МАШИНА ДЕТАЛЛАРИГА ҲИМОЯ ҚОПЛАМАЛАРИНИ ЁТҚИЗИШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ РИВОЖЛАНИШИ

Ш.Эргашев
Доц
Б.Отаханов
доц
Б.Хожиев
магистрант
Ж.Тўраев

Аннотация: *Мақолада деталларни ҳимоя қопламалари ёрдамиада қайта тиклаш технологияларининг тарихи, турлари, қўлланиш соҳалари, афзалликлари, камчиликлари ва ривожланиш истиқболлари келтирилган. Деталларни қоплашнинг янги технлогияси – лазерли қоплашнинг усуллари кўриб чиқиб таҳлил қилинган. Таҳлил натижалари асосида деталларнинг ресурсини 2,5 баробарга ошириш мумкинлиги келтирилган.*

Калит сўзлар:*Пайвандлаш, эритиб қоплаш, ҳимоя газ, лазер, кукун, плазма, гибрид лазер-плазма*

Россияда 1887 йилдан бошлаб муҳандис Н.Г. Славянов пайвандлаш ва эритиб қуйиш орқали тамирлаш билан шуғулланди. 1891 йилда у металл қуймаларни электр пайвандлаш усули ва металларни электр қуйиш усули бўйича 86 ва 87-сонли патентларни, 1890-1892 йилларда - Франция, Англия, Австрия-Венгрия, Белгия, Германия, АҚШ, Швеция, Италияда ўзининг ихтироси учун патентларни олди.

Электр пайвандлашнинг барча афзалликлари чет элда дарҳол юқори баҳоланди. Деталларни пайвандлаш учун Н.Г. Славянов таъмирдан кейин ишлаётганида текширилиши мумкин бўлган қисмларни танлади, масалан, токарлик дастгоҳларидан поғонали шкивлар, тишли ғилдираклар, пармалаш дастгоҳларининг маховиклари. 1907 йилда Н.Г. Славянов Санкт-Петербургдаги заводлардан бирида кучли пресснинг станинасини тиклашда пайвандлашни муваффақиятли қўллади.

Чет элда деталларнинг юзаларига эритиб қоплаш технологиясининг пайдо бўлиши 1896 йилга тўғри келади, инглиз муҳандиси М. Спенсер ушбу ихтиро учун патент олган.

Қўшма Штатларда деталларнинг юза қисмига қопламаларни ётқизиш орқали пайвандлаш ва сирт қопламасидан саноатда фойдаланиш бироз кейинроқ бошланган. Хусусан, 1922 йилда ака-ука Студдй биринчи марта хром қотишмаси билан тўлдирилган пўлат қувурни газ алангасида пайвандлаш йўли билан нефт бурғулаш учларини қоплашни амалга оширди. Тахминан шу вақтнинг ўзида муҳандис Д.Хейнс (АҚШ) томонидан ихтиро қилинган стеллит-қотишма ёрдамида ички ёнув

двигателининг клапанларини эритиб қуйиш амалга оширилган. Дастлаб, деталларни сиртини қоплаш учун газ билан пайвандлаш ишлатилган, аммо кейинчалик янги иссиқлик манбаларининг ривожланиши билан бошқа эритиб қоплаш усуллари қўлланила бошланди.

Автоматик қопламанинг бошланиши 1939 йилга тўғри келади, совет мутахассислари Г.П. Михайлов ва В.А. Ларионов тўртбурчак кесимли қопланган электродлар ёрдамида эритиб қоплашни амалга оширди. Ҳозирги вақтда у ядровий реакторларнинг юқори босимли идишларига коррозияга чидамли қопламани қўллаш, прокат жувалари ва бошқа йирик ўлчамдаги маҳсулотларни мустаҳкамлаш учун кенг қўлланилади. Японияда эритиб қоплаш соҳасидаги тадқиқотлар 1955 йилда бошланган.

Деталларларга ҳимоя қопламаларини ётқизиш технологияларининг пайдо бўлишининг иқтисодий ва технологик шартлари янги қисмларни ишлаб чиқариш, шунингдек эскирган ва шикастланган қисмларни тиклаш машиналарни таъмирлашда ресурс харажатларининг муҳим қисмини ташкил қилади. Шундай қилиб, ҳатто ихтисослашган заводларда ҳам улар машиналарни деталларни қоплаш ва таъмирлаш харажатларининг 50% ва меҳнат сарфининг 40% га этади. Шунинг учун харажатларни камайтириш муҳим вазифа бўлиб, уни ҳал қилиш усулларидан бири нуқсонли қисмларни тиклашдир. Эҳтиёт қисмлар ва йиғиш бирликларининг типик нуқсонлари:

ўтқазиладиган юзалар ўртасида мос келмаслк;

• ўлчамлар, деталлар юзаларининг геометрик шакли ва

фазодаги нисбий жойлашишининг бузилиши;

• материал хоссаларининг ёмонлашиши;

• ташқи кўринишининг ёмонлашиши.

Бузуқ ўтқазишлар ва қисмларни йўқолган хусусиятларни тиклашнинг вазифаси: ўтқазишлар, шакллар, сирт фазодаги нисбий ҳолатлар, материалнинг хусусиятлари ва ташқи қисмнинг кўриниши. Қисмларнинг ўтқазиш сиртлари орасидаги мосликни тиклаш учун қуйидаги усуллардан фойдаланиш мумкин:

1) бир деталнинг ейилган юзасини қайта ишлаш ва бирлаштирувчи қисмига ишлов бериш (деталларни қоплаш ва таъмирлаш ўлчамлари усули);

2) қисмларнинг бирлаштирувчи юзаларининг асл ўлчамларини тиклаш билан.

Деталларни қоплаш ва таъмирлашнинг иқтисодий мақсадга мувофиқлиги таъмирлаш учун қабул қилинган машина қисмларининг тахминан 45% қабул қилинадиган чегараларда эскирганлиги ва қайта ишлатилиши билан боғлиқ қисмларнинг тахминан ярми янги қисмлар нархининг 15 ... 30% қийматида қайта тиклашдан кейин ишлатилиши мумкин. Фақат 5...9% деталларни тиклаш мумкин эмас. Қисмларни тиклаш - таъмирлашнинг иқтисодий самарадорлигининг асосий манбаи, техник жиҳатдан асосланган ва иқтисодий жиҳатдан асосланган чора.

Эҳтиёт қисмларни қайта тиклаш, деталларни юзалариги қоплаш, таъмирлаш ва техник хизмат кўрсатиш корхоналарига таъмирлаш учун машиналарнинг тўхтаб

қолиш вақтини қисқартириш, уларга техник хизмат кўрсатиш сифатини ошириш имконини беради, машиналарнинг ишончлилиги ва улардан фойдаланишни яхшилашга ижобий таъсир кўрсатади. Аниқланишича, 0,2...0,3 мм дан ортиқ бўлмаган эскириш билан қисмларнинг 85% ўз функсиясини йўқотади. Бу таъмирлаш фондининг катта ҳажмини ва уни қайта тиклашнинг мақсадга мувофиқлиги билан тасдиқланади.

Атроф-муҳитга зарарли ва энергия талаб қиладиган металлургия ишлаб чиқариш жараёнини истисно қиладиган қисмларни тиклашнинг иқтисодий самарадорлигини алоҳида таъкидлаш керак. Шунинг учун, 1 тонна пўлат қисмларни тиклашда улар 180 кВт соат электр энергиясини тежайди; 0,8 тонна кўмир; 0,8 тонна оҳактош; 175 $м^3$ табиий газ.

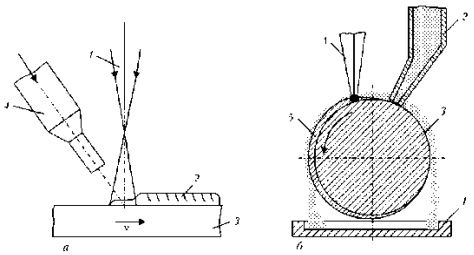
Янгиланган қисмларнинг нархи янги қисмларнинг нархидан сезиларли даражада паст, чунки эскирган қисмларни тиклаш янги қисмларни ишлаб чиқаришга нисбатан 5-8 марта камроқ технологик операцияларни талаб қилади.

Шунга қарамай, қисмларни тиклаш, юзаларига қоплаш ва қотиб қолиш машинанинг ишлаш муддатини янгилаш имконини беради ва баъзи ҳолларда уни сезиларли даражада оширади. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, қисмларнинг сиртларини тиклаш ва мустаҳкамлаш орқали уларнинг ресурсини 2,5 баробарга ошириш мумкин.

Тахминларга кўра, 2011-2013 йилларда. янгиланган қисмларнинг нархи янги қисмлар нархининг 35...50% даражасида қолади; тикланган қисмларнинг ресурси 85...95%, қаттиқлаштирувчи технологиялар ёрдамида тикланган қисмларнинг ресурси эса 120...150% ни ташкил қилади.

Лазерли эритиб қуйиш 1970 йилларнинг охири – 1980 йилларнинг бошларида деталларни юзаларига қоплаш усули сифатида юзага келди.

Сиртни қоплаш технологиясидаги энг муҳим нуқталардан бири - бу қоплама материалини асосга етказиб бериш. Лазерли пайвандлаш ва сиртни қоплаш технологияларини ўрганиш шуни кўрсатдики, сим узатиш жараёни ихтиёрий фазовий ҳолатда амалга оширилади, кукунли материалларнинг афзаллиги лазер нурланишини янада самаралироқ ютиши ҳисобланади [2]. Пастки ҳолатда бўяш кукунни ишлов берилган юзага олдиндан тақсимлаш орқали амалга оширилиши мумкин. Кукунли материалларни бошқа фазовий позицияларда ишлатиш, одатда, ювиш пастасини олов билан пуркаш, плазма пуркаш ёки печда қуритиш каби усуллар билан олдиндан қоплашни талаб қилади. Агар кукунни сиртга олдиндан тарқатиш мумкин бўлмаса, у махсус дозаторлар билан берилади. Агар кукунни сиртга олдиндан тарқатиш мумкин бўлмаса, у махсус таъминлагичлар билан берилади. Бугунги кунга келиб, тўлдирувчи кукунли материаллар қўлланиладиган лазер қопламасининг энг кўп қўлланиладиган усули турли хил кўринишдаги махсус кукунли дозаторлар ёрдамида тўғридан-тўғри лазернинг нурланиш майдонига узатиланади.



1-расм. Лазер билан эритиб қоплаш жараёнларининг схемалари:

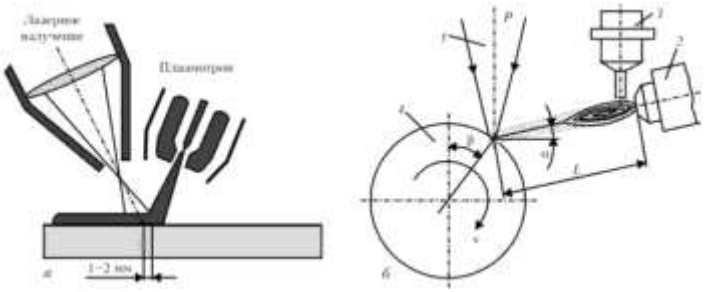
(а) ихтиёрий геометрия қисмларини (1 - лазер нурланиши; 2 – қуйилган жува; 3 - ҳаракатланувчи намуна; 4 - ҳимоя газ ва тўлдирувчи кукун билан таъминловчи асос) [1] ва силиндрсимон қисмларни (б) (1) - лазер нурланиши; 2 - кукун узатиш қувури; 3 - ётқизилган намуна; 4 - фойдаланилмаган кукун учун идиш; 5 – эритиб қопланган металл)

Лазерли қопламанинг афзалликлари қуйидагиларни ўз ичига олади: 0,1 ... 3,0 мм баландликдаги керакли хусусиятларга эга қатламларни қўллаш имконияти; компонентларнинг асосий материалдан ётқизилган қатламга қайта тақсимланиши таъсирининг сезиларли даражада заифлашиши, бу натижаларни башорат қилишнинг аниқлигини оширишга ва ётқизилган қатламнинг хусусиятларини ётқизилган қатламнинг дастлабки хусусиятларига максимал даражада яқинлашишига ёрдам беради. материал; ётқизилган металл ва кичик (0,1 ... 0,5 мм гача) иссиқликдан таъсирланган зонанинг тенглаштирилган нозик кристалли (юқори дисперсли) тузилмаларини олиш; ётқизилган сиртларнинг паст даражаси (Ра 200 ... 300 микронгача) туфайли ҳар бир томон учун 0,3 ... 0,5 мм гача бўлган қийматларга ишлов бериш учун рухсатни минималлаштириш.

Лазер қопламасининг камчиликлари қуйидагилардан иборат: ётқизилган қатламларда кўндаланг совуқ микро ёриқлар мавжудлиги, уларнинг пайдо бўлиши юқори ички кучланиш кучланишларининг бўшашиши натижасидир; металл бўлмаган қўшимчалар ва пайвандлаш кукунининг қолдиқ намлиги, шунингдек пайвандланадиган сиртнинг ифлосланиши билан боғлиқ бўлган ички ва ташқи тешикларни шакллантириш имконияти; лазер ускунасининг нисбатан юқори нархи билан боғлиқ жараённинг нисбатан юқори нархи. Лазерли қоплама пайтида ёриқлар ҳосил бўлишини назорат қилиш, камайтириш ва тўлиқ бартараф этиш масалалари турли вақтларда кўплаб муаллифлар томонидан ўрганилган. Украиналик олимлар ушбу ҳодисанинг математик моделини таклиф қилишди, бу эса ёриқлар орасидаги масофаларни қопламаларнинг механик хусусиятлари ва уларнинг қалинлиги билан боғлаш имконини берди. Юқорида айтилганлардан келиб чиқадиган бўлсак, жараённинг камчиликларини бартараф этишнинг истиқболли усуллари ётқизилган қатламларда қолдиқ термал кучланишни камайтиришга имкон берадиган усулларни ўз ичига олади ва чокланган кукунларни ва чўкма сиртини эҳтиёткорлик билан тайёрлаш билан бирга камайтириш имконини беради. Бундай усуллар, хусусан, қўшимча иссиқлик манбасини қўллаш орқали жараённинг термал айланишини

ўзгартиришни ўз ичига олади (масалан, лазер нурланишининг таъсирини плазма оқимининг таъсири билан бирлаштириш).

Лазер қопламаси ёрдамида ейилиш ва коррозияга чидамли микрокристалли, аморф ва аморф қопламалар жуда кенг турдаги материаллардан олинади. Бироқ, 1980-йилларнинг биринчи ярмида лазер қопламаси ишқаланиш, зарба юклари, абразив ейилиш ва бошқалар шароитида ишлайдиган ускуналарнинг эскирган қисмларини тиклаш жараёни сифатида кенгроқ қўлланилишини топди. Бугунги кунда, ҳатто саноати ривожланган мамлакатларда ҳам, лазерни қайта тиклаш ўз аҳамиятини йўқотмади - у юқори термал жойлашувга эга бўлган нисбатан кичик нуқсонли жойларни тиклашда қимматбаҳо маҳсулотларни таъмирлаш учун ишлатилади. Масалан, бундай технологик усуллар самолёт двигателларининг турбина қанотларини, вал бешикларини, қолипларни ва мураккаб профилли бошқа қимматбаҳо маҳсулотларни тиклаш жараёнларида кенг қўлланилади.



2-расм. Тўғридан-тўғри плазма машъаласи (а) [10] ва билвосита плазма машъаласи (б) ёрдамида (1 - радиатсия; 2 - плазма машъаласи; 3 - кукунли идиш; 4 - намуна; Л) ёрдамида кукунли лазер-плазма қопламаси жараёнларининг схемалари. , а, б - масофа ва пайвандлаш бурчаклари)

21-асрнинг бошидан бери соф лазер технологиялари тобора кўпроқ гибрид ва комбинацияланган технологиялар билан алмаштирилди. Бунга ёй плазмаси ва лазер энергия манбаининг биргаликдаги таъсиридан фойдаланадиган лазер-плазма жараёнлари киради. Э.О. Патон номидаги Украина Миллий Фанлар Академияси, CO_2 лазерининг йўналтирилган нурланиши ва электр ёй устунининг плазмаси ўртасидаги ўзаро таъсир жараёнларини ўрганиши шуни кўрсатдики, бундай тизимда газнинг махсус тури, комбинацияланган лазер - ёй зарядсизланиши, юзага келиши мумкин. Унинг хусусиятлари электр ёйидан ҳам, лазер нурланиши билан қувватланадиган оптик разряддан ҳам фарқ қилади. Комбинацияланган разряднинг атрофдаги газнинг атмосфера босимида ҳам юқори даражада мувозанатсиз юқори ҳароратли плазма ҳосил қилиш қобилияти уни плазма-кимёвий технологияларида фойдаланиш учун жозибадор қилади. Э.О. Патон, назарий ва экспериментал тадқиқотлар (Украина Миллий Фанлар академиясининг академиги И.В. Кривтсун, техника фанлари доктори В.С. Гвоздетский, техника фанлари доктори Ю.С. Борисов ва бошқалар) шуни кўрсатдики, бундай зарядсизланишнинг асоси бўлиши мумкин. Плазма

қурилмаларининг янги синфини - интеграциялашган лазер-ёй плазматронларини яратиш асосига қўйилган.

Гибрид лазер-плазма сиртини қоплаш жараёнларида тўғридан-тўғри ва билвосита таъсир қилувчи плазма машъалларидан фойдаланиш мумкин. Юзаки материаллар сифатида, асосан, кукун ишлатилади. Тўғридан-тўғри таъсир қилувчи плазма машъалларини қўллашнинг асосий афзаллиги - йўналтирилган лазер нурланишидан фойдаланиш туфайли плазма ёйининг қўшимча сиқилиш эҳтимоли (2а-расм). Билвосита таъсир қилувчи плазма машъалларини қўллашнинг афзаллиги шундаки, электр ёйининг асосий металлга тўғридан-тўғри таъсири йўқлиги, хусусан, жараённинг термал жойлашишини оширади (2-расм, б).. Мақола муаллифларининг фикрига кўра, бунинг учун энг истиқболли: лазерларининг импулсли нурланиши оптималлаштирилган фазовий ҳолатда оптик тола бўйлаб мослашувчан таъминлаш имкониятидир. Лазер-плазма қопламаси лазерли қаттиқ қоплама билан солиштирганда ётқизилган қатламлардаги қолдиқ кучланишларни сезиларли даражада камайтиради, аммо унинг асосий камчиликларидан бири пайвандланган маҳсулотга сезиларли иссиқлик таъсиридир.

Плазма, лазер ва лазер-плазма қоплама жараёнларининг афзалликлари ва камчиликларини таҳлил қилиш бизга қуйидагиларни таъкидлаш имконини беради. Плазма қопламаси бўлса, қисм сезиларли даражада қизиб кетиши мумкин, бу эса қолдиқ термал деформацияларга олиб келади. Лазер ва лазер-плазма жараёнлари қисмни иситишни минималлаштириш, ётқизилган қатламларнинг субстратга ёпишиш кучини ошириш, пастки қатламларни қўллашдан бош тортиш ва сирт тайёрлашни соддалаштириш имконини беради. Бироқ, лазер билан қоплаш жараёнларида ҳам камчиликлар мавжуд. Буларга ётқизилган қатламларнинг кучланиш ҳолати, улардаги тешиклар ва микро ёриқлар мавжудлиги киради. Гибрид (қўшма) лазер-плазма жараёнлари компонентларнинг ўзаро таъсири ёки уларнинг иш қисмига қўшма таъсири туфайли кўрсатилган камчиликларни қисман ёки тўлиқ бартараф этишга имкон беради. Шундай қилиб, плазма ёйини лазер нурланиши билан сиқиш ва барқарорлаштириш сиртни қоплаш жараёнининг тезлигини ошириш ва умумий иссиқлик киритишини камайтириш имконини беради; плазма компонентининг қўшилиши туфайли лазерни қайта ишлашнинг термал тсиклининг ўзгариши билан биргаликда кукунни олдиндан қиздириш билан қолдиқ кучланишларни камайтириш, ғоваклик ва ёриқлар ҳосил бўлишини йўқ қилиш ва ҳоказоларни таъминлайди.

3-расм. DMD технологиясидан фойдаланган ҳолда маҳсулотларни уч ўлчовли синтез қилиш жараёни схемаси: 1 - лазер нурланиши; 2 - фокусли оптика; 3 - кукун идиши; 4 - ҳимоя газ; 5, 6 - оптик алоқа тизимининг сенсорлари; 7 - платформа; 8 - асос; 9 - яратилаётган объект

Шундай қилиб, лазер ва гибрид (комбинацияланган) қоплама жараёнларини кўриб чиқиш шуни кўрсатдики, ушбу йўналишнинг ривожланишининг асосий тендентсиялари қуйидагилардан иборат: яхшиланган физик-механик хусусиятларга эга коррозияга ва ейилишга бардошли қопламаларни олиш; уч ўлчамли объектларнинг синтези; махсус хусусиятларга эга нозик қопламаларни яратиш. Лазер ва лазер-плазма (лазер-ёй) қоплама жараёнларини янада ривожлантириш истиқболлари ушбу компонентларнинг ўзаро таъсири туфайли ҳар бир компонентга хос бўлган камчиликларни алоҳида-алоҳида бартараф этиш имконияти билан боғлиқ.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. *Лазерная* техника и технология. В 7 кн. Кн. 3. Способы поверхностной лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов / А.Г. Григорьянц, А.Н. Сафонов; под ред. А.Г. Гри-горьянца. – М.: Высш. шк., 1987. – 191 с.

2. *Лазерная* наплавка цилиндрических деталей порошковыми материалами / О.А. Величко, П.Ф. Аврамченко, И.В. Молчан, В.Д. Паламарчук // Автомат. сварка. – 1990. – № 1. – С. 59–65.

3. *Laserstrahlschweiвen* mit pulverförmigem Schweißzusatz / Edelstahl-Mechanik GmbH // Praktiker. – 2007. № 3. – P. 68–69.

4. *Автоматические* порошковые питатели и технология лазерной наплавки / Zeng Xaoyan, Zhu Beidi, Tao Zengyi et al. // Chin. J. Lasers. – 1993. – **20**, № 3. – P. 210–214., кит., рез. англ.

5. *Похмурська Г.В*. Утворення тріщин у газотермічних по-кривах залежно від умов їх лазерного переплавлюван-ня // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2003. № 1. – С. 59–62.

6. *Чекурін В.Ф., Похмурська Г.В.* Математична модель розтріскування лазерно модифікованих металопорошко-вих покривів // Там же. – 2004. – № 5. – С. 18–22.

7. *Гофман Я*. Восстановление сменных деталей с помощью лазерных технологий // Автомат. сварка. – 2001. – № 12. – С. 37–38.

8. *Технические* возможности современных твердотельных лазеров / А. Конюшин, В. Маняк, р. хольц, Г. Легуин) // Фотоника. – 2009. – № 2. – С. 22–23.

9. *Промышленная* лазерная наплавка: современное состояние и тенденции / Е. М. Биргер, Г. В. Москвитин, А. Н. Поляков, В. Е. Архипов,// Свароч. производство. – 2009. – № 9. – С. 3–8.

10. Tukhtakuziyev, A., & Mansurov, M. T. (2015). Research of stability of tractor with frontand rear-mounted tools against sidewise skidding. Tractors and Agricultural

Machinery, (9), 34-35.

11.Tukhtakuziev, A., & Mansurov, M. T. (2015). Research of resistance on the tractor equipped with implements at front and backside lift hitch contrarily the sidewise skidding. Europaische Fachhochschule, (6), 76-77.

12.Mansurov, M. T., Nishonov, F. A., & Xojiev, B. R. (2021). Substantiate the Parameters of the Plug in the" Push-Pull" System. Design Engineering, 11085-11094.

13.Mansurov, M. T., Otahanov, B. S., Xojiyev, B. R., & Nishonov, F. A. (2021). Adaptive Peanut Harvester Stripper Design. International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology, 1(4), 140-146.

14.Mansurov, M. T., Otahanov, B. S., & Xojiyev, B. R. (2021). Advanced Peanut Harvesting Technology. International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology, 1(4), 114-118.

15.Qosimov, K., Mansurov, M. T., Begmatov, D., & Xaydarov, U. (2021). Specific Properties of Welding Chromium-Nickel Steels. Academic Journal of Digital Economics and Stability, 9, 65-71.

16.Qosimov, K., Mansurov, M. T., Begmatov, D., & Xaydarov, U. (2021). Technological Features of Surfacing of Working Bodies Under a Layer of Flux. Academic Journal of Digital Economics and Stability, 9, 59-64.

17.Turdaliev, V., Mansurov, M., & Sheralie, I. (2021). Theoretical Study of the Vertical Oscillation of the Combined Roller During Operation. Academic Journal of Digital Economics and Stability, 9, 72-79.

18.Rustamov, R., Xalimov, S., Otaxanov, B. S., Nishonov, F., & Xojiev, B. (2020). International scientific and scientific-technical conference" Collection of scientific works" on improving the machine for harvesting walnuts.

19.Otahanov, B. S., Paiziev, G. K., & Khozhiev, B. R. (2014). Varianty vozdeistviia rabochego organa rotatsionnoi mashiny na pochvennye glyby i komki., 2, 75-78. M.: Nauchnaia zhizn.

20.Отаханов, Б. С., & Киргизов, Х. Т. (2014). Обоснование диаметра ротора бесприводного ротационного рыхлителя с гибким рабочим органом. Вестник развития науки и образования, (4), 8-10.

21.Отаханов, Б. С., Замонов, Ж. Р., Тухлиев, Г. А., & Разаков, А. Я. (2014). Совершенствование процесса технологии фрезерования дорожных покрытий. Вестник развития науки и образования, (1), 24-27.

22.Отаханов, Б. С., Нажмиддинова, Ё. Р., Саидмахамадов, Н. М., & Тургунов, Б. (2014). Обоснование формы и параметров гибкого рабочего органа ротационной почвообрабатывающей машины. Научная жизнь, (4), 65-70.

23.Otakhanov, B. S. (2013). Opredelenie skorostnogo rezhima. Nauchnoe obozrenie, 2, 61-62.

24.Тухтакузиев, А. Т., & Отаханов, Б. С. (2005). Траектория движения гибких рабочих органов. Фарғона политехника институти илмий-техника журнали, (2), 132.

25.Otahanov, B. S., Paiziev, G. K., & Khozhiev, B. R. (1986). Varianty vozdeistviia rabochego organa rotatsionnoi mashiny na pochvennye glyby i komki., 2, 75-78. M.: Nauchnaia zhizn'. 1. Попов ЕП Теория и расчет гибких упругих стержней.

26.Otakhanov, B. S., Paiziev, G. K., & Khozhiev, B. R. (1980). Varianty vozdeistviia rabochego organa rotatsionnoi mashiny na pochvennye komki i glyby. Nauchnaia zhizn', 2, 75-78. 1. Мельников СВ Планирование экспериментов в исследованиях сельскохозяйственных процессов/СВ Мельников, ВР Алешкин, ПМ Рощин. Ленинград: Колос, 168, 2.

27.Toxirjonovich, M. M., Akhmatkhanovich, N. F., & Rakhmatullaevich, X. B. (2022, May). COMBINATION MACHINE FOR HARVESTING NUTS. In Conference Zone (pp. 19-21).

28.Mansurov Mukhtorjon Toxirjonovich, & Xojiev Bakhromxon Rakhmatullaevich. (2022). THE RESULTS OF A STUDY ON THE SELECTION OF THE WORKING PART THAT SEPARATES THE NUT PODS FROM THE HUSK. Conference Zone, 14–18. Retrieved from

29.Отаханов, Б. С., Пайзиев, Г. К., & Хожиев, Б. Р. (2014). Варианты воздействия рабочего органа ротационной машины на почвенные глыбы и комки. Научная жизнь, (2), 75-78.

30.Мелибаев, М., Кидиров, А. Р., Нишонов, Ф. А., & Хожиев, Б. Р. (2018). ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ КОЛЕИ И ДЕФОРМАЦИИ ШИНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЦЕПНОЙ НАГРУЗКИ, ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ И РАЗМЕРОВ ШИН ВЕДУЩЕГО КОЛЕСА. Научное знание современности, (5), 61-66.

31.Халимов, Ш., & Джумабаев, А. Б. (2008). Исследование вязкоупругих и прочностных свойств армированных эпоксидных гетерокомпозитов при разных температурах. Узбекский науч.-тех. и производ. журнал «Композиционные материалы, (4), 11.

32.Халимов, Ш. А., Каримов, Б. Ю., & Абдурахимова, Г. Ш. (2017). Исследование прочностных свойств композиционных полимерных материалов для газовых баллонов. Научное знание современности, (4), 368-372

33.Халимов, Ш. А., Хожиев, Б. Р., & Абдурахимова, Г. Ш. (2017). Исследования физико-механических свойств армированных композционных полимерных материалов при разных температурах. Научное знание современности, (4), 373-378..

34.Нишонов, Ф. А., Мелибоев, М. Х., & Кидиров, А. Р. (2017). Тягово-сцепные показатели машинно-тракторных агрегатов. Science Time, (1 (37)), 292-296.

35.Нишонов, Ф. А., Мелибоев, М. Х., & Кидиров, А. Р. (2017). Требования к эксплуатационным качествам шин. Science Time, (1 (37)), 287-291.

36.Мелибаев, М., Нишонов, Ф., Расулов, Р. Х., & Норбаева, Д. В. (2019). Напряженно-деформированное состояние шины и загруженность ее элементов. In АВТОМОБИЛИ, ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ: НАСТОЯЩЕЕ, ПРОШЛОЕ, БУДУЩЕЕ (pp. 120-124).

37.Мелибаев, М., Кидиров, А. Р., Нишонов, Ф. А., & Хожиев, Б. Р. (2018). Определение глубины колеи и деформации шины в зависимости от сцепной

нагрузки, внутреннего давления и размеров шин ведущего колеса. Научное знание современности, (5), 61-66.

38.Қобулова Н. Ж., Sh.Umarova, Z.Ashuraliyeva. Payvandlash jarayonida kukunsimon materiallardan foydalanishda havfsizlik choralari. “Замонавий илм-фаннинг инновацион ривожланиши» мавзусида республика миқёсидаги илмий-амалий анжуман. Мақолалар тўплами. Андижон-2019.

39.Қобулова Н. Ж., D.Shodmonov Avtomobil qismlarini payvandlashda qisish va mahkamlash jihozlarini o‘rganish va tahlil qilish. “Замонавий илм-фаннинг инновацион ривожланиши» мавзусида республика миқёсидаги илмий-амалий анжуман. Мақолалар тўплами. Андижон-2019

40.Mansurov Mukhtorjon Toxirjonovich. (2022). TO THE CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE ATTACHMENTS OF THE FRONT AND REAR PARTS OF THE PLOW ACCORDING TO THE "PUSH-PULL" SYSTEM. Conference Zone, 8–13. Retrieved from

41.Melibaev, M., Negmatullaev, S. E., Farkhodkhon, N., & Behzod, A. (2022, May). TECHNOLOGY OF REPAIR OF PARTS OF AGRICULTURAL MACHINES, EQUIPMENT WITH COMPOSITE MATERIALS. In Conference Zone (pp. 204-209).

42.Мелибаев, М., & Нишонов, Ф. А. (2021). Показатели надежности пропашных тракторных шин. Universum: технические науки, (2-1), 91-94.

43.Мелибаев, М., Нишонов, Ф. А., & Кидиров, А. Р. (2017). Грузоподъёмность пневматических шин. Научное знание современности, (4), 219-223.

44.Мелибаев, М., Нишонов, Ф., Махмудов, А., & Йигиталиев, Ж. А. (2021). ПЛОЩАДЬ КОНТАКТА ШИНЫ С ПОЧВОЙ НЕГОРИЗОНТАЛЬНОМ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ. Экономика и социум, (5-2), 100-104.

45.Нишонов, Ф. А., & Рустамович, Қ. А. (2022). ТИШЛИ ҒИЛДИРАКЛАРНИНГ ЕЙИЛИШИГА МОЙНИНГ ТАЪСИРИНИ ЎРГАНИШ ВА ТАҲЛИЛИ. ТАЪЛИМ ВА РИВОЖЛАНИШ ТАҲЛИЛИ ОНЛАЙН ИЛМИЙ ЖУРНАЛИ, 113-117.

46.Melibaev, M., Negmatullaev, S. E., Farkhodkhon, N., & Behzod, A. (2022, May). TECHNOLOGY OF REPAIR OF PARTS OF AGRICULTURAL MACHINES, EQUIPMENT WITH COMPOSITE MATERIALS. In Conference Zone (pp. 204-209).