фараның диффузорының бұлыңғырлануы немесе жарылуы ақау болып саналады. Автокөліктің бас жарықтандыруындағы ең көп таралған ақаулық-блок - фаралар-шамдардың жарықтандыру элементтерінің істен шығуы. Жанып кеткен шам жөнделмейді және ауыстырылады.

Көлік техникасын жарықтандыру жүйесінің жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз етудің технологиялық процестері тиімсіз жүргізіледі, бұл автомобильдің техникалық жай-күйіне оның беріктігі мен қауіпсіздігіне теріс әсер етеді, технологиялық процестердің тиімділігін бағалай отырып, технологияларды жаңғырту мен жетілдірудің маңыздылығын, өндіріске кез келген уақытта автомобильге сапалы жөндеу мен диагностика жүргізуге қабілетті перспективалы технологиялық процестерді жедел енгізуді атап өткен жөн. Реферат материалында қазіргі жағдайдың негізгі аспектілері және автомобильдің жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз етудің технологиялық процестерінің даму перспективалары келтірілген.

Техника қауіпсіздігі.

Қазіргі заманғы автомобильдердің электр жабдықтары жоғары

тармақталған тізбектің элементтері болып табылатын көптеген күрделі құрылғыларды қамтиды. Автокөлікті электрмен жөндеу жұмыстары электр қуатымен жұмыс істейтін кез келген басқа жабдықпен жұмыс істеу сияқты күрделі және жауапты. Автомобиль электр жүйесінің жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру жөніндегі операцияларды орындауға тек арнайы оқытылған және қауіпсіздік техникасы бойынша нұсқаулықтан өткен адамдар ғана рұқсат алады.

Көлік құралдарын пайдалану кезінде жарықтандыру құрылғыларының техникалық көрсеткіштері нашарлайды. Бұл діріл әсерінен фараларды реттеудің бұзылуына, суспензияның қаттылығының өзгеруіне, рефлекторлар мен диффузорлардың жұмыс беттерінің ластануынан туындаған аспаптардың Жарық сипаттамаларының нашарлауына, диффузор беттерінің абразивті тозуына, контактілер эрозиясынан туындаған тізбектегі кернеудің төмендеуіне байланысты жарық көздерінің жарық ағынының төмендеуіне байланысты. Жарық аспаптарының көрсеткіштерінің нашарлауы жол-көлік оқиғаларының ұлғаюына әкеледі.

Қорыта келе жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз етудің технологиялық процестерін жетілдірудің болашағы оны дәлірек, қолдануға оңай, ресурстарды үнемдеу мақсатында технологиялық жабдықты жетілдіру ғана емес. Перспективаларға ғылыми базаны жетілдіру, осы саладағы мамандардың білім деңгейін арттыру жатады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Кузнецов, Е. С. автомобильдерді техникалық пайдалану: жоғары оқу орындарына арналған оқулық. 4-ші басылым. және қосымша [Мәтін] / Е. С.Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов. – М.: Ғылым, 2001. - 535 б.
2. Газарян, а. а. автомобильдерге техникалық қызмет көрсету [Мәтін] / А. А. Газарян. - 2-ші басылым., қайта өңдеу. және қосымша-М.: Үшінші Рим, 2000. – 272 б.
3. ГОСТ 18322-78 техникалық қызмет көрсету және жөндеу жүйесі. [Мәтін]. - Кіріспе. 1978-01-01. – М.: Басылым. - стандарттарға, 1978. – 21 б.

УДК 669.017

Лукьянова П. (21-ТМ-1, ВКТУ), Кабдуллина Д.С. (ВКТУ)

## ВЛИЯНИЕ ВОЗВРАТА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ДЕФОРМИРОВАННОГО МЕТАЛЛА

**Аннотация.** При повышении температуры металла в процессе нагрева после пластической деформации диффузия атомов увеличивается и начинают действовать процессы разупрочнения, приводящие металл в более равновесное состояние - возврат и рекристаллизация. Возврат. Небольшой нагрев вызывает ускорение движения атомов, снижение плотности дислокаций, устранение внутренних напряжений и восстановление кристаллической решетки. Процесс частичного разупрочнения и восстановления свойств называется отдыхом (первая стадия возврата). Возврат уменьшает искажение кристаллической решетки, но не влияет на размеры и форму зерен и не препятствует образованию текстуры деформации.

**Ключевые слова:** Металл, нагрев, деформация, возврат, температура, рекристаллизация.

Состояние металла, возникающее в результате пластической деформации (наклепа) при повышенных температурах неустойчивое. Деформированный металл находится в неравновесном состоянии. Переход к равновесному состоянию связан с уменьшением искажений в кристаллической решетке, снятием напряжений, что определяется возможностью перемещения атомов.

При обычной температуре подвижность атомов для самостоятельной перестройки структуры недостаточна и металл сохраняет свойства наклепанного состояния продолжительное время без изменений.

При нагреве в пластически деформированном металле происходят следующие процессы: возврат или отдых, первичная рекристаллизация или рекристаллизация обработки и собирательная или вторичная рекристаллизация.

Возврат наблюдается при нагреве металла до невысокой температуры. При повышении температуры металла в процессе нагрева после пластической деформации диффузия атомов увеличивается и начинают действовать процессы разупрочнения, приводящие металл в более равновесное состояние.

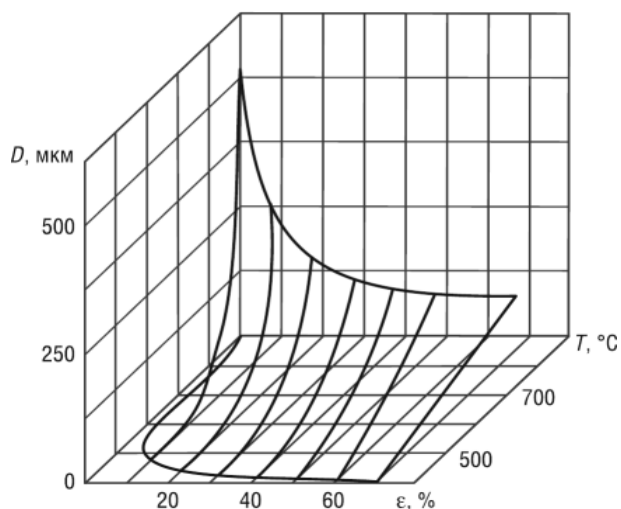
Небольшой нагрев вызывает ускорение движения атомов, снижение плотности дислокаций, устранение внутренних напряжений и восстановление кристаллической решетки, т.е. происходит возврат.

Процесс частичного разупрочнения и восстановления свойств называется отдыхом (первая стадия возврата). Имеет место при температуре

$$T = (0,25 \dots 0,3) T_{пл}$$

После завершения первичной рекристаллизации в процессе последующего нагрева происходит рост одних рекристаллизованных зерен за счет других — собирательная рекристаллизация. В результате роста зерен их границы перемещаются к центру кривизны. Уменьшение протяженности границ приводит к уменьшению поверхностной энергии металла и увеличению

стабильность системы. Стадия собирательной рекристаллизации завершается образованием зерен — многогранников с углами разориентировки между соседними гранями порядка  $120^\circ$



$D$  - размер зерна;  $s$  - степень деформации;  $T$ -температура  
Рисунок 1 - Диаграмма рекристаллизации железа

Размер рекристаллизованного зерна оказывает большое влияние на свойства металлов и сплавов. С уменьшением размера зерна повышаются характеристики прочности и пластичности, увеличивается вязкость металла. Размер зерен, образовавшихся в результате рекристаллизации, зависит в основном от степени деформации и температуры рекристаллизации и в меньшей степени от времени выдержки при нагреве (рис. 1).

Возврат уменьшает искажение кристаллической решетки, но не влияет на размеры и форму зерен и не препятствует образованию текстуры деформации.

При возврате происходит процесс полигонизации (латинское Polygon - многоугольник). Полигонизация – процесс деления зерен на части: фрагменты, полигоны в результате скольжения и переползания дислокаций.

При температурах возврата возможна группировка дислокаций одинаковых знаков в стенки, деление зерна малоугловыми границами (рис.2).

В полигонизированном состоянии кристалл обладает меньшей энергией, поэтому образование полигонов — процесс энергетически выгодный.

Процесс протекает при небольших степенях пластической деформации. В результате понижается прочность на (10...15) % и повышается пластичность (рис.3). Границы полигонов мигрируют в сторону большей объемной плотности дислокаций, присоединяя новые дислокации, благодаря чему углы разориентировки зерен увеличиваются (зерна аналогичны зернам, образующимся при рекристаллизации). Изменений в микроструктуре не наблюдается.

Температура начала полигонизации не является постоянной. Скорость процесса зависит от природы металла, содержания примесей, степени предшествующей деформации.



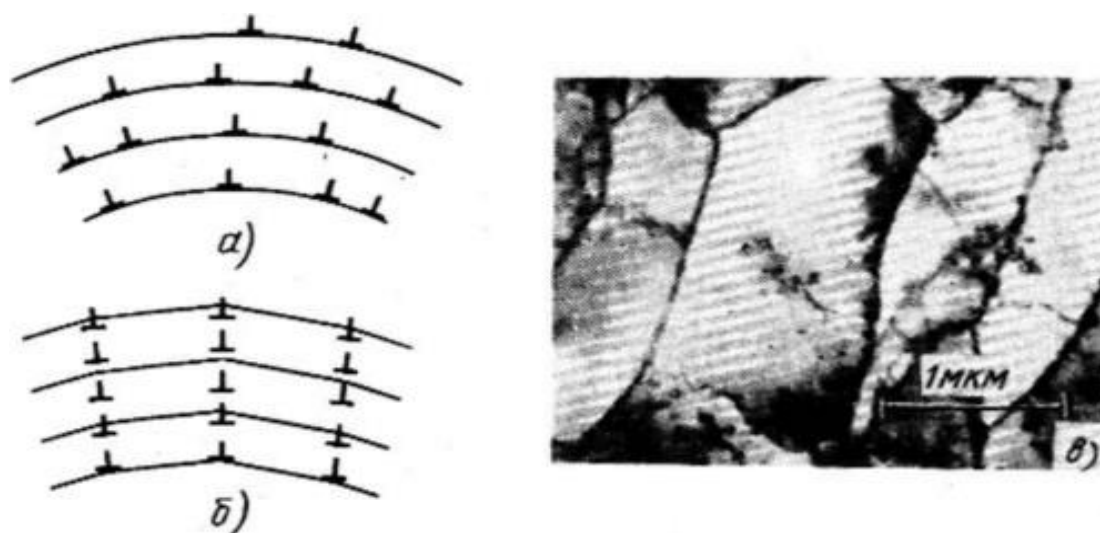


Рисунок 2 - Схема полигонизации: а – хаотическое расположение краевых дислокаций в деформированном металле; б – дислокационные стенки после полигонизации.

При нагреве, достаточном для протекания самодиффузии, дислокации различных знаков аннигилируют, а избыточные дислокации одного знака выстраиваются в дислокационные стенки, что приводит к образованию в монокристалле или в зернах поликристалла субграниц, ограничивающих субзерна (полигоны), свободные от дислокаций (рис. 58, б). Процесс полигонизации этого классического типа протекает после небольших деформаций при нагреве до  $(0,25—0,3) T_{пл}$ . На рис. 58, в представлены субзерна в структуре низкоуглеродистой стали. Увеличение субзерен (полигонов) при увеличении времени или повышении температуры и очищение их объема от дислокаций приводят к снижению прочности.

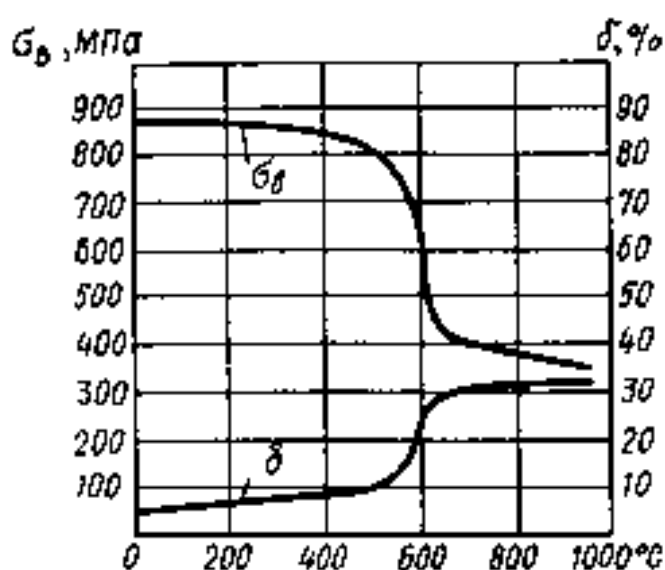
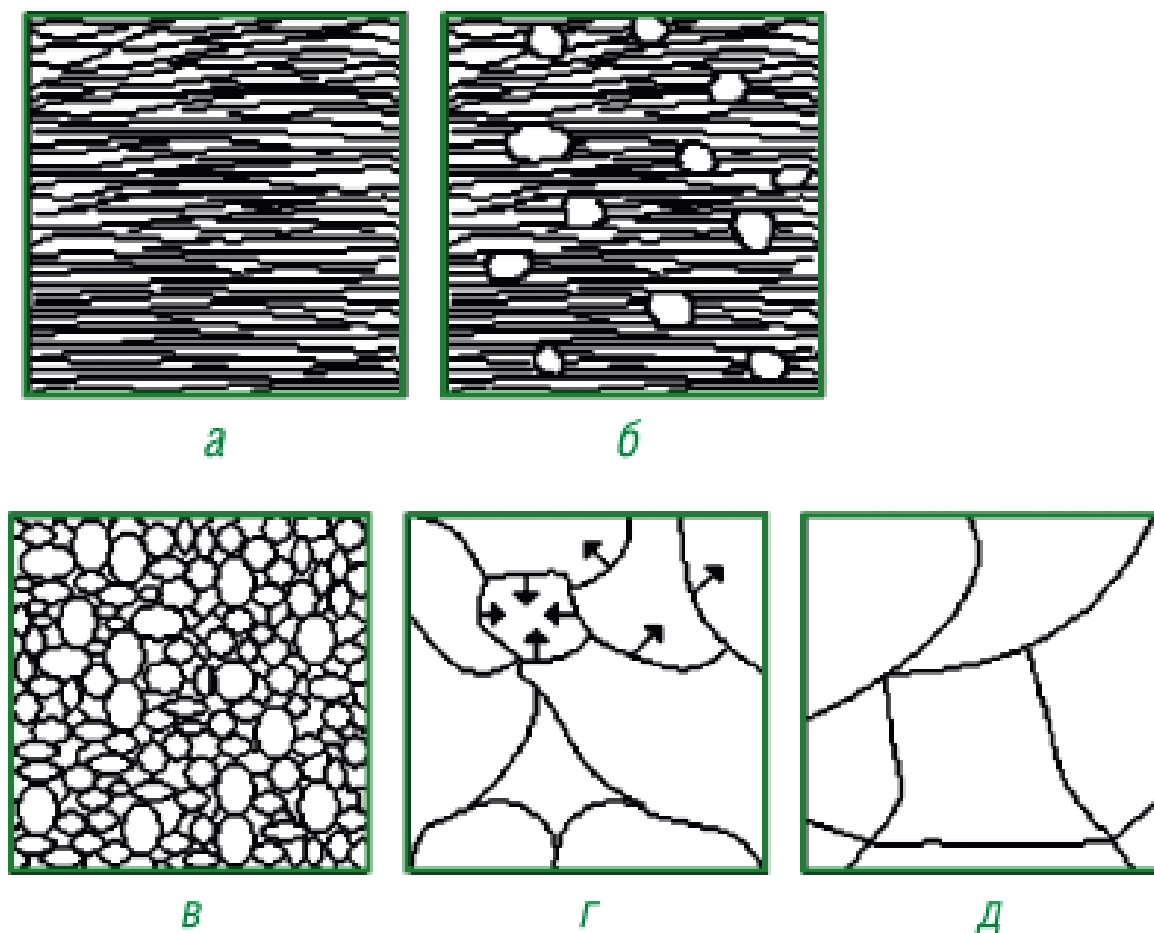


Рисунок 3 - Влияние нагрева деформированного металла на механические свойства

В зависимости от температуры нагрева различают первичную, вторичную и собирательную рекристаллизации. При первичной рекристаллизации старое зерно наклепанного металла не восстанавливаются, а образуются новые зерна округлой формы вместо ориентированной структуры деформации (рис. 4 б, в). В результате рекристаллизации практически полностью снимается наклеп, свойства рекристаллизованного металла становятся сопоставимыми со свойствами отожженного.



*а* — деформированный (80%) металл; *б* — начало первичной рекристаллизации;  
*в* — завершение первичной рекристаллизации; *г* — рост зерен; *д* — образование равновесной структуры.

Рисунок 4 - Схема изменения микроструктуры деформированного металла при нагреве

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Брандон Д., Каплан У., Мир материалов и технологий. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля, - М: Техносфера, 2006, - 375с.
2. Самохоцкий А.И., Металловедение. – М.: Металлургия, 1969.-456с.

УДК 537.525; 621.793, 620.22

Пятков С. В. (ученик Школы-гимназии №10 г.Усть-Каменогорска),  
Борисов А.А.(Центр компетенций «Smart engineering» ВКТУ)

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ УСТАНОВКИ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

**Аннотация.** В данной работе представлены результаты инженерно-технического исследования модернизации системы перемещения образцов для установки магнетронного напыления функциональных покрытий. Предложенная схема улучшить однородность функциональных покрытий, рационально использовать материал мишени и рабочего газа.

**Ключевые слова:** Ионно-плазменное напыление, магнетронное распыление, тонкопленочное покрытие, толщина, однородность.

Настоящее время можно определить, как эру стремительного развития новых промышленных технологий. В отличие от 20 века, в начале которого были сделаны все гениальные научные открытия, определившие облик современной цивилизации, в начале 21 века не было сделано столько великих открытий, так сильно изменивших мир и сравнимых по значимости с открытиями 20 века, но в прикладных науках, в области техники и технологий развитие шло опережающими темпами. Передовые технологии предъявляли всё более высокие требования к новым материалам, поэтому закономерно возникла новая область науки – материаловеденье, наука о создании материалов с новыми свойствами, в развитии которой плазменные [3], [4], [10] ионно-лучевые [5], электронно-лучевые [5], радиационные, лазерные [5] и ядерные технологии занимают центральное место.

Перечисленные выше технологии основаны на обработке уже известных материалов потоками частиц или излучений с целью придания материалам заданных новых свойств, изменения их структуры и состава. Генерация пучков (лучей, потоков) частиц с заданным составом, энергией, поляризацией и управление свойствами этих пучков является сложной научно-технической задачей. С другой стороны – создание условий оптимального взаимодействия потоков частиц с образцами важно управления степенью и параметрами воздействия излучения на образцы. Перемещение образцов даёт возможность управлять такими ключевыми параметрами как угол падения излучения на поверхность образца, интенсивность и плотность энергии излучения и другими. В настоящее время не существует универсальной методики напыления обеспечивающей равномерность свойств функциональных покрытий. Целью данной работы является разработка системы перемещения образцов для осуществления оптимального взаимодействия потоков магнетронной плазмы с образцами.

Работа системы магнетронного распыления (МРС) подробно описана, например, в [1]. Можно сказать, что магнетрон генерирует поток плазмы, содержащей атомы и ионы материала мишени, и рабочего газа. На определенном расстоянии от мишени магнетрона расположены объекты, подлежащие нанесению покрытия, образцы, изделия. Образцы могут быть неподвижны, либо

перемещаться сложным образом с помощью механической системы.

Установка EPOS-PVD-440 с автоматическим управлением **предназначена для нанесения проводящих и диэлектрических покрытий** методом магнетронного распыления с предварительной ионно-лучевой очисткой и возможностью нагрева обрабатываемых подложек до 300°C [2].

Для установки конкретных напыляемых изделий возможно применение специальной оснастки. Напыляемые изделия устанавливаются в вакуумную камеру на вращающемся столе, который приводится в движение механизмом вращения. Загрузка изделий в камеру производится через дверцу вручную.

В вакуумной камере находятся четыре магнетронно-распылительные системы производства Beams&Plasmas, г. Зеленоград: три DC-магнетрона (магнетрон-479) и один ВЧ-магнетрон (13,56 МГц). С помощью DC-магнетронов может производиться распыление мишеней из проводящих (металлы, графит) материалов (трех разных типов в одном процессе), а с помощью ВЧ-магнетрона можно распылять [6] мишени как из проводящих (металлы, графит), так и из диэлектрических материалов (биокерамика, гидроксипатит). Необходимое давление обеспечивается с помощью форвакуумного спирального насоса Geowell GWSPS900 (Китай), обладающего скоростью откачки 693 л/мин и высоковакуумного насоса Trillium Cryo-Plex CP8 Cryopump Model 125 Cryogenic Helium Compressor (США) со скоростью откачки 1500 л/мин по воздуху, время захолаживания насоса составляет 2,5 часа. Давление в камере измеряется с помощью вакууметров VSM 77DL Thurcont и VCP 63D (Германия). Напуск рабочего газа в камеру регулируется с помощью регуляторов расхода газа РРГ-10 производства «Элточприбор». Кроме того, в вакуумной камере установлен протяженный многофункциональный ионный источник [7], [8], [9] с анодным слоем

ИИ-400 производства Beams&Plasmas, г. Зеленоград.

Для оптимизации процесса осаждения покрытия были разработаны новые конструкции держателей для образцов. Новая конструкция держателей образцов позволяет оптимизировать процесс нанесения покрытия и уменьшить расход материала дорогостоящей мишени. Новый держатель образцов представляет собой независимый вращающийся механизм, который установлен на главном вращающемся столе. Таким образом можно экономно использовать последовательно потоки плазмы от различных магнетронов и ионного источника. Для электропитания нового механизма в камере предусмотрены вакуумные токовводы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Кузьмичев, А.И. Магнетронные распылительные системы. Кн. 1. Введение в физику и технику магнетронного распыления. – Киев: Аверс. – 2008. – 244 с.

[2] Азаматов, Б, Алонцева, Д., Борисов, А. А., Маратулы, Б., Огай, В. Б., & Курманбаев, А. А. (2022). Магнетронное напыление на подложки из титанового сплава медных пленок с антибактериальными свойствами по

отношению к псевдомонадам и стафилококку. Bulletin of D. Serikbaev EKTU.

[3] Данилин Б. С. Применение низкотемпературной плазмы для нанесения тонких плёнок. – М.: Энергоатомиздат, 1989.

[4] Konuma M. Film deposition by plasma techniques. Springer-Verlag, 1992.

[5] Модифицирование и легирование поверхности лазерными, ионными и электронными пучками/ Поут, Дж. М.: Машиностроение, 1987.

[6] Распыление под действием бомбардировки частицами/ Бериш, Р., Виттмак, К. М.: Мир, 1998.

[7] Петров Н. Н., Аброян И. А. Диагностика поверхности с помощью ионных пучков. Л.: Изд. ЛГУ, 1977.

[8] Kaufman, H. R. Broad beam ion sources. Review Of Scientific Instruments, 61, 230-235.

[9] Alton, G. D. Ion sources for accelerators in materials research. Nuclear Instruments & Methods, 73, 221-288.

[10] Ивашко В. С., Лойко В. А. Технологические плазменно-вакуумные устройства специального назначения для нанесения покрытий. Изобретатель №2 (238), 2020, с. 17-22.

УДК 621.7

Мадетказинова Б.Т. (20-ГМК-1, ВКТУ), Төреханова М.Т. (ШҚТУ)

## ҚҰЙМА ДАЙЫНДАМАЛАРЫН ЦЕНТРДЕН ТЕПКІШ КҮШПЕН ҚҰЮ ЖОЛЫМЕН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

**Андатпа.** Орталықтан тепкіш құю кезінде қалыптың айналу жылдамдығы орталықтан тепкіш құю сапасын анықтайтын негізгі технологиялық факторлардың бірі болып табылады. Айналу жылдамдығына байланысты: құйманың тығыздығы, оның механикалық беріктігі, композицияның радиалды қимасы бойынша біркелкілігі, құйманың сыртқы бетінен ішкі бетіне қож қосындыларының жойылу дәрежесі, құйманың геометриялық пішінінің дұрыстығы. Ортадан тепкіш құюда қорытпа айналмалы қалыптарға құйылады; құйма орталықтан тепкіш күштердің әсерінен қалыптасады, бұл құймалардың жоғары тығыздығы мен механикалық қасиеттерін қамтамасыз етеді.

**Түйін сөздер:** Құйма, балқытылған материалдар, қалып, қорытпа, металл.

Орталықтан тепкіш құю - балқытылған материалды айналмалы металл қалыпқа құю арқылы дайындамаларды алу. Айналмалы құймаға құйылған сұйықтық оның қабырғаларына центрифугалық күшпен лақтырылады. Материалды қатайтқаннан кейін, ол қандай да бір пішінді, кейде тесігі бар затты алады.

Құйылған бөлшектерді алудың орталықтан тепкіш әдісі құюдың ең прогрессивті әдістерінің бірі болып табылады:

- жоғары еңбек өнімділігі;
- орталықтан тепкіш бөлшектердің өзіндік құнын төмендету;
- өнімге металды үнемдеу;
- жарамды құю өнімділігін арттыру;
- ішкі ақаулар бойынша құйылған бөлшектердегі некенің күрт төмендеуі;
- жұмысты механикаландыру.

Кәдімгі құю әдісімен салыстырғанда орталықтан тепкіш әдіспен құйылған дайындамалар үшін қалыптау қоспасы мен шыбықтардың қажеттілігі де жоғалады, нәтижесінде көмекші материалдар мен цех ішіндегі көлікке қажеттілік азаяды.

Алайда, центрифугалық құюды сипаттайтын оң факторлармен (өнімділік, металл үнемдеу және т.б.) қатар, айтарлықтай кемшіліктер байқалады — дайындаманың көлденең қимасындағы металдың механикалық сипаттамаларының біркелкіностьстігі - орталықтан сыртқы бетке жақсару (қажет болса, керісінше немесе біркелкі).

Айналмалы қалыпта орналасқан құйманың геометриялық сипаттамалары дайындаманың айналу осінің орналасуына байланысты және центрифугалық күштің мөлшерімен анықталады.

Осьтік айырмашылық пен өңдеу жәрдемақысы алынған дайындаманың пішінінің дұрыстығына байланысты, ал тұтастай алғанда құйманы алу қалыптың таңдалған айналу жылдамдығына байланысты.

Орталықтан тепкіш құю кезінде қалыптың айналу жылдамдығы орталықтан тепкіш құю сапасын анықтайтын негізгі технологиялық

факторлардың бірі болып табылады. Айналу жылдамдығына байланысты: құйманың тығыздығы, оның механикалық беріктігі, композицияның радиалды қимасы бойынша біркелкілігі, құйманың сыртқы бетінен ішкі бетіне қож қосындыларының жойылу дәрежесі, құйманың геометриялық пішінінің дұрыстығы.

Қалыптың минималды айналу жиілігі ретінде берілген пішін мен мөлшердегі құйманы алу қамтамасыз етілетін жиілік қабылданады. Ұсынылған (л. с. Константинов) минималды айналу жиілігін есептеу формуласы:

$$n = 5520D/уг,$$

мұндағы  $n$ -құйманың айналу жиілігі, айн/мин;  $у$  - металдың немесе қорытпаның меншікті салмағы, г / см<sup>3</sup>;  $г$  - құйманың орташа радиусы, см.

Ортадан тепкіш құю орта калибрлі артиллерия оқпандарының дайындамаларын алу үшін кеңінен қолданылады.

Дайындамалардың сыртқы конустық беті бар, өйткені бұл дайындаманы қалыптан оңай алып тастауды қамтамасыз етеді. Кейбір жағдайларда алынған дайындаманың ортасында тесік пайда болады, бірақ әдетте шлак қосындылары бар біркелкі емес. Бірақ бұл көбінесе тесікті өңдеудің алғашқы операциясын бұрғылауға емес, бұрғылауға мүмкіндік береді, бұл бөшке құбырын өңдеудің жалпы уақытын қысқартады.

Ортадан тепкіш құю орта калибрлі артиллерия оқпандарының дайындамаларын алу үшін кеңінен қолданылады.

Дайындамалардың сыртқы конустық беті бар, өйткені бұл дайындаманы қалыптан оңай алып тастауды қамтамасыз етеді. Кейбір жағдайларда алынған дайындаманың ортасында тесік пайда болады, бірақ әдетте шлак қосындылары бар біркелкі емес. Бірақ бұл көбінесе тесікті өңдеудің алғашқы операциясын бұрғылауға емес, бұрғылауға мүмкіндік береді, бұл бөшке құбырын өңдеудің жалпы уақытын қысқартады.

Орташа және үлкен калибрлі бөшекелердің дайындамаларын жасау кезінде қалыптың көлденең айналу осі бар машиналар қолданылады.

Артиллериялық өндірісте центрифугалық құю арқылы ұзындығы 8 (12) м-ге дейін 6 (8) т құймалардың массасы кезінде диаметрі 200-ден 400 мм-ге дейін құбырлар құйылады.

Ортадан тепкіш құю әдісі (центрифугалық құю) айналу денелері тәрізді құймаларды алу кезінде қолданылады. Мұндай құймалар шойыннан, болаттан, қоладан және алюминийден құйылады. Бұл жағдайда Балқыма 3000 айн/мин жылдамдықпен айналатын металл қалыпқа құйылады.

Орталықтан тепкіш күштің әсерінен балқыма қалыптың ішкі бетіне таралады және кристалданып құйма түзеді. Орталықтан тепкіш әдіспен екі қабатты дайындамаларды алуға болады, бұған әр түрлі қорытпалардың пішініне кезек-кезек құю арқылы қол жеткізіледі. Орталықтан тепкіш күштің әсерінен балқыманың металл түрінде кристалдануы тығыз құймаларды алуды қамтамасыз етеді.

Бұл жағдайда, әдетте, құймаларда газ раковиналары мен қож қосындылары

болмайды. Центрифугалық құюдың ерекше артықшылығы-өзектерді қолданбай ішкі қуыстарды алу және литниктік жүйенің болмауына байланысты қорытпаны үнемдеу. Жарамды құймалардың шығымы 95% - ға дейін артады.

Ортадан тепкіш құю технологиясы басқа әдістермен жиі қол жетімсіз бірқатар артықшылықтарды береді, мысалы:

- Құймалар тығыз құрылымға, жоғары металл тығыздығына ие.
  - Ортадан тепкіш құймалар металл емес қосындылармен аз ластанған (құйма сынығында қож немесе құм бітелуі және газ қабықшалары сирек кездеседі).
  - Цилиндрлік құймаларда саңылауларды қалыптастыру үшін өзек қажет емес.
  - Көптеген жағдайларда қақпақ жүйесінің болмауы өнімділікті 90...95%-ға дейін арттырады
  - Жұқа қабырғалы құйма алу мүмкіндігі.
  - Бір рет қолданылатын қалыптарға құюға қарағанда еңбек өнімділігі жоғары, ал жағдайлары жақсы.
  - Екі қабатты (биметалл) құймаларды орталықтан тепкіш құю арқылы алуға болады.
  - Тозуға төзімділігі жоғары.
- Орталықтан тепкіш құю-бұл металл қалыптардағы құймаларды алу тәсілі. Орталықтан тепкіш құю кезінде центрифугалық күштердің әсеріне ұшыраған балқытылған металл қалыптың қабырғаларына лақтырылып, қатайды. Осылайша құйма алынады.

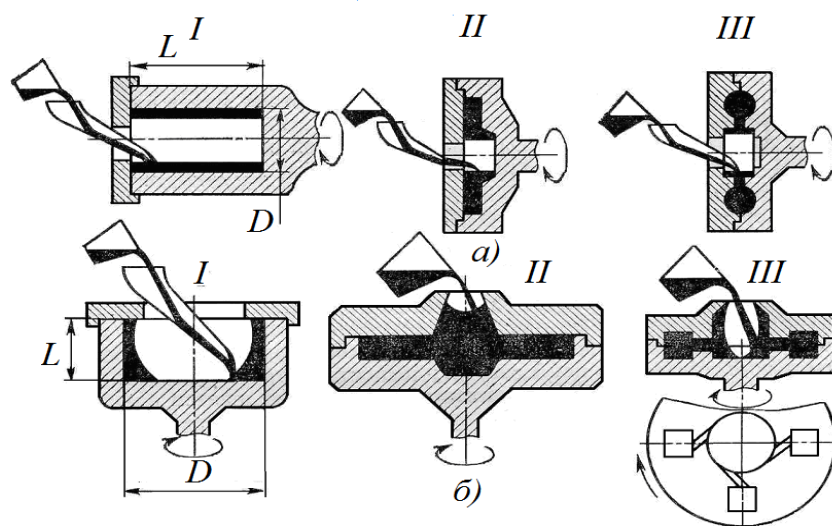
Дегенмен, оны ұйымдастыру арнайы жабдықты қажет етеді. Бұл құю әдісіне тән кемшіліктер:

- құймалардың бос беттерінің өлшемдерінің дәл болмауы,
- қорытпа компоненттерінің сегрегацияға бейімділігінің жоғарылауы,
- құйма қалыптарының беріктігіне қойылатын талаптардың жоғарылауы.

Ортадан тепкіш құюда қорытпа айналмалы қалыптарға құйылады; құйма орталықтан тепкіш күштердің әсерінен қалыптасады, бұл құймалардың жоғары тығыздығы мен механикалық қасиеттерін қамтамасыз етеді. Ортадан тепкіш құю арқылы құймалар металл, құм, қабықша қалыптарда және айналу осі көлденең немесе тік центрден тепкіш машиналарда инвестициялық құю қалыптарында жасалады.

Металл қалыптар шойын мен болаттан жасалады. Қалыптың қалыңдығы әдетте құйма қалыңдығынан 1,5 ... 2 есе көп. Құю процесінде қалыптарды сумен немесе ауамен сыртынан салқындатады. Қалыптың жұмыс істеу мерзімін ұзарту үшін оның жұмыс бетіне жылудан қорғайтын жабындар қолданылады. Жұмыс алдында қалыптарды 200°С температураға дейін қыздырады. Ортадан тепкіш құюдың үш схемасы қолданылады (1-сурет)





Сурет 1 - Ортадан тепкіш құю схемалары

Бірінші схема ең көп таралған. Бұл схема қуыс цилиндрлік құймаларды өзектерсіз алады. Көлденең айналу осі бар машиналар ұзын айналу денелері үшін қолданылады:  $DL > 3$  кезінде; құйманың бос беті цилиндр болып табылады. Тік осьті машиналарда құйма биіктігінің айырмашылығына байланысты қысқа Айналу денелері алынады. Бос беті - параболоид. Айырмашылық неғұрлым көп болса, құйма соғұрлым жоғары болады. Суреттегі II және III схемалар. I қажет болған жағдайда құймалардың тығыздығын едәуір арттыру немесе сұйық өтімділігі төмен қорытпалардан жұқа қабырғалы құймалар жасау қолданылады. Осылайша, бұрандалар, ыстыққа төзімді және титан қорытпаларынан құймалар алынады.

Жабдықтар - қалыптардың тік және көлденең айналу осі бар машиналар. Құю формасы орталықтан тепкіш деп аталатын арнайы машинамен басқарылады. Тік және көлденең (немесе көлбеу) осьтердің айналасында айналатын машиналар бар. Егер құйманың диаметрі оның ұзындығынан едәуір аз болса (құбырлар, жеңдер, жеңдер), онда қалыптың айналу осі көлденеңінен орналастырылады. Егер құйманың диаметрі оның биіктігінен үлкен болса (дөңгелектер, шкивтер, берілістер), онда айналу осі тігінен орналастырылады. Металл қалыптар шойын мен болаттан жасалған. Құйманың қалыңдығы құйманың қалыңдығынан 1,5...2 есе көп. Құю процесінде қалыптар сыртынан сумен немесе ауамен салқындатылады. Қалыптың жұмыс бетіне олардың қызмет ету мерзімін ұзарту үшін жылудан қорғайтын жабындар қолданылады. Жұмыс алдында қалыптар  $200^{\circ}\text{C}$  дейін қызады.

Ортадан тепкіш құю машиналарының көмегімен біршама күрделі конфигурациядағы құймалар үнемді және қарапайым алынады, олардың физикалық, механикалық және пайдалану қасиеттері сәйкес маркалы болаттан жасалған соғылмалардың қасиеттерінен жоғары, шағын (3-5) мм одан әрі өңдеуге арналған рұқсаттар. Басқа құю әдістерінен айырмашылығы, электрошлақты тигель пешінде жинақталған сұйық металды шлакпен бірге қалыпқа құйып, құймалардың бетінің жақсы сапасын қамтамасыз ететін және қалыпқа дәнекерлеуден қорғайтын қож бас сүйекті құрайды. Металл құйма

қалыпқа (қалыпқа) құйылады, ол құйма қорытпасының кристалдануының барлық уақытында белгілі бір жылдамдықпен айналады және онда орталықтан тепкіш күштердің әсерінен қатып қалады.

Құймалардағы сыртқы ақаулар құйма қалыптан шығарылғаннан кейін немесе тазартылғаннан кейін сыртқы тексеру арқылы анықталады. Ішкі ақаулар ақауларды анықтаудың радиографиялық немесе ультрадыбыстық әдістерімен анықталады. Рентгенографиялық әдістерді (рентгенография, гаммаграфия) пайдаланған кезде құймалар рентгендік немесе гамма-сәулеленудің әсеріне ұшырайды. Бұл әдістердің көмегімен ақаудың болуы, оның пайда болу мөлшері мен тереңдігі анықталады. Ультрадыбыстық сынау кезінде ақау шекарасына (жарық, қабық) жеткенде құйма қабырғасынан өтетін ультрадыбыстық толқын ішінара шағылысады. Толқынның шағылысу қарқындылығы ақаудың болуын, мөлшерін және тереңдігін бағалау үшін қолданылады. Жарықтар флуоресцентті тексеру арқылы анықталады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Производство отливок из сплавов цветных металлов / Курдюмов А .В., Пикунов М .В., Чурсин В .М., Бибиков Е .Л. / 2-е издание., доп. перераб.- М.: МИСИС, 1996-504с.

2. Технологические процессы машиностроительного производства / Копыленко Ю.В., Седов Ю.Е., Павлов В.В., Схиртлодзе А .Г. и др - М.: МГТУ «Станкин» 1993 - 211с.

3. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебник для вузов / Солнцев Ю.П ., Веселов В. А ., Демянцевич В .П., Кузин А .В ., Чашников Д .И. / -2-е изд., перераб. и доп. - М .: МИСИС, 1996-576с.

УДК 665.75

Мейрашев А.К. (21-МТТ-2п, ВКТУ), Азаматов Б.Н. (PhD, ВКТУ)

## ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

**Аннотация.** В данной статье описан способ увеличения ресурса детали подвески легкового автомобиля. Шаровая опора (ШО) является неотъемлемой деталью подвески и одной из самых нагруженных. Смысл данного метода заключается в применении альтернативного материала со схожими характеристиками, но с меньшим коэффициентом трения. Что в свою очередь позволит увеличить срок службы этой детали.

**Ключевые слова:** Шаровая опора, подвеска, износ, износостойкость, виброустойчивость, ударопрочный

Целью работы является повышение работоспособности деталей подвески легкового автомобиля на основе применения разновидностей полимерных материалов.

Объект исследования: В качестве объекта исследования выбрана наиболее часто изнашивающаяся деталь нижняя шаровая опора передней подвески легкового автомобиля Honda CR-V. (идентификационный номер (VIN) RD1-1059036, номер кузова RD1-1059036, год выпуска 1996).

Предмет исследования: В качестве предмета исследования принято изнашивание и надежность в эксплуатации нижней шаровой опоры передней подвески легкового автомобиля.

Результаты: установлено, что основные дефекты в исследуемых шаровых опорах легковых автомобилей связаны с износом и разрушением полимерного элемента и являются эксплуатационными причинами. Главными непрерывно действующими причинами возникновения дефектов шаровых опор передней подвески при их технической эксплуатации являются: износ, пластические деформации, коррозионные и усталостные разрушения, физико-химические изменения материала элементов (старение). Научная новизна: доказано, что долговечность сферических подшипников скольжения в подавляющем большинстве случаев (более 90 %) определяется износостойкостью контактирующих поверхностей его деталей и зависит от ряда конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов. Практическая значимость: основные положения и выводы статьи могут быть использованы при разработке технологий повышения долговечности шаровых опор, в частности, модификации структуры композиционной подложки вкладыша металлическими гранулами в процессе её изготовления.

К одним из наиболее значимых узлов транспортного средства возможно отнести подвеску легкового автомобиля. Шаровая опора (ШО) считается одной из небольших, но крайне необходимых элементов автотранспортного средства. Она состоит из пальца, выполненного из металлического материала, с шарообразным кольцом с одного края и резьбой с другого, конструкция также выполнена из корпуса, заполненного полимером, внутри находится шарообразное гнездо. Палец шарообразным концом без зазоров вставляется в

корпус, а точнее его гнездо, что ликвидирует даже небольшие люфты, при этом не теряется способность пальца перемещаться в различных плоскостях. Для исключения попадания пыли и грязи во внутреннее пространство этого узла соединение корпус-палец защищается резиновым пыльником. ШО резьбовым концом вводится в необходимое отверстие другой составляющей подвески-рычага, а также прикрепляется к нему гайкой. Их обоюдная подвижность поддерживается в результате перемещения шарообразного конца в гнезде корпуса.

ШО относятся к подшипникам скольжения, в свою очередь, которые в современном машиностроении играют особую роль. Они работоспособны в широком диапазоне температур, бесшумны, обладают стойкостью в химически активных средах, виброустойчивостью и сравнительно высокой долговечностью [1].

Подшипникам скольжения уделяется много внимания в научных исследованиях и в производственно-технологическом отношении. Сферические подшипники скольжения (СПС) широко применяют в подвесках автомобилей [3].

Опыт работы автотранспортных предприятий показывает, что подвеска относится к одним из наименее надёжных и наименее долговечных агрегатов автотранспортного средства [13].

В процессе работы и эксплуатации рабочие поверхности большинства элементов автомобильных подвесок подвержены отказам вследствие изнашивания под влиянием множества различных условий: сил трения, воздействий коррозии, действия абразивных частиц, влияния температурных изменений, воздействий химически агрессивных жидкостей и газов и другое [11].

Анализ статической информации об отказах автомобиля Honda CR-V RD1.

Общий пробег автомобиля на данный момент составляет 373 625 км. Пробег при покупке автомобиля в 2017 году составлял 228 314 км. Следовательно за 6 лет использования автомобиль проехал 145 311 км. За указанный период были зарегистрированы следующие отказы. Отказы двигателя, отказы системы зажигания, отказы топливной системы, отказы деталей ходовой части, отказы электрооборудования и системы нейтрализации отработавших газов, отказы системы охлаждения. Данные по отказам сведены в таблицу 1.

Характерными дефектами подвесок, которые возникают во время эксплуатации, являются:

- трещины на элементах автомобиля;
- видимые следы задевания о преграды на дорогах;
- деформации рычагов;
- деструкции растяжек и прочее.

Таблица 1 - Распределение основных видов отказов по системам и агрегатам автомобиля Honda CR-V RD1

№ п.п.	Агрегаты и системы	Удельный вес, %		
		отказов	трудоёмкости устранения отказов	стоимости запасных частей
1	Двигатель и его системы	5,7	11,6	7,4
2	Гидротрансформатор	1,3	4,4	2,7
3	Коробка передач	0,1	0,1	0,1
4	Валы карданные	0,7	1,7	1,1
5	Задний мост	2,4	6,5	11,7
6	Рулевое управление	1,1	1,1	0,8
7	Передняя подвеска	28,9	38,8	30,1
8	Задняя подвеска	17,7	17,9	17,3
9	Тормозная система	17,2	2,4	5,7
10	Колёса (без учёта шин)	4,0	2,4	3,8
11	Электрооборудование и приборы	12,7	5,4	13,6
12	Кузов и его детали	8,2	7,7	5,7
Итого:		100	100	100

Деформация элементов подвески изменяет углы установки колес, вследствие чего исключается возможность их регулирования. По экспертной оценке специалистов в области эксплуатации автотранспорта [10] использование подвески с различными неисправностями приводит к увеличению вертикальных и угловых ускорений, а также внезапные толчки, удары кузова о подвеску снижают долговечность автомобиля в 1,5 раза и более и уменьшают безопасность его движения.

Установлено, что количество текущих ремонтов подвесок составляет 10,5 % от общего количества текущих ремонтов (ТР) узлов и агрегатов автомобиля, причем на переднюю и заднюю подвески приходится примерно 3 % от общего числа времени простоя автотранспортных средств в текущем ремонте. На рисунке 1 и в показано распределение отказов в передней подвеске легкового автомобиля и затрат на их устранение.

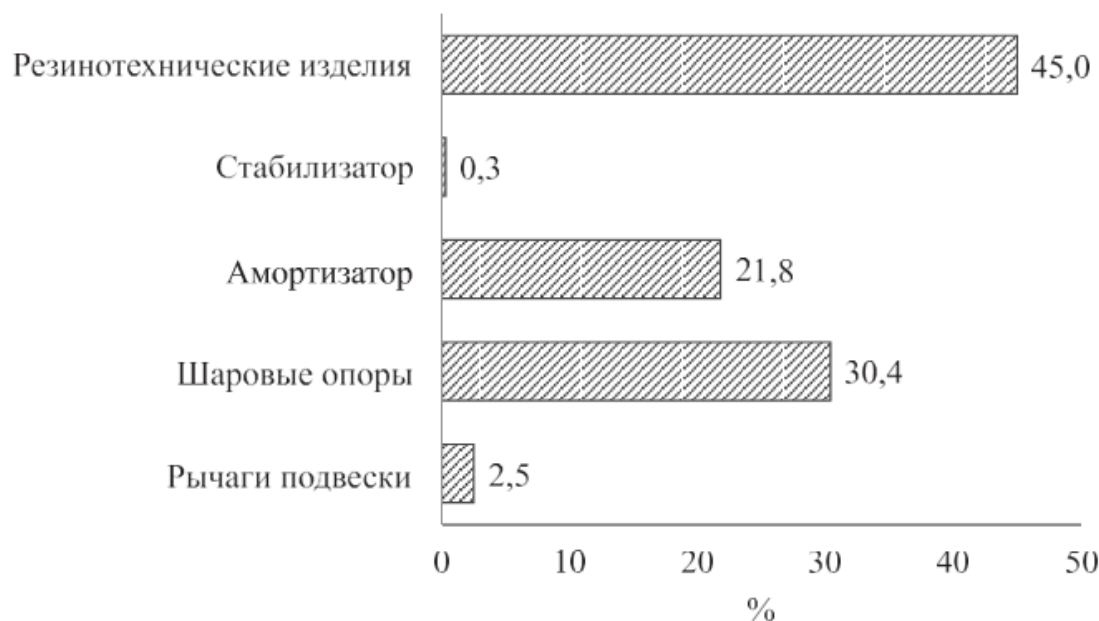


Рисунок 1 - Диаграмма распределения отказов в передней подвеске легкового автомобиля

Технологией повышения долговечности СПС можно считать модификацию композиционной подложки вкладыша, так как в большинстве случаев СПС не обеспечивают требуемых показателей по долговечности. В ходе исследования было определено, что износостойкость материала обратно пропорциональна температуре. В условиях заданной нагрузки наименьшая температура в зоне трения будет обеспечиваться при минимальном значении коэффициента трения. Для этих значений коэффициента трения и температуры соответственно будет иметь место минимальный износ.

Большинство производителей шаровых опор используют в качестве материала для вкладыша нейлон 12(РА12). Вместо нейлона 12 предлагается использование нейлона 6.6(РА6.6). Характеристики данных материалов представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Технические характеристики материалов

Технические характеристики	Нейлон 6.6 (РА6.6)	Нейлон 12 (РА12)
Модуль упругости, Мпа	1700	1100
Ударная вязкость при 23 С°, кДж/м <sup>2</sup>	12	7
Температура плавления, С°	260	178
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,14	1,01
Коэффициент трения	0,15	0,2

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Артёмов, И.И. Повышение долговечности шаровых опор легковых автомобилей / И.И. Артёмов, А.А. Войнов // «Известия вузов. Машиностроение». – 2007. – № 9. – С. 43–51.
2. Войнов, А.А. Диагностика шаровых опор передней подвески легковых автомобилей с целью безразборного их восстановления / А.А. Войнов – Оренбург: ИПК ГОУ, 2005. – С. 86–91.
3. Железков, О.С. Усовершенствованный шаровый шарнир передней подвески легковых автомобилей / О.С. Железков, У.В. Михайлова // Автомобильная промышленность. – 2010. – № 3. – С. 14–15.
4. Катунин, А.А. Гидравлический привод стенда для испытания элементов передней подвески легковых автомобилей / А.А. Катунин, А.Н. Новиков, М.Д. Тебекин // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 2. – С. 8–10.
5. Катунин, А.А. Ускоренные испытания шаровых опор передней подвески легковых автомобилей / Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 1. – С. 43–46.
6. Машков, Ю.К. Трение и модифицирование материалов трибосистем / Ю.К. Машков, К.Н. Полещенко, С.Н. Поворознюк, П.В. Орлов – Москва: Наука, 2000. – 280 с.
7. Новиков, А.Н. Математическое моделирование технического состояния шарового шарнира в условиях стендовых испытаний / А.Н. Новиков, В.И. Чернышов, В.А. Гордон, А.А. Катунин, М.Д. Тебекин // Мир транспорта и технологических машин. – 2014. – № 4. – С. 39–46.
8. Новиков, А.Н. Вибродиагностика как способ определения технического состояния шаровых элементов подвески автомобиля / А.Н. Новиков, А.А. Катунин, М.Д. Тебекин // Мир транспорта и технологических машин. – 2014. – № 11. – С. 25–27.
9. Новиков, А.Н. Проблемы эксплуатации шаровых опор легковых автомобилей / Новиков А.Н., Катунин А.А., Тебекин М.Д. // Мир транспорта и технологических машин. – 2010. – № 3. – С. 42–45.
10. Савицкий, В.Я. Оценка эффективности замены традиционных узлов трения на полимерные // Новые промышленные технологии. – Вып. 4–5 (291–292). – Москва: Минатом, 1999. – С. 65–72.
11. Свириденко, А.И. Роль фрикционного переноса в механике самосмазывания композиционных материалов // Трение и износ. – 1987. – Т. 8. – № 5. – С. 773–778.
12. Хрущов, М.М. Исследование изнашивания металлов / М.М. Хрущов, М.А. Бабичев. – Москва: Изд-во АН СССР, 1970. – 315 с.
13. Шульц, В.В. Форма естественного износа деталей машин и инструмента. – Ленинград: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 208

УДК 631.1.171

Мизанбеков И.Т. (докторант, КазНАИУ), Қалым Қ. (PhD, КазНАИУ)

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ В ОБЕСПЕЧЕНИИ АПК

**Аннотация.** Развитие сельскохозяйственного машиностроения важная и приоритетная государственная задача, в стране достаточно ресурсов в аграрной сфере и преобладает большое количество потребителей этой продукции. Общая потребность отраслей АПК в основных средствах механизации и автоматизации в растениеводстве и животноводстве насчитывает значительное количество наименований.

В стране будет создан Национальный центр развития сельскохозяйственного машиностроения с целью поддержки создания отечественной сельскохозяйственной техники. Высокая механизация труда приведет к росту объемов и качества производимой сельскохозяйственной продукции. Наличие современных посевных комплексов, одновременно выполняющих несколько технологических операций, позволяет осуществить посев значительных площадей зерновых культур с точным соблюдением агротехнологий.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственное машиностроение, механизация, техника, технологии, сельские товаропроизводители, площади, технологические операции.

Развитие сельскохозяйственного машиностроения в Казахстане – одна из приоритетных государственных задач, в стране достаточно ресурсов в аграрном секторе и преобладает большое количество потребителей этой продукции. По состоянию на июль 2022 года общая потребность отраслей АПК в основных средствах механизации и автоматизации в растениеводстве и животноводстве насчитывала более 1,5 тыс. наименований.

Высокая механизация труда - это залог роста объемов и качества производимой сельскохозяйственной продукции, в стране будет создан Национальный центр развития сельскохозяйственного машиностроения с целью поддержки создания отечественной сельскохозяйственной техники [1, с.122].

Казахстан ежегодно засеивает более 21 млн гектаров посевных площадей и в проведении полевых и уборочных сельскохозяйственных работ участвуют более 150 тыс. тракторов и 88 тыс. сеялок, около 40 тыс. зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов и другой необходимой техники.

В 2021 году отечественными заводами произведено более 13 тыс. единиц сельскохозяйственной техники на сумму 183 млрд тенге. Годовой рост производства составил 130% и увеличился в 2,3 раза. В 2022 году на реализацию программы льготного лизинга сельскохозяйственной техники выделено более 40 млрд тенге. Из них 30 млрд будут привлечены из средств АО «Жасыл Даму», 10 млрд тенге - с рынка капитала АО «КазАгроФинанс». Кроме того, «Фонд развития промышленности» выделит 7 млрд тенге для лизингового финансирования тракторов и комбайнов.

За шесть месяцев 2022 года производство в машиностроении выросло на 37% (в денежном выражении) по сравнению с аналогичным периодом 2021 года. Объемы инвестиций в отрасль увеличились на 23%.

Общая посевная площадь текущего года составит 23,4 млн га, что на 68,6 тыс. га больше показателя 2022 года. Намечается увеличение посевных



площадей зерновых и зернобобовых культур на 117 тыс. га, кормовых культур на 36,5 тыс. га и сахарной свеклы на 6,7 тыс. га. Площади сельскохозяйственных культур в 2023 году составят 519,1 тыс. га, что больше на 1,9 тыс. га от прошлогодних данных, из них яровые культуры 365,1 тыс. га. В сельскохозяйственных формированиях имеется 9,7 тыс. тракторов, 1,5 тыс. сеялок и 11,9 тыс. почвообрабатывающего оборудования. В настоящее время готовность техники к весенне-полевым работам составляет 97%.

Для проведения посевной кампании в сельскохозяйственных формированиях имеются в наличии 160 тыс. тракторов, более 5 тыс. единиц высокопроизводительных посевных комплексов, 78 тыс. сеялок, 226 тыс. почвообрабатывающих орудий. Наличие в республике более 5 тыс. единиц современных посевных комплексов, одновременно выполняющих несколько технологических операций, позволяет осуществить посев 70% площадей зерновых культур с точным соблюдением агротехнологий. Готовность указанной техники составляет порядка 93%, к началу массового проведения посевных работ, готовность будет обеспечена на 100%.

На проведение весенних работ регионам выделено 413 тыс. тонн дизтоплива, на 13 тыс. тонн больше уровня, чем в прошлом году. Утвержден график закрепления областей за НПЗ и фиксированная цена на февраль с НПЗ – 222 тыс. тенге/тонна или 184 тенге/литр. В этом году отгрузка удешевленного ГСМ началась с февраля для южных областей, заранее для северных зерносеющих областей.

В современных условиях функционирует крупнейший в СНГ сервисный центр по обслуживанию полной линейки агротехники John Deere ТОО «Eurasia Group Kazakhstan». Для обновления машинно-тракторного парка предоставляется инвестиционное субсидирование, субсидирование ставки вознаграждения по кредитам и лизингу, реализуется программа льготного кредитования (6-7% годовых) через финансовые институты АО «НУХ «Байтерек».

В Казахстане более тридцати машиностроительных предприятий специализированно занимаются сборочным производством различных моделей сельскохозяйственной техники и тракторов известных брендов, изготовлением навесного и другого оборудования, комплектующих и запасных частей для нужд АПК [2, с.252]

В республике создано производство конечных видов продукции сельскохозяйственного машиностроения: зерноуборочные комбайны, колесные тракторы, прицепы, опрыскиватели, пресс-подборщики, сеялки, жатки, бороны, плуги, рыхлители, косилки, грабли, различное оборудование для животноводства и прочее

В значительной степени это сборочное производство ведущих производителей сельхозтехники стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС), Италии, Китая, Германии и других [3, с.19]. Эти предприятия расположены в основном в Акмолинской, Костанайской, Северо-Казахстанской и других аграрных регионах страны. И многие из них сегодня намерены увеличить производство сельхозтехники в Казахстане.

Компания Россельмаш налаживает сборку прицепного опрыскивателя и новой модели трактора в 430 лошадиных сил. Казахстанские фермеры переходят на широкозахватные технологии. Соответственно нужны более мощные тракторы, более широкозахватные комплексы, и мы это учитываем,

Немецкая компания CLAAS Group расширяет производство сельскохозяйственной техники в Казахстане. В 2021 году эта компания запустила завод по сборке комбайнов, тракторов, посевных комплексов и жаток в Петропавловске. За год было собрано более 400 единиц техники, в том числе высокопроизводительных комбайнов.

Лидером сельскохозяйственного машиностроения в стране является костанайское предприятие АО «АгромашХолдинг KZ». «АгромашХолдинг KZ» единственное в Казахстане предприятие, выпускающее сельскохозяйственную технику марок «ESSIL», «LOVOL», «КИРОВЕЦ», «DEUTZ-FAHR», а также дополнительную продукцию в широком ассортименте.

ТОО «Казахстанская агроинновационная корпорация, изготавливающую до 3000 единиц сельскохозяйственной техники в год., на производственной площадке построены дополнительный склад и административно-бытовой корпус. На стадии завершения находятся два новых производственных блока.

В странах Европы и в Южной Корее были закуплены роботизированные сварочные и фрезерные аппараты, станки. Здесь производятся тракторы, комбайны, экскаваторы, косилки, грабли-ворошилки, прицепы, полуприцепы, погрузчики и другие виды сельскохозяйственной техники [4, с.6].

За последние три года произведено более 6500 видов единиц техники на сумму 121 млрд тенге. В корпорации работает порядка 300 человек. ТОО «Казахстанская Агро Инновационная Корпорация» занимается сборкой востребованной сельскохозяйственной и коммунальной техники совместно с российскими и белорусскими производителями. Доля отечественных тракторов и комбайнов на рынке составляет 90%. В то же время местное содержание по отрасли сельхозмашиностроения в целом составляет порядка 40%. Необходимо дальнейшее увеличение доли местного содержания в продукции сельскохозяйственного машиностроения.

Комбайны «ESSIL» – это казахстанская адаптация машин «Полесье» от белорусского завода «Гомсельмаш» (один из крупнейших на постсоветском пространстве). Сама линейка «ESSIL» достаточно широкая – от комбайнов эконом-класса «ESSIL 730» для небольших и средних хозяйств с урожайностью до 25 ц/ га до «ESSIL 790» со схемой «два барабана плюс два ротора» для надежной и экономичной обработки обширных полей.

«АгромашХолдинг KZ» является своего рода кластером в себе самом, поскольку постоянно работает над диверсификацией выпускаемой продукции и повышением степени ее локализации.

Следует отметить, линейка тракторов LOVOL (выпускается семь моделей), предполагает сельскохозяйственную навеску различной грузоподъемности, но при этом данный спектр машин применяется в городском коммунальном хозяйстве (включая службы озеленения), при строительстве и на дорожных работах.

Трактора «КИРОВЕЦ» – это наследники славы К-700, советских тяжелых тракторов пятого тягового класса. Основная идея тракторов «Кировец» – высокая производительность, отличная проходимость и маневренность, простота и надежность конструкции, ремонтпригодность, агрегатирование как с традиционными, так и с современными широкозахватными комплексными почвообрабатывающими и посевными орудиями и машинами[5, с.27].

Возможности одного трактора серии К-7 позволяют в течение года подготовить и засеять с полным соблюдением агросроков до 5000 га. При этом гарантирована минимальная себестоимость посева 1 га. Благодаря отличным тягово-транспортным характеристикам «Кировцы» круглогодично применяются на самых тяжелых транспортных работах: эксплуатация в холодную погоду, буксировка застрявшей техники и т.п.

Казахстанские сельскохозяйственные машиностроители идут по модели закрытия потребностей страны сначала в базовых позициях, потом во фланговых, на очереди нишевые. В этом ряду можно выделить продукцию, где индустриальным партнером выступает итало-германская компания DEUTZ-FANR.

Сложные погодные условия могут повлиять на сбор урожая в связи с наличием зеленой сорной травы, несоответствующим уровнем влажности или присутствием зон с большей плотностью продукта. На этот случай в парках хозяйств держат комбайны DEUTZ-FANR казахстанской сборки. Для тракторов от данного бренда тоже имеется своя наиболее подходящая сфера применения.

В Северо-Казахстанской области ТОО «Машиностроительный завод Казтехмаш» наладил собственное производство сельскохозяйственной техники за счет трансферта передовых финских технологий. Завод выпускает комбайны «Сампо-Азия» и кормозаготовительную технику. ТОО «Авагро» осуществляет выпуск сельскохозяйственных опрыскивателей прицепного, автомобильного и самоходного штангового, а также блока перекачки жидкости и емкостей для транспортировки растворов. Продукция предприятия экспортируется в Российскую Федерацию, а 25% посевных площадей РК обрабатываются опрыскивателями Авагро. Казахстанская техника вышла на экспорт с высоким качеством, что является главным показателем на рынке мирового машиностроения.

Делая ставку на собственное сельскохозяйственное машиностроение, регион рассчитывает на максимальную локализацию. С успешной реализацией такого рода проектов, она достигнет 40 %, позволяющий экономить крупные денежные суммы. Экономия обеспечит и внутреннее сотрудничество между самими казахстанскими предприятиями, поскольку гораздо дешевле купить то или иное оборудование в соседней области, нежели за рубежом.

В рамках «Карты поддержки предпринимательства» функционирует Петропавловский тракторный завод, выпускающий тракторы «К-704-4Р» под брендом «Батыр», трактор в 3 раза дешевле импортного того же класса. Сельские товаропроизводители получают возможность полноценного сервисного обслуживания. Обновление аграриями сельскохозяйственного технического парка - важная задача, исполнение которой значительно повысит эффективность

их работы и благосостояние области. Перспективными производствами является изготовление тракторов К-744 «Кировец» и «Solis» индийской компании «Соналика».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Усманов А.С., Голиков В.А., Рзалиев А.С. и др. Рекомендации по развитию сельскохозяйственного машиностроения Казахстана / Научное издание. - Алматы: AD-Time, 2017. - 310 с.
2. Ковтунов А.В. Особенности управления инновационным потенциалом в условиях стратегического планирования развития сельскохозяйственных предприятий// «Исследования, результаты», - 2019 - №1(81) –С.251- 255..
3. Русакович А. К вопросу определения приоритетных направлений инвестирования материально-технической базы сельскохозяйственных организаций. // Аграрная экономика. Национальная академия наук Беларуси. – 2019 №9 - - С. 18 -27
4. Калым К., Жуматай Г.С., Утемуратов. О совершенствовании привода режущего аппарата уборочных машин. Научно-практический журнал «ЕТУ Хабаршысы – Вестник ЕТУ». Алматы, №4(46), 2021. С.5-11. ISSN 2313-7614.
5. Абдильдин Н.К., Система материально – технического обеспечения в транспортном комплексе Казахстана./Абдильдин Н.К., Бекбосынов С.Б., Мизанбеков И.Т. // Наука, инновации и современные глобальные вызовы: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции.- Казань: Профессиональная наука. - 2020.- С. 23- 30.

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СНЕЖНОЙ МАССЫ ОТ ВИНТОВОГО ПИТАТЕЛЯ В МЕТАТЕЛЬ ФРЕЗЕРНО-РОТОРНОГО СНЕГООЧИСТИТЕЛЯ

**Аннотация.** В статье, на основе анализа рабочего процесса фрезерно-роторного снегоочистителя (ФРС) определены оптимальные условия транспортировки снега от винтовой лопасти питателя в метательный аппарат, позволяющие минимизировать энергоемкость процесса разгона снега метательным аппаратом. Также установлено, что при определении величины тягового сопротивления и оценке технической производительности фрезерно-роторного снегоочистителя необходимо учитывать толщину разрабатываемого снежного покрова и увеличение высоты снежного забоя вследствие выброса вперед снега винтовым питателем ФРС.

**Ключевые слова:** снежная масса, лопастной метатель, винтовой привод, трение снега, выброс снега, призма волочения.

Оценка перемещения снежной массы от винтового питателя в метательный аппарат ФРС важна с точки зрения энергозатрат рабочего процесса ФРС и существенно зависят от пространственных геометрических координат потока снега, поступающего с винтовой лопасти фрезерного питателя в метательный аппарат. Рассмотрим схему процесса транспортировки снега лопастным ротором метательного аппарата снегоочистителя (рисунок 1). Допущения:

- движение снега по лопасти рассматривается как перемещение материальной точки, соответствующей центру масс призмы без учета ее геометрических размеров и конфигурации;
- вбрасывание снега винтовыми лопастями фрезерного питателя в вертикальную плоскость вращения ротора происходит непрерывным потоком под углом к этой плоскости в вертикальном направлении и перпендикулярно к ней в горизонтальном направлении.

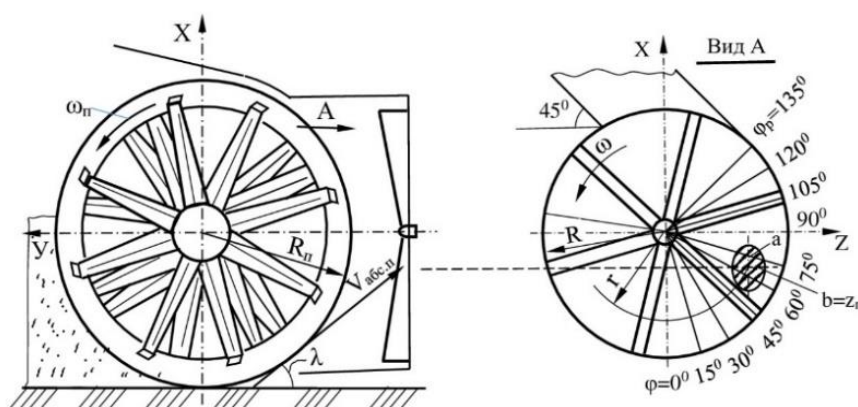


Рисунок 1 – Схема процесса транспортировки снега лопастным ротором метательного аппарата снегоочистителя

С целью определения рациональной зоны вбрасывания потока снега винтовой лопастью питателя в метательный аппарат, оценим мощностные затраты на рабочий процесс ротора-метателя.

Работа  $A_1$ , затрачиваемая на сообщение кинетической энергии потоку снега, поступающему в ротор, складывается из работы  $A'_1$ , затрачиваемой на сообщение снегу скорости лопасти, и работы  $A''_1$ , затрачиваемой на сообщение снегу относительной скорости вдоль лопасти:

$$A_1 = A'_1 + A''_1 = \frac{Wk\gamma}{2g(V_{\pi}^2 + V_{o.ср}^2)}, \text{ Нм}, \quad (1)$$

где  $W$  – объем ротора шириной  $B$  и радиусом  $R$ ,  $W = \pi R^2 B$ ;

$K$  – коэффициент заполнения ротора,  $k=0,7 \dots 0,8$ ;

$V_{\pi}$  – переносная скорость снега, находящегося в роторе,  $V_g = \omega R$ ;

$V_{o.ср}$  – средняя относительная скорость снега, находящегося в роторе.

Из работы следует, что

$$V_{o.ср} = \frac{R \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \omega}{2(k_1 + k_2)} (e^{\omega k_1 t} - e^{\omega k_2 t}), \text{ м/с}, \quad (2)$$

где  $k_1 = \sqrt{f_1^2 + 1} - f_1$ ;  $k_2 = \sqrt{f_1^2 + 1} + f_1$ ;

$f_1$  – коэффициент внешнего трения,  $f_1 = 0,085$ .

Для более точного расчета  $V_{o.ср}$  следует учитывать скорость вбрасывания снежной массы винтовыми лопастями фрезерного питателя в ротор-метатель. Абсолютная скорость снежного потока, отбрасываемого винтовым питателем, определяется по известной формуле:

$$V_{a.п} = \sqrt{V_p^2 + V_{o.ср}^2} = \omega_{\pi} R_{\pi} \sqrt{1 + tg^2 \alpha}, \text{ м/с} \quad (3)$$

где  $\omega_{\pi}$  – угловая скорость питателя,  $c^{-1}$ ;

$R_{\pi}$  – радиус питателя, м;

$\alpha$  – угол подъема винтовой ленты питателя.

Тогда проекцию скорости  $V_{a.п}$  на лопасть метательного аппарата можно представить следующим образом:

$$V_{a.п}^n = \omega_{\pi} \cdot R_{\pi} \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha} \cdot \sin \lambda \cdot \cos \varphi, \text{ м/с} \quad (4)$$

Работа  $A_2$  сил трения снега, находящегося в роторе, о неподвижный кожух

$$A_2 = \frac{Wk\gamma}{g} \omega^2 l^2 f_1 \left[ 2\pi - \varphi_p - \left( \varphi + \frac{\omega \cdot l}{V_{o.ср}} \right) \right], \quad (5)$$

где  $l$  – путь, проходимый точкой, характеризующей центр масс пятна вбрасывания, по лопасти ротора,  $l = R - r$ , м;

$r$  – радиальная координата точки, м;

$\varphi$  – угол поворота лопасти ротора-метателя, (рис. 1);

$\varphi_p$  – угол, характеризующий начало разгрузки лопастей.

Исходя из условия максимальной дальности отбрасывания снега метательным аппаратом, выбросной патрубок должен быть расположен относительно горизонта под углом  $45^\circ$ , при этом значение  $\varphi_p = 135^\circ$ . Работа  $A_3$  сил трения снега о лопасти ротора

$$A_3 = \frac{W_{ky}}{2g} \cdot l \cdot f_1 \cdot \omega \cdot V_{0,cp}, \text{ Нм} \quad (6)$$

Для возможности комплексной оценки энергозатрат на рабочий процесс метательного аппарата целесообразно использовать величину удельной работы:

$$A_{уд} = \frac{A_{\Sigma}}{V_{a,p}}, \text{ Нс} \quad (7)$$

где  $A_{\Sigma}$  – суммарная работа метательного аппарата, Нм;

$V_{a,p}$  – абсолютная скорость выброса снега метательным аппаратом, м/с.

$$A_{уд} = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{\sqrt{V_{0,cp}^2 + (\omega \cdot R)^2}}, \text{ Нс}. \quad (8)$$

На рисунках 3, 4 и 5 приведены графики, выражающие зависимости. На рисунке 3, видно, что работа, затрачиваемая на сообщение кинетической энергии потоку снега, поступающему в ротор-метатель, падает с уменьшением параметра  $r/R$ , вследствие уменьшения пути, проходимого центром масс пятна вбрасывания вдоль лопасти.

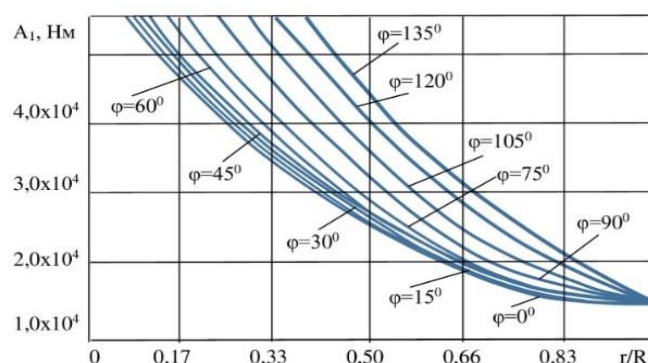


Рисунок 3 – Изменение работы  $A_1$  на сообщение кинетической энергии потоку снега от координат точки вбрасывания снежного потока в метательный аппарат

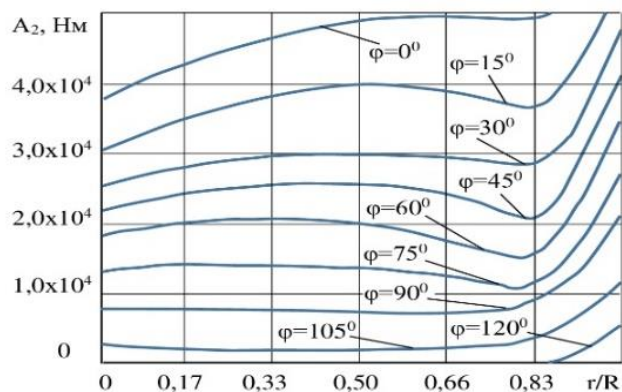


Рисунок 4 – Изменение работы  $A_2$  сил трения снега о кожух ротора от координат точки вбрасывания снежного потока в метательный аппарат

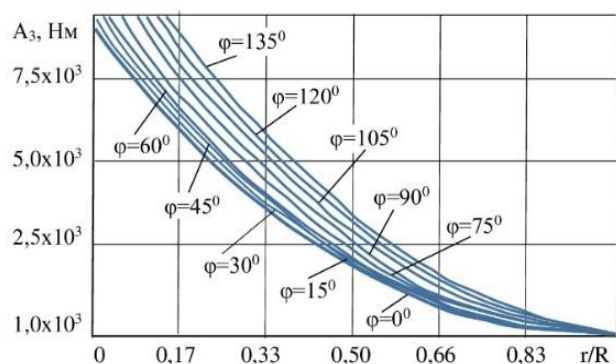


Рисунок 5 – Изменение работы  $A_3$  сил трения о лопасть ротора от координат точки вбрасывания снежного потока в метательный аппарат

На рисунках 6 и 7 представлены зависимости удельной работы на совершенствование рабочего процесса метательного аппарата в функции изменения соответственно параметров  $r/R$  и  $\varphi$ . Данные графики позволяют выявить рациональную зону вбрасывания снега в метательный аппарат, которой соответствуют координаты  $r/R = 0,78 - 0,83$ ,  $\varphi = 65^\circ - 75^\circ$ .

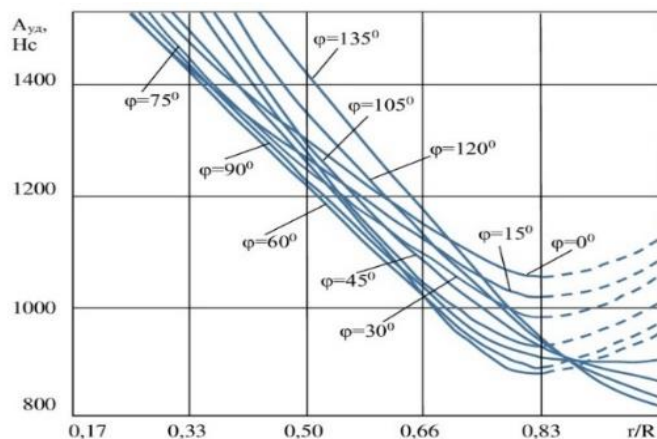


Рисунок 6 – Изменение удельной работы  $A_{уд}$  от радиальной координаты  $r/R$  точки вбрасывания снежного потока в метательный аппарат



С увеличением угла  $\varphi$  наблюдается рост работы  $A_1$ , затрачиваемой на сообщение кинетической энергии потоку снега. При  $0^0 < \varphi < 90^0$  величина  $A_1$  увеличивается менее интенсивно, так как вектор скорости  $V_{a.п}^n$  не совпадает с направлением вектора скорости  $V_{o.ср}$ , а при  $\varphi > 90^0$  векторы этих скоростей совпадают, т.е. скорости  $V_{o.ср}$  и  $V_{a.п}^n$  суммируются, что вызывает быстрый рост величины  $A_1$ . Из анализа изменения работы  $A_2$  сил трения снега, находящегося в роторе, о неподвижный кожух при различных значениях  $r/R$  и  $\varphi$ , следует, что чем меньше путь, проходимый частицей снега по лопасти, т.е. чем меньше  $\varphi$ , тем выше величина  $A_2$ , при этом наблюдается некоторая волнообразность изменения  $A_2$  при изменении параметра  $r/R$  в диапазоне  $0^0 < \varphi < 90^0$ .

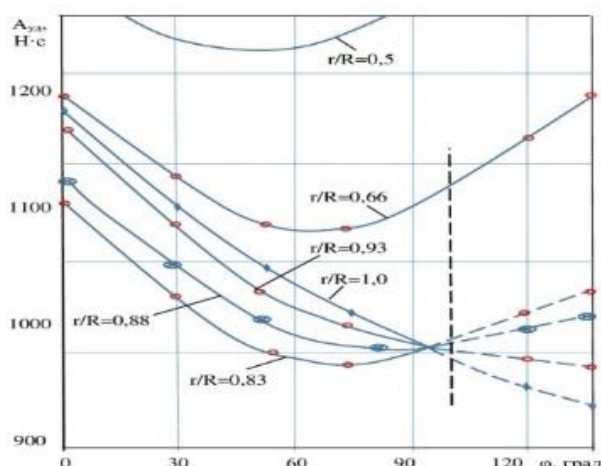


Рисунок 7 – Изменение удельной работы  $A_{уд}$  от угловой координаты  $\varphi$  точки вбрасывания снежного потока в метательный аппарат

На основе анализа рабочего процесса фрезерно-роторного снегоочистителя определены оптимальные условия транспортировки снега от винтовой лопасти питателя в метательный аппарат, позволяющие минимизировать выброс снега фрезой вперед с образованием призмы волочения, а также энергоемкость процесса разгона снега метательным аппаратом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. M. Doudkin, A. Kim, B. Moldakhanov, G. Kustarev, N. Andryukhov, V. Rogovsky, Y. Doudkina. Experimental Studies of the Physical Model of the Milling-Rotary Snow Cleaner. International Review of Mechanical Engineering, Vol. 15, N. 9, 2021. 453-463. <https://doi.org/10.15866/ireme.v15i9.20952>
2. M. Doudkin, A. Kim, B. Moldakhanov. Determination of Forces in the Working Unit of the Milling-Rotary Snow Cleaner. International Review of Mechanical Engineering (I.R.E.M.E.), Vol. 15, N.2, 2021. 96-105. <https://doi.org/10.15866/ireme.v15i2.20859>
3. Bekbolat Moldakhanov, Mikhail Doudkin, Alina Kim, Valery Rogovsky, Nikita Andryukhov. Experimental study of the snow removal process by helical blade of the milling feeder. Journal of Applied Engineering Science, Vol. 20, No. 4, 2022.

ӘОЖ 164.01

Нагибаев Д.Е. ( 20-ТЛК-1, ШҚТУ), Абеджанова А.С. (аға оқытушы, ШҚТУ)

## ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ КӨЛІК ЛОГИСТИКАСЫНДА ҚОЛДАНУ

**Аңдатпа.** Жасанды интеллект (ЖИ) соңғы жылдардағы ең ыстық технологиялық трендтердің біріне айналды және оның әртүрлі салаларда пайдалану мүмкіндігі зор. Көлік логистикасы – бұл логистикалық операциялардың тиімділігін, дәлдігі мен сенімділігін едәуір жақсартатын ЖИ-дің ең уәде етілген қосымшаларының бірі.

**Түйін сөздер:** жасанды интеллект, көлік логистикасы, автоматты басқару, маршруттарды оңтайландыру.

Көлік логистикасы - бұл жеткізілімнің басынан аяғына дейін жүктерді тасымалдау мен сақтауды басқарудың күрделі процесі. Бұл маршруттарды жоспарлау, тауарлы-материалдық құндылықтарды басқару, жүктерді қадағалау және т.б. сияқты көптеген әрекеттерді қамтиды.

Логистикалық компаниялардың алдында тұрған негізгі мәселелердің бірі – қызметтерге сұранысты болжаудағы белгісіздік. Бұл тауарлы-материалдық құндылықтардың шамадан тыс жұмсалыуына немесе жетіспеушілігіне, ресурстарды тиімсіз пайдалануға және қызмет көрсету сапасының төмендеуіне әкелуі мүмкін. ЖИ пайдалану өткен тапсырыстар туралы деректерді талдау, болашаққа сұранысты болжау және қорлар мен ресурстарды оңтайландыру бойынша ұсыныстар беру арқылы бұл мәселені шешуге көмектеседі.



1-сурет - Жасанды интеллектті көлік логистикасында қолдану

Көлік логистикасында ЖИ қолданудың көптеген мысалдары бар. Төменде олардың ең кең таралған түрлері келтірілген:

- Маршруттарды оңтайландыру. Мысалы, UPS компаниясы көптеген факторларды ескере отырып, жеткізу маршруттарын оңтайландыру үшін ЖИ пайдаланатын ORION (On-Road Integrated Optimization and Navigation) жүйесін пайдаланады.

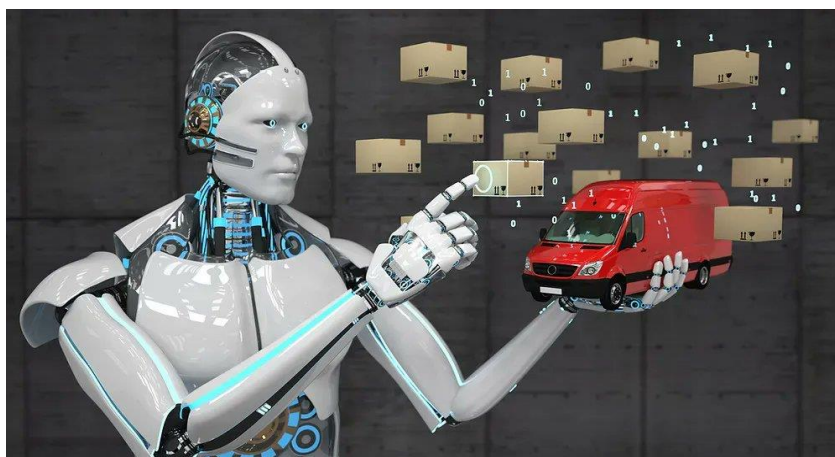
- Сұранысты болжау. ЖИ пайдалану көліктік логистикалық қызметтерге сұранысты болжауға көмектеседі, бұл компанияларға өз қорлары мен ресурстарын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Мысалы, DHL компаниясы қоймалар мен логистикалық операцияларды оңтайландыру үшін өз қызметтеріне сұранысты болжау үшін ЖИ пайдаланады.

- Көлік құралдарының жай-күйін бақылау. Жасанды интеллектті пайдалану компанияларға көліктерінің күйін бақылауға және бұзылулардың алдын алуға көмектеседі. Мысалы, ZF компаниясы ықтимал бұзылуларды болжау және алдын алу жұмыстарын жүргізу үшін автомобильдердің денсаулығын бақылау үшін ЖИ пайдаланады.

- Қоймаларды автоматты басқару. ЖИ пайдалану қоймаларды басқаруды автоматтандыруға және тапсырыстарды өндеуді жылдамдатуға көмектеседі. Мысалы, Alibaba өз қоймаларын автоматты түрде басқару үшін ЖИ пайдаланады, бұл оларға нақты уақыт режимінде көптеген тапсырыстарды өндеуге мүмкіндік береді.

- Жол қауіпсіздігін жақсарту. ЖИ қолдану төтенше жағдайларды анықтау және алдын алу арқылы жол қауіпсіздігін жақсартуға көмектеседі. Мысалы, Waymo жол қауіпсіздігін жақсарту алатын автономды көліктерді әзірлеу үшін ЖИ пайдаланады.

Бұл көлік логистикасында ЖИ қолданудың кейбір мысалдары ғана. Жасанды интеллект осы саладағы компанияларға өз операцияларын оңтайландыруға және олардың тиімділігін арттыруға көмектесетін көптеген басқа әдістер бар.



2-сурет - Жасанды интеллектті көлік логистикасында қолдану

Көлік логистикасында ЖИ қолдану қазірдің өзінде айтарлықтай нәтиже бере бастады. Міне, оның салаға әсерін көрсететін бірнеше сандар:

- TRACTICA зерттеу компаниясының мәліметі бойынша, көлік логистикасындағы ЖИ нарығы 2023 жылы 3,5 миллиард долларға жетеді.
- 2019 жылы UPS компаниясы Машиналық оқыту технологиясы мен AI негізіндегі жаңа ORION платформасын іске қосатынын жариялады. Бұл компанияға жыл сайын 400 миллион доллардан астам үнемдеуге мүмкіндік

берді.

- DHL Supply Chain компаниясы AI Foundry компаниясымен текстураны өңдеуде және басқа қағаз құжаттамада ЖИ пайдалану үшін серіктес болып табылады, бұл өңдеу уақытын 80% қысқартады.
- Жүк тасымалын оңтайландыру үшін ЖИ пайдаланатын Convoу тапсырыстарды өңдеуге кететін уақыттың 90% қысқарғанын жариялады.
- Сингапурда ST Engineering компаниясы жеткізу процесін оңтайландыру және күту уақытын қысқарту үшін ЖИ пайдаланатын жүктерді автоматты өңдеу жүйесін әзірледі.



3-сурет - Жасанды интеллекттің оңтайлы маршрутты таңдауы

Көлік логистикасында маршруттарды оңтайландыру үшін ЖИ қолданудың бір мысалы-эртүрлі айнымалыларға негізделген оңтайлы жеткізу бағытын таңдау үшін машиналық оқыту алгоритмдерін қолдану.

Мысалы, тұтынушыларға тауарларды жеткізумен айналысатын логистикалық компания ең жақсы жеткізу маршрутын таңдау үшін ЖИ қолдана алады. Бұл үшін ЖИ жол жағдайлары, кептелістер, кесте, тұтынушылардың басымдықтары және басқа айнымалылар сияқты бірнеше факторларды ескереді.

Осы ақпаратқа сүйене отырып, жеткізу уақытын қысқартуға және жанармай мен басқа ресурстарға шығындарды азайтуға мүмкіндік беретін оңтайлы бағытты таңдайды.

Көлік логистикасында жасанды интеллектті (ЖИ) пайдалану процестерді оңтайландыру және қызмет сапасын жақсарту үшін айтарлықтай әлеуетке ие. Алайда, бұл технология логистикаға қатысты барлық міндеттер үшін әмбебап шешім емес. Міне, осы салада ЖИ қолданудың артықшылықтары мен шектеулері туралы бірнеше бақылаулар төмендегі кестеде сипатталған:

Кесте 1 – Жасанды интелекті қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктері

Артықшылықтары	Кемшіліктері
Жеткізу маршруттарын оңтайландыру: ЖИ кесте, кептелістердің болуы және жолдардың жағдайы сияқты көптеген факторларды ескере отырып, жеткізу маршруттарын оңтайландыруға көмектеседі.	Деректерге қол жетімділіктің шектеулері: кейбір тапсырмалар ЖИ-ті оқыту үшін үлкен көлемдегі деректерді қажет етеді, бұл деректерге қол жетімділік шектеулі болған жағдайда немесе сол деректер қорғалған жағдайда шектеу болуы мүмкін.
Сұранысты болжау: AI қолдану логистикалық қызметтерге сұранысты дәлірек болжауға мүмкіндік береді, бұл компанияларға қорлары мен ресурстарды бөлуді оңтайландыруға мүмкіндік береді.	Пайдалану шектеулері: кейбір ЖИ технологияларын пайдалану қымбатқа түсуі мүмкін және оларды енгізу кейбір компаниялар үшін практикалық болмауы мүмкін.
Қойма операцияларын жақсарту: AI уақытты қысқартуға және қойма операцияларының дәлдігін жақсартуға көмектеседі, мысалы, тауарлардың орналасуын оңтайландыру немесе тауарларды сұрыптауды автоматтандыру арқылы.	Дәлдік шектеулері: ЖИ қолдану әрқашан шешім қабылдауда 100% дәлдікке кепілдік бермейді, сондықтан қателік мүмкіндігін ескеру қажет.

Көлік логистикасында жасанды интелекті (ЖИ) пайдалану болашағы, яғни перспективалары туралы айтатын болсақ, операцияларды оңтайландыру және қызмет сапасын жақсарту үшін көптеген мүмкіндіктерді қамтиды. Осы саладағы кейбір негізгі перспективаларға мыналар жатады:

- Шығындарды азайту: ЖИ компанияларға сақтау, тауарлы-материалдық құндылықтарды басқару, техникалық қызмет көрсету және тасымалдау шығындарын азайтуға көмектеседі. Ол сондай-ақ компанияларға өз қызметтеріне сұранысты дәлірек болжауға көмектесе алады, бұл олардың қорларын тиімдірек жоспарлауға мүмкіндік береді.

- Дәлдік пен сенімділікті жақсарту: ЖИ көлік логистикасындағы операциялардың дәлдігі мен сенімділігін жақсартуға көмектеседі, бұл қателерді азайтады және тұтынушылардың қанағаттануын арттырады. Мысалы, AI қоймалардағы өнімнің сапасын автоматты түрде бақылау және бақылау үшін пайдаланылуы мүмкін, бұл тауарларды жеткізудегі ақаулар мен қателіктерді азайтады.

- Жаңа бизнес үлгілерін дамыту: көлік логистикасында ЖИ пайдалану компанияларға тұтынушылардың қажеттіліктерін тиімдірек және икемді түрде қанағаттандыруға мүмкіндік беретін жаңа бизнес үлгілерін жасауға көмектеседі. Мысалы, компаниялар ЖИ-ті әр клиенттің қажеттіліктеріне сәйкес келетін жеткізілім мен тауарлы-материалдық құндылықтарды басқарудың жеке шешімдерін жасау үшін қолдана алады.

- Жаңа технологияларды дамыту: көлік логистикасында ЖИ қолдану компанияларға тауарларды тасымалдаудың тиімді және экологиялық таза тәсілдерін жасауға мүмкіндік беретін жаңа технологиялар мен инновациялардың дамуын ынталандыруы мүмкін.

Қорытындылай келе, кейбір шектеулерге қарамастан, көлік логистикасында ЖИ қолдану сапаны жақсарту және процестерді оңтайландыру үшін үлкен әлеуетке ие. Бұл технологияны өз қызметіне сәтті енгізе алатын компаниялар нарықта артықшылыққа ие болады және өз тауарларын тиімдірек және ыңғайлы жеткізуді қамтамасыз ете алады.

Сондай-ақ көлік логистикасында ЖИ қолдану перспективалары өте жоғары. Бұл технологияның дамуы жалғасады және ол осы салада маңызды рөл атқарады. Көлік логистикасында жасанды интеллектті пайдалану операцияларды оңтайландыру және қызмет сапасын жақсарту үшін көптеген перспективалық мүмкіндіктерді уәде етеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. <https://inlnk.ru/Jjg6Va>
2. <https://retailservices24.ru/blog/iskusstvenniy-intellect-v-logistike-1>
3. <https://inlnk.ru/1PEJ4d>
4. <https://www.transmetrics.ai/blog/ai-in-logistics/>
5. [https://logist.today/dnevnik\\_logista/2019-12-22/iskusstvennyj-intellect-v-logistike-i-gruzovyh-perevozkah/](https://logist.today/dnevnik_logista/2019-12-22/iskusstvennyj-intellect-v-logistike-i-gruzovyh-perevozkah/)

УДК 656.02

Нұрғазин Ә. (21-МУДК-2т, ВКТУ), Машекенова А.Х., Вдовин В.Н. (к.т.н., ВКТУ)

## АНАЛИЗ МАРШРУТНОЙ СЕТИ ГОРОДА УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные характеристики маршрутной сети города Усть-Каменогорска. Анализируются плотность и разветвленность маршрутной сети, маршрутный коэффициент, среднее значение протяженности всех маршрутов, а также коэффициент непрямолинейности маршрутов. Предложены направления возможной реорганизация существующей маршрутной сети. Целью данной работы является выполнение оценки маршрутной сети регулярных перевозок пассажиров г. Усть-Каменогорска.

**Ключевые слова:** плотность маршрутной сети, маршрутный коэффициент, коэффициент непрямолинейности маршрутов, средняя длина маршрута, коэффициент пересадочности.

Городской пассажирский транспорт организован по маршрутному принципу, так как без этого невозможно осуществлять постоянные массовые перевозки. Маршрутный принцип составляет основу системы организации, планирования и управления движением на городском пассажирском транспорте и является наиболее эффективной формой использования транспортных средств. Только маршрутная система может обеспечивать регулярные связи между множеством микрорайонов города.

Общая площадь города Усть-Каменогорск в проектных границах составит 43 733 га, в том числе застроенные территории – 13 927 га, незастроенные территории – 29 806 га.

Общая протяженность существующих улиц и дорог в настоящее время составляет 852,85 км. Главными транспортными магистралями, обеспечивающими удобные транспортные связи города и пассажирские передвижения, на сегодняшний день являются существующие магистрали общегородского значения (пр. Назарбаева, Шакарима, Сатпаева, ул. Казахстан и др.).

В планировочном отношении принята радиально-кольцевая структура организации территории города. Транспортная инфраструктура города включает традиционные виды транспорта, обеспечивающие внешние, пригородные, внутригородские пассажирские и грузовые перевозки. [4]

Маршруты города Усть-Каменогорск распределены между 9 перевозчиками на конкурсной основе.

Маршрутная сеть регулярных городских и пригородных автомобильных перевозок пассажиров и багажа города Усть-Каменогорска представлена 42 автобусными, 12 микроавтобусными и 3 трамвайными маршрутами. Ежедневно при плане согласно утвержденных графиков движения 356 единиц на маршруты города выходит 209 автобусов, 41 микроавтобусов и 11 трамваев. Регулярность движения в среднем составляет – 73 %. Стоит отметить, что на сегодняшний момент уровень регулярности недостаточно высокий и количество транспортных средств выходят 27 % меньше.

В разрезе по перевозчикам ТОО «РОСТ» - 73,2%, ТОО «VoSca» - 78,41 %, ТОО «Марат М» - 71,6 %, ТОО «Бахытжол» - 69,51 %, ТОО «Вебас» - 75,53 %, ТОО «СТ Автосервис – 68,67 %, ТОО «Таксопарк» - 72,85%, ИП Кривошеев – 68,31 %. Основной причиной снижения регулярности движения является изношенность на 70% подвижного состава.

Пригородные населенные пункты, входящие в состав административно-территориальной единицы города также охвачены регулярным сообщением: с.Меновное (маршруты № 53,54,55,255), с.Прудхоз (маршрут № 71), с.Ахмирово (маршруты № 42,53,55,255), с.Ново-Ахмирово (маршруты № 55,42,255), с. Самсоновка маршрут № 356), с.Ново-Явленка (маршрут № 71).

В данной статье рассматриваются пять особенно важных показателя маршрутной сети города Усть-Каменогорска:

1. Плотность маршрутной сети
2. Маршрутный коэффициент;
3. Коэффициент непрямолинейности маршрутов.
4. Средняя длина маршрута;
- 5 Коэффициент пересадочности.

1. Плотность маршрутной сети показывает, какое число транспортных линий приходится на один квадратный километр селитебной территории площадью.

Плотность маршрутной сети определяется согласно формуле:

$$p = \frac{L_c}{F} \quad (1)$$

где  $L_c$  – суммарная протяжённость улиц и дорог, по которым проходят маршруты наземного городского пассажирского транспорта общего пользования, км.;

$F$  – застроенная площадь города, км<sup>2</sup>.

Для условий города Усть-Каменогорска:

$$p = \frac{852 \text{ км}}{139,27 \text{ км}^2} = 6 \text{ км}$$

В городах средняя плотность маршрутной сети составляет 2,0...2,5 км. В центральной части больших городов этот показатель может приближаться к 6 км.

2. Маршрутный коэффициент  $K_m$  характеризует разветвленность маршрутной сети. Данный коэффициент определяется как отношение суммы длин всех маршрутов к сумме длин улиц, по которым эти маршруты проходят:

Маршрутный коэффициент оценивает степень разветвлённости сети и определяется по формуле:

$$K_m = \frac{L_m}{L_s} \quad (2)$$



где  $L m$  – суммарная протяжённость всех маршрутов, км.;

$L s$  – общая протяжённость транспортной сети, км

Для условий города Усть-Каменогорска:  $K_m = \frac{760 \text{ км}}{275 \text{ км}} = 2,76$

Маршрутный коэффициент рекомендуется принимать в зависимости от величины города, его планировки и структуры, равным 2-4. [1]

3. Средний коэффициент непрямолинейности маршрутной сети  $K$  непрямолинейности характеризует среднюю непрямолинейность сети маршрутов и равен частному от деления общей протяженности маршрутов на сумму длин их воздушных линий:

$$p_{cp} = \frac{\sum l_m}{\sum l_o} \quad (3)$$

где  $l_m$  – общая протяженность маршрутов;

$l_o$  – длина всех воздушных линий маршрутов;

Для условий города Усть-Каменогорска:

$$p_{cp} = \frac{760 \text{ км}}{569 \text{ км}} = 1,34$$

Коэффициент непрямолинейности маршрутной системы зависит от величины города, его планировочной структуры, степени компактности, расчлененности естественными и искусственными препятствиями, планировки улично-дорожной сети, рекомендуется в пределах 1,0-1,4; [4]

4. Средняя длина маршрута  $l_{cp}$  представляет собой среднее значение протяженности всех маршрутов:

$$l_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n l_{mi}}{n} \quad (4)$$

где  $l_{mi}$  – длина  $i$  – го маршрута, км;

$n$  – количество маршрутов;

Для условий города Усть-Каменогорска:

$$l_{cp} = \frac{760 \text{ км}}{55} = 13,8 \text{ км}$$

На основании проведенных расчетов и измерении можно сделать следующие выводы о маршрутной системе Усть-Каменогорска. Маршрутный коэффициент  $K_m = 2,76$  указывает на то, что в Усть-Каменогорске на один участок дороги приходится приблизительно 3 маршрутов, которые едут почти в одинаковом направлении, создавая пробки из-за высокой плотности автобусов на рассматриваемых участках улично-дорожной сети,

Средняя длина маршрута  $l_{cp} = 13,8$  км, что является достаточно большим

значением показателя, означающим большую заполняемость автобусов, так как он проезжает большее количество остановочных пунктов, так же существенно увеличивает время на маршруте и снижает эксплуатационную скорость, повышает пробег и износ автобуса, уменьшается время на отдых водителей. [1]

#### 5. Коэффициент пересадочности.

Уровень пересадочности является показателем, тесно связанным со степенью разветвленности маршрутной системы. Оценивается этот уровень коэффициентом пересадочности:

$$N = \frac{\sum_{i=0}^n m_i \cdot (i + 1)}{100} \quad (5)$$

где  $i$  – количество пересадок;

$m_i$  – доля передвижений с  $i$  пересадками, %;

$n$  – максимальное количество пересадок, приходящееся на одно передвижение.

Исследованиями установлено, что коэффициент пересадочности сообщений находится в прямой зависимости от продолжительности поездки. Уравнение регрессии, выражающее эту связь для современных условий, имеет вид:

$$C = 1,005 + 0,017t, \quad (6)$$

где  $t$  – продолжительность поездки, мин.

Коэффициент пересадочности определим по формуле (30) при  $t=25,8$  мин

$$C = 1,005 + 0,017 \cdot 57 = 1,97.$$

Величина коэффициента  $C$  зависит от размеров города. Если коэффициент пересадочности  $C$  находится в пределах от 1,15 до 1,5, можно считать, что маршрутная система построена целесообразно для городов разной крупности.

Маршрутная сеть города Усть-Каменогорска нуждается в оптимизации. Результаты анализа показали, что для оптимизации сети возможно реорганизация связано с изменением трассировки маршрутов и с ликвидации некоторых дублирующих маршрутов. Возможно изменить трассировку 16-и маршрутов (12, 13, 47, 17, 7, 55, 42, 3, 38, 19, 26, 10, 228, 71Г, 25, 27), оставить без изменений трассировку 24-и маршрутов (60, 33, 32, 2, 67, 8, 6, 46, 6Б, 24, 230, 351, 229, 54, 256, 53, 352, 255, 356, 58, 5, 357, 14, 253) и упразднить 8 маршрутов (1, 4, 262, 261, 260, 246, 39, 250). [2]

В качестве примера можно привести анализ нескольких маршрутов следующим образом:

Таблица 1 - Рекомендации оптимизации маршрутной сети

№	Номер маршрута	Предложения по оптимизации	Пояснения
1	60	оставить без изменений	актуален, связывает ныне развивающийся микрорайон КШТ с центральной частью города
2	12	изменить трассировку в центральной части: ул. С. Нурмагамбетова - ул. А. Чехова - ул. Кабанбай батыра в обоих направлениях движения	проходит практически через весь город в широтном направлении по основным его магистралям - ул. Бажова, пр. Независимости и ул. Кабанбай батыра, закольцовывание по ул. Протозанова против часовой стрелки вдоль нежилой набережной не соответствует статусу данного маршрута
3	246	упразднить	практически дублирование маршрута № 46

В заключении можно отметить, что проведенные практические исследования и расчеты демонстрируют, что некоторые проблемы маршрутной системы города Усть-Каменогорска необходимо решать в ближайшее время.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Отчёт по выполнению проекта «Анализ успешного регионального опыта организации пассажирских автомобильных перевозок (электронное билетирование, обеспечение прозрачности доходов, обязательное субсидирование), разработка рекомендаций для предприятий, государственных органов и по совершенствованию законодательной базы» - Союз автотранспортников Казахстана, 2020 г.-243 ст.

2. Отчет по выполнению проекта «Обследование автобусной маршрутной сети города Усть-Каменогорска» - ТОО «Научно-исследовательский институт транспорта и коммуникаций», 2018 г. – 97 ст.

3. <https://oskemencard.kz/>

4. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000810>

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННЫХ ГРОХОТОВ

**Аннотация.** Статья посвящена теоретическому исследованию рабочих параметров вибрационных грохотов, произведен анализ и сделаны выводы. Проблема улучшения качества фракций, получаемых из трудногрохотимого минерального сырья при его переработке, приобрела в настоящее время важное значение. Поэтому повышение эффективности вибрационных грохотов для классификации трудногрохотимого минерального сырья является актуальной научной задачей.

**Ключевые слова:** виброгрохот, труднообогатимое сырье, электромагнитный вибровозбудитель, импульс, амплитуда.

При переработке минерального сырья в технологических линиях широко применяются вибрационные машины. Их значимость постоянно увеличивается в связи с тем, что они, по сравнению с другими типами перерабатывающих машин, обеспечивают более высокую эффективность и более низкую энергоемкость рабочих процессов.

Важное место при переработке полезных ископаемых и их обогащении занимает процесс классификации минерального сырья на вибрационных грохотах.

Важным условием эффективности процесса грохочения является достаточное разрыхление просеиваемого материала (определяемого параметром, характеризующим разрыхление грохотимого материала). Учитывая место контакта, силу сцепления (прилипания) и внутреннее трение между частицами материала, можно уменьшить (облегчить) путь частицы внутри материала до просеивающей поверхности. Всё это становится возможным благодаря вибрационному возбуждению просеивающей поверхности [1].

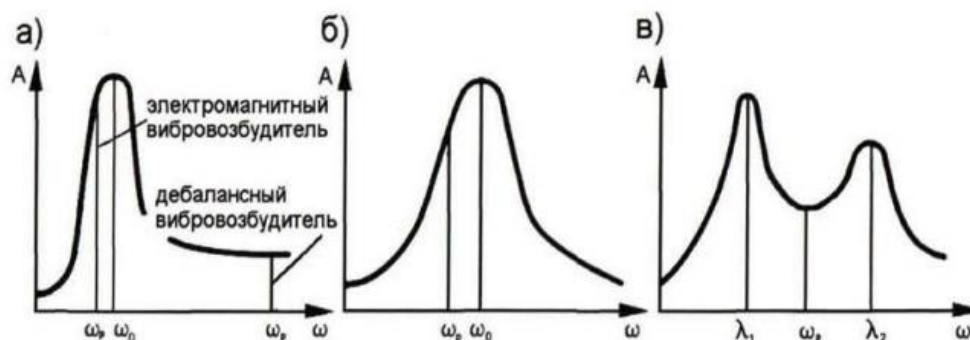
Процесс вибрационного грохочения включает в себя постоянный обмен импульсами между поверхностью разделения (ситом) и просеиваемым материалом. Характер вибраций сита имеет большое значение при определении величины дискретного импульса энергии передаваемого отдельной частице материала.

Динамическая схема вибрационного грохота это его идеализация в виде совокупности твердых или упругих тел, обладающих массами, соединенных невесомыми упругими элементами и кинематическими направляющими так же, как и в реальной машине. При этом под действием вынуждающих сил, тела динамической схемы совершают колебания, достаточно точно совпадающие с колебаниями реальной машины.

Основное требование к динамической схеме грохота - обеспечение необходимого, выбранного, из условий оптимального протекания технологических процессов, закона колебаний одной из масс, являющейся ее рабочим органом. При этом динамическая схема должна обеспечить и требуемый уровень основных эксплуатационных свойств вибрационного

грохота, а именно: стабильности, коэффициента усиления вынуждающей силы и уравновешенности.

Одномассные машины с динамическим приводом при работе на резонансном участке амплитудно-частотной характеристики обладают достаточно высокой стабильностью рабочего режима - амплитуда колебаний рабочего органа в этом случае практически не зависит от некоторого небольшого изменения частоты возбуждения (рисунок 1). При мягкой виброизоляции эти машины передают на опоры и фундаменты сравнительно небольшие динамические нагрузки [2].



а) одномассного; б) двухмассного; в) трехмассного ( $\omega_p$  - рабочая частота;  $\omega_0, \lambda_1, \lambda_2$  - частоты собственных колебаний системы)

Рисунок 1 – Амплитудно-частотные характеристика рабочего органа вибрационного грохота:

Одномассные схемы с электромагнитным приводом из-за неуравновешенности практически не получили распространения. Они использованы лишь в единичных образцах машин сравнительно небольших размеров, массы и производительности.

Введение второй массы в динамические схемы грохотов (таблица 1) позволяет улучшить виброизоляцию, это особенно важно для машин с электромагнитным приводом. Повышение уравновешенности дает возможность использовать резонансный или околорезонансный режим вынуждающей силы.

Введение второй массы в схемы машин в большинстве случаев заметно не влияет на увеличение массы и габаритных размеров всей установки, ее можно использовать как дополнительный рабочий орган или как вспомогательное вибрирующее устройство, питающее, подводящее или, наоборот, отводящее материал.

Довольно широко используются двухмассные схемы с электромагнитным возбуждением (таблица 1).

Таблица 1 - Сравнение динамических схем грохотов по эксплуатационным свойствам

тип грохота	тип вибровозбудителя	режим работы	схема	уравновешенность	стабильность
одно-массный		зарезонансный	1.	+	+
		резонансный	2.	--	--
двух-массный		околорезонансный	3.	+	--
			4.	++	-
трёх-массный		межрезонансный	5.	+	+
			6.	++	+

- электромагнитный вибровозбудитель; - дебалансный вибровозбудитель

Их достоинства определяются общими достоинствами электромагнитных вибровозбудителей: отсутствием трущихся деталей, достаточно легкими пуском и регулировкой амплитуды колебаний.

В то же время двухмассные системы, работающие в резонансном или околорезонансном режиме, имеют низкую стабильность, что объясняется крутизной их амплитудно-частотной характеристики (рисунок 1). Амплитуда колебаний может варьироваться в процессе эксплуатации как из-за самопроизвольного изменения жесткости упругих элементов между массами, так и из-за неуправляемого изменения массы рабочего органа и воздействия перерабатываемого материала.

В трехмассных машинах, как с инерционным, так и с электромагнитным возбуждением - (таблица 1), работающих в меж резонансном режиме (рисунок 1), можно добиться значительного повышения стабильности при одновременном сохранении уравновешенности и высокой, свойственной резонансным машинам эффективности использования вынуждающей силы, развиваемой приводом, однако такие схемы представляют большую трудность при их расчёте [3].

В случае применения двух дебалансных вибровозбудителей согласование их вращения можно достичь как принудительной механической синхронизацией - кинематическими связями типа зубчатого зацепления, т. е. передачами без проскальзывания, так и путем использования явления самосинхронизации. В последнее десятилетие благодаря развитию соответствующей теории и методов расчета самосинхронизация используется в большом количестве как отечественных, так и зарубежных конструкций.

В вибрационных грохотах с дебалансным вибровозбудителем в процессе пуска и остановки возникают интенсивные колебания при примерном совпадении частоты вращения вала дебаланса с частотами свободных колебаний системы на виброизолирующих упругих опорах, т. е. при прохождении через резонанс. Амплитуды колебаний при этом могут в несколько раз превосходить амплитуды рабочего режима. Соответственно возрастают силы, передаваемые через виброизолирующие опоры на строительные конструкции. Возникает опасность прямых соударений машин с опорными, ограждающими, питающими (подводящими материал) и отводящими (принимающими материал) конструкциями. Оценка фактических амплитуд колебаний при прохождении через резонанс обязательна при расчете и проектировании вибрационных грохотов дебалансными вибровозбудителями [4]. Они пригодны для отношения частот

$\omega/\lambda > 2,5$ , где  $\omega$  - рабочая частота колебаний грохота. Кривая на графике (рисунок 2) представляет собой зависимость безразмерной максимальной амплитуды при пуске  $A_{\text{п}} = \frac{Z_{\text{п}}M}{2m_{\varepsilon}}$  от безразмерного параметра  $\frac{L_{\text{п}}}{I_d \lambda^2}$ , где  $L_{\text{п}}$  - пусковой вращающий момент на валу вибровозбудителя;  $Z_{\text{п}}$  - максимальная амплитуда вертикальных перемещений центра тяжести грохота при пуске;  $2m_{\varepsilon}$  - суммарный статический момент массы дебалансов;  $M$  - масса колеблющихся частей грохота;  $I_d$  - приведенный к валу вибровозбудителя момент инерции вращающихся частей привода;  $\lambda$  - частота собственных колебаний грохота на упругих виброизолирующих элементах.

Кривая на графике (рисунок 2), соответствует зависимости безразмерной максимальной амплитуды при выбеге  $A_{\text{в}} = \frac{Z_{\text{в}}M}{2m_{\varepsilon}}$  от безразмерного параметра

$\frac{(2m_{\varepsilon})^2}{I_d M}$ , где  $Z_{\text{в}}$  - максимальная амплитуда вертикальных перемещений центра тяжести грохота при выбеге.

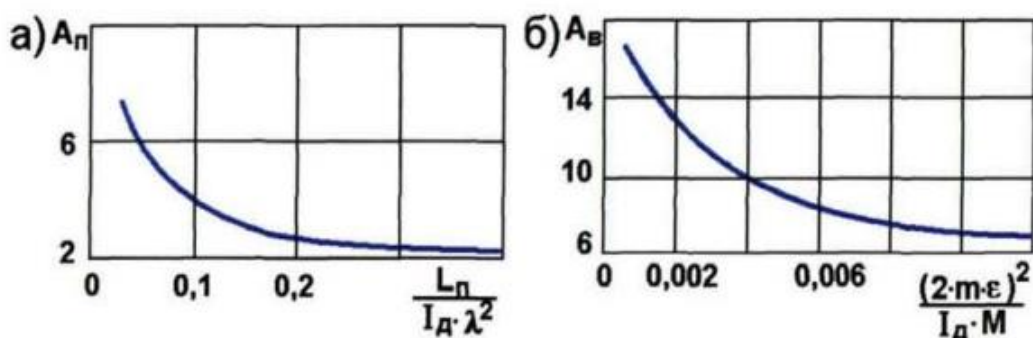


Рисунок 2 - Зависимости резонансной амплитуды колебаний при пуске (а) и выбеге (б)

Для снижения уровня колебаний во время прохождения через резонанс при проектировании вибрационных грохотов с дебалансными вибровозбудителями может быть применен ряд способов:

- использование автоматически (или вручную) регулируемых дебалансов, статический момент которых при прохождении через резонанс уменьшается;
- применение электрического или механического торможения вала при выбеге и форсированного пуска при разгоне;
- использование электродвигателей с повышенным пусковым моментом (иногда в сочетании с электрическим торможением);
- использование нелинейно-упругих виброизолирующих опор и специальных упоров (буферов) и управляемое изменение жесткости упругих элементов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Горные машины и оборудование: Учебное пособие. М./ Бардовский А.Д., Дмитрак Ю.В.: МГГУ, 2002 г.
2. Вайсберг Л.А. Просеивающие поверхности грохотов. Конструкции, материалы, опыт применения. / Л.А. Вайсберг, А.Н. Картавый, А.Н. Коровников.// Под ред. Л.А. Вайсберга. СПб.: Изд. - во ВСЕГЕИ. – 2005. – 252
3. Вайсберг Л.А. Проектирование и расчет вибрационных грохотов/Л.А.Вайсберг. -М.:Недра,1986. - 144с.
4. Вайсберг Л.А. Теоретические основы грохочения / Л.А. Вайсберг//Учеб.пособие. – СПб.: СПбГТИ (технический университет). – 2003. – 61с.



УДК 665.75

Ошакова Д.Ж. (21-МТТ-2п, ВКТУ), Азаматов Б.Н. (PhD, ВКТУ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

**Аннотация.** В данной статье описан метод повышения износостойкости элемента тормозной системы легкового автомобиля. Тормозная система автомобиля является одной из систем ответственных за безопасность. Исследуемая проблема не теряет своей актуальности и значимости ввиду роста потребительских свойств легкового автомобиля.

**Ключевые слова:** тормозная система; изнашивание; деформация; разрушение детали; микроплазменное напыление.

Цель работы заключается в исследовании и нахождении путей повышения для обеспечения исправного рабочего режима для элементов тормозной системы.

Объект исследования: Объектом исследования выступили направляющие суппортов тормозной системы легкового автомобиля Toyota Corolla. (идентификационный номер (VIN) 2T1BU4EEXAC267310, номер кузова 2T1BU4EEXAC267310, год выпуска 2009).

Предмет исследования: Предметом исследования является изнашивание и надежность в эксплуатации направляющих пальцев суппортов тормозной системы легкового автомобиля.

Методами к исследованию проблемы являются наблюдение явлений и отбор фактов касаясь темы статьи, а также установление связей между ними.

Практическая и теоретическая значимость имеют высокий уровень, данный материал готов к использованию в реальных целях.

### Изнашивание направляющей суппорта

Наиболее изнашиваемыми элементами тормозной системы являются направляющие суппорта (рисунок 1). В ходе эксплуатации происходит естественное попадание грязи, воды и пыли под пыльники поршня и направляющей скобы. Теоретически там должна быть смазка, а на практике там со временем получается абразив. В мегаполисах, где зимой дороги щедро обрабатывают реагентами, абразив получается особенно агрессивным. В результате подвижность деталей теряется, и суппорт закисает. Чтобы защитить направляющие от влаги и ржавчины, на крепления надевают пыльники. Если пыльник лопнул или износился, направляющий палец ржавеет и закисает. В результате, суппорт двигается рывками или вовсе застревает на ржавой направляющей, поэтому колодки неплотно прижимаются к диску и колесо хуже тормозит, а внешняя колодка быстрее изнашивается.

На рисунке 1 можно невооруженным глазом заметить неравномерное утончение диаметра направляющей. Назовем данный образец как №1. Образец №1 испытал абразивный износ. Сущность абразивного износа заключается в разрушении металла твердыми зёрнами абразива при пластическом деформировании и микрорезании трущихся поверхностей.



Рисунок 1 - Направляющая суппорта

Исследование существующих износостойких покрытий, их структуру, воздействие на металл. Главными критериями для напыляемого материала являются износостойкость, твердость. Под такие критерии подходят твердые сплавы. Под твердым сплавом понимают двухфазный продукт порошковой металлургии, состоящий из фазы твердого материала и фазы связующего металла.

Покрытие из карбида вольфрама методом электроискрового легирования наносится толщиной 10-100 мкм. При этом используется электрод, изготовленный из карбида вольфрама с добавлением кобальта. Покрытие получаемое при детонационном и высокоскоростном напылении обладает минимальной пористостью. Как правило, методами напыления чистый карбид вольфрама не наносится. Используют комбинированные материалы - более мягкий и пластичный материал, с добавлением твердых частиц WC. Такие покрытия считаются более износостойкими. Толщина покрытия из карбида вольфрама при технологиях напыления 100-300 мкм. При растворении карбида вольфрама в кобальте образуется эвтектический расплав (рисунок 2) [1, с.58].

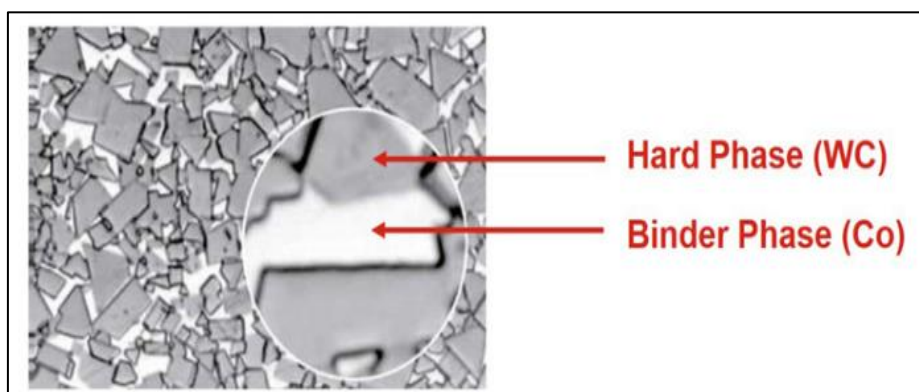


Рисунок 2 - Структура сплава карбида вольфрама и кобальта

Этот расплав смачивает кристаллы карбида вольфрама в форме высокопрочного припоя и притягивает их друг другу в очень узком пространстве. В результате такого процесса усадки образуется очень плотное

тело. При этом — с недостижимыми ранее показателями прочности. В случае спеченного твердого сплава твердые и хрупкие карбиды вольфрама соединяются с мягкими, но вязкими металлами — кобальтом, никелем или железом, образуя особый композиционный материал. Для этого в процессе спекания карбидный порошок с размером частиц 0,1–20 мкм смешивают с вязкими связующими металлами, после чего соединяют или спрессовывают их друг с другом при температурах от 1300° до 1500°С и, в некоторых случаях, высоком давлении до 100 бар. Сокращение исходного объема материала при этом может достигать 50 процентов [2, с.89].

В отличие от чистой плавки все или по крайней мере основные исходные компоненты смеси не расплавляются, а как бы «спекаются». Металл-связка при этом заполняет собой пространство между твердыми карбидными частицами, образуя своего рода «твердый припой» между ними. Такая структура больше всего напоминает бетон, в котором отдельные твердые частицы заполнителя, например, щебня, прочно скреплены цементом.

Твердый сплав в сравнении с другими материалами (рисунок 3):

Алмаз/PCD: самый твердый материал из существующих, но с относительно низкой вязкостью разрушения.

Твердый сплав: очень универсальный за счет состава, в зависимости от назначения может иметь характеристики повышенной вязкости или повышенной износостойкости. Благодаря универсальности имеет наиболее широкий спектр применения.

Сталь: высокая вязкость, но ограниченная твердость

Керамика: очень низкая плотность, легче твердого сплава, теплопроводна, высокая твердость, низкая вязкость

CBN: высокая твердость, низкая вязкость

Металлокерамика: сочетает в себе твердость твердого сплава и керамики, но менее вязкая [3, с.96].

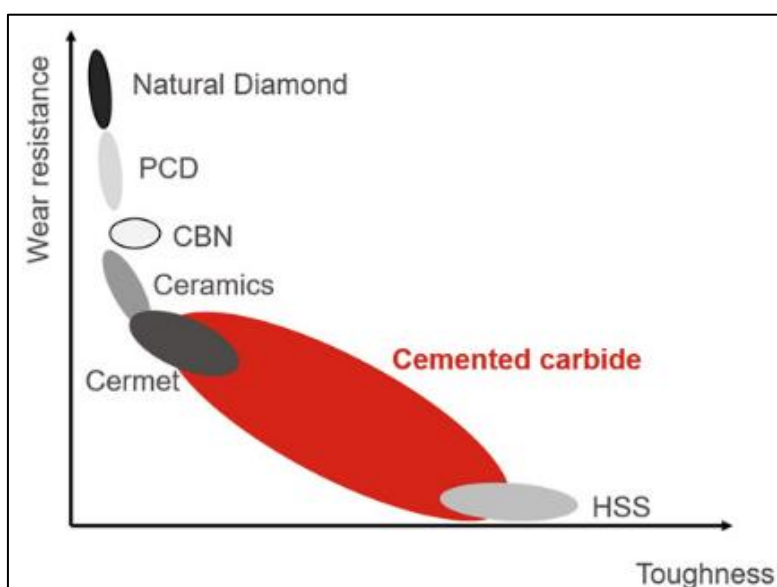


Рисунок 3 - Сравнение свойств твердого сплава с другими материалами

Попытки применить в качестве связующего металла вместо кобальта железо, никель или сплавы никель-медь, никель-хром, никель-молибден, кобальт-вольфрам, кобальт-медь, кобальт-молибден, кобальт-хром, кобальт-молибден-медь, железо-никель-хром и др. не дали благоприятных результатов [4, с.102]. Применение железа и никеля как связующего средства для вольфрамокарбидного твердого сплава давало малопрочные сплавы (40—60% прочности ВК твердого сплава). Причина ухудшенных свойств твердых сплавов с железом и никелем лежит в повышенной растворимости карбида вольфрама в твердом состоянии в этих связующих металлах, а также в склонности к образованию хрупких двойных карбидов типа  $NixWxCu$  или  $FexWxCu$  [5, с.36].

Давиль, изучавший действие кобальта, никеля и железа как связующих металлов при спекании карбида вольфрама, объясняет благоприятное влияние кобальта по сравнению с никелем способностью первого тонко размалываться и образовывать поверхностные диффузионные слои на зернах карбида вольфрама, задерживающие их рост. Частичная замена кобальта (до 30%) создает более твердые и хрупкие сплавы в случае применения железа и несколько более мягкие сплавы при замене никелем. В обоих случаях слегка снижается прочность. Частичная замена кобальта или никеля хромом, молибденом или вольфрамом означает снижение содержания вязкого связующего металла и приводит к (полному связыванию свободного углерода, а также к образованию менее вязкого связующего сплава, содержащего хром, молибден или вольфрам.

Лившиц и Короткоручко исследовали магнитные и физические свойства WC-Ni твердых сплавов. Наилучшее значение твердости (86 по шкале А Роквелла) и прочности при изгибе (90 кг/мм<sup>2</sup>) могли быть достигнуты при содержании 10% (вес.) Ni и при температуре спекания 1450°.

Добавки меди к связующему металлу не оказывают особо благоприятного влияния на твердость и прочность при изгибе; однако значительно ухудшается спекаемость сплавов. Чисто медные, серебряные или другие связки из благородных металлов можно применять по методу пропитки. В патентной литературе можно найти обширные указания на различные связующие металлы и сплавы, однако ни один из них не может полностью заменить кобальт.

Анализ выполненных ранее научных исследований показал, что твердые сплавы могут применяться: Твердые сплавы ввиду своей высокой твердости применяются в следующих областях:

- Обработка резанием конструкционных материалов: резцы, фрезы, сверла, протяжки и прочий инструмент;
- Оснащение измерительного инструмента: оснащение точных поверхностей микрометрического измерительного инструмента и опор точных весов;
- Клеймение: оснащение рабочей части клейм;
- Волочение: оснащение рабочей части волок;
- Штамповка: оснащение штампов и матриц (вырубных, выдавливания и проч.);
- Прокатка: твердосплавные валки (выполняются в виде колец из твердого сплава, надеваемых на металлическое основание);

- Горнодобывающее оборудование: напайка спеченных и наплавка литых твёрдых сплавов;
  - Производство износостойких подшипников: шарики, ролики, обоймы и покрытие стали;
  - Рудообрабатывающее оборудование: оснащение рабочих поверхностей;
  - Газотермическое напыление износостойких покрытий;
- В связи с этим, развитие данного направления исследований является весьма перспективным.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Соснин Н.А., Ермаков С.А., Тополянский П.А. Плазменные технологии. Руководство для инженеров. Издательство Политехнического университета. СПб.: 2013. 406 с.
2. Кадырметов А. М. Управление технологическим обеспечением процессов плазменного нанесения покрытий в режиме модуляции электрических параметров. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга». 2013. 260 с.
3. Патент РФ № 2005584. Плазматрон для напыления порошковых материалов. МПК С1, В23К 10/00, опубл. 15.08.1991
4. Patent US5733662. Method for depositing a coating onto a substrate by means of thermal spraying and an apparatus for carrying out said method. C23C 4/12: B05C 5/04. 1998
5. Patent WO 9012123A1–1990–10–18, EP 0423370 A1, EP0423370A4, C23C4/134. Ermakov S. A., Karasev M. V., Klubnikin V. S., Maslennikov V. M., Sosnin N. A., Topolyansky P. A., Fedorov S. J. Method of treatment with Plasma and Plasmatron.

УДК 629.113

Пархатский Д.С. (22-ТТ-1, ВКТУ), Роговский В.В. (ВКТУ)

## АНАЛИЗ МАШИН – АМФИБИЙ ДЛЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ И ЭВАКУАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

**Аннотация.** В работе рассмотрены машин- амфибий разных видов, с колесным и гусеничным движителем, приспособленных к движению по воде. Рассмотрены общие и специальные требования к амфибиям и условия их эксплуатации.

Рассмотрены основные характеристики полноприводных машин-амфибий, в частности: транспортное средство Humdinga, автомобиль высокой проходимости «Шерп», трехосный плавающий вездеход ЗИЛ-49061 «Синяя птица», двухзвенный вездеход на гусеничном ходу ДТ-30 «Витязь». Выполнено сравнение типов движителей, а также показаны их основные преимущества. Сделан вывод об эффективности реализованных конструктивных решений.

**Ключевые слова:** машина-амфибия, запас плавучести, проходимость, техническая характеристика, эффективность.

Машина-амфибия (от греч. ἀμφί- «двоякий» + βίος «жизнь») -транспортное средство-вездеход, оборудованное двигателем (одним или несколькими), способное самостоятельно передвигаться как по земле (суше), так и по воде, то есть способное передвигаться в нескольких средах (местах). [1]

В современных условиях конструкция транспортных машинах постоянно усложняется с целью обеспечения высокой эффективности ее работы и безопасности в эксплуатации не только по суше, но и по воде.

Вода и земля - стихии разные. Машина, способная перемещаться и тут и там, может по своим свойствам уступать и только сухопутной и только водной. Известно, что корпус машины, движущейся по воде, требует плавных очертаний, а отношение длины к ширине должно быть увеличено. Такой автомобиль на суше хуже проходит пересеченные участки.

Сухопутная машина должна иметь определенные габариты и хорошую динамику, машина для движения по воде - устойчивость и запас плавучести. Совместить эти требования очень трудно, приходится идти на компромиссы.

У амфибии запас плавучести меньше, а осадка корпуса больше, чем у судов такого же водоизмещения. Поэтому больше и сопротивление воды. Скорость движения автомобилей-амфибий по воде составляет от 10 до 12 км/час.

К разрабатываемой машине амфибии предъявляются общие и частные или специальные требования. Общие требования сводятся к обеспечению простоты конструкции, надежности, живучести, компактности, малых габаритных размеров, небольшой массы, простоты обслуживания и ремонта, экономичности. Специальные требования отражают особенности технического назначения машины и условий её эксплуатации.

Специальные машины амфибии используются для транспортировки грузов в условиях полного бездорожья, для преодоления водных преград, для эвакуации раненых, оборудования переправ.

Создание современной автомобильной техники ставит перед

конструкторами ряд больших и сложных задач. От их успешного решения зависит прогресс техники.

В современном мире наблюдается устойчивая тенденция большего использования машин амфибий, передвигающихся как по воде, так и по суше. В основном эти машины применяются для решения военных задач. В гражданской сфере такую машину можно использовать для транспортировки людей через водные преграды, паромной переправы во время паводков, перевозки людей и грузов, а также в условиях катаклизмов, например, наводнения.

В машинах амфибиях иностранных производителей, таких как используются для движения по воде гребные винты. Однако они имеют ряд недостатков: Эффективность действия винта существенно снижается с изменением осадки машины амфибии. [2]

На основании выше изложенного рассмотрим некоторые виды амфибий которые по приводу движения по воде имеют свои преимущества и недостатки

Существуют определенные компании, которые производят трансформируемые автомобили и добились на этом поприще самых лучших результатов.

Полноприводное транспортное средство Humdinga было разработано и произведено в ограниченном количестве компанией Gibbs Technologies UK [3]. Humdinga оснащено 350-сильным бензиновым V8 двигателем.



Рисунок 1 - Полноприводное транспортное средство Humdinga

Оно способно двигаться со скоростью 30 миль в час по шоссе на суше и на воде. Переход между сушей и водой занимает не более 5 секунд. Имеет длину 7 м. Внедорожник может перевозить до 9 пассажиров или 750 кг груза, в зависимости от конфигурации. Humdinga характеризуется надежностью при движении на воде и по бездорожью, что позволяет быстро и эффективно выполнять задачи, будь то рекреационные, служебные, спасательные или другие. Это позволяет ему быть эффективным в ситуациях быстрого реагирования, когда время отклика может быть жизненно важным

Компания CAMI базируется в Соединенных Штатах Америки. Название Cool Amphibious Manufacturers International с английского языка переводится как Международные производители крутых амфибий. Для того чтобы соответствовать названию, компания разработала целую линейку машин различных классов, которые способны передвигаться по суше и по воде. В линейку компании CAMI есть как простые машины, так и удивительные спорткары. Также специалисты американского производителя разработали модели автобусов двух типов, а также домов на колесах. Среди автомобилей-амфибий, произведенных CAMI [4], есть даже специализированная поисково-спасательная машина.

Производитель автомобилей высокой проходимости «Шерп» [5]. Вездеходы SHERP созданы для работы в сложнейших условиях и типах местности, преодолевают препятствия и плавают по воде. SHERP не имеют аналогов в мире по своим возможностям и характеристикам.



Рисунок 2 - Вездеход SHERP

SHERP заменяет сразу несколько транспортных средств, позволяет многократно уменьшить операционные расходы. В 2019 года SHERP был признан самым эффективным транспортным средством международной организацией Fleet Awards. SHERP – это транспортное средство, которое помогает клиентам решать проблемы, экономить средства и достигать пунктов назначения не смотря на рельеф и местность, погодные условия и преграды.

Особенности характеристики: Максимальная скорость на суше составляет 40 километров в час, на воде - шесть километров в час. Двигатель: дизельный - 41КВТ. МКПП-6СТ. Бескамерные шины сверхнизкого давления размерностью 1800х600х25. Угол подъема: 350. Угол наклона: 300. Габаритные размеры: 3.4 метра в длину, чуть больше 2.5 метров в ширину и 2.3 в высоту [5].

ЗИЛ-49061 «Синяя птица» - трёхосный полноприводный плавающий автомобиль на базе вездехода Зил-4906 [6].





Рисунок 3 - Трёхосный полноприводный плавающий автомобиль ЗИЛ-49061 «Синяя птица»

Выпускался с 1980 года по ноябрь 1991 года. Поисково-спасательный комплекс «Синяя птица» поступил на снабжение ПСС ВВС СССР в первой половине 1980-х годов и заменил собой семейство автомобилей аналогичного назначения ПЭУ-1. Всего машин выпущено 26 штук, 14 из которых в пассажирской версии, 12 в грузовой модификации.

Технические характеристики: Мощность двигателя, л. с. - 136,185, 150. Трансмиссия - 10-ступенчатая. Подвеска - независимая, торсионная. Тормоза - дисковые. Кузов - стеклопластик. Полная масса, т - 9,6...11,8. Скорость движения, км/ч: по шоссе - 75...80, на плаву - 8...9...10, минимальная устойчивая - 0,9. Габариты, мм: длина - 9250; ширина - 2480; высота - 2944; Расход топлива - 65 л/100 км [6]

ДТ-30 «Витязь» - двухзвенный вездеход на гусеничном ходу, предназначенный для транспортировки в сложных климатических условиях Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока, Арктики и Антарктики на грунтах с низкой несущей способностью (болото, снежная целина, бездорожье, пересечённая лесистая местность) при температуре окружающей среды от минус 50°C до плюс 40°C [7].



Рисунок 4 - Двухзвенный вездеход на гусеничном ходу ДТ-30 «Витязь»

Прототипами российских вездеходов ДТ-10П и ДТ-30П «Витязь» можно считать гусеничные артиллерийские тягачи, которые использовали в СССР в 1950-х годах. В это же время начался масштабный процесс освоения северных районов. Транспортёр ДТ-30 оснащен сочлененными гусеничными звеньями, скомпонованными по прицепной схеме соединения, что обеспечивает высокую

грузоподъемность и вместимость транспортного средства, его маневренность в тяжелых климатических и дорожных условиях.

Машина оснащается 12-цилиндровым дизельным двигателем В-46-5 с турбокомпрессором, позаимствованным у танка (дальнейшее развитие мотора В-2). Силовой агрегат развивает мощность до 781 л.с., для передачи крутящего момента используется гидромеханическая трансмиссия. Ходовая часть шасси и прицепа унифицированы по конструкции, опорные катки оснащены торсионной подвеской. Максимальная скорость на грунте доходит до 37 км/ч, на воде вездеход разгоняется до 5 км/ч (при установке гребного винта параметр доходит до 15 км/ч). [7].

Вывод.

На основании рассмотренных типов амфибий, которые имеют разные принципы передвижения по воде: винтовой; колесный; гусеничный, можно сделать вывод, что конструкции машин-амфибий зависят от их назначения и применения для различных условий эксплуатации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Машина-амфибия [Электронный ресурс] // Материал из Википедии - свободной энциклопедии. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0-%D0%B0%D0%BC%D1%84%D0%B8%D0%B1%D0%B8%D1%8F> (дата обращения: 11.01.2023).

2. Остойчивость машины-амфибии при движении по воде [Электронный ресурс] // Текст научной статьи по специальности «Механика и машиностроение». URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ostoychivost-mashiny-amfibii-pri-dvizhenii-po-vode> (дата обращения: 15.01.2023)

3. Humdinga [Электронный ресурс] // Gibbs High Speed Amphibians. URL: <https://gibbsamphibians.com/platform/humdinga/> (дата обращения: 14.01.2023)

4. Автомобили-амфибии: какими они бывают, и кто их производит [Электронный ресурс] // Материал из Википедии - свободной энциклопедии. URL: <https://2drive.ru/avtomobili-amfibii/> (дата обращения: 14.01.2023)

5. Sherp N1200 [Электронный ресурс] // Sherp. URL: <https://sherpglobal.com/ru/sherp-n-1200-3/> (дата обращения: 14.01.2023)

6. ЗИЛ- 49061 [Электронный ресурс] // Материал из Википедии - свободной энциклопедии. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%98%D0%9B-49061> (дата обращения: 14.01.2023)

7. ДТ-30 «Витязь» [Электронный ресурс] // Материал из Википедии - свободной энциклопедии. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%A2-30> (дата обращения: 15.01.2023)

ӘОЖ 629.114

Рахметжанов Н.Қ. (23-МТТ-1,5з, ШҚТУ), Муздыбаев М.С. (т.ғ.к., ШҚТУ),  
Мырзабекова Д.М. (ШҚТУ)

## ӨЗДІГІНЕН ЖҮРЕТІН МАШИНАЛАРДЫҢ ШЫНЖЫР ТАБАНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫНЫҢ ЖҰМЫСЫН ЗЕРТТЕУ

**Андатпа.** Арнайы мақсаттағы өздігінен жүретін машиналардың пайдалану қасиеттері олардың шынжыр табанды қозғалтқышының жұмыс қабілеттілігімен және сенімділігімен анықталады. Әдетте, шынжыр табанды қозғалтқыштың сенімділігі тез тозатын құрылымдық элементтермен, атап айтқанда жетекші дөңгелектермен шектеледі. Шынжыр табанды қозғалтқыштың жетекші дөңгелектерінің өнімділігін арттыру үшін олардың құрылымдық ерекшеліктері мен жұмыс жағдайларын талдау қажет. Бұл мақала олардың тозу себептерін, тозу түрі мен сипатын зерттеуге, сондай-ақ жетекші дөңгелектердің тозуға төзімділігі мен өнімділігін арттыру әдістерін шолуға арналған.

**Түйін сөздер.** Өздігінен жүретін машиналар, трактор, шынжыр табанды қозғалтқыш, тозуға төзімділік, жұмысқа қабілеттілік

### *Зерттеудің өзектілігі.*

Машиналар мен механизмдердің сенімділігі мен беріктігі, материалдарды, энергияны және еңбек ресурстарын үнемді пайдалану мәселелерін сәтті шешу бөлшектер мен құрылымдардың бетін коррозиядан және тозудан тиімді қорғауды қамтамасыз етумен тығыз байланысты.

Бұрын жүргізілген зерттеулердің нәтижелері машиналардың істен шығуының көп бөлігі тозу себебінен болатынын көрсетті. Сондықтан уақыт функциясындағы машиналар күйінің өзгеру процестерін талдау кезінде үйкеліс пен тозу мәселелеріне ерекше назар аударылады.

Түйіндестірілген машина бөлшектерінің үйкеліс процестерінің заңдылықтарын білу олардың тозу қарқындылығына әсер етуге, демек, машиналардың сенімділігін басқаруға мүмкіндік береді. Машина бөлшектерінің үйкеліс процестерінің заңдылықтарын зерттеу трибология және оның инженерлік қосымшасы – триботехника сияқты ғылыми білім саласына жатады.

Тозу мен коррозияға қарсы күрес күрделі, өйткені соңғы ғасырда бұл мәселені шешудің негізгі әдісі болып табылатын көлемді қоспаланған материалдарды қолдану қоспалаушы элементтер қорларының сарқылуына байланысты барған сайын проблемалы бола бастады. Сонымен қатар, техниканың дамуы мен жетілуіне қарай құрал-саймандарға және оларды пайдалану жағдайларына (жылдамдықтың, температураның, жүктемелердің жоғарылауы, ортаның агрессивтілігі, массаның төмендеуі және т.б.) талаптар үнемі өсіп отырады. Дәстүрлі құрылымдық материалдарды қолдану кейбір жағдайларда осы талаптардың кешенін қанағаттандыра алмайды. Осыған байланысты жобалау кезеңінде материалдарды таңдауға түбегейлі жаңа көзқарасты дамыту экономикалық және техникалық тұрғыдан орынды. Бөлшектің механикалық беріктігіне бір материалды қолдану арқылы кепілдік беріледі, ал беттің арнайы қасиеттері ондағы басқа материалдардың жұқа қабаттарының – жабындардың үздіксіз немесе

жергілікті қалыптасуымен қамтамасыз етіледі. Нәтижесінде қоспалаушы элементтерді үнемдеумен, өнімдерді арзандатумен үйлесетін бөлшектің беріктігі артады.

Жоғарыда айтылғандар қорғаныс жабындары мәселесіне деген қызығушылықтың артуын түсіндіреді. Қазіргі жағдайда әртүрлі мақсаттағы жабындар технологиясын әзірлеу мен практикалық қолданудың маңыздылығын анықтайды.

*Зерттеу нысаны* - өздігінен жүретін машиналардың шынжыр табанды қозғалтқышының жетекші доңғалағы.

*Зерттеу пәні* - шынжыр табанды қозғалтқыштың жетекші доңғалағының тозуға төзімділігі мен жұмысқа қабілеттілігін арттыру әдістері.

*Тәжірибелік маңыздылығы.* Өздігінен жүретін машиналардың шынжыр табанды қозғалтқышының жетек доңғалағы айналу моментін күштік берілістен шынжыр табанға беруге арналған. Жетекші доңғалақтар абразивті ортада үлкен көлемдегі ауыспалы жүктемелер жағдайында жұмыс істейді, бұл тісті тәждерінің тозуының жоғарылауына әкеледі. Бөлшектердің бетін абразивті, коррозиялық, механикалық тозудан және сырғанау үйкелісіндегі тозудан, жоғары температуралы газ коррозиясынан қорғау мәселелерін шешу үшін, сондай-ақ беттің пайдалану қасиеттерін арттыра отырып жөндеу үшін әртүрлі газотермиялық тозаңдату әдістерімен қолданылатын қорғаныс жабындары кеңінен қолданылды. Тозаңдатудың көмегімен өндірілген машина бөлшектері мен үлкен болат құрылымдарының беттерін сенімді қорғауды жасауға болады. Сонымен қатар, тозаңдату әдістері қымбат бөлшектерді салыстырмалы түрде аз материалмен, уақытпен және қолма-қол ақшамен қалпына келтіруге мүмкіндік береді, бұл металды айтарлықтай үнемдеуге мүмкіндік береді.

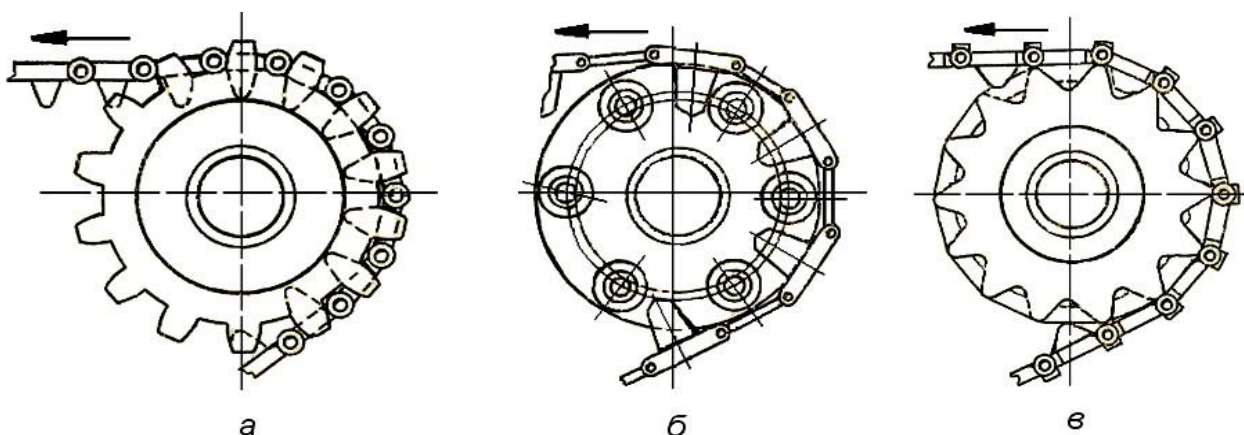
*Зерттеу мәселесінің жай-күйін талдау.*

Шынжыр табанды қозғалтқыштың жетек доңғалақтары [1-4] борттық (шығыс) редукторлардың жетек біліктерінің оймакілтектеріне орнатылады және мыналарды қамтиды: күпшектер (шынжыр табанның шығып кетуін болдырмас үшін шектеу дискілері бар); болттардың көмегімен күпшектерге бекітілетін алынбалы тісті тәждер; бекіту бөлшектері (бөлінген конустар, танктердегі тығындар және бекіткіш шайбалар; борт редукторларының біліктерінің ішінде керме конустары бар тығындар мен болттар; жеңіл брондалған көп мақсатты тартқыш тобының машиналарындағы қысқыш сақиналар).

Жетекші доңғалақты шынжыр табанмен байланыстырудың жіктелуі жетекші доңғалақ пен шынжыр табанның құрылымы бойынша жүзеге асырылады. Іліністер: мақаралы, тарақты және тісті болып бөлінеді (1-сурет).

Қазіргі заманғы арнайы мақсаттағы өздігінен жүретін машиналарда мақаралы ілінісу қолданылады. Мақара - жетек доңғалағының тістерімен жанасуға арналған трактың дамыған сырғалық тесігінің сыртқы цилиндрлік беттері. Іліністің бұл түрінің келесі артықшылықтары бар: трактарды айналдыру моменттері жоқ, өйткені тарту күші трак жазықтығындағы білекке қолданылады; тістердің көп болуына байланысты (13-тен 14-ке дейін) жетек доңғалағының беріктігі тарақты ілініске қарағанда жоғары, мұнда жетек доңғалағы 5-тен 6-ға дейін роликке ие; шуыл мен динамикалық жүктемелерді азайтатын шынжыр

табанның ұсақ үзбелерін қамтамасыз ету оңайырақ; керу механизмдері, шынжыр табандарды кигізу және керу процесі жеңілдетіледі.



Сурет 1. Ілінісу түрлері:

а – мақаралы; б – таракты; в – тісті (трактор С-100)

Жетекші доңғалақ оймакілтектеріндегі және екі бөлінген конустағы борттық беріліс білігіне орнатылады және тісті шайбамен бекітілген арнайы тығынмен бекітіледі. Жетекші доңғалақ (2-сурет) дискіден және екі тісті тәжден тұрады.

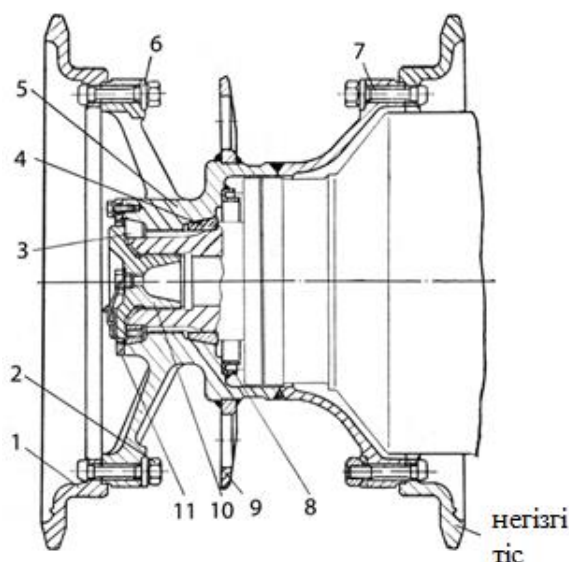
Тәждер диск фланецтеріне болттармен және гайкалармен бекітіледі. Сомындар арнайы шайбалармен тоқтатылған. Жетек доңғалағының дискісіне шынжыр табанның шығып кетуіне жол бермейтін шектеу дискісі дәнекерленген. Борттық беріліс жағынан жетекші доңғалақтың дискісіне лабиринтті тығыздағыш сақина дәнекерленген. Тәждер дискіге тістің ойығында ерекше белгісі бар негізгі тістер (толқын) бір-біріне қарсы орналасатындай етіп орнатылады.

Сыртқы конуста жетекші доңғалақты алып тастаған кезде оны сығуға арналған бұрандалы тесіктер бар.

Өздігінен жүретін машиналардың шынжыр табанды қозғалтқышының жетекші доңғалақтары [5-7] сырғанау үйкелісіне ұшырайды. Сырғанау үйкелісі барлық сырғанау тіректеріне тән (сырғанау мойынтіректері, төлкелер, төсемелер, бағыттағыштар және т. б.), сондай-ақ топырақты игеру кезінде жер қазу машиналарының жұмыс органдары және т. б. Бір қатты дененің басқа қатты денеге үйкелуі нәтижесінде немесе оның сұйық немесе газ ортасындағы үйкелісі оның тозуына әкелуі мүмкін [8, 9].

Өздігінен жүретін машиналардың шынжыр табанды қозғалтқышының жетекші доңғалақтары өте массивті агрегаттар болып табылады (126 кг-нан 185 кг-ға дейін).

Жетек доңғалақтарының күпшегі дәнекерлеу арқылы қосылған екі дискіден жасалған. Жетекші доңғалақтардың ішкі дискілері әдетте 32ХФ6 болаттан құйылады. Топыраққа бататындай арасы босатылған сыртқы дискілер берік материалдан (мысалы, бронды болат) құйылады.



Сурет 2. Жетекші доңғалақ:

1 – тәж; 2 – сомын; 3 – сыртқы конус; 4 – ішкі конус;  
5 – жетек доңғалақтың дискісі; 6 – бекіткіш шайба; 7 – болт; 8 – лабиринт сақинасы; 9 – шектеулі диск; 10 – тығын; 11 – тісті шайба

Жетекші доңғалақтардың тәждері - ең көп жүктелген бөлшектер. Сондықтан олар жоғары беріктігі бар болаттардан Г13ФЛ (Гатфильд болаты) немесе 30ХНМФА жасалған [4].

*Жұмысқа қабілеттілікті арттыру әдістері.* Шынжыр табанды қозғалтқыштың жетекші доңғалақтарының жұмысқа қабілеттілігін арттыру әдістерін талдау шартты түрде әдістерді екі топтың біріне - құрылымдық және технологиялық критерийлерге сәйкес жатқызуға болатындығын көрсетті. Құрылымдық әдістерге радиалды тіректермен шынжыр табанды қозғалтқыштың трактарын толықтыру әдісі жатады [5]. Көліктердің радиалды тіректері тарту күшінің бір бөлігін береді және жетек доңғалақтарының тістерін жеңілдетеді. Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері көрсеткендей, радиалды тіректері бар тәждердің ресурсы тіректері жоқ тәждердің ресурсынан 1.5-1.8 есе көп. Жетекші доңғалақтардың тәждерінде негізгі тістер деп аталуы мүмкін. Негізгі тістер тәждердің шекті күйін анықтауда бақылау болып табылады. Шынжыр табанды машиналардың негізгі тістерінің жұмыс профильдерінің ең төменгі шекті қалыңдығы орнатылды.

Технологиялық әдістерге жетекші доңғалақтардың тістерін беріктендіру әдістері жатады. Тәж тістерінің тозуға төзімді беттері болуы мүмкін, мысалы, ПП-АН170 ұнтақ сымы [4]. Жетекші доңғалақтың тозған тістерін қалпына келтіру үшін ұнтақ материалдарын индукциялық-металлургиялық балқыту әдісі [10] ұсынылады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Машиностроение. Энциклопедия. Колесные и гусеничные машины.

Т.IV-15 / В.Ф. Платонов, В.С. Азаев, Е.Б. Александров и др.; Под общей ред. В.Ф. Платонова. - М: Машиностроение, 1997. – 688 с. ISBN 5-217-01956-5 (Т. IV-15)

2. Устьянцев С.В., Колмаков Д.Г. Боевые машины Уралвагонзавода. Танк Т-72. - Нижний Тагил: Изд. дом «Медиа-принт», 2007. - 214 с.: ил. ISBN 978-5-98485-038-4.

3. Стрелков А. Г. Конструкция быстроходных гусеничных машин: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение". М.: МГТУ «МАМИ». 2005. - 616 с.

4. Устройство бронетанковой техники : учеб. пособие : в 2 ч. / И. Ю. Лепешинский. А. В. Пепеляев. Е. В. Брусникин. С. Д. Герасимов. А. А. Русанов. Д. В. Погодаев. - Омск : Изд-во ОмГТУ. 2011. Ч.2. – 144 с. ISBN 978-5-8149-1148-3

5. Платонов В.Ф. Динамика и надежность гусеничного движителя. М.: Машиностроение, 1973. - 232 с.

6. Котиев Г.О. Прогнозирование эксплуатационных свойств систем подрессоривания военных гусеничных машин : автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.05.03 / Моск. гос. технич. ун-т им. Н. Э. Баумана.- Москва, 2000.- 31 с.: ил. РГБ ОД, 9 00-4/2354-6

7. Абызов А.А., Березин И.Я., Бондарь В.Н. Прогнозирование и управление надежностью движителей быстроходных гусеничных машин на этапах проектирования и испытаний // ВЕСТНИК АКАДЕМИИ ВОЕННЫХ НАУК. № 3(24)/2008 (спецвыпуск)

8. Карсаков А.А., Косульников Р.А., Фомин С.Д., Назаров Е.А. Особенности работы гусеничного движителя // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. № 3 (51), 2018. С. 355-363. ISSN 2071-9485

9. Зайчиков Ю.Н. О влиянии гусеничных движителей на боевые и эксплуатационно-технические свойства ВГМ // Наука ЮУрГУ. Секции технических наук: материалы 67-й научной конференции / Южно-Уральский гос. ун-т. Челябинск, 14–17 апреля 2015 года. - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. – С. 1233-1237.

10. Иншаков С.В., Ищенко С.А., Осипов М.В. Износ и восстановление зубьев ведущего колеса гусеничного движителя // Агроинженерия: Вестник ФГОУ ВПО МГАУ, № 1. 2010. С. 89-92. ISSN 2687-1149

УДК 629.36

Садыкова М.М. (21-МТТ-2п, ВКТУ), Муздыбаев М.С. (ВКТУ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ НА БАЗЕ ТОО «АСТАНА АГРОПАРТНЕР»

**Аннотация.** Сельскохозяйственная техника эксплуатируется в суровых климатических условиях. Агрегаты и узлы испытывают износ при работе по абразивной почве на запыленном воздухе. Опыт сервисной поддержки транспортной техники, используемой в сельском хозяйстве региона показал, что фермерские хозяйства региона не могут осуществлять эксплуатацию техники на индустриально развитом уровне. Это приводит к отсутствию плановой политики в сфере поддержания работоспособности техники.

**Ключевые слова:** транспортная техника, агрегаты, узлы, запасные части

Компания ТОО «Астана Агропартнер» осуществляет поставку сельскохозяйственной техники и запасных частей на территорию Республики Казахстан. Поставляемая сельскохозяйственная техника конструктивно базируется на агрегатах и узлах тракторов и автомобилей, имеет двигатели внутреннего сгорания, гусеничный движитель либо колёсную раму.

Агрегаты и узлы для поддержания работоспособности требуют регулярное качественное техническое обслуживание до достижения предельных износов. Изношенные элементы нуждаются в текущем ремонте. Ремонт осуществляется методом замены изношенных узлов на работоспособные элементы.

Для обеспечения работоспособности поддерживаемой сельскохозяйственной техники необходимо осуществлять своевременные ремонтные работы, в том числе предупредительного характера с минимальными затратами времени и средств.

Для этого на базах технического сервиса обслуживаемой техники необходимо иметь рациональный запас запасных частей и материалов. Критерий рациональности включает в себя наличие конструктивных запасных частей требуемой номенклатуры по наименованию и каталожному номеру в количестве, достаточном для обеспечения ремонтных работ, но не превышающем минимальную необходимую потребность в запасных частях, иначе на складах образуются неиспользованные излишки, так называемый, неликвид.

Таким образом, возникает задача определения рациональной номенклатуры запасных частей и их количества.

Вопросам управления запасными частями посвящены исследования [1-5]. Методам расчета и нормирования расхода запасных частей посвящены исследования [6-8]. Указанные выше исследования опираются на методы математической теории надежности, достаточно полно описанные в [9]. Поэтому для разработки модели оценки экономии затрат на востребованные запасные части будем опираться на математический аппарат в [9].

Примем, что мы имеем ряды значений  $X_{ij}$  (соответствует востребованному количеству  $j$  деталей  $i$  наименования). При этом в аналитической таблице  $i$  (



$i = \overline{1, N}$ ) это номер наименований детали в списке анализируемых объектов. Значения  $i$  могут меняться от 1 до  $N$ .  $N$  - это количество наименований запасных частей, вошедших в анализируемый ряд. Каждая запасная часть  $i$  наименования имеет конечную стоимость  $C_i$ . Она определяется текущей закупочной ценой с учетом сроков поставки и обязательных пошлин и сборов. Расчет затрат на поддержание надежности будем производить по формуле (4.16), приведенной в [9].

Тогда общая стоимость востребованных запасных частей  $i$  наименования будет составлять

$$C_{зч_i} = C_i \cdot X_{ij} \quad (1)$$

Ряд значений  $Z_{ij}$ , где  $Z$  соответствует закупленному количеству  $j$  деталей  $i$  наименования. Тогда общая стоимость закупленных запасных частей  $i$  наименования будет составлять

$$S_{зч_i} = C_i \cdot Z_{ij} \quad (2)$$

При этом разница между значениями затрат на закупленные и востребованные запасные части образует невостребованный остаток (неликвид) на складе

$$\Delta_i = S_{зч_i} - C_{зч_i} \quad (3)$$

Тогда совокупный остаток (совокупный неликвид) на складе составит

$$\Delta_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N \Delta_i \quad (3)$$

При создании рациональной системы обеспечения производства запасными частями, необходимо ответить на два основных вопроса: какой должна быть величина запасов и как часто их следует обновлять. Эти два вопроса тесно коррелируют между собой: с уменьшением срока пополнения запасов уменьшается их объем и наоборот.

Согласно проведенных в ходе исследования анализов, можно вывести графики деталей, лимитирующих безотказность и деталей, лимитирующих надёжность.

На рисунке 1 приведены наиболее часто востребованные элементы. Условно их можно считать деталями, лимитирующими безотказность техники [9]. В основе данного анализа лежит принцип Парето. Применительно к количеству материальных запасов этот принцип формулируется следующим образом: 80% рассматриваемых объектов формирует общую картину их востребованности, т.е. закономерность процесса. Оставшаяся незначительная

часть (до 20%) не влияет существенным образом на общую картину и ею допустимо пренебречь. Данный метод позволяет концентрировать внимание и усилия на тех направлениях, где ожидается максимальная отдача, и таким образом, оптимизировать структуру запасных частей по критерию наибольшей востребованности. Это позволит эффективным способом использовать время и усилия сотрудников технического сервиса, занимающихся закупкой материальных ценностей и управлением запасами.

Исходя из графика, наиболее востребованными деталями являются конструктивные элементы 35 наименований. На графике их перечень определен суммарным уровнем 80% от общей доли запасных частей. Номенклатура деталей, расположенные правее от выделенного диапазона, составляет оставшиеся 20%, которыми допустимо пренебречь при анализе.

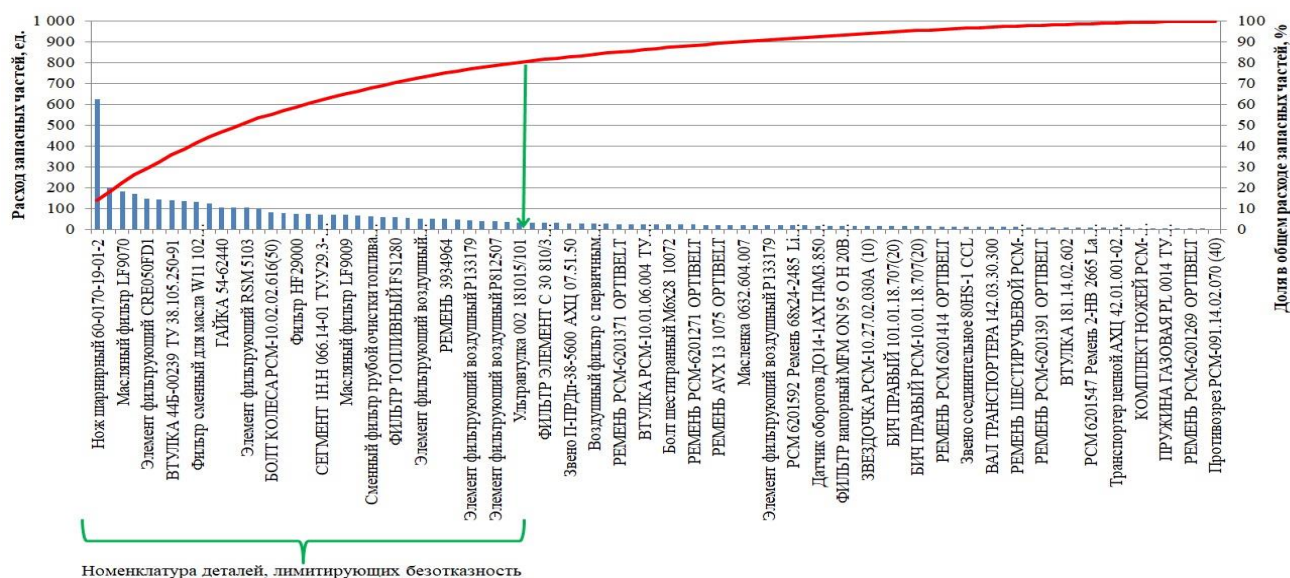


Рисунок 1 – Номенклатура наиболее часто отказывающихся деталей

На рисунке 2 приведены не самые востребованные элементы, но они определяют наибольшее значение затрат на запасные части по их стоимости и количеству [9]. Условно их можно считать деталями, лимитирующими надежность техники [9].

В основе данного анализа также лежит принцип Парето. Применительно к затратам на создание материальных запасов этот принцип формулируется следующим образом: 80% рассматриваемых объектов формирует общую картину либо закономерность процесса. Оставшаяся незначительная часть (до 20%) не влияет существенным образом на общую закономерность и ею допустимо пренебречь. Данный метод позволяет концентрировать внимание и усилия на тех направлениях, где ожидается максимальная отдача, и таким образом, оптимизировать затраты на поставку запасных частей и наиболее эффективным способом использовать время и усилия сотрудников технического сервиса, занимающихся управлением запасами.

Исходя из данных графика, наиболее востребованными деталями являются

конструктивные элементы 26 наименований. На графике их перечень определен суммарным уровнем 80% от общей доли запасных частей. Номенклатура деталей, расположенные правее от выделенного диапазона, составляет оставшиеся 20%, которыми допустимо пренебречь при анализе.

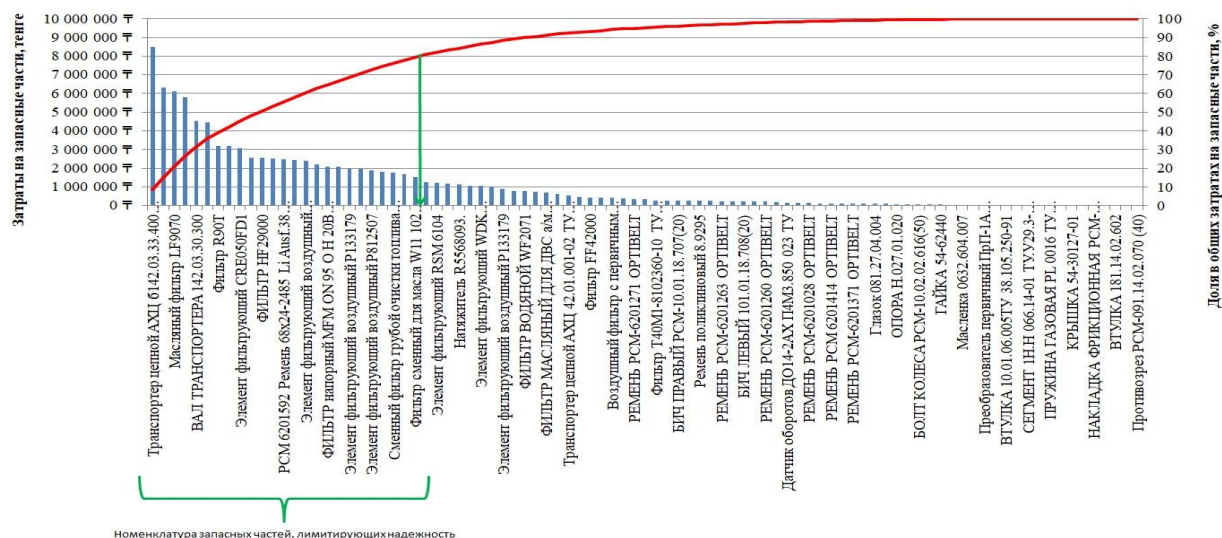


Рисунок 2 – Номенклатура наиболее дорогостоящих деталей

Произведена технико-экономическая оценка затрат на запасные части для восстановления работоспособности техники.

Сначала по формулам (1)-(3) определена стоимость остатка по деталям, лимитирующим безотказность машин.

Затем по формулам (1)-(3) определена стоимость остатка по деталям, лимитирующим надежность машин.

Годовая экономия затрат на запасные части для восстановления работоспособности транспортной техники при корректировке закупок на следующий год за вычетом неликвида составит 28 073 810,38 тенге.

Таким образом, в результате проведенного исследования достигнуты следующие результаты:

Разработана математическая модель оценки экономии затрат на востребованные запасные части.

Выявлена номенклатура и количество востребованных запасных частей

Разработаны мероприятия по экономии затрат на запасные части для сервисной поддержки техники в эксплуатации.

В частности, разработаны Рекомендации по определению рациональной номенклатуры и количества запасных частей для транспортной техники, используемой в агропромышленном комплексе. Они позволят научно обосновать структуру и объемы хранимого запаса реально востребованных деталей и узлов, сократить нерациональные простои машины в ремонте по причине ожидания поставки запасных частей на заказ, а также снизить затраты на поддержание эксплуатационной надежности техники.

Таким образом, выполненное исследование позволит повысить эффективность сервисной поддержки транспортной техники в эксплуатации. Предлагаемые мероприятия позволят получить экономический эффект 28 млн тенге в год.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Geng, Junbao & Wei, Shuhuan & Wei, Zhangjian. (2021). Research on Inventory Strategy of Spare Parts Based on Demand Rate. *Journal of Physics: Conference Series*. 1910. 012038. DOI: 10.1088/1742-6596/1910/1/012038.
2. Liao, Albert. (2022). Spare Parts Management. DOI: 10.1007/978-981-19-2104-9\_5.
3. Peron, Mirco & Knofius, Nils & Basten, Rob & Sgarbossa, Fabio. (2021). Impact of Failure Rate Uncertainties on the Implementation of Additive Manufacturing in Spare Parts Supply Chains. DOI: 10.1007/978-3-030-85914-5\_31.
4. Ramezani, Saeed & Hoseinzadeh, Mohamad. (2022). MRO Spare Parts Management and Inventory Optimization. DOI: 10.4018/978-1-7998-7943-5.ch011.
5. Atakay, Buse & Onbaşı, Özge & Özçet, Simay & Akbulak, İrem & Cevher, Hatice & Alcaz, Hümeysra & Gördesli, İsmail & Paldrak, Mert & Staiou, Efthimia. (2022). Spare Parts Inventory Management System in a Service Sector Company. DOI: 10.1007/978-3-030-90421-0\_67.
6. Strelnikov, V.P. & Strelnikov, P.V.. (2021). Calculation of indicators of spare parts sets sufficiency. *Mathematical machines and systems*. 4. 112-118. DOI: 10.34121/1028-9763-2021-4-112-118.
7. Strelnikov, V.P. & Strelnikov, P.V.. (2022). Defining the nomenclature of the spare parts sets and calculating the number of single sets of spare parts. *Mathematical machines and systems*. 2. 83-90. DOI: 10.34121/1028-9763-2022-2-83-90.
8. Далецкий С.В., Далецкий Е.С., Гафуров Д.С. Формирование норм расхода запасных частей, материалов и инструмента для ТОиР. *Научный Вестник МГТУ ГА*. Том 19, №03, 2016. С. 67-73. ISSN 2079-0619
9. Надежность транспортной техники: Учебник для студентов специальности 5В071300 «Транспорт, транспортная техника и технологии». Кульсеитов Ж.О., Муздыбаев М.С., Муздыбаева А.С. и др. – Алматы, 2012. – 205 с. ISBN 978-601-289-069-3

УДК 628.971.8

Смаилов Р.Р. (22-МТМ-2т, ВКТУ), Капаева С.Д. (PhD, ВКТУ)

## УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКИ: ОБЗОР

**Аннотация.** Индукционная поверхностная закалка - это широко используемый метод поверхностного упрочнения многих металлов в различных областях применения. Этот процесс включает в себя сосредоточение индукционной катушки на определенной области, которая должна быть закалена. В случае стали катушка с высокой индуктивностью используется для нагрева поверхности до аустенитной области, что приводит к высокой скорости теплопередачи. Затем эта поверхность быстро охлаждается маслом, вызывая резкий перепад температур. Этот метод требует внешней закалки из-за фазового перехода из аустенита в мартенсит. Кроме того, обсуждаются результаты экспериментов и вычислительные подходы, о которых сообщили различные исследователи.

**Ключевые слова:** Поверхностное упрочнение, Индукционное поверхностное упрочнение, Термообработка, Микротвердость, Микроструктура.

Штуцеры для сельскохозяйственных машин используются для внесения жидких удобрений в сельском хозяйстве. Процесс внесения удобрений является довольно интенсивным и требует частого использования штуцеров. Такие детали при ремонте заменяют или восстанавливают (стоимость восстановления обычно составляет от 15 до 40% стоимости новых деталей).

Проблема изнашивания штуцеров обусловлена несколькими факторами. Во-первых, удобрения, которые используются в сельском хозяйстве, могут содержать агрессивные химические соединения, которые могут наносить повреждения на поверхности штуцеров со временем. Во-вторых, условия эксплуатации штуцеров в сельском хозяйстве могут быть довольно жесткими. Штуцеры используются на различных типах почвы, что может привести к истиранию и износу поверхностей. Кроме того, частые перемещения и транспортировка могут также повредить штуцеры. Таким образом, износ, эрозия и коррозия являются постоянными проблемами, которые влияют на надежность и срок службы механических устройств и конструкций.

Оптические, электрические и электрооптические свойства твердых поверхностей определяются кристаллическими, композиционными и электрическими свойствами объемного твердого вещества. До появления технологии обработки поверхностей эти свойства были ограничены поверхностью сыпучих материалов и могли быть изменены только в определенной степени с помощью различных металлургических, плазменных и поверхностных обработок. Однако поверхности сыпучих материалов теперь можно укрепить и сделать более устойчивыми к износу и эрозии с помощью различных внешних обработок, включая плазменную и ионную имплантацию, анодирование, термическую обработку, плазменное азотирование, науглероживание и борирование, цементацию упаковки и имплантацию частиц. Кроме того, поверхности могут быть отполированы или протравлены для изменения оптических и электрических свойств в ограниченной степени [1].

Электромагнитно-индукционный нагрев - это процесс поверхностного упрочнения, который включает нагрев только поверхностного слоя заготовки из черных металлов до температуры выше верхней критической с помощью электромагнитной индукции, а затем ее быструю закалку. Процесс индукционного нагрева основан на принципе электромагнитной индукции, при котором электрическая энергия индуцируется через электропроводящий материал. Для достижения индукционного нагрева необходимо учитывать два электрических явления - гистерезис и вихревые токи, причем вихревые токи являются наиболее значимыми. Однако электропроводность материала является единственным требованием для того, чтобы он реагировал на индукционный нагрев. В контуре индукционного нагрева катушка индуктивности, также известная как катушка индукционного нагрева, по существу является трансформатором. Первичной обмоткой трансформатора является контур или катушка индуктивности, по которым проходит переменный ток, в то время как нагреваемый компонент становится вторичным путем размещения его внутри контура или катушки индуктивности или рядом с ними. Между катушкой и рабочим объектом нет соприкосновения или крепления. [2,3] В большинстве случаев катушка индуктивности позволяет току протекать по круговой траектории, создавая систему магнитных потоков, которая соединяется с нагреваемым материалом. Это генерирует ток, протекающий в заготовке по схеме, аналогичной схеме катушки индуктивности. Стоит отметить, что заготовки могут быть расположены различными способами, а не только с помощью кольцевой конструкции, в которой используется однооборотная или многовитковая катушка (соленоид). Также возможны другие конструкции, такие как внутренние, блинные и фасонные катушки, а также конструкции со шпилькой, каналом, без обтекания и с одиночным выстрелом, которые обсуждаются далее в этом разделе. Змеевики кольцевого типа обычно наиболее эффективны с электрической точки зрения, но другие формы могут быть высокоэффективными для систем отопления и могут использоваться для удовлетворения конкретных потребностей или проблем с обращением с компонентами. Важно использовать схемы замкнутого контура в потоке тока для обеспечения оптимальной производительности [4]. Когда необходимо обработать большое количество отливок из тусклого чугуна, для их поверхностного упрочнения можно использовать индукционную закалку. Однако для этого процесса требуются специальные индукционные катушки, а стоимость оборудования может быть относительно высокой. Чугуны могут значительно различаться по твердости из-за различий в содержании углерода. Для успешного упрочнения чугуна методом индукции с короткими циклами нагрева, обычно используемыми в этом процессе, рекомендуется минимальное содержание углерода от 0,40 до 0,50% С (в виде перлита). Нагрев отливок с низким содержанием углерода до высоких температур отверждения в течение длительного времени может привести к растворению некоторого количества свободного графита, но это также может вызвать укрупнение зернистой структуры на поверхности и привести к избыточному содержанию аустенита в поверхностных слоях. Рекомендуются

минимальная температура индукционной закалки для тусклого чугуна составляет от 870 до 925°C (от 1600 до 1700°F) [5].

Индукционные системы предлагают быстрый, эффективный и экономичный способ нагрева любого электропроводящего материала до точной температуры. Оборудование использует легкодоступную электрическую энергию для нагрева всей поверхности заготовки или определенных участков. Глубина нагрева может быть ограничена только поверхностями или может охватывать все поперечное сечение. Индукционный нагрев одинаково эффективен как для небольших мастерских, так и для крупносерийных производственных операций [6]. Одно и то же оборудование может использоваться для нагрева деталей различных размеров, форм и материалов, что устраняет необходимость во вторичных методах нагрева. Это позволяет устанавливать технологическое нагревательное оборудование непосредственно на производственной линии или рабочей зоне. Кроме того, оборудование совместимо с существующими на заводе системами обработки материалов и может быть автоматизировано в соответствии с конкретными производственными требованиями. Индукционный нагрев имеет ряд преимуществ, включая увеличение производительности, снижение затрат и улучшение качества продукции. Процесс занимает всего несколько секунд, и машины могут быть полностью автоматизированы. Точное управление сводит к минимуму или устраняет отходы, уменьшает искажения, а иногда и устраняет необходимость в более дорогостоящих химических процессах. Кроме того, эта технология снижает требования к площади помещения и улучшает условия труда. Процесс индукционной закалки позволяет точно контролировать глубину, ширину, расположение и твердость затвердевших зон при сохранении первоначальной пластичности сердечников. Быстрый нагрев сводит к минимуму образование накипи, а остаточные напряжения сжатия, возникающие при локальном упрочнении, повышают усталостную долговечность деталей. Однако сложность метода и ограничения в индукторах и деталях ограничивают его использование. Индукционная закалка не подходит для профилей неправильной формы, так как форма каждого компонента требует специального индуктора, изготовление которого является сложной задачей. Кроме того, требуется высокочастотный источник питания, который является дорогим и сложным, что делает его менее рентабельным для мелкосерийного производства. Высокая стоимость технического обслуживания также вызывает беспокойство. [6,7].

Поверхностное упрочнение включает в себя множество методов, направленных на повышение износостойкости деталей к различным воздействиям при минимизации воздействия на более тонкие и интенсивные внутренние части детали. Упрочнение поверхности и устойчивость к разрушению при ударе особенно важны для таких деталей, как кулачки или кольца, которым требуется чрезвычайно твердая поверхность, чтобы выдерживать износ, а также твердая внутренняя поверхность, чтобы выдерживать удары, возникающие во время эксплуатации.

Методы термохимической диффузии могут быть использованы для изменения химического состава поверхности твердых материалов, например, путем

введения углерода, газообразного азота или бора. Методы распиливания обеспечивают эффективное упрочнение всей поверхности детали и часто используются для придания жесткости многим деталям. Процессы нанесения покрытия на поверхность или модификации включают преднамеренное нанесение слоя покрытия на поверхность стали или изменение химического состава под поверхностью с помощью методов имплантации частиц.

Кроме того, существуют термические или биологические стратегии, которые не изменяют химический состав поверхности, но могут модифицировать поверхностные минералы для получения прочной поверхности без добавления типов сплавов. [8]

Целью термической обработки стали является последовательное достижение желаемого уровня твердости, при этом ключевой микроструктурной стадией является мартенсит. Это особенно верно для низколегированных сталей, поскольку мартенсит является самым твердым компонентом. Твердость мартенсита в значительной степени зависит от содержания в нем углерода, и если микроструктура не является полностью мартенситной, твердость будет ниже. Обычная термическая обработка включает достижение полной твердости на определенную глубину при охлаждении, что требует получения полностью мартенситной микроструктуры на эту глубину. Это, в свою очередь, указывает на необходимую скорость охлаждения. Если данная сталь не может сформировать мартенситную структуру на требуемую глубину, то необходимо выбрать сталь с более высокой прокаливаемостью. Существуют различные методы для характеристики прокаливаемости стали. [9]. Индукционный нагрев - это очень универсальный метод, который может быть использован для достижения равномерного упрочнения при обработке, локального упрочнения при обработке, сквозного упрочнения и упрочнения закаленных деталей. Этот метод особенно подходит для использования в различных областях производственной линии из-за отсутствия вспомогательного и сверкающего тепла. (Тотик, Яшар и др., 2003) [10, 11] Была исследована износостойкость лезвия из стали с индукционной закалкой (AISI 4140) в условиях сухого скольжения. Образцы подвергали индукционной закалке при частоте 1000 Гц в течение различной продолжительности 6, 10, 14, 18 и 27 секунд с использованием трехоборотной спиральной катушки с расстоянием соединения 2,8 мм<sup>2</sup> и 8 мм. Результаты показали, что скорость износа в образцах с индукционной закалкой была ниже, чем в нормализованных образцах. Минимальный коэффициент трения наблюдался в образцах, которые подвергались индукционной закалке при 875 °C в течение 27 секунд. Это исследование было проведено Тонг, Дамин, Цзяньфэн Гу и Фань Янгом в 2018 году [12]. Новый индуктивно-термический процесс термообработки, который включает индукционную закалку и последующий отпуск, был смоделирован с использованием предложенной численной модели, связанной с электромагнитно-термическим преобразованием и механикой. В модели использовалась модель преобразования и уравнение КМ для описания фазового преобразования. Сравнение микроструктуры и остаточных напряжений, полученных в результате моделирования, с эмпирическими результатами



показало отличное соответствие. Предложенная численная модель была также использована для анализа влияния странной трансформации и ползучести на релаксацию отпускных напряжений. Это исследование было проведено Родригесом Г. П., Джей. Джей. Де Дамборенеа и Альфонсо Джей. Васкесом в 1997 году [13]. В этой статье обсуждается потенциал поверхностного упрочнения стали путем управления открытым набором лезвий с использованием синонимов/гипернимов существительного "средняя концентрированная солнечная энергия". Обработка поверхности была проведена с использованием солнечной печи Plataforma Solar, а также были выполнены работы по созданию аэродинамического профиля. Процесс поверхностного упрочнения затвердевания был выполнен на сталях 40CrMo4 и CrMo4. В исследовании представлены текущие изменения микроструктуры и оценка твердости после обработки солнечными лучами в поверхностной зоне. Глубина зоны упрочнения варьировалась от 1 до 10 мм, в зависимости от плотности мощности концентрации мощности, приложенной к образцу, а время обработки составляло менее 30 секунд. Исследование демонстрирует, что можно модифицировать рабочую поверхность стального сплава sword qualification в солнечной печи в Альмерии с удельной мощностью около 250 Вт/см<sup>2</sup>. Исследование было проведено Баргликом, Ежи и др. в 2014 году [14]. Авторы использовали модель, состоящую из двух нелинейных дифференциальных уравнений, которые описывают дисперсию магнитного и температурного полей внутри материала. Модель предполагает, что все параметры материала являются функциями температуры. Численное решение получено с использованием кода FLUX3D с дополнительными скриптами и процедурами. Исследование сосредоточено на трехмерном анализе состояния физического упрочнения зубчатого колеса с учетом зависящих от температуры параметров материала. Влияние неопределенностей в этих параметрах на результаты моделирования было изучено Пурвантом, Хелми и др.(2019) [15] Термообработанная сталь прочна, но хрупка, и отжиг часто выполняется для уменьшения хрупкости, вызванной остаточными напряжениями. Целью данного исследования было изучить влияние отпуска на механические свойства контрольной стальной пластины, закаленной на поверхности. Стальную пластину толщиной 8 мм поверхностно упрочняли ископаемыми растительными маслами при температурах 100, 200, 300 и 400 ° C. Для определения баллистического сопротивления было проведено моделирование методом конечных элементов. Результаты показали, что индукционный нагрев и тушение маслом повышают твердость поверхности. Отжиг уменьшил твердость, но при низких температурах прочность на растяжение увеличилась. Модель показала, что закалка и отпуск при 100 ° C обеспечивают превосходную баллистическую стойкость по сравнению с другими температурами. Муха, Джордж М., Дональд Э. Новороски и Джордж Д. Пфаффманн. (1987) [16]. Использование индуктивной наплавки является многообещающим методом селективного отверждения сплавов и обычно применяется для поверхностного упрочнения, когда требуется твердая поверхность в сочетании с прочной сердцевиной. Однако процесс может быть сложным, и геометрия обрабатываемых деталей может оказывать значительное

влияние на распределение температуры и профиль жесткости. Целью данного исследования является определение оптимальной глубины для соответствующего корпуса и роли концентраторов потока при различных параметрах процесса. Исследование предоставляет убедительные доказательства краевого эффекта в процессе индукционной закалки. Окада, Казуаки и др. (2020) [17] провели это исследование.

Таким образом, использование индукционной закалки для повышения упрочнения поверхности деталей машин позволит:

- 1) уменьшить скорость процесса износа деталей после индукционной закалки в отличие;
- 2) достигать уровень требуемой твердости поверхности детали, микроструктуру и глубину отверждения регулируя плотность теплового потока индукционной установки, скорость и время нагрева, а также пиковую температуру.

Таким образом, на основании проведенного литературного обзора нами определено, что наиболее эффективным методом решения нашей проблемы, повышение износостойкости штуцеров для сельскохозяйственных машин, является индукционная закалка. Результаты исследования поверхностей штуцеров для сельскохозяйственных машин упрочненных индукционной закалкой будут освещены в последующих публикациях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Martin, P., 2011. Introduction to surface engineering and functionally engineered materials (Vol. 74). John Wiley & Sons.
- [2] Toh, D., Van Bui, P., Isohashi, A., Matsuyama, S., Yamauchi, K. and Sano, Y., 2020. An abrasive-free chemical polishing method assisted by nickel catalyst generated by in situ electrochemical plating. Review of Scientific Instruments, 91(4), p.045108.
- [3] Pierson, H.O., 1999. Handbook of chemical vapor deposition: principles, technology and applications. William Andrew.
- [4] Goffreda, F., Griff, A., Livinghouse, L., Walsh, T. and Scuralli, J., 1998. Tool and Manufacturing Engineers Handbook Knowledge Base. Society of Manufacturing Engineers.
- [5] Mattox, D.M., 2010. Handbook of physical vapor deposition (PVD) processing. William Andrew.
- [6] Mohammad, J.H.A., Afify, R.M., Mansour, E.H. and Gaafer, A.M., 2019. Effect of Heat Treatment Of Steel AISI X 210 Cr 12 on Surface Roughness Quality During Turning Operation. Journal Homepage: www.feng.bu.edu.eg, 1(39), pp.6-11.
- [7] Kakani, S.L., 2006. Material science. New Age International.
- [8] Bolton, W. and Higgins, R.A., 2020. Materials for engineers and technicians. Routledge.
- [9] Totik, Y., Sadeler, R., Altun, H. and Gavgali, M., 2003. The effects of induction hardening on wear properties of AISI 4140 steel in dry sliding conditions. Materials & Design, 24(1), pp.25- 30.

- [10] Davis, J.R. ed., 2002. Surface hardening of steels: understanding the basics. ASM international.
- [11] Totik, Y., Sadeler, R., Altun, H. and Gavgali, M., 2003. The effects of induction hardening on wear properties of AISI 4140 steel in dry sliding conditions. *Materials & Design*, 24(1), pp.25- 30.
- [12] Tong, D., Gu, J. and Yang, F., 2018. Numerical simulation on induction heat treatment process of a shaft part: Involving induction hardening and tempering. *Journal of Materials Processing Technology*, 262, pp.277-289.
- [13] Rodriguez, G.P., De Damborenea, J.J. and Vazquez, A.J., 1997. Surface hardening of steel in a solar furnace. *Surface and coatings technology*, 92(3), pp.165-170.
- [14] Barglik, J., Smalcerz, A., Przylucki, R. and Doležel, I., 2014. 3D modeling of induction hardening of gear wheels. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 270, pp.231- 240.
- [15] Purwanto, H., Dzulfikar, M., Tauviqirrahman, M., Ismail, R. and Lestari, N., 2019, November. The Effect of Tempering Temperature on Medium Carbon Steel Plate of Surface Hardening Result Using Induction Heating as Ballistic Resistant Material Study. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 694, No. 1, p. 012041). IOP Publishing.
- [16] Mucha, G.M., Novorsky, D.E. and Pfaffmann, G.D., Tocco Inc, 1987. Method for hardening gears by induction heating. U.S. Patent 4,675,488.
- [17] Okada, K., Obayashi, K., Todaka, Y., Adachi, N. and Mitsuhashi, M., 2020. Friction property under lubrication for case hardening steel subjected to combined thermomechanical treatment with excess vacuum carburizing and subsequent severe plastic deformation and induction hardening. *Tetsu-To-Hagane/Journal of the Iron and Steel Institute of Japan*, 106(4), pp.194- 204.

УДК 629.119

Слямбеков А.К. (22-МТТ-2т, ВКТУ), Муздыбаева А.С. (к.т.н., ВКТУ)

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ ТЕКУЩИХ РЕМОНТОВ

**Аннотация.** В работе приведено обоснование повышения эффективности использования автотранспортных средств путем регламентирования текущих ремонтов, пути совершенствования методов нормирования на основе оценки внешних воздействующих факторов. Представлены теоретические основы разработки комплексных показателей сложности характерных групп факторов, состоящие из ряда логических и математических операций и позволяющие количественно оценивать и ранжировать потенциальные свойства любого сочетания факторов, предопределяющих изменение нагрузочных скоростных и частотных режимов работы автотранспортных средств через соответствующие коэффициенты приведения. Для определения коэффициентов приведения получены расчетные модели для достижения нужной точности оценки факторов.

**Ключевые слова:** автотранспортные средства, техническая эксплуатация автомобилей, текущий ремонт, внешние воздействующие факторы, категории условий эксплуатации, нормативы.

Качество эксплуатационных нормативов (т.е. соответствие их конкретным моделям автомобилей и условиям эксплуатации), а также комплектность нормативов определяют уровень затрат на содержание автотранспортных средств (АТС) и существенно влияют на эффективность их использования.

Вместе с тем традиционно действующие нормативы технической эксплуатации автомобилей (ТЭА) нельзя назвать качественными практически до самого списания АТС. Причем затруднительно назвать уровень качества.

Это происходит потому, что к началу серийного производства АТС отсутствует необходимый банк данных, т.е. реализация показателей нормируемых свойств автомобилей во всем диапазоне изменения внешних воздействующих факторов (ВВФ) и поправочные коэффициенты к базовым нормативам берутся одинаковыми для всех моделей АТС, чего в действительности не может быть. Кроме того приведение результатов испытаний опытных образцов АТС к первой категории условий эксплуатации (КУЭ) т.е. установление базового норматива осуществляется путем деления показателя реализации нормируемого свойства, отнесенного к какой-либо КУЭ на коэффициент для этой же КУЭ, который заведомо неточен, и наконец, отнесение результатов испытаний опытных образцов АТС по ездовому циклу к какой-либо КУЭ (не имеющих количественных показателей) приводит к образованию ошибки т.к. отнесение производят через сопоставление режимов.

Качество нормативов ТЭА не удастся повысить и по мере накопления результатов исследований после начала серийного производства АТС, поскольку для учета ВВФ при исследованиях применяют общепринятые классификации условий (дорожных, транспортных, климатических). Эти классификации, разработанные по разным принципам, не имеют количественной оценки,

исключают возможность планирования экспериментов и не учитывают ряд значимых факторов. В связи с этим эксперименты проводят при одном сочетании ВВФ, а результаты используют при уточнении нормативов для другого сочетания ВВФ, учтенного соответствующей классификацией. Сложность подбора соответствующих условий испытаний АТС не позволяет уточнить заведомо неточный - базовый норматив.

Недостатки классификаций приводят к ошибкам не только при разработке нормативов, но и при их выборе для конкретных условий, поскольку неучтенные факторы определяют пересечение классов.

Применение некачественных нормативов для управления техническим состоянием АТС приносит автотранспортным предприятиям (АТП) ущерб, как с необоснованным повышением затрат при преждевременном техническом обслуживании (ТО) и ремонте, так и в связи с повышением интенсивности износов сопряжений, при запоздалом ТО и ремонте.

В системе управления надежностью АТС все ремонты за исключением капитальных ремонтов (КР) отнесены к текущим (ТР) - случайным, поэтому такие нормативы как структура, объем и периодичность ТР отсутствуют, т.е. неизвестно какие детали агрегатов АТС и при какой наработке нужно заменять в различных условиях. Это обстоятельство не позволяет обеспечить безотказную работу автомобилей, а это главная задача системы управления надежностью. Между тем, основной объем ТР может быть предсказан, регламентирован и выполняться в плановом порядке.

Отсутствие же нормативов по структуре, объему и периодичности плановых ремонтов (ГЕР), а также рекомендации по ремкомплектам запасных частей (ЗПЧ) для каждого ПР и экономическим срокам службы агрегатов АТС вызывает существенное повышение затрат на содержание АТС в связи с сопутствующими отказам, дополнительными ремонтами, простоями на линии и в ожидании ремонтов, исключением возможности целенаправленного диагностирования технического состояния автомобилей и преждевременным направлением агрегатов в КР.

Нормы расхода топлива (РТ) также нельзя назвать качественными, что вносит свой вклад в неоправданные затраты на функционирование АТС. Базовая норма РТ (линейная) устанавливается неконкретной по отношению к ВВФ, что снижает уровень качества. Система корректирования РТ не обеспечивает соответствие итоговой нормы фактической потребности в топливе, что не гарантирует его рациональное использование.

Рост затрат на содержание АТС, связанных с применением некачественных норм и отсутствие ряда норм ТЭА безусловно снижает эффективность использования автомобилей и их конкурентоспособность.

Своевременное создание исчерпывающего банка данных, сдерживающего разработку полного комплекта качественных нормативов ТЭА, зависит от ряда обстоятельств. Основным из них является многомерность факторного пространства, требующая при планировании такого объема экспериментов, который реально не может быть реализован. К тому же количество опытных образцов АТС ограничено. По этой основной причине

возникла и господствует концепция случайности изменения технического состояния АТС, которая освобождает исследователя от необходимости учета ВВФ и предопределяет многократность повторений исследований в каждом АТП, поскольку результаты экспериментов, полученные в одних условиях нельзя без ошибки отнести к другим условиям. Предопределено и применение математического аппарата теории вероятностей, который не вскрывает причинно-следственных связей, а полученная таким путем информация может иметь ограниченное применение, особенно при управлении надежностью АТС на всех этапах их создания и использования, поскольку реализацию свойств автомобилей и нормативы нужно сопоставлять с конкретными сочетаниями ВВФ. Вероятностные методы применимы только в тех случаях, когда действительно невозможно учесть факторы, что к автомобилю практически не относится.

В связи с упомянутой концепцией нормативные документы не регламентируют методы учета ВВФ. Поэтому при исследованиях ВВФ не учитываются совсем, либо применяются произвольные методы, которые не идентичны, и не позволяют снизить размерность факторного пространства или не могут обеспечить системность учета и сопоставимость результатов. Это затрудняет совершенствование методов долгосрочного прогноза и объединение расчетных и экспериментальных данных в общем банке. В этом суть рабочей гипотезы, объясняющей причины сложившихся обстоятельств с уровнем качества и некомплектностью нормативов ТЭА.

Все сказанное выдвинуло проблему повышения эффективности использования АТС путем регламентирования текущих ремонтов. Поскольку отсутствие регламента текущих ремонтов является главной причиной неоправданных затрат средств на содержание АТС.

Узловым вопросом проблемы является необходимость разработки такой системы описания многомерного факторного пространства, которая позволила бы устранить все причины, установленные рабочей гипотезой и решить все задачи проблемы. В качестве единой методологической основы идентификации методов учета, оценки и классификации ВВФ предложено использовать комплексные показатели сложности характерных групп факторов (дорожных, транспортных, климатических).

Такое направление решения проблемы актуально, поскольку позволяет разрабатывать полный комплект качественных нормативов ТЭА к началу серийного производства АТС, базируясь только на более широком использовании результатов штатных испытаний опытных образцов автомобилей, что, в конечном счете, приводит к существенному росту эффективности использования и конкурентоспособности АТС.

Цель исследовательской работы - повышение эффективности использования АТС путем регламентирования текущих ремонтов, совершенствованием методов нормирования на основе оценки ВВФ комплексными показателями сложности и прогнозной информации.

Объект исследования - закономерности влияния ВВФ на реализацию показателей свойств (функциональных, надежности и технико - экономических)

грузовых АТС, необходимые для оценки приемлемости решений узлового вопроса и частных задач проблемы.

Методы исследования: метод системного анализа, теорий потенциальных свойств, типологического анализа, теории классифицирования, методы математического планирования экспериментов и статистической обработки результатов, включая дисперсионный и регрессионный анализы.

Научная новизна работы заключается в том, что на основе сформулированных требований к межотраслевой системе учета и оценки ВВФ созданы теоретические основы разработки комплексных показателей сложности характерных групп факторов, состоящие из ряда логических и математических операций и позволяющие количественно оценивать и ранжировать потенциальные свойства любого сочетания факторов, предопределяющих изменение нагрузочных скоростных и частотных режимов работы АТС через соответствующие коэффициенты приведения. Для определения коэффициентов приведения получены расчетные модели, что важно для достижения нужной точности оценки факторов.

Практическая ценность. Внедрение результатов исследований обеспечивает повышение эффективности использования и конкурентоспособности АТС путем своевременной разработки полного комплекта качественных нормативов ТЭА. При этом, повышение затрат на разработку нормативов не требуется, поскольку применение КИП для оценки ВВФ снижает размерность факторного пространства, обеспечивает системность учета факторов и сопоставимость результатов исследований. Все это, соответственно, снижает объем экспериментов, обеспечивает прогнозирование реализации нормируемых свойств в различных условиях, базируясь только на более широкое использование результатов штатных испытаний опытных образцов АТС и позволяет на основе идентификации информация создать исчерпывающий банк данных для своевременной разработки качественных нормативов, используя оптимизированные классификации условий»

Применение полного комплекта качественных нормативов ТЭА позволяет существенно снизить затраты на содержание АТС. Внедрение в эксплуатацию только структуры плановых ремонтов по основным агрегатам автомобилей КамАЗ позволило снизить трудозатраты на ремонты на 46,8 % по сравнению с нормативными.

Результаты работы могут быть использованы для решения оптимизационных задач при проектировании, испытаниях и доводе АТС до и после начала их серийного производства, а также при использовании автомобилей. Например, для оперативного анализа эффективности принятых конструкторско-технологических решений; для выбора показателей расчетных режимов; для прогнозирования уровня реализации показателей свойств АТС; для привязки результатов прогноза к конкретным условиям; для совершенствования расчетных моделей на базе КИП; для оперативного уточнения нормативов ТЭА после каждой существенной модернизации АТС и др.

Факторы внешней среды многообразны. По возможности управления их воздействием на автомобильные конструкции можно выделить три основные

вида факторов: управляемые (уровень технической эксплуатации), частично управляемые (свойства водителя, запыленность воздуха) и учитываемые (дорожные, транспортные, климатические).

К дорожным факторам (подмножество A1) относятся: число полос движения, ширина полосы движения проезжей части, обочин, земляного полотна, радиусы кривых в плане и вертикальных кривых, сложность в плане и вертикального профиля дороги, ровность и изношенность дорожного покрытия, перекосонагружающие свойства дороги (геометрические факторы); тип, прочность и шероховатость покрытия, сцепные свойства в продольной и поперечной плоскостях, загрязненность и наличие атмосферных осадков на покрытии (физические факторы); пропускная способность полосы движения, интенсивность движения, сложность дорожной обстановки, дорожные ограничения, видимость и освещенность дороги, место расположения дороги относительно городов и над уровнем моря ( условия движения).

К группе транспортных факторов (подмножество A2) относятся: использование грузоподъемности, пробега и прицепов, длина плеча перевозки, вид перевозимого груза, время в наряде, особенности погрузочно-разгрузочных работ и т.д.

Климатические факторы (подмножество A3) включают в себя температуру и влажность воздуха, атмосферное давление, колебания температуры и давления, скорость и направление ветра, интенсивность солнечной радиации и др.

Перечисленные признаки указывают на многомерность факторного пространства. Воздействие факторов внешней среды на реализацию эксплуатационных свойств различных динамических систем АТС специфично.

Существуют два различных направления исследования влияния внешних факторов на реализацию эксплуатационных свойств динамических систем (агрегатов) АТС. Можно всесторонне исследовать механизм процесса и разработать его теорию, которая обеспечит решение всех оптимизационных и интерполяционных задач.



УДК 621.7

Тлеужанова Г.Б., (21-ДТМ-3а, ВКТУ), Кадыров Ж.Н., (д.т.н., ТОО «Кадыров и партнеры»)

## СИСТЕМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

**Аннотация.** Известная система содержит встроенный в пиноль задней бабки станка датчик линейного осевого расширения обрабатываемой детали и привод поперечной подачи каретки суппорта станка. К недостаткам известной системы относятся ограниченные функциональные возможности, в частности, отсутствие возможности адаптивного управления процессом токарной обработки в условиях доминирующего воздействия дестабилизирующих факторов, а именно, линейного осевого расширения обрабатываемой детали в результате нарушения равновесного теплового баланса в зоне резания. Нарушение теплового баланса вызывает изменение длинных (вдоль оси детали) и диаметральных размеров обрабатываемых деталей. Вариация последних приводит к потере точности изготавливаемых деталей.

**Ключевые слова:** пиноль задней бабки, адаптивного управления процессом токарной обработки, аварийная ситуация, поломка и износ инструмента, режимы работы.

Технический результат от использования предлагаемого изобретения заключается в расширении функциональных возможностей системы, в частности, придания ей возможности адаптивного управления точностью токарной обработки по информации о вариации теплового баланса в зоне резания, приводящего к изменению размеров детали, в том числе, к её линейному удлинению. Указанный технический результат достигнут за счёт того, что в систему адаптивного управления процессом токарной обработки установленной в центрах станка протяжённой ступенчатой детали, содержащую встроенный в пиноль задней бабки станка датчик линейного осевого расширения обрабатываемой детали и привод поперечной подачи каретки суппорта станка, дополнительно включены микропроцессорное устройство управления, состоящий из светопроводного стержня и усилительно-преобразовательного устройства сборный фотоэлектрический преобразователь, а также регулируемый привод подналадки поперечной подачи каретки суппорта станка, при этом в корпус пиноли встроена подвижная в осевом направлении выдвигная втулка с встроенным в ней полым центром с цилиндрической базовой поверхностью и взаимодействующим с обрабатываемой деталью коническим наконечником с размещённым в нём вдоль оси светопроводным стержнем фотоэлектрического преобразователя со скошенной под углом  $45^\circ$  к торцу детали гранью, втулка пиноли выполнена с возможностью перемещения вдоль оси детали с помощью реечной кинематической передачи от регулируемого привода вращения приводной шестерни, к расположенному с противоположной от конического наконечника торцу полого центра прикреплён регулируемый по длине рычаг, взаимодействующий с встроенной в корпус пиноли торцевой втулкой с размещённым в ней линейным измерительным преобразователем, между выдвигной втулкой пиноли и размещённой в её корпусе торцевой втулкой расположен упругодеформируемый элемент, например, пружина сжатия, а

регулируемый привод подналадки выполнен на базе центрально расположенного клина состоящей из двух половин сборной гайки винта поперечной подачи каретки суппорта станка в виде не менее чем двух по длине скошенной грани расположенных наборов пьезокерамических пластин, встроенных в скошенную грань клина и ориентированных перпендикулярно по отношению к контактной поверхности взаимодействующих друг с другом скошенной грани половины гайки и скошенной грани клина, при этом выход фотоэлектрического преобразователя и выход датчика линейного измерительного преобразователя подключены ко входу микропроцессорного устройства управления, выход которого связан со входом регулируемого привода подналадки поперечной подачи каретки суппорта станка и входом привода вращения приводной шестерни выдвижения втулки пиноли.

Изобретение дополнительно иллюстрировано, где на рис.1 схематично изображена блок-схема предлагаемой системы; на фиг.2 - пиноль задней бабки токарного станка; на фиг.3 - увеличенное изображение встроенного в центр консольного конца светопроводного стержня; на фиг.4 - сборная гайка винта поперечной подачи каретки суппорта станка. Система адаптивного управления процессом токарной обработки установленной в центрах 1 и 2 станка протяжённой ступенчатой детали 3 содержит встроенный в корпус 4 пиноли задней бабки станка датчик 5 линейного осевого расширения обрабатываемой детали и привод поперечной подачи каретки 6 суппорта станка.

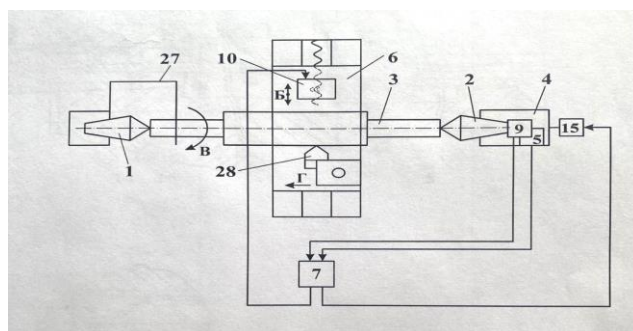


Рисунок 1 - Система адаптивного управления процессом токарной обработки.

В соответствии с предлагаемым изобретением в состав системы дополнительно включено микропроцессорное устройство управления 7, состоящий из светопроводного стержня 8 и усилительно-преобразовательного устройства УПУ (на рис. не показано) сборный фотоэлектрический преобразователь 9, а также регулируемый привод 10 подналадки поперечной подачи каретки суппорта станка. В корпус 4 пиноли задней бабки встроена подвижная в осевом направлении выдвижная втулка 11 с встроенным в неё полым центром 12.

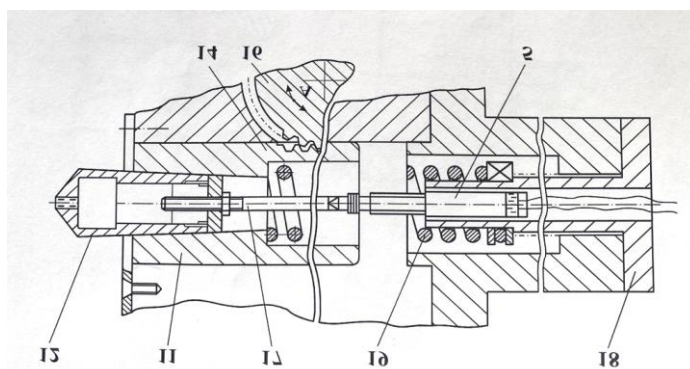


Рисунок 2 - Микропроцессорное устройство управления.

Центр 12 своей внешней цилиндрической поверхностью базируется в отверстии втулки 11, а своей конической поверхностью (коническим наконечником) взаимодействует с выполненным на торце детали центровым отверстием. На торце светопроводного стержня фотоэлектрического преобразователя изготовлена скошенная грань 13, ориентированный под углом  $45^\circ$  к торцу детали (рисунок 3)

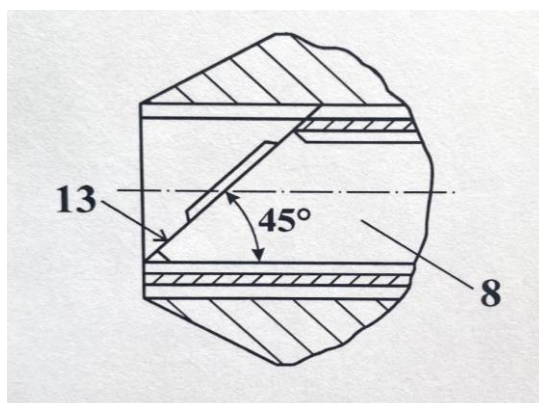


Рисунок 3 - Стержень фотоэлектрического преобразователя.

Втулка 11 пиноли выполнена с возможностью перемещения вдоль оси детали с помощью реечной кинематической передачи, состоящей из изготовленной на втулке рейки 14 и приводимой во вращение от регулируемого привода 15 приводной шестерни 16. К расположенному с противоположной от конического наконечника торцу полого центра 12 прикреплён регулируемый по длине рычаг 17, взаимодействующий датчиком 5 (линейным измерительным пиноли торцевой втулки 18. Между выдвижной 11 и торцевой 18 втулками расположен упругодеформируемый элемент 19, например, пружина сжатия. Регулируемый привод подналадки выполнен на базе центрально расположенного клина 20 состоящей из двух половин 21 и 22 сборной гайки винта 23 поперечной подачи каретки суппорта станка. При этом сам привод подналадки (поз. 10 на фиг.1) конструктивно выполнен в виде не менее чем двух по длине скошенной грани 24 расположенных наборов пьезокерамических

пластин 25. Пластины 26 круглые по форме, их диаметр 5-7 мм (изготовитель Волгоградский завод пьезокерамических пластин) Для работоспособности приводов к пластинам обеспечен подвод электрического потенциала 1,0 кВт (преобразовательные и монтажные элементы привода на фиг. не показаны). Наборы пластин 25 встроены в скошенную грань 24 клина перпендикулярно по отношению к контактной поверхности взаимодействующих друг с другом скошенной грани половины 21 гайки и скошенной грани 26 клина 20. Выход УПУ фотоэлектрического преобразователя 9 и выход датчика 5 подключены ко входу микропроцессорного устройства управления 7, выход которого связан со входом регулируемого привода 10 подналадки поперечной подачи каретки суппорта станка и входом привода 15 вращения приводной шестерни 16 выдвигания втулки 11 пиноли. Стрелками А и Б показаны, соответственно, направление вращения приводной шестерни 16 (от регулируемого привода 15 и направления подналадочных перемещений каретки 24 суппорта станка; стрелками В и Г - направление вращения детали и перемещения суппорта станка; поз.26 - винты крепления половин 21 и 22 гайки и клина 20; поз.27 - приводной механизм для передачи крутящего момента обрабатываемой детали 3; поз 28 - режущий инструмент (резец).

Система адаптивного управления функционирует следующим образом. Базирующаяся в центрах 1 и 2 деталь 3 обрабатывается резцом 28. В процессе резания детали изменяется тепловой равновесный баланс всех участвующих в резании узлов станка: детали 3, центров 1 и 2, инструмента 28 и узлов привода поперечной подачи (суппорта и каретки 6). При нагреве детали 3 все её размеры изменяются, в том числе происходит изменение (увеличение) динового размера, воспринимаемого через полый центр 12, рычаг 17 датчиком 5 (преобразователем линейных перемещений). Одновременно с этим изменяется и инфракрасное излучение участка зоны резания. Поток генерируемого излучения по каналу светопроводного стержня 8 поступает в усилительно-преобразовательное устройство (работа устройства аналогична работе устройства для измерения температуры в зоне резания по А.с.СССР No462661, МПК В23В 25/06, 27/14, опубл. в БИ N9, 1975 г.). Полученная от датчиков 5 и 9 информация (пропорциональная фактически достигнутому линейному перемещению рычага 17 и чувствительного наконечника датчика 5, а также пропорциональная вариации температуры в зоне резания от фотоэлектрического преобразователя 9) поступает на вход микропроцессорного устройства управления 7, где осуществляется обработка полученных сигналов по принятому алгоритму их преобразования. В частности, используя эмпирически априорно полученные зависимости между линейным и пропорциональным ему радиальным изменением размеров детали, в устройстве 7 производится расчёт величины подналадочного перемещения каретки суппорта станка с инструментом в радиальном (в направлении формирования диаметральных размеров детали) направлении (перпендикулярно оси детали и направлению движения суппорта по стрелке Г).

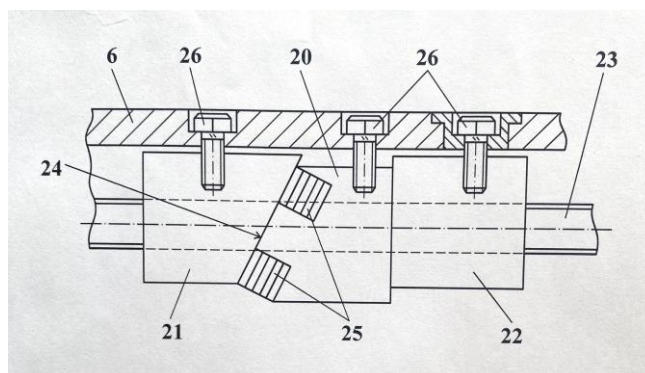


Рисунок 4 - Регулируемый привод подналадки.

Преобразуется в устройстве 7 в пропорциональный электрический сигнал (в соответствии с принятым алгоритмом подналадки), управляющий работой привода 10 подналадки. Под действием поданного напряжения в результате обратного пьезоэффекта размеры приводов 25 (набора пьезопластин) изменяются (увеличиваются или уменьшаются в зависимости от требуемого направления подналадочных движений). Под действием вариации линейных размеров пьезопластин меняется положение скошенной грани 24 клина 20 и половина 21 сборной гайки осуществляет дополнительный подналадочный угловой разворот винта 23 привода поперечной подачи, что приводит к смещению радиального положения каретки 6 станка вместе с резцедержателем и резцом 28. Происходит адаптивная компенсация диаметрального размера ступени детали из-за дестабилизирующего изменения (вариации) теплового состояния участвующих в резании узлов станка. Поскольку подналадка осуществляется на малую величину (50-250 мкм), все узлы станка и сам станок должны быть прецизионного исполнения, зазоры и люфты в стыках выбраны. Лабораторные испытания опытного образца системы подтвердили возможность управления точностью токарной обработки (применительно к диаметральным размерам ступеней) при нарушении теплового баланса станка в зоне резаний. Алгоритмы обработки измерительной информации от датчиков 5 и 9 и выработки управляющего воздействия на привод 10 в материалах данной заявки не раскрываются. Управление приводом 15 приводной шестерни 16 происходит до начала резания в цикле наладки и изменения исходного положения участвующих в резании узлов станка.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. «Машиностроение», 1976.
2. Ганевский Г.М. Гольдин И.И. Допуски, посадки и технические измерения. М. Высшая школа. 1998.

УДК669.017

Тогаспаев Д. (21ТМ-1, ВКТУ), Кабдуллина Д.С. (ВКТУ)

## ВЛИЯНИЕ НАГРЕВА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ДЕФОРМИРОВАННОГО МЕТАЛЛА

**Аннотация.** Деформированный металл находится в неравновесном, неустойчивом состоянии, и в нем могут протекать процессы, направленные на достижение устойчивого состояния. Этот переход связан с уменьшением искажений в кристаллической решетке и снятием напряжений, что в свою очередь определяется возможностью перемещения атомов. С повышением температуры подвижность атомов увеличивается и начинают развиваться процессы, приводящие металл к равновесному состоянию. По мере нагрева деформированный металл проходит стадии возврата и рекристаллизации, в результате чего изменяются его структура и свойства

**Ключевые слова:** металл, деформация, кристаллическая структура, свойства, температура.

Деформированный металл находится в неравновесном состоянии. Переход к равновесному состоянию связан с уменьшением искажений в кристаллической решетке, снятием напряжений, что определяется возможностью перемещения атомов.

При низких температурах подвижность атомов мала, поэтому состояние наклепа может сохраняться неограниченно долго.

При повышении температуры металла в процессе нагрева после пластической деформации диффузия атомов увеличивается и начинают действовать процессы разупрочнения, приводящие металл в более равновесное состояние.

Небольшой нагрев вызывает ускорение движения атомов, снижение плотности дислокаций, устранение внутренних напряжений и восстановление кристаллической решетки, т.е. происходит возврат.

Процесс частичного разупрочнения и восстановления свойств называется отдыхом (первая стадия возврата). Имеет место при температуре

$$T = (0,25 \dots 0,3) T_{пл}$$

Возврат уменьшает искажение кристаллической решетки, но не влияет на размеры и форму зерен и не препятствует образованию текстуры деформации.

Полигонизация – процесс деления зерен на части: фрагменты, полигоны в результате скольжения и переползания дислокаций.

При температурах возврата возможна группировка дислокаций одинаковых знаков в стенки, деление зерна малоугловыми границами (рис.3).

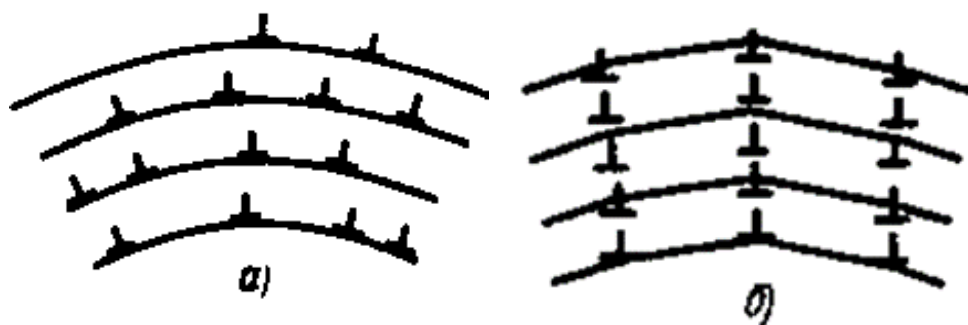


Рисунок 1 - Схема полигонизации: а – хаотическое расположение краевых дислокаций в деформированном металле; б – дислокационные стенки после полигонизации.

В полигонизированном состоянии кристалл обладает меньшей энергией, поэтому образование полигонов — процесс энергетически выгодный.

Процесс протекает при небольших степенях пластической деформации. В результате понижается прочность на (10...15) % и повышается пластичность (рис.4). Границы полигонов мигрируют в сторону большей объемной плотности дислокаций, присоединяя новые дислокации, благодаря чему углы разориентировки зерен увеличиваются (зерна аналогичны зернам, образующимся при рекристаллизации). Изменений в микроструктуре не наблюдается. Температура начала полигонизации не является постоянной. Скорость процесса зависит от природы металла, содержания примесей, степени предшествующей деформации.

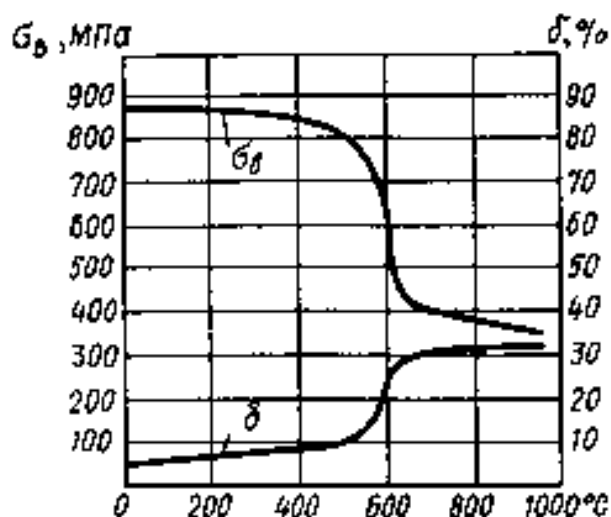


Рис - 2

Рисунок 2 - Влияние нагрева деформированного металла на механические свойства

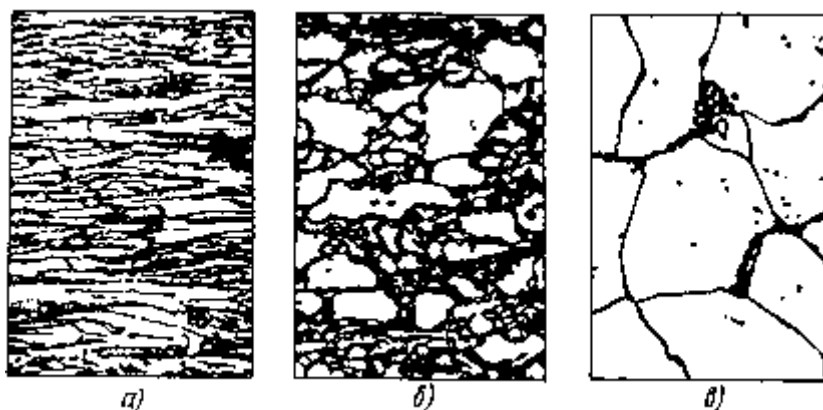


Рисунок 3 - Изменение структуры деформированного металла при нагреве

При нагреве до достаточно высоких температур подвижность атомов возрастает и происходит рекристаллизация.

Рекристаллизация – процесс зарождения и роста новых недеформированных зерен при нагреве наклепанного металла до определенной температуры.

Нагрев металла до температур рекристаллизации сопровождается резким изменением микроструктуры и свойств. Нагрев приводит к резкому снижению прочности при одновременном возрастании пластичности. Также снижается электросопротивление и повышается теплопроводность.

1 стадия – первичная рекристаллизация (обработки) заключается в образовании центров кристаллизации и росте новых равновесных зерен с неискаженной кристаллической решеткой. Новые зерна возникают у границ старых зерен и блоков, где решетка была наиболее искажена. Количество новых зерен постепенно увеличивается и в структуре не остается старых деформированных зерен.

Движущей силой первичной рекристаллизации является энергия, аккумулированная в наклепанном металле. Система стремится перейти в устойчивое состояние с неискаженной кристаллической решеткой.

2 стадия – собирательная рекристаллизация заключается в росте образовавшихся новых зерен. Движущей силой является поверхностная энергия зерен. При мелких зернах поверхность раздела большая, поэтому имеется большой запас поверхностной энергии. При укрупнении зерен общая протяженность границ уменьшается, и система переходит в более равновесное состояние.

Температура начала рекристаллизации связана с температурой плавления,

$$T_{рек} = \alpha \cdot T_{пл}$$

для металлов  $\alpha = 0,4$

для твердых растворов  $\alpha = 0,5 \dots 0,8$

для металлов высокой чистоты  $\alpha = 0,1 \dots 0,2$



На свойства металла большое влияние оказывает размер зерен, получившихся при рекристаллизации. В результате образования крупных зерен при нагреве до температуры  $t_1$  начинает понижаться прочность и, особенно значительно, пластичность металла.

Основными факторами, определяющими величину зерен металла при рекристаллизации, являются температура, продолжительность выдержки при нагреве и степень предварительной деформации (рис.6).

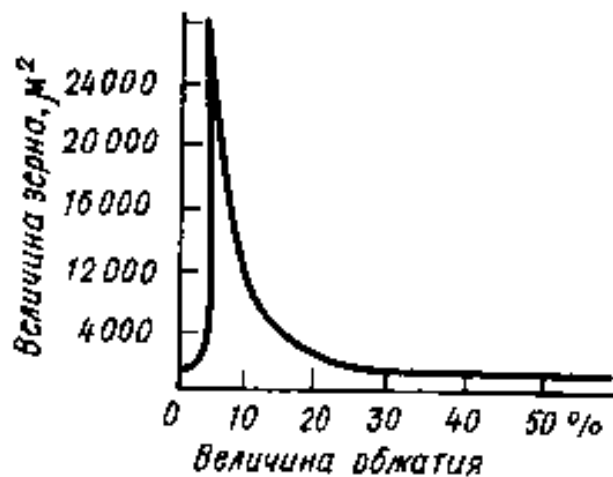


Рис - 4

Рисунок 4 - Влияние предварительной степени деформации металла на величину зерна после рекристаллизации

С повышением температуры происходит укрупнение зерен, с увеличением времени выдержки зерна также укрупняются. Наиболее крупные зерна образуются после незначительной предварительной деформации 3...10 %. Такую деформацию называют критической. И такая деформация нежелательна перед проведением рекристаллизационного отжига.

Практически рекристаллизационный отжиг проводят для малоуглеродистых сталей при температуре 600...700оС,  
 для латуней и бронз – 560...700оС,  
 для алюминиевых сплавов – 350...450оС,  
 для титановых сплавов – 550...750оС.

На свойства металла большое влияние оказывает размер зерен, получившихся при рекристаллизации. Основными факторами, определяющими величину зерен металла при рекристаллизации, являются температура, продолжительность выдержки при нагреве и степень производственной пластической деформации (рисунок 23).

Величина зерна возрастает с повышением температуры нагрева и времени выдержки. При температурах  $T_1$  и  $T_2$  (выше  $T_p$ ) образование рекристаллизованного зерна происходит не сразу, а через некоторый отрезок времени  $t_1$  и  $t_2$ , который называется инкубационным.

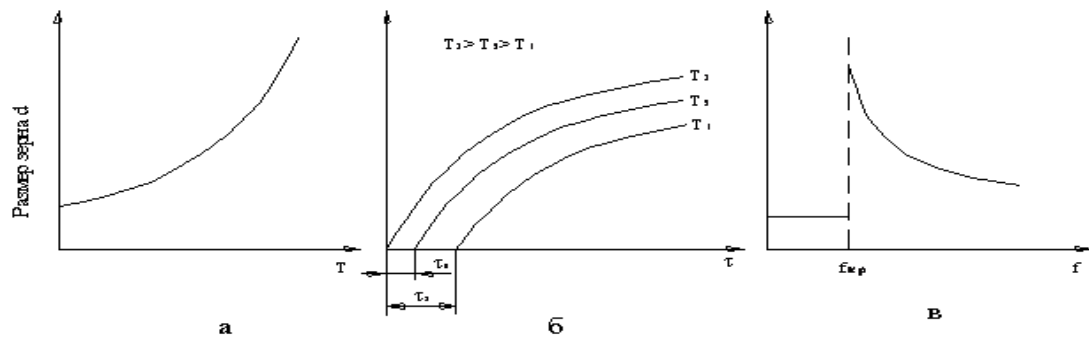


Рисунок 5 — Влияние температуры (а), продолжительности нагрева (б) и степени деформации (в) на величину рекристаллизованного зерна

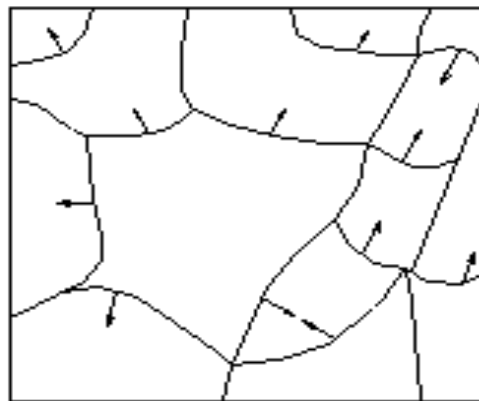


Рисунок 6 - Схема роста зерен при собирательной рекристаллизации

Наиболее крупные зерна образуются после незначительной предварительной деформации, обычно порядка 3...15 %, такую степень деформации называют критической.

Критической называют такую минимальную степень деформации, выше которой при нагреве становится возможной первичная рекристаллизация.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Брандон Д., Каплан У., Мир материалов и технологий. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля, - М: Техносфера, 2006, - 375с.
2. Самохоцкий А.И., Металловедение. – М.: Металлургия, 1969.-456с.

ӘОЖ 164.01

Төлегенова А.С. (20-ТЛК-1, ШҚТУ), Абеджанова А.С. (аға оқытушы, ШҚТУ)

## ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЛОГИСТИКА КОНЦЕПЦИЯСЫ ЖӘНЕ КӘСІПОРЫННЫҢ ЛОГИСТИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТІН ҰЙЫМДАСТЫРУДАҒЫ ЖЕТІЛДІРУ МӘСЕЛЕЛЕРІН ҚАРАСТЫРУ

**Аңдатпа.** Зерттеудің мақсаты-елдегі логистика тұжырымдамасының ерекшеліктерін және компаниядағы логистикалық қатынастардың құрылымын ашу. Мақалада логистика функциялары бойынша практикалық шарттар мен мәліметтер анықталған, басқару қызметінің күрделілігі ашылған. Мақалада сыртқы экономикалық байланыстардың ерекшеліктері қарастырылған: басымдықтардың өндіруші нарығынан сатып алушы нарығына ауысуы, елдер арасындағы интеграциялық процестердің күшеюі. Зерттеудің ғылыми жаңалығы-елдегі логистиканың орталықтандырылған ұйымдастырушылық жүйесін дамыту. Нәтижесінде қалыптастыруға бағытталған құжаттардың екі түрі ("Бас жоспар", "ақ кітап") беріліп, сипатталған.

**Түйін сөздер:** Логистика концепциясы, экономикалық қатынас тенденциясы, логистикалық функция, аутсорсинг, логистикалық фирма, ақ кітап, бас жоспар.

Логистика тұтыну тауарларын өндіруге және таратуға байланысты бірқатар әрекеттерді қамтитындықтан, ол материалдарды басқару және физикалық бөлу сынды екі бөлек, бірақ біріктірілген саладан тұрады. Материалдарды басқару бөлшектер мен дайын өнімдерді өндіруге байланысты барлық әрекеттерді, соның ішінде оларды орауды және кейіннен қайта өндеуді немесе қайта пайдалануды қамтиды. Физикалық бөлу бөлшектердің және тұтынуға дайын өнімнің қол жетімділігін қамтамасыз етуге байланысты барлық әрекеттерді, атап айтқанда тасымалдау мен қойманы қамтиды.

Жеткізу тізбегі неғұрлым интеграцияланған болса, физикалық үлестіруді материалды басқарудан ажырату қиынырақ болады, өйткені тарату арналары жеткізушілерден тұтынушыларға дейін созылады және тасымалдау және сақтау жауапкершілігі өндірушілер, көтерме және бөлшек саудагерлер арасында бөлінеді. Логистика ол қолдайтын өнімдерге сәйкес келуі керек, өйткені тұтынушылар әдетте өнім мен оны жеткізетін тарату жүйесін ажыратпайды.

Қазіргі заманғы логистикалық инфрақұрылымды құру процесінде логистикалық орталықтар (ЛО) маңызды рөл атқарады, олар жалпы түрде жеткізу тізбегі контрагенттерінің операциялық логистикалық қызметін интеграциялау және үйлестіру жүзеге асырылатын инфрақұрылымдық құралдар кешенін білдіреді. Қазақстанда логистикалық қызметтер нарығы қарқынды дамып келеді. Мақсаты әлемдік тауар жылжыту процесіне қатысу болып табылатын республиканың транзиттік әлеуетін арттыруға ерекше назар аударылады. Қазақстан Республикасында ЛС қызметтеріне сұраныстың артуының себебі айқын.

Мемлекеттік органдардың интермодальды тұлғаларды дамытуға қызығушылығы көліктің бірнеше түрін теңгерімді дамыту қажеттілігінен туындайды. Логистикалық компаниялардың жүктерді ауыстырып тиеу нүктесінің айналасында бірігуі тиімділік фактісіне байланысты.

LC болуы керек негізгі сипаттамалардың келесі жиынтығын ажыратуға болады:

- бірнеше коммерциялық компаниялардың қатысуы;
- логистикалық операцияларды орындау арқылы өнімге құндылық қосу;
- қатысушы компаниялардың табысты бірлескен қызметінің әсерінің болуы (синергия әсері).

Қазіргі экономикалық қатынастардың негізгі тенденцияларының бірі-басымдықтардың өндіруші нарығынан сатып алушы нарығына ауысуы, нәтижесінде сатып алушылардың қалауының тез өзгеруі, өнімді жеткізу сапасына қатысты олардың сұраныстары жеткізілім мерзімі мен көлемін азайту, уақыт пен материалдардың резервтік қорларын азайту қажеттілігіне әкеледі.

Екінші ерекшелігі - елдер арасындағы интеграциялық процестердің күшеюі, ең алдымен, ДСҰ-ның кеңеюі жағдайында, жұмыс күші арзан және салық ставкалары төмен елдерде өндірістерді орналастыру мүмкіндігі пайда болған кезде және халықаралық сауданың дамуы арзан ресурстарға қол жеткізуге мүмкіндік берді.

Нәтижесінде жалпы әлемдік ЖІӨ шамамен 30 трлн. АҚШ доллары - ХХІ ғасырдың басында тауарлардың әлемдік тікелей экспорты 6 трлн-нан асты. АҚШ доллары, ал қызметтер экспорты-1,7 трлн. Өз кезегінде, халықаралық кооперация шеңберінде басқа елдерден келетін жиынтықтаушы бұйымдардың үлесі тек машина жасау саласында 1980 жылдары 19%-дан 2005 жылы 50 % - ға дейін өсті, оның ішінде Германияда-17/51%, Англияда-24/49%, Жапонияда-15/40 %, Францияда - 21/48 % , Швеция - 14/45 %, Голландия - 27/60 %, Бельгия-24/42 %.

Еуропалық Одақта мультимодальды көлік-логистикалық орталықтарды құру және жұмыс істеу тенденциялары:

Батыс Еуропа елдерінің тәжірибесі мұндай транзиттік логистикалық орталықтардың бюджетті қалыптастырудағы маңызды рөлін көрсетеді. Сонымен, Голландияда транзиттік логистикалық орталықтардың қызметі көлік кешені кірісінің 40% - принос, Францияда - 31% - Германии, Германияда-25% -. құрайды. Орталық және Шығыс Еуропа елдерінде бұл үлес орта есеппен 30% құрайды. Жалпы алғанда, Еуропалық логистикалық қызметтер нарығының жалпы айналымы 600 миллиард еуродан асады. Оның ішінде экономиканың барлық салаларындағы логистикалық функциялардың шамамен 30% - ы жыл сайын логистикалық компанияларға беріледі.

Көбінесе логистикалық функциялар аутсорсингке берілді, мысалы:

- қойма-73,7 %;
- сыртқы тасымалдау-68,4 %;
- жүктерді/төлемдерді ресімдеу-61,4 %;
- ішкі тасымалдау-56,1 %;
- жүктерді шоғырландыру / тарату-40,4 %;
- тікелей тасымалдау-38,6 %.

Батыс Еуропа елдеріндегі логистикалық фирмалардың дамуындағы салыстырмалы түрде жаңа тенденция бірнеше еуропалық логистикалық орталықтардың және олармен өзара әрекеттесетін аймақтық логистикалық көлік-

тарату орталықтарының болуын көздейтін жалпыеуропалық тауар тарату жүйесінің қалыптасуы болып табылады. Мұндай шешім тауар ағындарының ілгерілеуін түзетуге және жеделдетуге, тарату процесінің үздіксіздігін қамтамасыз етуге арналған.

Логистикалық қызметтерді көрсетуге арналған логистикалық ұйымдардың жетістігі көбінесе бірқатар қасиеттерге ие болуы керек логистикалық менеджерлердің жұмысына байланысты келеді, атап айтқанда: логистикалық бизнестің этикасын түсіну, менеджмент функцияларын тиімді орындау қабілеті, тұтынушылармен қарым-қатынас жасау және жұмысты ұйымдастыру қабілеті және т. б.

2001 жылы Еуро Одақта «шешім қабылдау уақыты» деген ұранмен «Ақ кітап» (ақ қағаз) қабылданды. Құжат 10 жылға, яғни 2011 жылға дейін көлікті дамыту тұжырымдамасы болып табылады. Авторлар оны құру кезінде, атап айтқанда, тауарды жеткізу уақыты мен шығындарын қысқартуға мүмкіндік беретін жаңа шешімдер табуға деген ұмтылысқа түрткі болды.

Негізгі міндет сонымен қатар көліктің қоршаған ортаға әсерін азайту, жолаушылардың қауіпсіздік деңгейін арттыру, көлік кептелістерін жою және соның салдарынан үлкен еуропалық отбасы мүшелерінің өмір сүру сапасын арттыру болып табылады.

ЕО деңгейіндегі «Ақ кітаптан» басқа, белгілі бір аспектіде жасалуы керек іс-шараларды нақты белгілейтін бірқатар егжей-тегжейлі құжаттар қабылданды. Мүмкін, логистикаға негізгі және қатысы бар-бұл жүк тасымалын интеграциялау жоспары, оның негізгі ойы қазіргі уақытта тауарлар мен жолаушыларды жеткізуде автомобиль тасымалы бағытында айқын ауытқу бар екендігіне байланысты. Мұның себебі анық: машина кез-келген, тіпті қол жетімді емес жерлерге жете алады, жүктің шағын партияларын алады, маршрутты оңай өзгертеді және т. б. Сонымен қатар, шағын компаниялар үшін – айтарлықтай қаржылық ресурстарға ие емес өндірістік және сауда компаниялары үшін – өздері сияқты шағын бизнес өкілдерімен жұмыс істеу оңайырақ.

Еуропа елдерінің тәжірибесін талдау көрсеткендей, ұлттық деңгейде белгілі бір мемлекеттердің үкіметтері жалпы одақтық саясатты ұстанады және өз аумағында «ақ кітапта» белгіленген мақсаттарға жету үшін шаралар қолданады. Сонымен қатар, олардың арасында түбегейлі айырмашылықтар бар, оларға назар аудару керек.

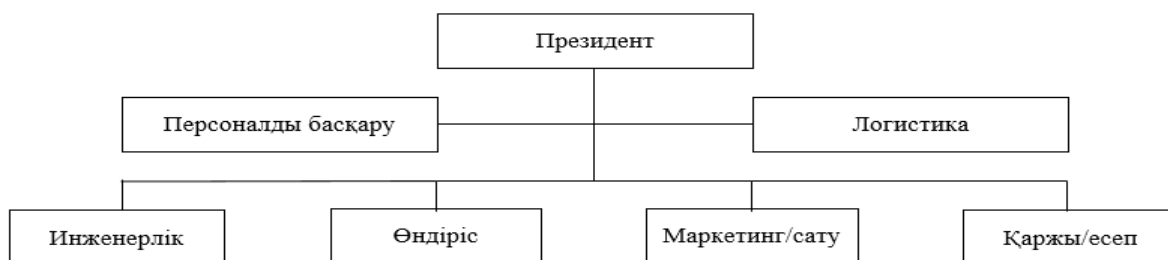
Германияның жаңа Үкіметі көлік министрі Вольфганг Тифенсидің басшылығымен логистика және көлік индустриясын дамыту бағдарламасын – «жүк көлігі және логистика бойынша шеберлік жоспарын» жазуға кірісті. Мәні тауар ағындарының ұтқырлығын арттыру бойынша нақты шараларды әзірлеу болып табылады; бұдан басқа, «Бас жоспар» («Мастер план») нақты жобалар үшін өзіндік бағдар болуы тиіс.

Осы орайда мемлекеттік тұрғыда логистикалық орталықтар қызметін бір жүйеге келтіріп, бір орталықтандыру арқылы басқару – тиімді шешім көзі болып көрінеді. Жоспардан бөлек кәсіпорынның қызметтік құрылымы келесі сипатты негізге ала алады.

Логистикалық қызмет жетекшісі болуы керек құзыреттердің ішінде мыналарды бөліп көрсетуге болады:

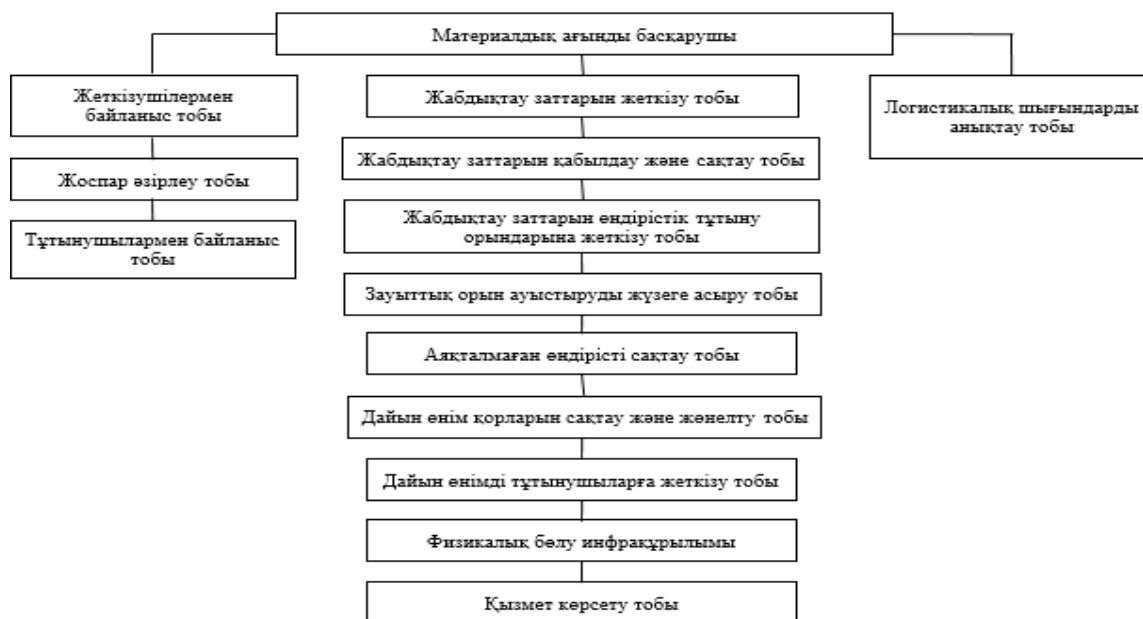
- логистиканың ұйымдық құрылымын құру және жұмыс жағдайында ұстау кезінде бақылау, Кәсіби даму, персоналды жалдау және оны тандау үшін дағдылар мен дағдыларды пайдалану;
- менеджерлер мен шеберлерді логистикалық сайттарға, қызметтерге және желілерге басшылық ету функцияларын орындауға кәсіби даярлау үшін осы мақсатта қолданылатын персоналды даярлау дағдылары мен ресурстарын пайдалану;
- күрделі және тез өзгертін операцияларды басқару үшін шешім қабылдау дағдылары мен дағдыларын пайдалану;
- мақсаттарды тұжырымдау және жетістіктен дәрежені өлшеу үшін Негізгі математикалық, статистикалық, бухгалтерлік, бюджеттік және кадрлық ресурстарды қолдану;
- шешім қабылдау үшін қажетті ақпаратты жинау мақсатында өткізілетін кеңестерді басқару үшін дағдылар мен дағдыларды пайдалану;
- корпоративтік штаб-пәтер, тұтынушылар және басқа да тұлғалар үшін логистикалық қызмет түрлері бойынша есептер жасау үшін ауызша және жазбаша қарым-қатынас дағдылары мен дағдыларын пайдалану;
- қажетті операцияларға қатысты шешім қабылдау үшін қойма, тауарлық-материалдық қорларды басқару, тасымалдау, өндіру, сатып алу және компания немесе сала айналысатын басқа салалар туралы білімді қолдану;
- стратегиялық жоспарларды әзірлеу үшін қойма, қорларды басқару, тасымалдау, өндіру және сатып алу туралы білімді қолдану.

Келесі суретте шетелде логистикада қолданылатын ұйымдық құрылымдар келтірілген.



1-сурет. Бағдарламалық бағдарланған тәсілмен логистиканы ұйымдастырушылық жобалау

Кәсіпорын құрылымын сөз еткенде, оның сипатын да кестелік сипаттан келесідей түрде көре аламыз.



2-сурет. Шетелдегі логистика бөлімі құрылымының типтік нұсқасы

Қорыта келе, ел ішінде «Бас жоспардың», жақын шетелдік аумақта «Ақ кітаптың» баламасын жазып, жасап шығару арқылы, жоспарланған түрде нақты мақсат пен қадамды айқын көре алу мен логистикадағы әлем алпауыттары деңгейіне аз уақытта қол жеткізуге жете аламыз.

Аталған дамыған елдердің тәжірибесінен сабақ пен үлгі ала отырып, өзіміздің экономикамыздың өзегі болған логистикамызды бір орталықтандырып, өзешін көрсетіп, нақтылап алсақ, алдағы өзгеріс пен өзектілік те қол астында, жоспарлы күйде табылмақ.

Бір орталықтандырылған жүйе болып жатқан процессті басқаруда және болашақтағы қарқын мен өзгерістерді дәлірек болжай алуға мүмкіндік бермек.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Кох, И. Тенденции в международной логистике [Текст]: статья [Электронный ресурс]: [пер. с англ. Н.Н. Ковтонок] / И. Кох. – <http://www.loginfo.ru>. – №6. – 2007.
2. <https://transportgeography.org/contents/chapter7/logistics-freight-distribution/concept-logistics/>
3. [https://studwood.net/1981120/marketing/zarubezhnyy\\_opyt\\_organizatsii\\_logisticheskoy\\_deyatelnosti\\_predpriyatiya](https://studwood.net/1981120/marketing/zarubezhnyy_opyt_organizatsii_logisticheskoy_deyatelnosti_predpriyatiya)
4. [https://studme.org/63949/logistika/organizatsionnye\\_struktury\\_upravleniya\\_primenyaemye\\_logistike\\_rubezhom](https://studme.org/63949/logistika/organizatsionnye_struktury_upravleniya_primenyaemye_logistike_rubezhom)

ӘОЖ 621.793.7

Төлегенов А. Ғ. (21-МТТ-2п, ШҚТУ), Азаматов Б.Н. (PhD, ШҚТУ)

## АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА ҚОСАЛҚЫ БӨЛШЕКТЕРДІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ. ШНЕК БЕТІН ПЛАЗМАЛЫҚ БҮРКУ АРҚЫЛЫ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ

**Аңдатпа.** Зерттеу пәні: плазмалық бүрку әдісімен алынған дисперсті толтырылған композиттік жабындардың физика-механикалық қасиеттері. Жұмыстың мақсаты: тозуға төзімділікті арттыру және тозуға төзімді композиттік жабынды газ-термиялық бүрку арқылы тасымалдаушы конвейер шнекінің жұмыс беттерін қалпына келтіру құнын төмендету. Жұмыстың теориялық маңыздылығы оның сапалық - дәлдік параметрлерін қамтамасыз ету мақсатында қалыптасқан композиттік жабынның физикалық - механикалық және пайдалану сипаттамаларымен плазмалық бүркудің технологиялық режимдерін байланыстыратын аналитикалық тәуелділіктерді алу және негіздеу болып табылады.

**Түйін сөздер:** Агроөнеркәсіптік кешен (АӨК), қосалқы бөлшектер, тасымалдаушы шнек, тозған беттерін қалпына келтіру, плазмалық бүрку, термиялық немесе механикалық өңдеу.

Бүгінгі таңда Агроөнеркәсіптік кешенде (АӨК) арнайы жабдықты тиімді пайдалану уақытылы техникалық қызмет көрсетумен және жөндеу жұмыстарын сапалы орындаумен қамтамасыз етіледі. Бұл ретте қосалқы бөлшектердің құны жөндеу жүргізудің жалпы құнының іс жүзінде 70% , ал қалпына келтірілген бөлшектердің құны жаңаларының құнының 40-60% - құрайтынын ескеру қажет. Демек , арнайы жабдықтың жұмыс тораптары мен механизмдерін одан әрі пайдалану үшін қалпына келтіру міндетті әрі өзекті болып табылады. 2020 жылғы жоспарды іске асыру барысы мен нәтижелері туралы Ұлттық баяндамаға сәйкес қазіргі уақытта ауыл шаруашылығы техникасын жөндеу және қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу мәселесіне айтарлықтай назар аудару қажет. Атап айтқанда , қолданыстағы техника үлгілерін жаңғырту, жаңа технологиялық процестер мен материалдарды қолдану арқылы олардың жұмыс беттерін қатайта отырып, бөлшектерді, механизмдер мен тораптарды қалпына келтіру сияқты шешу жолдарын қарастыру. Ауыл шаруашылығында дәнді дақылдарды және басқа да сусымалы материалдарды тасымалдау кезінде ең жауапты агрегаты шнек болып табылады, шнек тасымалдаушы конвейерлерде белсенді пайдаланылады. Конвейердің ресурсы мен өнімділігі тасымалдаушы шнектің жұмыс беттерінің тозу дәрежесіне тікелей байланысты болып табылады. Бұл ретте ауыл шаруашылығы секторындағы машина бөлшектерінің тозуына байланысты барлық проблемалардың 50% дейіні абразивті тозуға жатады. АӨК машиналары мен механизмдерінің жұмыс беттерін қалпына келтіру және нығайту үшін жабындарды жағу бойынша газотермиялық технологиялар, атап айтқанда плазмалық бүрку белсенді қолданылады. Бұдан басқа, қалпына келтірілетін бөлшектердің ресурсын ұлғайтудың перспективті және экономикалық тиімді жолдарының бірі функционалдық композиттік жабындарды әзірлеу және оларды ауыл шаруашылығы машиналарының бөлшектерінің жұмыс бетіне бүрку болып табылады.



Статистикалық мәліметтерге сәйкес, ауылшаруашылық өндіріс цехтарындағы бөлшектердің шамамен 20% - ы пайдалы, 25-40% - ы ұзақ мерзімді пайдалануға жарамды, ал қалған 40-55% -н қалпына келтіруге болады. Жаңа бөлшектерді өндіруге бөлінген экономикалық қаражат жөндеу құнының 70% - на дейін жетеді.

Жабдықтар мен көлік құрылғыларын жөндеу кәсіпорындары мен цехтарының мәліметтері бойынша машиналардың жаңа бөлшектерін өндіруге арналған материалдың құны олардың құнының 80% - на дейін жетеді. Ауылшаруашылық техникасын жұмыс күйінде ұстаудың қолданыстағы тәсілдері мен әдістерін талдау, қалпына келтірілген бөлшектерді қайта пайдалану бүгінгі күні өндірістік жабдықтың жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз етудің негізгі бағыты болып табылатындығын көрсетті. Жөндеу жұмыстарын жүргізу кезінде бөлшектердің 88-90%-ы бастапқы массасының 1% - дан аспайды, ал тозуы 0,3-0,5 мм құрайды. Келтірілген статистикалық мәліметтерге байланысты бөлшектерді жөндеу мен қалпына келтірудің ең тиімді және үнемді әдісі жабындарды қолдану болып табылады. Айта кету керек, АӨК қаржыландыруы жеткіліксіз болған жағдайда және ауыл шаруашылығы техникасы мен арнайы жабдықтардың едәуір тозуы кезінде бөлшектерді қалпына келтірудің маңызы зор. Жұмыстарды талдаудан ауыл шаруашылығы саласында тасымалдаушы шнек конвейерлерін белсенді пайдалану кезінде жөндеу жұмыстары пайдаланудың барлық уақытында кемінде 3-4 рет жүзеге асырылады. Алайда, техника мен жабдықтардың белсенді қартаюын ескере отырып, жөндеу жұмыстарының саны едәуір артады.

Тасымалдаушы шнек конвейерлерінің жұмыс жағдайларын талдау көрсеткендей, олардың өнімділігі мен ресурсы негізгі бөлікке – шнекке байланысты. Айта кету керек, бұл конвейер ішіндегі айналмалы бұрандалы және цилиндрлік беттер бойымен жүкті тасымалдауға арналған шнек. Осыны пайдалану мақсатына байланысты тасымалдау конвейерлерінің шнегі істен шығады және қатты бұрандалы беттің (ребордтың) тозуының жоғары дәрежесіне, сондай-ақ оның цилиндрлік негізінің тозуына байланысты мәлімделген техникалық сипаттамаларға жауап беруді тоқтатады. Бұл жағдайда жөндеудің екі бағыты қолданылуы мүмкін. Біріншісі-бұранданы ауыстыру. Сонымен қатар, жөндеудің бұл түрінің басты кемшілігі-жаңа бөліктің жоғары бағасы. Сонымен қатар арнайы ауылшаруашылық жабдықтарына арналған жаңа қосалқы бөлшектерді жеткізушілер мен ресми дилерлер жөндеу жұмыстарын жеткізудің ұзақ мерзімін талап етеді.

1-кесте. Тасымалдау конвейерінің құрамдас тораптарын техникалық-экономикалық талдау нәтижелері

№ п/п	Тозуға ұшырайтын тасымалдау конвейерінің тораптары	Пайдалану кезеңі, сағат	Орнату ұзақтығы, сағат	Бөлшектің (тораптың) орташа құны, мың.
1.	Мотор-редуктор	8 500	0,5-0,75	60 000

2.	Жетек түйіні	8 000	0,25-0,5	30 000
3.	Мойынтірек тіректері	4 000	1-1,5	18 000
4.	Шнек	350	3-3,5	180 000
5.	Қаптамасы бар науа	Есептен шығарылғанға дейін белгіленген қызмет мерзімі	1-2	42 000
	Тиеу және түсіру құбырлары			
6.	Консоль	Есептен шығарылғанға дейін белгіленген қызмет мерзімі	0,5-0,75	24 000
			0,5-1	30 000

Зерттеулер көрсеткендей, бұранданың бұрандалы беті белсенді тозуға ұшырайды, бұл бөліктің істен шығуына әкеледі, біліктің цилиндрлік беті мен біліктің орындықтары жарамды күйде қалады, бірақ белсенді үйкелістен айтарлықтай ақаулар бар. Конвейерді ұзақ уақыт пайдалану бұрандалы және цилиндрлік беттердің тозуының негізгі себептерінің бірі болып табылады, бұл жүктің тұрақты қозғалысына байланысты.

Сондықтан тасымалдау құбырының негізгі тораптарына техникалық қызмет көрсету қажеттілігі туындайды. Сонымен қатар, жөндеу және техникалық қызмет көрсету жұмыстарының саны шнектің жұмыс беттерінің жағдайына тікелей байланысты, бұл техникалық қызмет көрсету шараларының көптігіне және оларды жүзеге асыруға бөлінген қаржы қаражатына байланысты өндіріс үшін өте тиімсіз. Демек, тасымалдау конвейерінің ресурсын арттыру үшін негізгі жұмыс органы – шнектің бұрандалы және цилиндрлік беттерінің тозуға төзімділігін шамамен 1,5-3 есе арттыру қажет.

Егер қалпына келтірілген бөліктің бағасы жаңасының бағасынан шамамен 1,95 есе аз екенін ескеретін болсақ, оны қалпына келтіру жөндеу және техникалық қызмет көрсету шығындарын төмендетудің басым бағыты болып табылады.

2-кесте. Машина бөлшектерін қалпына келтіру және қатайту әдістерінің техникалық-экономикалық салыстырмалы талдау.

Әдіс сипаттамасы	Дәнекерлеу	Қатайту	Еріту	Бұрку
Өңделетін бөлшектің қалыңдығы	0,5-10	$\geq 3$	$\geq 2$	Кез келген
Жабындының негізгі бетпен байланысу беріктігі	-	-	жоғары	төмендетілген
Негізі беттің интегралды температурасы	жоғары (200-1000)	төменгі (200-300)	Жоғары (200-1000)	Төмен (100-200)
Бөлшектің термикалық деформациясы	төменгі	бар	бар	жоқ

Негіздің құрылымдық өзгерістері	бар	бар	білінерлік	жоқ
Жабынның кеуектілігі	-	-	жоқ	бар
Беттің кедір-бұдырының сақталуы	-	йә	жоқ	жоқ
Беттің қаттылығының жоғарылауы	-	йә	йә	йә
Тозуға төзімді жабын	-	йә	йә	йә
Ыстыққа төзімді жабын	-	-	йә	йә
Диэлектрлік жабын	-	-	йә	йә
Негіздің жоғарғы қаттылығын сақтау	жоқ	да	шектеулі	йә
Технологиялық процесті автоматты түрде немесе Қолмен жүргізу	йә	Тек автоматты	йә	йә

Бүгінгі таңда конвейерлерді тасымалдауға арналған сериялық шнектер 20х, 65Г, 45 және т.б. болаттардан жасалған, олар шыңдалған кезде қаттылығы 37-43 НРС және салыстырмалы ұзарудың қанағаттанарлық көрсеткіштері  $\delta = 6,5-7,2$  %, бірақ беріктігінің шағын шегі  $\sigma_B = 880-1080$  МПа. Дегенмен, болаттардың осы технологиялық сипаттамаларының шамалары бұрандаларды пайдаланудың жоғары ресурсын толық қамтамасыз етпейді. Демек, бұранданың жұмыс беттерін термиялық немесе механикалық өңдеу арқылы немесе тозуға төзімділікті арттыратын функционалды жабындарды қолдану арқылы бұранданы қатайту қажет.

Ғылыми жұмыстарды талдаудан тасымалдау конвейерлерінің шнектерін тозудың ең көп таралған түрі абразивті болып табылады.

Машина бөлшектерін қалпына келтіру және қатайту әдістерінің техникалық-экономикалық салыстырмалы талдауын ескере отырып 2-кесте, тасымалдау конвейерінің шнекінің тозған беттерін қалпына келтірудің өзекті технологиясы плазмалық бұрку болып табылады деген қорытындыға келді. Плазмалық бұрку-бұл электр доғасын металдандырудың логикалық дамуы. Осы технологияның негізін, атап айтқанда плазманы қолдана отырып, барлық белгілі материалдардан, соның ішінде ұнтақ композиттерінен функционалды жабынды қолдануға болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. ASTM D2197–16. Standard Test Method for Adhesion of Organic Coatings by Scrape Adhesion, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.
2. Golubina S.A. Development of methods for increasing the technical and economic efficiency of the application of hardening technologies for flat working bodies of tillage machines / S.A. Golubina, V.N. Sidorov // IOP Conference Series:

Materials Science and Engineering, Sevastopol, 07-11 сентября 2020 года. Sevastopol, 2020. – P. 052054. – DOI 10.1088/1757-899X/971/5/052054.

3. ISO 19252:2008. Plastics — Determination of scratch properties. (<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:19252:ed-1:v1:en>).

4. ISO 20502. Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Determination of adhesion of ceramic coatings by scratch testing (<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:20502:ed-1:v1:en>).

5. Адигамов К.А. Сравнительный анализ производительности и удельных энергозатрат шнековых конвейеров с неподвижным и вращающимся кожухом / К.А. Адигамов // Новые технологии. Образование и наука. – М.: МГУДТ, 2003. – С. 3–7.

6. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский // Издание второе, переработанное и дополненное. М.: Наука, 1976. – 279 с.

УДК 621.7

Төлеухан Д.Е. (20-ГМК-1. ШҚТУ), Төреханова М.Т. (ШҚТУ)

## ҚҰЙМАЛАРДЫ ҚҰМ – БАЛШЫҚ ҚОРАМАЛАРДА ДАЯРЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

**Аңдатпа.** Құм - балшықты қорамаларға құю – құйма дайындамалар өндірісінің жалпы көлемінің 60 - тан 90% - на дейін құрайды. Өндіріс көлемі, өндіріс шығындарының төмендігі, сонымен қатар процесті басқарудың қарапайымдылығы. Қазіргі уақытта құю зауыттары қалыптау машиналарының техникалық шешімдерінің және ПСГ тығыздау әдістерінің әртүрлі нұсқаларын қолданады. Құю технологиясы кез – келген құрамдағы қорытпалардан, соның ішінде деформациялануы қиын, салмағы бірнеше грамнан жүздеген тоннаға дейін, өлшемдері ондаған метрге дейінгі бұйымдарды алуға мүмкіндік беретін әмбебаптыққа ие. Қазіргі кезеңде құю өндірісінің теориясы мен практикасы жоғары қызметтік қасиеттері бар өнімдерді алуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** Қалып, құйма, құю технологиясы, материал, өңдеу.

Құю өндірісі үшін ең кең таралған технологиясы – құм - балшық қорамаларда даярлау болып табылады. Бұл олардың құйма конфигурациялары, қолданылатын қорытпалардың түрлері, өндіріс ауқымы бойынша әмбебаптығына байланысты болып келеді. Құю қуысы қалыптау қоспасындағы модельдің ізімен қалыптасады. Құйманың ішкі беті қалыпқа орнатылған шыбықтардың көмегімен қалыпқа келтіріледі. Қалыптың ішкі қуысы мен штанганың беті арасында бос орын пайда болады, оған сұйық металл құйылады, ол қатайғаннан кейін құйма түзіледі. Металды қалыптың қуысына енгізу үшін арнайы арналар – литник жүйесі қолданылады.

Бір реттік құм - балшықты қалыптар көлемді түрде жасалады, оларды қалыптау қоспалары деп аталатын арнайы материалдарды тығыздау арқылы алады. Бұл қоспаларды дайындау үшін құрғақ кварц құмы, арнайы қалыптау балшықтары және қосалқы материалдар қолданылады – мазут, көмір шаңы, үгінділер, графит, тальк және т.б. Қалыптау қоспалары белгілі бір қасиеттерге ие болуы керек: икемділік, беріктік, газ өткізгіштік және күйге қарсылық. Күйіп кететін қоспалар (мазут, көмір шаңы және т.б.) қалыптау қоспасының газ өткізгіштігін қамтамасыз етеді, ал графит пен тальк күйге қарсы қасиеттер береді.

Құймаларды алудың мәні берілген құрамның балқытылған және қызып кеткен қорытпасы құю формасына құйылады, оның ішкі қуысы максималды жақындау дәрежесімен болашақ өнімнің конфигурациясы мен өлшемдерін қайталайды. Салқындаған кезде металл қатайды және қатты күйде ол құйылған қуыстың контурын сақтайды. Қолданыстағы металл өңдеу технологияларының көпшілігі құйма дайындамасын алу кезеңін қамтиды. Бұндай құю технологиясы ең тиімді болып табылады, бұл қажетті конфигурацияларды, өлшемдер мен қасиеттерді балқымадан минималды энергия, материалдар мен еңбек шығындарымен алуға мүмкіндік береді. Құм - балшықты қорамаларға құю – құйма дайындамалар өндірісінің жалпы көлемінің 60 - тан 90% - на дейін құрайды. Өндіріс көлемі, өндіріс шығындарының төмендігі, сонымен қатар процесті басқарудың қарапайымдылығы. Қазіргі уақытта құю зауыттары қалыптау машиналарының техникалық

шешімдерінің және ПСГ тығыздау әдістерінің әртүрлі нұсқаларын қолданады. Мысалы, УИВ - 14 сериялы (сурет 1) құм - балшықты қоспаларды қалыптау машиналары құм - балшықты қоспаларды қолдана отырып құю өндірісінде жұмыс істеуге арналған. Қоспаны тығыздау микро шайқау арқылы жүзеге асырылады және қоспаны алдын ала қолмен тығыздауды қажет етпейді. Қалыптау процесі бірнеше сатыда жүреді, жоғарғы және төменгі, содан кейін жартылай аударылады (қолмен немесе айналмалы қондырғының көмегімен) және түйіседі.



Сурет 1 – УИВ - 14 сериялы құм - балшықты қоспаларды қалыптау машиналары

Құю технологиясы кез – келген құрамдағы қорытпалардан, соның ішінде деформациялануы қиын, салмағы бірнеше грамнан жүздеген тоннаға дейін, өлшемдері ондаған метрге дейінгі бұйымдарды алуға мүмкіндік беретін әмбебаптыққа ие.

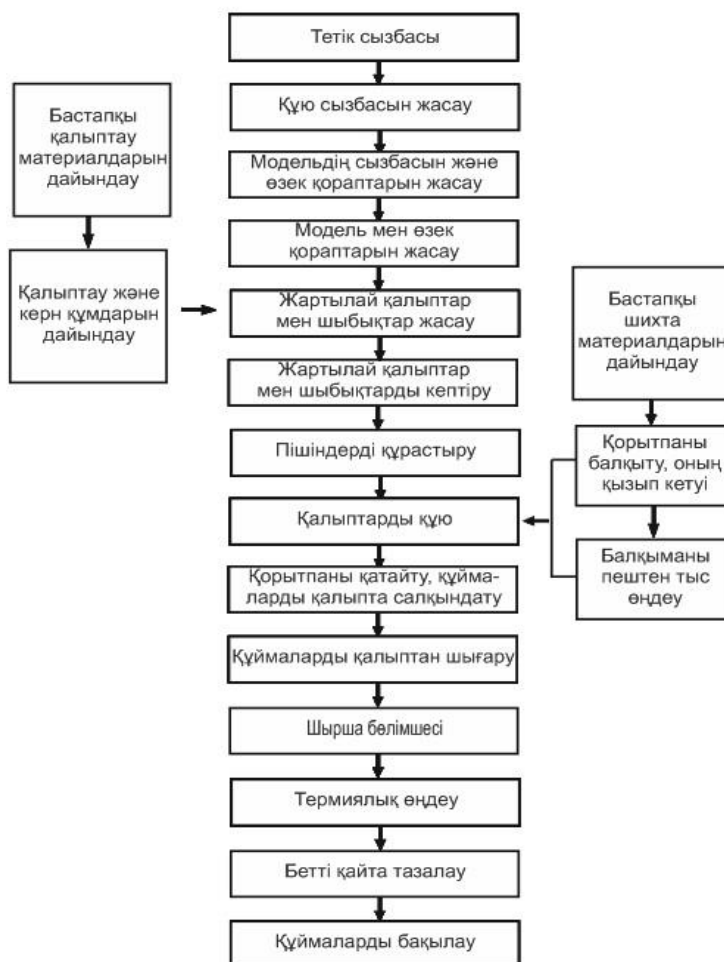
Қазіргі кезеңде құю өндірісінің теориясы мен практикасы жоғары қызметтік қасиеттері бар өнімдерді алуға мүмкіндік береді. Бұған реактивті қозғалтқыштардағы, атом энергетикалық қондырғыларындағы, басқа машиналардағы және жауапты мақсаттағы қондырғылардағы құймалардың сенімді жұмысы дәлел бола алады.

Қазіргі уақытта құюдың 54 әдісі белгілі. Құю әдісінің жалпы қабылданған анықтамасы әлі тұжырымдалмаған. Құю әдістерін жіктеу белгілері бойынша әліде ұсыныстар бар, олардың саны әр түрлі шамамен бес - онға дейін. Мұнда алты негізгі жіктеу белгілері берілген:

- материалдың негізі пішіні;
- байланыстырушы қоспалар;
- жабдықтың түрі;
- тығыздау әдісі;
- құю әдісі;
- кристалдану процесінде сұйық балқымаға әсер ету тәсілі.

Әрбір құю әдісі басқалардан осы белгілердің кем дегенде біреуінен ерекшеленеді. Құюдың 54 әдісінің 35-і (64%) дисперсті материалдарды қолдануға негізделген, бұл негізінен құмды қалыптарды құюдың дәстүрлі әдістері. Басқа құю әдістері арнайы әдістерге жатады. Құюдың арнайы әдісінің

анықтамасы да тұжырымдалмаған. Құймалардың негізгі бөлігі құмды қалыптарда жасалатынын ескере отырып, осы оқу құралында негізінен құмды қалыптарға құю технологиясына талдау жасалады.

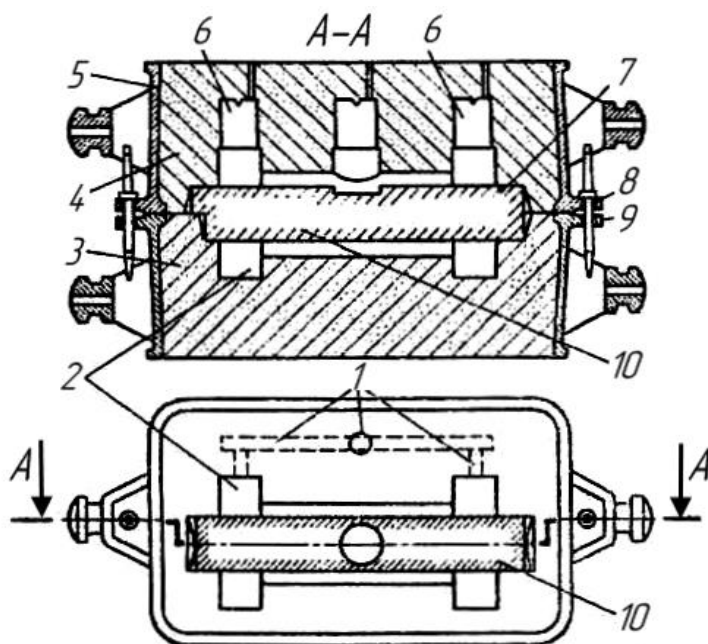


Сурет 2 – Құймаларды бір реттік құм – балшық қорамаларда даярлау технологиялық процесінің реттілігі

Соңғы жылдары массасы бойынша өндіріс көлемі тұрақтанды. Дамудың негізгі тенденциясы – құйма сапасының өсуі, олардың мөлшерінің дәлдігін арттыру, металл сыйымдылығын төмендету. Мұның бәрі бірге шығарылатын құймалар санының өсуін қамтамасыз етеді. Құю технологиясын әртүрлі тәсілдермен жүзеге асыруға болады. Құймаларды бір реттік құм – балшық қорамаларда даярлау технологиялық процесінің реттілігі 2 суретте көрсетілген.

Құю өндірісінің бүкіл циклі құю цехының әртүрлі бөлімшелерінде параллель және дәйекті түрде жүзеге асырылатын бірқатар негізгі және қосалқы операциялардан тұрады. Модельдер, өзек қораптары және басқа жабдықтар, әдетте, модельдік цехтарда жасалады.

Құю бір реттік құмды қалып (сурет 3) көп жағдайда екі жартылай формадан тұрады: жоғарғы 4 және төменгі 3, олар арнайы металл жақтаулардағы ағаш немесе металл модельдің тиісті бөліктерінің (жоғарғы және төменгі) айналасында қалыптау қоспасын тығыздау арқылы алынады – опоктар 5.



1 шұңқырлы жүйе; 2 - қалып қуысы; 3 - төменгі жартылай қалып; 4 - жоғарғы жартылай қалып; 5 - опока; 6 - пайдасы; 7 - өзектің таңбалы бөлігі; 8 - түйреуіш; 9 - втулка; 10 - өзек.

Сурет 3 – Құю бір реттік құмды қалып

Модель құймадан өлшемдерімен, қалыптан модельді алуды жеңілдететін қалыптау беткейлерінің болуымен және құймада ішкі қуысты құрайтын 10 - штанганы орнатуға арналған 7 таңбалы бөліктерімен ерекшеленеді. Өзек қоспадан жасалады, мысалы, құм, оның жеке дәндері кептіру кезінде немесе арнайы бекітпелермен химиялық емдеуде біріктіріледі. Жоғарғы жартылай формада тиісті модельдердің көмегімен шұңқыр және 1 канал жүйесі жасалады, ол арқылы ожаудан құю қорытпасы 2 – нысан қуысына, ал қосымша қуыстар пайдасына 6.

Қоспаны тығыздағаннан кейін құйма модельдері, шырша жүйесі және кірістер жартылай қалыптардан алынады. Содан кейін 3 - ші төменгі жартылай формаға 10 - штанга орнатылып, жоғарғы жартылай формамен жабылған. Қажетті қосылу дәлдігі опоктардағы 8 түйреуіштермен және 9 жеңдерімен қамтамасыз етіледі. Қорытпаны құймас бұрын, жоғарғы жартылай форманы сұйық балқымамен көтермеу үшін опоктар бір - бірімен арнайы қапсырмалармен бекітіледі немесе жүк жоғарғы тірекке орнатылады.

Бір реттік құмды қорамаларда құйма шығарудың барлық көлемінің ~ 80% өндіріледі. Алайда олардың бетінің дәлдігі мен тазалығы, еңбек жағдайлары, техникалық - экономикалық көрсеткіштер әрдайым заманауи өндіріс талаптарын қанағаттандыра бермейді.

Осыған байланысты құюдың арнайы әдістері кеңінен қолданылады: балқытылған (күйдірілген) модельдер бойынша, металл қалыптарда, қысыммен, орталықтан тепкіш әдіспен, вакуумды сору, мұздату және т.б. әр түрлі мөлшердегі құймаларды, күрделілігі мен мақсаттарын олардың қасиеттері



бойынша айтарлықтай ерекшеленетін қорытпалардан бірдей тәсілдермен жасауға болмайды. Осыған байланысты нақты өндірістік әдістермен ерекшеленетін әртүрлі технологиялық процестер таратылады. Сондай-ақ, өндірісті барынша механикаландыруға және автоматтандыруға мүмкіндік беретін технологиялық процестер басым дамуды алатынын атап өткен жөн.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Производство отливок из сплавов цветных металлов / Курдюмов А .В., Пикунов М .В., Чурсин В .М., Бибииков Е .Л. / 2-е издание., доп. перераб.- М.: МИСИС, 1996-504с.
2. Технологические процессы машиностроительного производства / Копыленко Ю.В., Седов Ю.Е., Павлов В.В., Схиртлодзе А .Г. и др - М.: МГТУ «Станкин» 1993 - 211с.
3. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебник для вузов / Солнцев Ю.П ., Веселов В. А ., Демянцевич В .П., Кузин А .В ., Чашников Д .И. / -2-е изд., перераб. и доп. - М .: МИСИС, 1996-576с.
4. Процессы производства черных и цветных металлов и их сплавов / Акулич Н.В. / Гомель 2008.
5. Теория литейных процессов. Учебное пособие для вузов. / Б.Б. Гуляев / - Л.: Машиностроение, (Ленинградское отделение) 1976.

УДК 621.7

Умурхан А. (20-ГМК, ШҚТУ), Төреханова М.Т. (ВКТУ)

## ФЛЮС-МЫСТЫ ІШКІ ҚАБАТТЫ БІР ЖАҚТЫ ДӘНЕКЕРЛЕУ

**Аңдатпа.** Дәнекерлеу флюсті немесе графитті жастықшаны, болат немесе мыс төсемді қолдана отырып, бір өту кезінде жүргізілуі керек. Пісіру арқылы тесіктердің тигісінде пайда болу ықтималдығы азаяды. Қалыңдығы 10 мм-ден асатын мысты дәнекерлеу 250-350° С температураға дейін алдын ала қыздыруды қажет етуі мүмкін. Үлкен қалыңдықта 60° көлбеу бұрышы бар жиектерді күңгірттенбестен U-тәрізді дайындау ұсынылады. Мұндай мыстың түйіспелі қосылыстарын диаметрі 4-6 мм сыммен немесе көлденең тербелісі бар жұқа сыммен жартылай автоматты машиналарда жасауға болады.

**Түйін сөздер:** Дәнекерлеу, құбыр, флюс, металл, тигіс.

Дәнекерлеу қосылатын(біріктірілетін) металл жиектерін жоғары, бірақ балқу

температурасынан төмен температураға қыздырып, жиек аралығына балқыған металл беріліп кристалдандыру нәтижесінде біртұтас қосылыс қалыптастыру. Дәнекерлеу пісірудің бір түріне жатады, бірақ пісірулерден айырмашылығы бар. Негізгі айырмашылығы қосылатын металл жиектері балқытылмайды, дәнекердің балқу температурасы негізгі металл балқу температурасынан төмен болып алынады. Атомдар аралық байланыспен қатар адгезиялық байланыс қалыптасады. Дәнекерлі қосылыстың беріктігі пісірілген қосылыстан төмен болады.

Қосылыстың беріктігі көп жағдайда қосылатын беттердің дәнекерленуіне байланысты. Металдарды дәнекерлеу кезінде дымқылдау сапасы әдетте беттің тазалығына байланысты - онда металл тотықтары немесе органикалық майлар мен майлар болмауы тиіс. Ластануды жою, беттік керілуін төмендету және дәнекердің ағуын жақсарту үшін флюстер немесе бетті белсендірудің ультрадыбыстық әдістері қолданылады. Металл емес беттерді (керамика, шыны) немесе тез балқитын дәнекермен дәнекерлеу кезінде химиялық флюстер дымқылдандыруға көмектеспейді, сондықтан беттің ультрадыбыстық активтендірілуін қолданады.

Құбырлардың дәнекерленген буындарының сапасы көбінесе түбірлік дәнекерлеу сапасына байланысты. Құбыр неғұрлым жауапты болса, түбірлік тигістің сапасына қойылатын талаптар соғұрлым қатаң болады. Құбырлардағы, әсіресе түйіндерді дәнекерлеу кезінде тигіс түбірінің сапалы толық қайнатылуын қамтамасыз ету үшін басқа конструкцияларда (флюстік жастықтар, мыс төсемдер, т.б.) осы мақсаттар үшін қолданылатын құрылғыларды қолдану әрдайым мүмкін емес. Бұрын құбырларда қолданылған астарлы болат сақиналар түйіскен жердегі құбырлардың өту қимасын азайтады, металл шығынын арттырады және құбырды үрлеу немесе жуу процесін қиындатады. Ағынды дәнекерлеу алдында түбірлік тигісті қолмен дәнекерлеу механикаландырылған дәнекерлеуді қолданудың әсерін айтарлықтай төмендетеді, атап айтқанда екі білікті дәнекерлеушілердің қажеттілігіне байланысты. Сондықтан, құбыр тораптарын дәнекерлеу кезінде түбірлік тигісті салмаққа ешқандай бейімделусіз

дәнекерлеуге мүмкіндік беретін механикаландырылған дәнекерлеу әдісін қолданған жөн

Толық емес дәнекерлеумен бір жақты дәнекерлеу сирек қолданылады, егер бүкіл бөлімді дәнекерлеу қажет болмаса, яғни тігіс тасымалдаушы емес, тек байланыстырушы функцияларды орындайды. Балқытылған металдың саңылауларға ағып кетуіне жол бермеу үшін дәнекерлеу ағын немесе флюс-мыс төсемінде, сондай-ақ мыс және болат төсемдерде қолданылады.

V немесе X - тәрізді жиектермен көп өтпелі тігістерді дәнекерлеу кезінде бірінші өту көбінесе қолмен немесе механикаландырылған түрде салмақта толтырғыш металсыз орындалады. Кесу толтырғыш металмен кейінгі өту кезінде толтырылады. Тігістің түбірін қалыптастыру үшін мыс немесе болат алынбалы төсемдерді, ағынды жастықшаны қолдануға болады.

Дәнекерлеу флюсті немесе графитті жастықшаны, болат немесе мыс төсемді қолдана отырып, бір өту кезінде жүргізілуі керек. Пісіру арқылы тесіктердің тігісінде пайда болу ықтималдығы азаяды. Қалыңдығы 10 мм-ден асатын мысты дәнекерлеу 250-350° C температураға дейін алдын ала қыздыруды қажет етуі мүмкін. Үлкен қалыңдықта 60° көлбеу бұрышы бар жиектерді Күңгірттенбестен U-тәрізді дайындау ұсынылады. Мұндай мыстың түйіспелі қосылыстарын диаметрі 4-6 мм сыммен немесе көлденең тербелісі бар жұқа сыммен жартылай автоматты машиналарда жасауға болады.

Тегіс мыс (технологиялық) төсемде бір жақты дәнекерлеу кезінде тігіс тек астарды мықтап қысқанда, дәнекерленген жиектер сәйкес келгенде және түйіспеде Саңылау болмаған кезде, сондай-ақ жиек пен астар арасында саңылаулар болған кезде немесе ойықпен мықтап басылған мыс төсемді пайдаланған кезде ғана жақсы қалыптасады

Дәнекерлеудің негізгі процестерінің бірі мыс қаптамасында бір жақты дәнекерлеу әдісі болды. Тігістер жоғары беріктікке ие болмады, қалыптастыру көптеген ақаулармен жүзеге асырылды, бірақ айтарлықтай плюс - процестің жоғары өнімділігі қысқа мерзімде жүздеген Liberty типті кемелерді салуға мүмкіндік берді. Мыс төсемінде бір жақты дәнекерлеу кезінде дәнекерленген металдың бүкіл қалыңдығына толық дәнекерлеу қамтамасыз етіледі. Астар дәнекерлеу ваннасының сұйық металының астар мен буын арасындағы саңылауларға ағып кетуіне жол бермеу үшін қажетті күшпен буынның артқы жағына басылады. Дәнекерленген жиектердің артқы жағындағы кедір-бұдырлар мен сәйкессіздіктерді ескере отырып, қысу күштері 1 см-ге бірнеше жүз килограммға жетеді. Мыс төсемдерінің көптеген нұсқалары бар-бойлық ойығы бар тегіс, сегіз қырлы және алтыбұрышты, су салқындатылған және салқындатылмаған, стационарлық және дәнекерлеу машинасымен бірге қозғалады.

Полиэдралар, әдетте, қысқа 100 см-ге дейін дәнекерлеуде қолданылады. Тігістің сапасы көбінесе дәнекерлеу режимімен анықталады. Мыс төсемдегі дәнекерлеу техникасы қалған болат төсемдерде дәнекерлеу кезінде және құбырларды дәнекерлеу кезінде арнайы кірістіру сақиналарын қолдану кезінде де қолданылды. Флюс астында дәнекерлеу кезінде мыс төсемімен тігісті қалыптастыру әдісі парақтарды төсемге мықтап басқан кезде сапалы пішінге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Егер дәнекерленген жиектер мен астар арасында

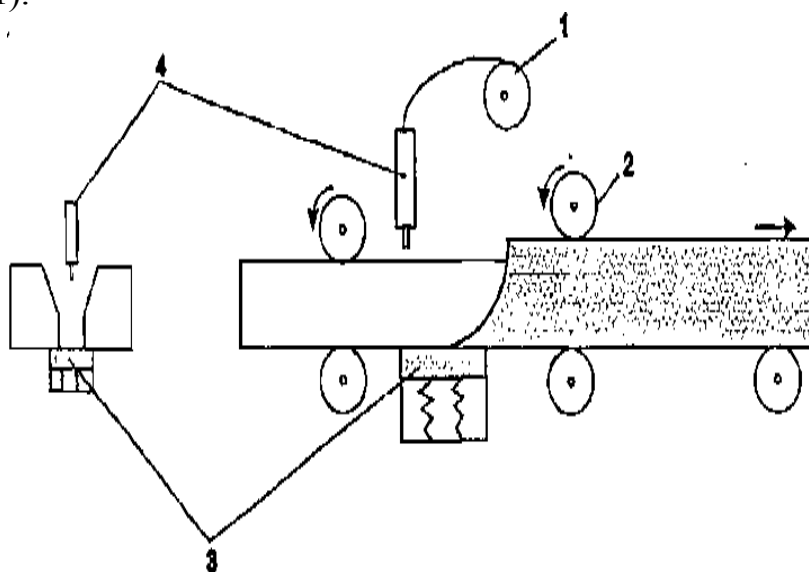
алшақтық пайда болса, онда кері роликтің ені бойынша ағындар пайда болады, бұл ақау болып саналады. Алайда, егер мұндай алшақтық ағынмен толтырылса, онда балқытылған ағын шлактары тігістің сапалы қалыптасуын қамтамасыз етеді.

Бұл әдіс кеңінен қолданылды, дегенмен технологиялық беріктікті қалыптастыру тұрғысынан бірқатар кемшіліктер болды:

- тігістің алдыңғы және артқы жағының тұрақсыз қалыптасуы;
- біріктірілген қосылыстың бүкіл ұзындығы бойынша мыс төсемінің мықтап басылуын қамтамасыз етудегі қиындық;
- кері тігіс роликтің ені бойынша сұйық металдың ағуы түріндегі ақаулардың болуы;
- дәнекерленетін конструкциялардың парақтарын мыс төсеміне дәнекерлеу мүмкіндігі;
- дәнекерленген парақтардың түйісуін мыс төсеміндегі ойық осімен біріктірудің күрделілігі;
- дәнекерленген парақтардың қалыңдығы өзгерген кезде төсемді ауыстыру қажеттілігі;
- төсемнің шамадан тыс тозуы;
- Мыстың тігіс тамырына енуіне байланысты қосылыстардың технологиялық беріктігінің төмендеуі.

Бір жақты дәнекерлеудің бұл әдісін өнеркәсіптік қолдану 60-шы жылдардың басында жапон кеме зауыттарында басталды. Бұл әдіс корпустың ұзын парақтарын дәнекерлеу үшін қолданылды (шамамен 16 м). Парақтар қуатты гидравликалық қысу жүйесін қолдана отырып, магниттермен бекітілді.

Мыс төсемдерінің ішкі салқындату арналары бар және олар арқылы ағып жатқан сумен жеткілікті түрде салқындатылады. Дәнекерлеу балқытылған металдың доғаның алдынан жоғары қарай жоғары қарай ағып кетуіне жол бермей, жоғары көтеріледі[1]. Сондай-ақ, роликтердің әсерінен үздіксіз қозғалатын болат парақтары бар, қозғалмайтын дәнекерлеу машинасы мен мыс төсемі арасында өтетін автоматты бір жақты дәнекерлеу жүйесі өндіріске енгізілді (1-сурет).



1-сым касетасы, 2-жетек роликті, 3-мыс төсемі, 4 - дәнекерлеу басы.

Сурет 1 - Жылжымалы мыс төсемі бар бір жақты дәнекерлеу

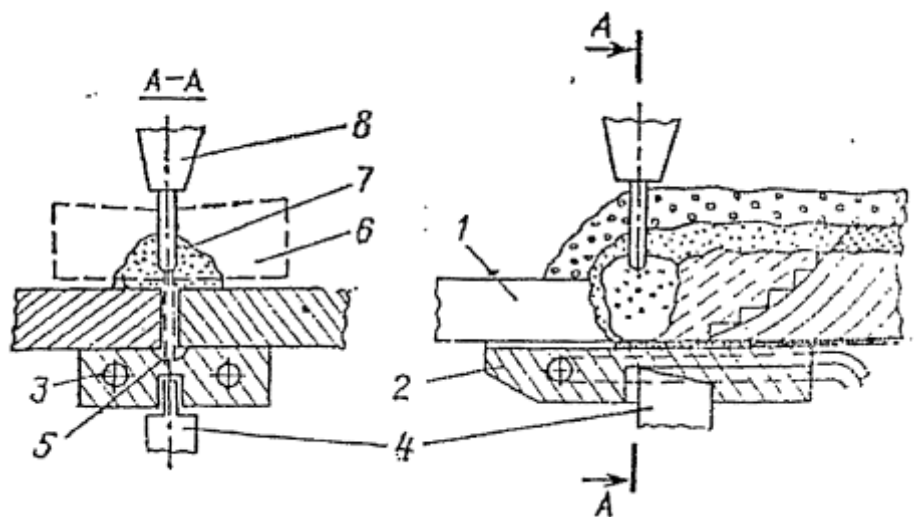
Мұнда өте ыңғайлы және компам төсеу құрылғысы бар, бірақ панельдерді жылжытуға арналған құрылғы өте үлкен. Жабдық жоғары дәлдікте болуы керек, себебі дәнекерлеу доғасын, дәнекерленген парақтардың жиектерін және астарлы ойықты бір сызықта ұстау керек.

Машинамен тығыз байланысты жылжымалы мыс сырғытпасында бір жақты дәнекерлеу кезінде (2-сурет) парақтар саңылауды бекітетін қапсырмалардағы міндетті саңылауы бар панельдерге түйіседі. Бекітілген алшақтық, ені 8 мм - ге дейін, ағынның мыс сырғытпасында ұйықтап кетуіне мүмкіндік береді.

Мыспен қапталған бір жақты дәнекерлеудің басқа әдістерімен салыстырғанда, дәнекерлеу машинасымен тығыз байланысты жылжымалы мыс сырғытпасында дәнекерлеудің бірқатар артықшылықтары бар:

- арнайы қымбат механикаландыру құралдары, магниттік стендтер және әртүрлі құрылғылар қажет емес;
- құрастыру және дәнекерлеу процестері салыстырмалы түрде қарапайым (екі операцияны да бір оператор орындай алады);
- дәнекерлеу машинасы қысу күштерінің арқасында дәнекерленген жиектердің бір жазықтықта туралануын қамтамасыз етеді;
- жылжымалы сырғытпа қанағаттанарлық қалыптасуды қамтамасыз етеді дәнекерлеудің артқы жағы.

Әрі қарай, ЦНИИТС металл қалыңдығы 20 мм-ге дейінгі панельдердің мыс сырғытпасында бір жақты дәнекерлеуге арналған технология мен жабдықты әзірледі. әзірленген технология 400 МПа дейінгі кірістілік шегі бар корпустық болаттарды дәнекерлеу кезінде жақсы сапалы дәнекерленген қосылыстарды алуды қамтамасыз етеді .



- 1-негізгі металл; 2-мыс сырғытпа; 3 - су арналары;  
4 - бекіткіш; 5-бағыттаушы пышақ; 6-дәнекерлеу машинасының корпусы; 7 - дәнекерлеу ағыны; 8-дәнекерлеу электроды.

Сурет 2 - Жылжымалы мыс сырғытпасында бір жақты дәнекерлеу

АЭС қорғаныс құрылыстарының герметикалық қаптамаларын дайындау кезінде ИЭС мамандары. Е. О. Патона жылжымалы сырғытпада парақ құрылымдарын бір жақты автоматты дәнекерлеуге арналған технология мен

жабдықты әзірледі [2]. Панельдерді дәнекерлеу КО-44 тракторымен келесі схема бойынша жүргізілді (2-сурет)

Дәнекерлеу процесінде қалыптастырушы сырғытпа дәнекерлеу ваннасының астында және металды салқындату аймағының астында үнемі орналасып, тігіс бойымен сырғиды. Сонымен қатар, құрастыру және дәнекерлеу стендінің дизайны жасалды. Оның дизайны дәнекерленген парақтарды стенд үстеліне басуды қамтамасыз етеді және мыс сырғытпасының ілгерілеуін бақылауға мүмкіндік береді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Welding: pat.2145009 кл.219-10 USA / J. M. Keir опубл. 01.1939.// Современное состояние односторонней автоматической сварки К. Тераи, М. Арикава С. 31
2. Калюжный В.В. Влияние гранулометрического состава флюса и его уплотнения в подушках на формирование корня стыкового шва при односторонней автоматической сварке // Автоматическая сварка. 1991. № 12. С. 32-33.
3. Тераи К., Арикава М. Современное состояние односторонней автоматической сварки. Л.: Судостроение, 1974. 219 с.
4. Весел ков В. Д. Односторонняя сварка стыковых соединений стальных корпусных конструкций. Л.: Судостроение, 1984. 238 с.

УДК 621.793

Файзрахманов З.Г. (22-ДТТ-За, ВКТУ), Прохоренкова Н.В. (ВКТУ),  
Войнарович С.Г. (Институт электросварки им. Е. О. Патона, Украина)

## ГАЗОТЕРМИЧЕСКОЕ НАПЫЛЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

**Аннотация.** Статья посвящена газотермическому напылению для восстановления различных деталей с применением различных аппаратов и методов, чтобы обеспечить восстановления изношенных деталей в точности соблюдения таких важных параметров процесса, как дистанция напыления, скорость и эффективность данного метода. Напыления и, соответственно, свойства деталей непосредственно зависят от параметров выбора метода напыления. Выбирая и обеспечивая определенные методы напыления и способы обработки деталей, можно получить качественное изделия для дальнейшей эксплуатации.

**Ключевые слова:** газотермическое напыление, плазменные распылительные аппараты, термические распылительные аппараты

Газотермическое напыление (или напыление термическим распылением) - это процесс, при котором материалы нагреваются до высокой температуры и наносятся на поверхность деталей с помощью газового потока. Этот метод может быть использован для восстановления деталей, которые подверглись износу, коррозии или повреждениям[1].

Процесс напыления термическим распылением состоит из нескольких этапов:

1. Подготовка поверхности: поверхность детали очищается от загрязнений и окислов.
2. Нагревание: материал, который будет напыляться на поверхность, нагревается до высокой температуры в пламени газового горелки.
3. Напыление: нагретый материал подается на поверхность детали в виде мелких частиц, которые прилипают к поверхности и образуют покрытие.
4. Закрепление: покрытие охлаждается и закрепляется на поверхности детали.

Газотермическое напыление может быть использовано для восстановления деталей из различных материалов, включая металлы, керамику и пластмассы. Он позволяет создавать тонкие и равномерные покрытия, которые защищают поверхность от износа и коррозии, а также повышают ее механические свойства.

В целом, газотермическое напыление является эффективным методом восстановления деталей и может быть использовано в различных отраслях, включая авиацию, энергетику и машиностроение.



Рисунок 1- Газотермическая установка для напыления термическим распылением

Для газотермического напыления необходимо специализированное оборудование, которое позволяет осуществлять процесс нанесения покрытий на поверхности. Наиболее распространенным оборудованием для газотермического напыления являются:

Термические распылительные аппараты (ТРА) – это оборудование, которое использует топливо и кислород для создания пламени высокой температуры. Это пламя распыляет материал на поверхность, которую необходимо покрыть. ТРА могут быть с одним или несколькими распылительными каналами, и могут работать как с порошковыми, так и с проволочными материалами.

Плазменные распылительные аппараты (ПРА) – это оборудование, которое использует электрический разряд для создания плазмы высокой температуры. Плазма распыляет материал на поверхность, что позволяет создавать более тонкие и прочные покрытия, чем при использовании ТРА.

HVOF-аппараты – это оборудование, которое использует сжатый кислород и топливо (обычно газ или керосин) для создания пламени высокой скорости и температуры. Этот пламя высокой скорости распыляет материал на поверхность, что позволяет создавать более плотные и прочные покрытия.

Выбор конкретного оборудования зависит от требований к конечному продукту, типа материала, который будет использоваться для напыления, и условий эксплуатации.





Рисунок 2 - Внешний вид аппарата плазменного распыления "Поток" (ПРА).

#### Виды газотермического напыления.

Существует несколько видов газотермического напыления, каждый из которых имеет свои особенности и может использоваться в зависимости от требований и конкретной ситуации. Некоторые из наиболее распространенных видов газотермического напыления включают:

Плазменное напыление - в этом методе используется плазменный газ, который нагревается до высокой температуры и распыляет напыляемый материал на поверхность. Плазменное напыление позволяет создавать высокопрочные и износостойкие покрытия, которые могут использоваться в условиях высоких нагрузок[2].

HVOF (High-Velocity Oxygen Fuel) напыление - в этом методе газы сжимаются и смешиваются в камере сгорания, после чего выбрасываются на поверхность детали с высокой скоростью. HVOF напыления создает покрытия высокой плотности и прочности, которые могут защищать поверхность от коррозии, износа и абразивного воздействия.

Термическое напыление с низким давлением - в этом методе напыляемый материал нагревается в камере сгорания и подается на поверхность детали с помощью потока газа с низким давлением. Этот метод обычно используется для создания покрытий из металлов и керамических материалов[3].

Газовое напыление - в этом методе напыляемый материал нагревается в газовой среде и подается на поверхность детали с помощью потока газа. Газовое напыление обычно используется для создания покрытий из металлов и сплавов, которые обладают высокой прочностью и износостойкостью.

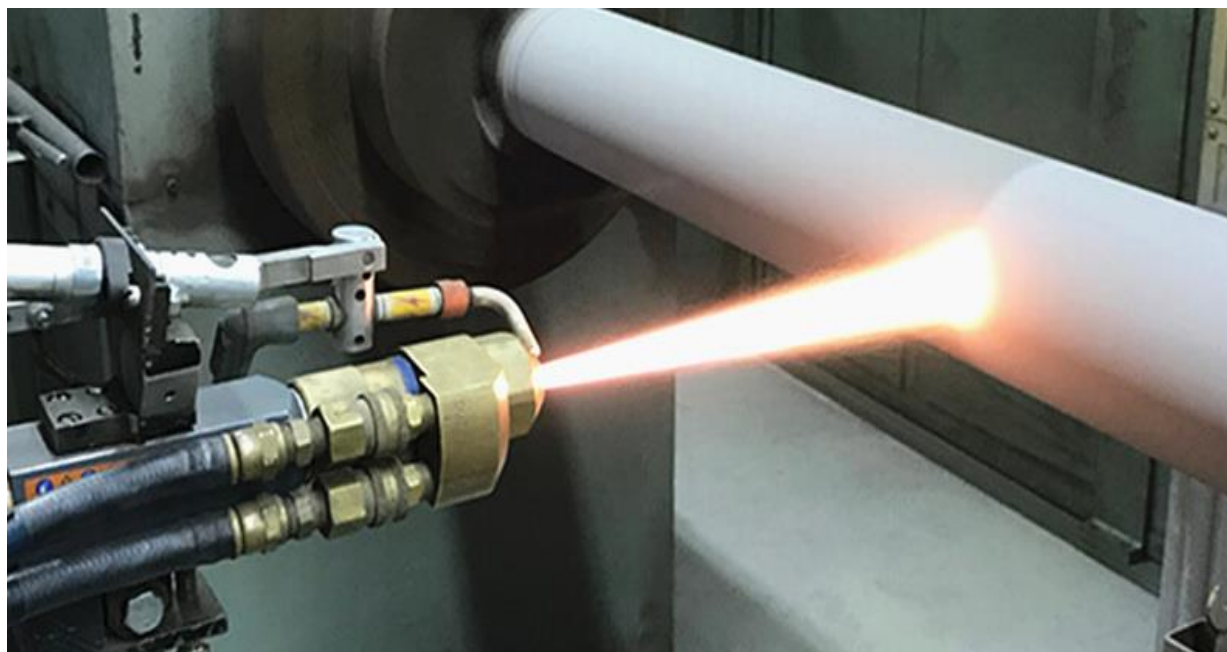


Рисунок 3 - Метод распыления HVOF (High-Velocity Oxygen Fuel).

В зависимости от требований и условий применения, каждый из этих методов газотермического напыления может быть наиболее эффективным для конкретной ситуации.

Ниже приведены некоторые из основных плюсов и минусов газотермического напыления:

**Плюсы:** Износостойкость: газотермические покрытия обычно имеют высокую износостойкость и могут защитить поверхность от абразивного воздействия, коррозии и других повреждений.

**Прочность:** газотермические покрытия обычно имеют высокую прочность и могут использоваться в условиях высоких нагрузок и напряжений.

**Минусы:** Высокая стоимость оборудования: газотермическое напыление требует специализированного оборудования, что может увеличить затраты на процесс.

**Сложность процесса:** газотермическое напыление является сложным процессом, который требует опыта и профессионализма.

**Ограниченность материалов:** не все материалы могут быть напылены газотермическим методом, что может ограничить его применение в некоторых областях.

Для газотермического напыления, как правило, используются следующие материалы:

- **Металлические порошки:** медь, никель, алюминий, сталь и другие металлы и их сплавы.
- **Керамические порошки:** оксиды алюминия, циркония, кремния, карбиды кремния, бора и т.д.
- **Пластические материалы:** полимеры, термопласты и терморезистивные материалы.

Для газотермического напыления используют специальные технологии, такие как плазменное напыление, HVOF-напыление (High-Velocity Oxygen Fuel), процесс горячего газа и другие, которые позволяют использовать различные типы материалов. При выборе материала необходимо учитывать требования к конечному продукту, его химические и физические свойства, а также условия эксплуатации изделия[5].

В заключение, газотермическое напыление является эффективной технологией, которая позволяет наносить защитные покрытия на различные поверхности. Эта технология может использоваться для ремонта деталей, повышения их износостойкости и защиты от коррозии, а также для создания новых изделий с определенными характеристиками.

В заключение, газотермическое напыление является эффективной технологией, которая позволяет наносить защитные покрытия на различные поверхности. Эта технология может использоваться для ремонта деталей, повышения их износостойкости и защиты от коррозии, а также для создания новых изделий с определенными характеристиками.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Хасун, А. Наплавка и напыление / А. Хасан, О. Морриган и. - М.: Машиностроение, 1985. [https://books.totalarch.com/surfacing\\_and\\_spraying](https://books.totalarch.com/surfacing_and_spraying)
2. Газотермические покрытия из порошковых материалов / Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.Л. Сидоренко, - К.: Наукова думка 1987. [https://www.studmed.ru/borisov-yus-harlamov-yua-i-dr-gazotermicheskie-pokrytiya-iz-poroshkovyh-materialov\\_c4d3070c263.html](https://www.studmed.ru/borisov-yus-harlamov-yua-i-dr-gazotermicheskie-pokrytiya-iz-poroshkovyh-materialov_c4d3070c263.html)
3. Гурд Л.М., Основы технологии напыления. М., 1985. [https://spbftu.ru/uploads/postgraduate/portfolio-nauchnyh-rukovoditelej-aspirantov/Markov\\_Kretinin\\_2016\\_2.pdf](https://spbftu.ru/uploads/postgraduate/portfolio-nauchnyh-rukovoditelej-aspirantov/Markov_Kretinin_2016_2.pdf)
4. Багрянский К. В., Добротина З. А., Хренов К. К. Теория сварочных процессов. М.: Высшая школа, 1976. 424 с. [https://books.totalarch.com/theory\\_of\\_welding\\_processes](https://books.totalarch.com/theory_of_welding_processes)
5. Костиков В. И., Шестерин Ю. А. Плазменные покрытия. М.: Металлургия, 1978. 160 с. <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-tehnologii-plazmennyh-pokrytiy-pri-uprochnenii-i-vosstanovlenii-detaley-mashin>

УДК 621

Шунаков Д.Э. (19-АТ-1, ВКТУ), Роговский В.В. (ВКТУ)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОПЫТНОЙ МОДЕЛИ ПОСЕВНОЙ СЕКЦИИ ЗЕРНОТУКОВОЙ СЕЯЛКИ

**Аннотация.** Работа посвящена определению рациональных параметров опытной модели посевной секции зернотуковой сеялки, работа которой в заданном режиме зависит от возможного действия сил сопротивления, препятствующих как внедрению посевных дисков на определенную глубину в почву, так и перемещению ее по стерне с соблюдением технологии посева. Технология посева при этом подразумевает выполнение всех посевных операций, таких, как разрезание растительных остатков на почве, подрезка на глубине посева сорной растительности, высевание двух рядков семян, внесение ниже и между ними первичной дозы минеральных удобрений и завершающее прикатывание прорезанных дисками борозд за один проход сеялки.

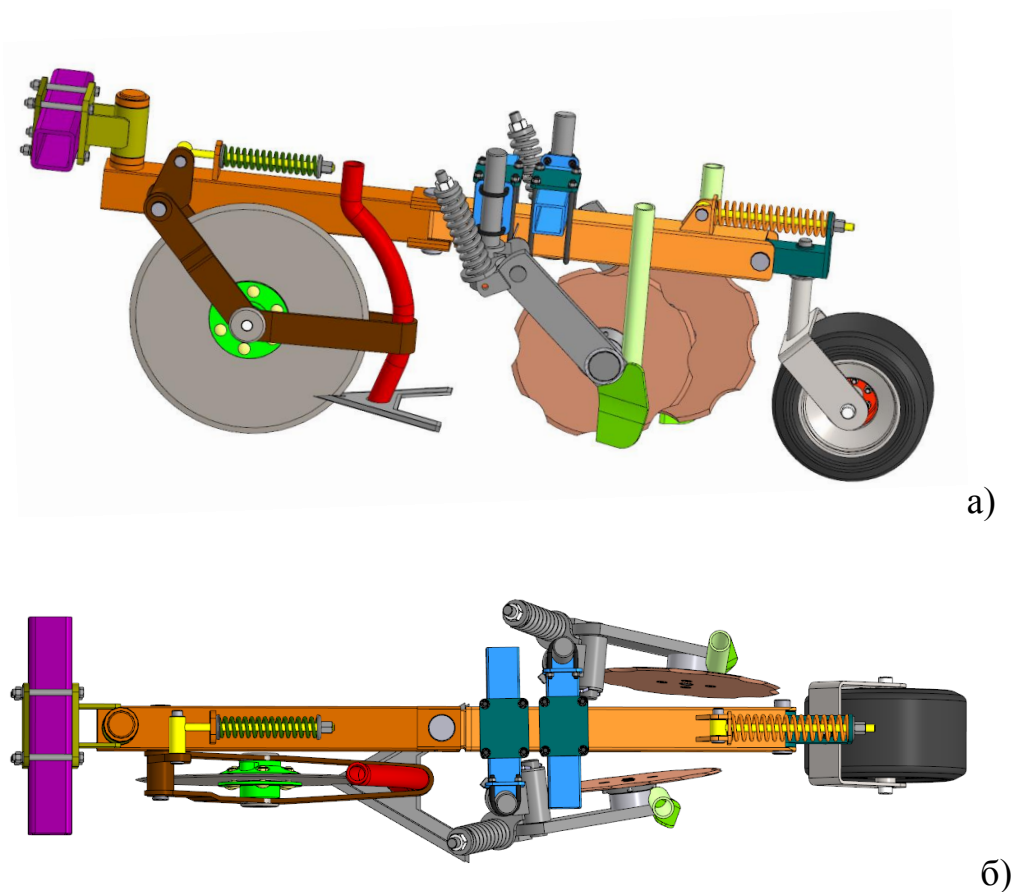
**Ключевые слова:** радиус посевного диска; глубина посева; развитие угла атаки; наружная ширина конической борозды; усилие катка; семяпровод.

Технология внесения посадочного зерна в почву является самой основной операцией посева. От ее соблюдения зависит и своевременный всход посаженной культуры и обеспечение ее подкормки минеральными удобрениями.

Передовая техника мировых производителей, показавшая наилучшие производственные результаты в одной стране, при традиционных погодных и почвенных условиях других стран, оказывается совсем неэффективной и экономически невыгодной. На примере Республики Казахстан можно сказать, что условия посевной компании, а именно почвенно-климатические условия вкуче с местными агротехническими требованиями к технологиям производства зерна Северного Казахстана сильно отличаются от условий Южного Казахстана. Учитывая и положительные и отрицательные стороны наиболее распространенных узлов разнообразных посевных комплексов ВКТУ им. Д.Серикбаева, совместно с ТОО ОХМК, разработали конструкцию посевной секции, в которой сделана попытка искоренить наиболее отрицательные параметры посевных комплексов, которые присущи в большинстве агротехнических хозяйств на территории РК. Конструкция не делает революцию в посевной технике, но отличается некоторыми оригинальными узлами и компоновкой, оказывающими свое воздействие и вносящие некоторые особенности в технологический процесс посева.

Схема опытной посевной секции представлена на рисунке 1.

Отличительной чертой посевной секции стала ее компактность, достигаемая за счет укороченной несущей сочлененной рамы, на которой максимально близко смонтированы передний диск и плоскорежущая лапа, что стало возможным благодаря конструкции режущей части стрелчатой лапы и стойки ее крепления к коромыслу, соединяющему передний диск и плоскорежущую стрелчатую лапу в единый разносошниковый узел.



а) вид сбоку; б) вид сверху

Рисунок 1 – Схема общего вида опытной посевной секции

Крепиться к раме, в зависимости от технологии посева, передний диск и плоскорежущая лапа могут посередине, в плоскости продольной оси несущей рамы, или с левого или правого бока рамы, с монтажным уступом.

Крепление переднего диска по продольной оси несущей рамы благоприятнее сказывается на симметричном распределении по узлам конструкции сил сопротивления перемещению дисков посевной секции, но влечет за собой усложнение конструкции передней части сочлененной несущей рамы, так как требуется расширить саму раму и сделать в ней сквозной проем для переднего диска и стойки стрельчатой лапы. Боковое расположение переднего диска переоборудования не требует и рама может быть выполнена из простого трубоквadrата.

Следом за бороздой и взрыхленной посевными дисками почвой, впритык к ним, на стойке крепления посевных дисков смонтированы семяпроводы, аккуратно высевающие зерно в след диска, согласно технологии.

Посевная секция имеет 3 свободно вращающихся в горизонтальной плоскости шарнира на штыревой опоре: 1) шарнир крепления к базовой машине или посевному комплексу; 2) шарнир сочленения несущей рамы; 3) шарнир крепления прикатывающего катка. Независимое вращение штыревых шарниров позволяет посевной секции плавно, без скачков, искривляться в местах

установки шарниров при повороте секции сеялки. Диски при таком повороте не работают на излом и работают без рывков, что позволяет намного увеличить их жизненный цикл без серьезных поломок.

Таблица 1 – Влияние радиуса посевного (левого) диска и глубины посева на развитие угла атаки (при наружной ширине конической борозды 0,05 м)

Радиус посевного (левого) диска, мм	Глубина посева, мм										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
160	15,63	11,17	9,25	8,15	7,42	6,90	6,51	6,21	5,98	5,80	
170	15,14	10,81	8,95	7,87	7,16	6,65	6,26	5,97	5,74	5,56	
180	14,69	10,48	8,67	7,62	6,92	6,42	6,04	5,75	5,52	5,34	
190	14,28	10,18	8,42	7,39	6,71	6,21	5,84	5,56	5,33	5,14	
200	13,90	9,91	8,19	7,19	6,52	6,04	5,67	5,39	5,15	4,97	
210	13,55	9,65	7,97	6,99	6,33	5,86	5,50	5,22	4,99	4,81	
220	13,22	9,42	7,77	6,81	6,17	5,70	5,35	5,07	4,85	4,67	
230	13,92	9,20	7,59	6,65	6,01	5,56	5,21	4,94	4,72	4,53	
240	12,64	9,00	7,42	6,49	5,87	5,42	5,08	4,81	4,59	4,41	
250	12,37	8,81	7,26	6,35	5,74	5,30	4,96	4,69	4,48	4,30	

Все вышеперечисленные конструктивные решения были проверены экспериментально в полевых условиях. Был изготовлен экспериментальный опытный образец модели дисковой посевной секции для последующей полевой проверки (рис. 2).



Рисунок 2 – Опытный экспериментальный образец модели дисковой посевной секции при его полевой проверке

Схема действия сил на детали и основные узлы модели опытной посевной секции в горизонтальной плоскости, для обоих вариантов монтажа переднего диска дана на рисунке 3.

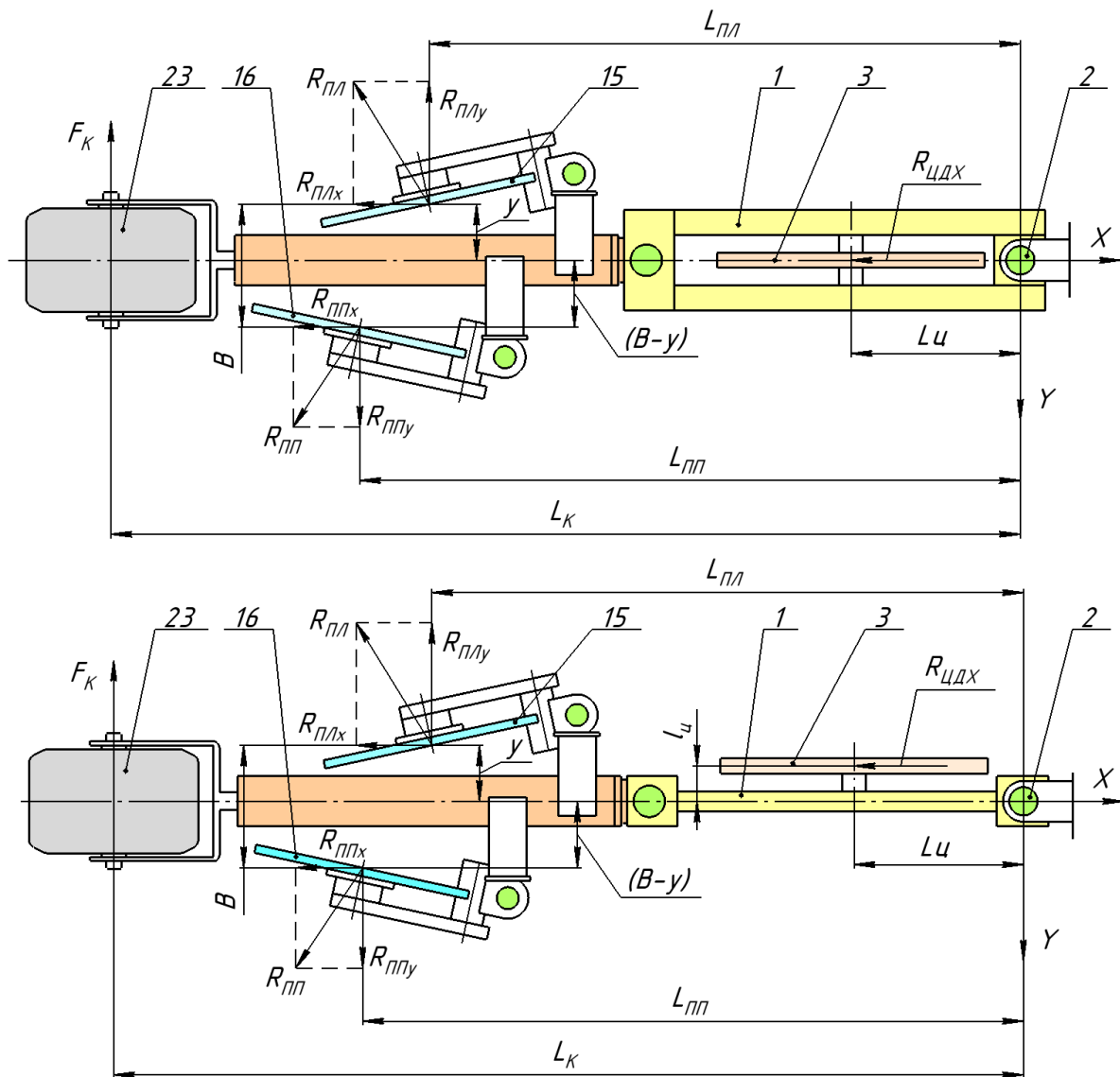


Рисунок 3 – Кинематические схемы (а) с центральным расположением переднего диска; б) с монтажем переднего диска слева от продольной оси несущей рамы) опытной посевной секции (вид сверху) и приложенные к ее элементам силы:  $L_{ц}$ ,  $l_{ц}$  – расстояние между осью поворота сочлененной рамы посевной секции, и, соответственно, осью вращения центрального диска и удаления его от оси симметрии рамы;  $B$  – ширина междурядья;  $L_{пл}$ ,  $L_{пп}$ ,  $L_{к}$  – расстояние от оси штыревого шарнира крепления рамы, до точки приложения сил, соответственно, к катку, левому и правому посевным дискам:  
 1 – несущая сочлененная рама; 2 – штыревидный шарнир секции;  
 3 – диск передний; 15 – левый, 16 – правый посевные диски;  
 23 – прикатывающий каток

В ходе экспериментов установлено следующее.

1) Влияние радиуса посевного (левого) диска и глубины посева на развитие угла атаки приведено в таблице 1. Для работы посевной секции угол атаки левого посевного диска считается постоянным (рисунок 3) при значениях: ширина выпускающей части семяпровода  $K_{л} = 0,05$  м, глубина посева  $h_c = 0,07$  м; радиус левого и правого диска одинаков  $r_{п} = 0,2$  м.

2) Преимущества конструкции модели рассматриваемой модульной секции посевного комплекса выражены в очень малом разуплотнении почвенного слоя стерни, подрезанный почвенный слой стерни практически не обрабатывается и прикатывается на место уплотняющим катком.

3) Расположенные под углом 6-10° по ходу перемещения посевные диски, диаметром 0,5 м, с достаточной точностью формируют борозду на технологически заданной глубине с минимальными отклонениями, например, при технологической глубине 0,07 м (7 см), среднее отклонение составило 0,001 м (1 мм), при среднеквадратическом отклонении 0,0026 м.

4) Установлено, что ширину (0,05 м) наружной части борозды под семена, можно выполнить диском с радиусом 0,25 м и его угле атаки 5,6°. Варьирование углом атаки (отклонением от вертикали) от 5,6° до 20° при глубине посева 0,07 м позволяет минимально снизить поперечные силы сопротивления лишь на 29 Н, что сильно затрудняет горизонтальную стабилизацию хода модели посевной секции за счет варьирования углов атаки дисков.

5) Сила принудительного прижатия прикатывающего катка, способствующая курсовой стабилизации посевной секции по горизонтали и вертикали при глубине посева 0,07 м, колеблется от 70 до 428 Н.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. М.В. Дудкин, А.В. Вавилов, А.И. Ким, Г.А. Гурьянов, М. Млынчак. Анализ тенденций развития посевных комплексов, их основных узлов и агрегатов. «Вестник ВКТУ» № 4, 2022. – Усть-Каменогорск, 2022. - С. 75-85.

2. М.В. Дудкин, А.И. Ким, В.С. Яковлев, В.В. Роговский, А.В. Вавилов, Г.А. Гурьянов, Т.Б. Курмангалиев. Обоснование конструкции и разработка новой комбинированной посевной секции для работы в условия агропромышленного комплекса Казахстана. «Вестник ВКТУ» № 3, 2023. – Усть-Каменогорск, 2023. – 15 с.

3. А.Л. Жилияков. Обоснование параметров дисковой посевной секции зернотуковой сеялки. Дисс. канд. техн.наук, Воронеж: ФГБ ОУВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I». – Воронеж, 2020. – 113 с.



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Азимханов Б., Кабдуллина Д.С. ЫСТЫҚТАЙ ДЕФОРМАЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕ МЕТАЛЛ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ</b>	3
<b>Алипбаев Ә.О., Машекенова А.Х. АВТОМОБИЛЬДЕРДІҢ ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ГАЗДАРЫНЫҢ ҚАЛАЛАРДЫҢ АУА БАССЕЙНІНІҢ ЛАСТАНУЫНА ӘСЕР ЕТУІНІҢ КЕЙ БІР МӘСЕЛЕЛЕРІ</b>	8
<b>Альгужинова М.М., Абеджанова А.С. ҚОЙМА ЛОГИСТИКАСЫНЫҢ МАҢЫЗЫ</b>	13
<b>Аргынбаев М.Н., Ғабдысалық Р. ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КОНСТРУКЦИИ КРАНА ШАРОВОГО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ</b>	18
<b>Арқалықов Е.Д., Байгереев С.Р. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МЕХАНИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ</b>	24
<b>Аукенова Б.Қ., Кумыкова Т.М. ОБОРУДОВАНИЕ БУЛЬДОЗЕРА-ТЕРРАСЕРА</b>	27
<b>Әлімбекұлы Т., Кумыкова Т.М. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВ И ИСПЫТАНИЙ ГИДРОПНЕВМОАККУМУЛЯТОРОВ НА РУДНИКАХ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА</b>	32
<b>Байгереев С.Р., Гурьянов Г.А., Ликунев А.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА КОНСТРУКЦИИ УДАРНО-РАЗРУШАЮЩЕЙ СЕКЦИИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ЛЬДА</b>	37
<b>Бейсенов Е.С. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РОМБОВИДНОЙ ОБЕЧАЙКИ</b>	42
<b>Бигумаров А.А. Төреханова М.Т. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКИ</b>	47
<b>Бижанов Т.С., Завалко А.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЯГОВЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ В ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕСУРСОВ ВСТРОЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ</b>	52
<b>Бычков М., Кабдуллина Д. С. ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕЛ</b>	57
<b>Гридунов И. Д., Комбаев К.К. ЭЛЕКТРОЛИТНО – ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА</b>	62
<b>Дүйсен А.Р., Вдовин В.Н. ФОРМИРОВАНИЕ ЗОН ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТОРГОВЫХ ТОЧЕК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОДИНОЧНОЙ СВЯЗИ</b>	67
<b>Дүйсенғали М.Б., Машекенова А.Х. ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ В ТОО «БАҚЫРЧІКСКОЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ»</b>	72
<b>Daniel D.E., Kombayev K.K., Syrainova G.S. NON-DESTRUCTIVE METHOD OF TESTING STEEL AND WELDED JOINTS OF PIPELINES</b>	77
<b>Еріков Н.Е., Муздыбаев М.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ПОДШИПНИКОВ АВТОМОБИЛЕЙ МЕТОДОМ РЕСТАВРАЦИИ ПОЛИМЕРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ</b>	82
<b>Жимбеков Д., Кабдуллина Д.С. СУЫҚТАЙ ДЕФОРМАЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕ МЕТАЛЛ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ</b>	87
<b>Жұлдыз Е., Конарбаева Г.Н. АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫНДА ҚОЗҒАЛЫС ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ</b>	91
<b>Исаканов И.М., Яковлев В.С. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ПОСЕВНОЙ СЕКЦИИ</b>	96

<b>Капкенова М.Т., Капаева С.Д. ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВОРОТНЫХ КИРКОВ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ МЕТОДОМ НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИ НАПЛАВЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ</b>	101
<b>Коваль В., Кабдуллина Д.С. ВЛИЯНИЕ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИОННОГО ОТЖИГА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ДЕФОРМИРОВАННОГО МЕТАЛЛА</b>	106
<b>Комбаев Б.К., Короблин И. С., Комбаев К.К. ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЕ УПРОЧНЕНИЕ ОБРАЗЦОВ КРЫЛЬЧАТКИ ИЗ СТАЛИ 12X18H10T ПОГРУЖНОГО НАСОСА</b>	111
<b>Қайырхан Ш.А., Муздыбаев М.С., Мырзабекова Д.М. ҚЫС КЕЗІНДЕ ІШТЕН ЖАНУ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫН ІСКЕ ҚОСУ ҮШІН ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ГАЗДАРДЫҢ ЖЫЛУЫН ПАЙДАЛАНУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ</b>	116
<b>Қыдырмолдаев Ә.Б., Муздыбаева А.С. КӨЛІК ТЕХНИКАСЫН ЖАРЫҚТАНДЫРУ ЖҰЙЕСІ ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ ЖҰМЫСҚА ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ТӘСІЛДЕРІН ЗЕРТТЕУ</b>	121
<b>Лукьянова П., Кабдуллина Д.С. ВЛИЯНИЕ ВОЗВРАТА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ДЕФОРМИРОВАННОГО МЕТАЛЛА</b>	126
<b>Пятков С. В., Борисов А.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ УСТАНОВКИ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ</b>	130
<b>Мадетказинова Б.Т., Төреханова М.Т. ҚҰЙМА ДАЙЫНДАМАЛАРЫН ЦЕНТРДЕН ТЕПҚІШ КҮШПЕН ҚҰЮ ЖОЛЫМЕН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ</b>	133
<b>Мейрашев А.К., Азаматов Б.Н. ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ</b>	138
<b>Мизанбеков И.Т., Қалым Қ. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ В ОБЕСПЕЧЕНИИ АПК</b>	143
<b>Молдаханов Б.А., Дудкин М.В. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СНЕЖНОЙ МАССЫ ОТ ВИНТОВОГО ПИТАТЕЛЯ В МЕТАТЕЛЬ ФРЕЗЕРНО-РОТОРНОГО СНЕГООЧИСТИТЕЛЯ</b>	148
<b>Нагибаев Д.Е., Абеджанова А.С. ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ КӨЛІК ЛОГИСТИКАСЫНДА ҚОЛДАНУ</b>	153
<b>Нұрғазин Ә., Машекенова А.Х., Вдовин В.Н. АНАЛИЗ МАРШРУТНОЙ СЕТИ ГОРОДА УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА</b>	158
<b>Ойратбеков Е.О., Кумыкова Т.М. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННЫХ ГРОХОТОВ</b>	163
<b>Ошақова Д.Ж., Азаматов Б.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ</b>	168
<b>Пархатский Д.С., Роговский В.В. АНАЛИЗ МАШИН – АМФИБИЙ ДЛЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ И ЭВАКУАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ</b>	173
<b>Рахметжанов Н.Қ., Муздыбаев М.С., Мырзабекова Д.М. ӨЗДІГІНЕН ЖҮРЕТІН МАШИНАЛАРДЫҢ ШЫНЖЫР ТАБАНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫНЫҢ ЖҰМЫСЫН ЗЕРТТЕУ</b>	178
<b>Садыкова М.М., Муздыбаев М.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ НА БАЗЕ ТОО «АСТАНА АГРОПАРТНЕР»</b>	183
<b>Смаилов Р.Р., Капаева С.Д. УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКИ: ОБЗОР</b>	188
<b>Слямбеков А.Қ., Муздыбаева А.С. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ ТЕКУЩИХ РЕМОНТОВ</b>	195

<b>Тлеужанова Г.Б., Кадыров Ж.Н. СИСТЕМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ</b>	200
<b>Тогаспаев Д., Кабдуллина Д.С. ВЛИЯНИЕ НАГРЕВА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ДЕФОРМИРОВАННОГО МЕТАЛЛА</b>	205
<b>Төлегенова А.С., Абеджанова А.С. ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЛОГИСТИКА КОНЦЕПЦИЯСЫ ЖӘНЕ КӘСІПОРЫННЫҢ ЛОГИСТИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТІН ҰЙЫМДАСТЫРУДАҒЫ ЖЕТІЛДІРУ МӘСЕЛЕЛЕРІН ҚАРАСТЫРУ</b>	210
<b>Төлегенов А. Ғ., Азаматов Б.Н. АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА ҚОСАЛҚЫ БӨЛШЕКТЕРДІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ. ШНЕК БЕТІН ПЛАЗМАЛЫҚ БҮРКУ АРҚЫЛЫ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ</b>	215
<b>Төлеухан Д.Е., Төреханова М.Т. ҚҰЙМАЛАРДЫ ҚҰМ – БАЛШЫҚ ҚОРАМАЛАРДА ДАЯРЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ</b>	220
<b>Умурхан А., Төреханова М.Т. ФЛЮС-МЫСТЫ ІШКІ ҚАБАТТЫ БІР ЖАҚТЫ ДӘНЕРЛЕУ</b>	225
<b>Файзрахманов З.Г., Прохоренкова Н.В., Войнарович С.Г. ГАЗОТЕРМИЧЕСКОЕ НАПЫЛЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ</b>	229
<b>Шунаков Д.Э., Роговский В.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОПЫТНОЙ МОДЕЛИ ПОСЕВНОЙ СЕКЦИИ ЗЕРНОТУКОВОЙ СЕЯЛКИ</b>	234