Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Машина куруу жана автоматика институту

И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети

Д 05.02.08 диссертациялык кеңеши

Кол жазма укугунда

УДК: 621.791.16:621.785.527

Белекова Жылдыз Шаршеналыевна

Майда бүртүкчөлүү жеңил эритмелер үчүн CMT (Cold Metal Transfer) ширетүүчү режимин изилдөө жана иштеп чыгуу

05.02.08 – машина куруу технологиясы

Бишкек – 2022

Диссертациялык иш И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети «Машина куруу»кафедрасында аткарылды

Илимий жетекчи: техникалык илимдеринин доктору, профессор

Рыспаев Талант Акимжанович

Расмий опоненттер:

Жетектөөчү мекеме:

Изилдөөнүн жалпы мүнөздөмөсү

Ширетүү машина куруудa алдыңкы технологиялык процесстердин бири болуп саналат жана өнүккөн өлкөлөрдүн өнөр жайында маанилүү роль ойнойт.

Машиналардын жана конструкциялардын салмагын темендетууге, экологиялык жактан таза жана унемдееге зор кызыгуунун аркасында алюминий жана анын эритмелери машина курууда, езгече самолет курууда зор суроо-талапка ээ.

Ширетүүчү өндүрүштүн негизги артыкчылыгы - бекемдик касиеттери боюнча, алар түзүлгөн максатка жана иштөө шарттарына жооп берген үнөмдүү конструкцияларды өндүрүү.

Акыркы мезгилде Кыргызстандын өнөр жай ишканалары жана чакан өнөр жай ишканалары ширетүүнүн түрдүү технологияларын кеңири колдоно баштады. Ошол эле учурда, негизги материалдын механикалык касиеттерин сактоо үчүн жогорку сапаттагы ширетүүчү тигишти камсыз кылуу абдан маанилүү, б.а. эритме. Мындан тышкары, убакыт фактору жана бүт технологиялык процесстин экономикасы абдан маанилүү. Ошентип, бүт ширетүү процессине, ошондой эле ширетүүчүнүн квалификациясына жана ширетүүчү жабдуулардын сапатына көңүл буруу керек.

Кыргыз Республикасында машина куруу енер жайынын калыбына келтирилишине байланыштуу ширетуу-нун азыркы кездеги турлерунун бирин кенири изилдее, алюминий эритмелерин ширетуунун технологиялык параметрлерин жакшыртуу маселеси келип чыкты. Негизинен алюминий эритмелери эскирген жабдууларда ширетилип, ошого жараша ширетүүчүнүн сапаты дайыма эле талапка жооп бербейт. Маанилүү тетиктерди ширетүү боюнча конкреттүү маселени чечүү үчүн Төмөнкү Саксониядагы (Германия) Клаусталь техникалык университетинин ширетүү жана металл технологиясы институту менен бирге алюминий эритмелерин ширетүү боюнча изилдөө иштери жүргүзүлдү.

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу. Адабияттын маалыматтарын талдоо боюнча алюминий эритмелерин (5083, 6082) эң акыркы төмөнкү жылуулук менен ширетүү ыкмасы (CMT-Cold Metal Transfer) менен ширетүү жүргүзүлдү. Бирок, ушул убакка чейин трубаларды жасоодо ке-нири колдонулуучу 2 мм листтин калыцдыгы 6082 жана 5083 алюминий эритмелерин СМТ боюнча жетиштуу иш жургузулбей келген.

Алюминий эритмелерин ширетүү мындай кыйынчылыктар менен коштолот: оксид пленкасы, ысык жана муздак жаракалар. Мындан тышкары, ширетүүдө пайда болгон көзөнөктүүлүк ширетүүчү процессти татаалдантат жана атайын ширетүүчү жабдууларды колдонууну талап кылат.

Алюминий эритмелеринин жука барактарын СМТ ыкмасы менен ширетүү боюнча адабияттарда микроструктуранын ширетүүчүнүн жана негизги материалдын касиеттерине тийгизген таасири кеңири каралган комплекстүү эмгектер жок экендигин белгилей кетүү керек. Ошондой эле, СМТ ширетүү параметрлеринин натыйжасында муундардын механикалык касиеттери боюнча таасири жөнүндө жетиштүү маалыматтар жок.

Диссертациянын темасынын ири илимий программалар жана негизги илимий изилдөө иштери менен байланышы. «Wolkswagen Stiftung» долбоорунун алкагында: И.Раззакова атындагы КМТУда ширетүүчү боюнча Кыргыз-Герман компетенттүү борборун түзүү.

Изилдөөнүн максаты: алюминий эритмелерин СМТ менен ширетүүнүн сапатын жогорулатуунун жолдорун жана методдорун аныктоо.

Бул максатты ишке ашыруу үчүн төмөндөгүдөй милдеттер коюлган: **Изилдөөнүн милдеттери:**

• ширетүүчү бириктирүүнүн сапатына таасир этүүчү СМТ ширетүүчү параметрлерин аныктоо;

• СМТ ширетүүсүндө зымдын өтүү ылдамдыгынын ширетүүчү кошулмалардын бекемдигинин мүнөздөмөлөрүнө тийгизген таасиринин мүнөзүн аныктоо;

• ширетилген кошулмалардын сапатына зымдын өтүү ылдамдыгынын таасиринин деңгээлин чагылдырган эмпирикалык моделдерди иштеп чыгуу.

Изилдөө ишинин натыйжаларынын илимий жаңылыгы.

• кеңири эксперименттердин натыйжалары боюнча зымдын өтүү ылдамдыгына жана тешикчелердин санына жараша ширетилген кошулмалардын акыркы бекемдигин эсептөөгө мүмкүндүк берүүчү эмпирикалык моделдер иштелип чыккан;

• тешикчелердин санына жараша ширетүүлөрдүн бекемдик мүнөздөмөлөрүнүн төмөндөшүнүн чоңдугун эсептөөгө мүмкүндүк берүүчү эмпирикалык модель аныкталды.

Изилдөөнүн натыйжаларынын практикалык маанүүлүлүгү.

• СМТ ширетүүнүн режимдери жана шарттары аныкталды, бул ширетүүнүн жогорку сапатын алууга мүмкүндүк берет:

- инерттүү газ таза аргон жана газ аралашмасы Ar/He 30;

- ширетүүчү зымдын диаметри 1,2 мм;

- ширетүү ылдамдыгы 0,4 м/мин;

- ширетүүчү зымдын өтүү ылдамдыгы 3,5;4;4,5;5 м/мин;

• диссертациялык иштин натыйжаларын 5083 (Al-Mg), 6082 (Al-Mg-Si) материалдарды ширетүүдө колдонуу сунушталат.

Алынган натыйжалардын экономикалык мааниси.

Иштин натыйжаларын пайдалануунун экономикалык эффективдүүлүгү кызмат көрсөтүүнүн көбөйүшү менен билдирилген СМТ ширетүүдө алынган 5083 (Al-Mg) жана 6082 (Al-Mg-Si) алюминий эритмелеринин ширетүүлөрүнүн сапатын жана ишенимдүүлүгүн жогорулатуу болуп саналат. ширетилген буюмдардын жашоо мөөнөтү.

Коргоо үчүн берилген диссертациянын негизги жоболору:

• 5083 (Al-Mg) жана 6082 (Al-Mg-Si) алюминий эритмелеринин ширетүүчү СМТ режиминин параметрлеринин ширетүүчү бириктирүүнүн сапатына таасиринин мүнөзү;

• ширетилген муундун чоюлуу бекемдигине зымдын өтүү ылдамдыгынын таасирин чагылдырган эмпирикалык модель.

• ширетилген муундун бекемдик мүнөздөмөсүнө тешикчелердин санынын таасирин чагылдырган эмпирикалык модель.

Изденүүчүнүн жекече салымы: Илимий-эксперименталдык изилдөөлөрдү жана натыйжаларды иштеп чыгууну өтүнүүчү жеке өзү жүргүзгөн. Биргелешип жазган док. Профессор Рагрин Н.А. эмпирикалык моделдер иштелип чыккан.

Илимий иштин апробацияланышы. Диссертациялык иштин негизги жоболору "Атайын максаттар үчүн инновациялык технологиялар жана техникалык каражаттар" деген он төртүнчү Бүткүл россиялык илимий-практикалык конференцияда (Санкт-Петербург, 15-19-ноябрь, 2021-ж.), Эл аралык илимий-практикалык конференцияда баяндалган. “Илим жана технологиядагы инновациялар” (Бишкек, 2022-жылдын 20-21-апрели), VIII Эл аралык тармактык илимий-практикалык конференцияда “Билим берүү жана илимдеги инновацияларды өнүктүрүүдөгү заманбап интеграциялык процесстер” (Бишкек, 2022-жылдын 12-майы) сессиясы Окумуштуулар үйүндө «Машина куруу жана прибор куруу технологиялары» секциясында (Бишкек, 23-май, 2022-жыл) дистанциялык түрдө.

Диссертациянын натыйжаларынын толук жарыяланышы.

Диссертациянын темасы боюнча 12 илимий эмгек жарык көргөн, анын ичинен 5 макала RSCI системасы, RSCI (RSCIдин өзөгү) Россиядагы индекстелген илимий журналдарда жарыяланган.

Диссертациянын көлөмү жана түзүлүшү: Чыгарма машинкага басылган 132 баракта берилген. Ал кириш сөздөн, 3 бөлүмдөн, корутундудан, адабияттар тизмесинен, анын ичинде 65 булактан турат. Эмгекте 54 цифра, 66 таблица бар.

Диссертациялык иштин негизги мазмуну

Киришүү бөлүмүндө теманын тандалып алынышы жана анын актуалдуулугу белгиленип, максат, милдети, аныкталды. Ошондой эле изилдөөнүн обьектиси, предмети, жаңылыгы, теориялык мааниси, практикалык баалуулугу жана коргоого коюлуучу жоболор тууралуу маалыматтар берилет.

Биринчи бөлүмүндө диссертациянын темасы боюнча илимий-техникалык адабияттарды кароонун жана талдоонун натыйжалары берилген. Алюминий эритмелерин ширетүүнүн жалпы түшүнүгү келтирилген, алюминий барактарды ширетүүнүн технологиялары жана өзгөчөлүктөрү кеңири баяндалган, ширетүүнүн үзүлүшүнө таасир этүүчү негизги факторлор, ошондой эле аларды жоюу жана ширетүүнүн сапатын камсыз кылуу ыкмалары, берилген. Алюминий эритмелерин Fronius CMT жабдууларында ширетүү эң эффективдүү ыкма болуп эсептеле тургандыгы аныкталды. CMT процесси 2005-жылдан бери белгилүү болгон Fronius тарабынан чыгарылган Cold Metal Transfer (муздак металлды өткөрүү) деп аталат. Журнал [15] буга чейин жазгандай, CMT процессинин революциялык мүнөзү биринчи жолу ширетүүдө (ширитуу) зымдардын кыймыл процесси түздөн-түз колдонулгандыгында жана санариптик башкаруу тез эле аныктоого мүмкүндүк берет. кыска туташуунун моменти жана өзүнчө ширетүүчү бассейнге металл түзмө-түз тамчы тамчы. Төмөнкү 1-сүрөттө CMT процесси иштеген жаалардын түрлөрү көрсөтүлгөн.

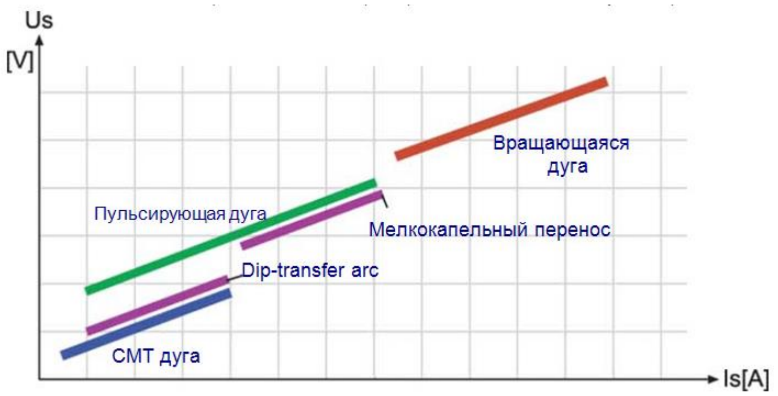


Рисунок 1– Виды дуг

СМТ жаасы жогорку сапаттагы ширетүүчү тигишти түзүүчү минималдуу жылуулук өткөрүмдүүлүккө туура келген минималдуу күч талап кылынган түстүү материалдар үчүн иштелип чыккан.

Cold Metal Transfer (CMT) металлдык инерттүү газ (MIG) менен ширетүү ыкмасынын далилденген түрү болуп саналат. CMT процессинин жардамы менен бир эле материалдарды эмес, окшош эмес материалдарды да туташтыруу үчүн[49]. SMT учурунда жылуулук эффектиси дайыма ысыктан муздакка өзгөрүп, контрасттык душтун түрүн түзөт [50]. Белгилүү немис компаниясы Merkle да минималдуу жылуулук өткөрүмдүүлүк менен алектенет, процесс ColdMiG деп аталат. Бул ыкма менен жылуулук берүү салттуу ширетүүгө караганда 20-30% аз.

Конструкциянын ширетүүчүлүгү материалдын ширетүүчүлүгүнүн ылайыктуулугуна, ширетүүнүн коопсуздугуна жана ширетүү мүмкүнчүлүктөрүнө жараша болот. Ушуга байланыштуу кара (болот жана чоюн), ошондой эле түстүү материалдарды ширетүүдө убакытты жана акчаны үнөмдөө үчүн эрежелерди сактоо маанилүү [28].

Электроддун зымынын диаметринин жана туруктуу ширетүүчү токтун чоңоюшу менен электроддогу токтун тыгыздыгы азаят, ал эми электроддун учу менен ширетүүчү бассейндин бетинин ортосундагы жаанын жылышы көбөйөт, бул чоңоюуга алып келет. ширетүүчүнүн туурасында жана төмөндөшү кирүү тереңдиги. Тескерисинче, электрод зымынын диаметринин азайышы менен андагы токтун тыгыздыгы көбөйөт, догалардын жылышы азаят, жылуулук ширетүүчү бассейндин кичинекей аянтына топтолуп, өтүү тереңдиги көбөйөт, ал эми тигиштин туурасы азаят. Бул жука электрод зымы менен ширетүүдө салыштырмалуу аз токтарда терең өтүүгө мүмкүндүк берет [27].

Алюминий эритмелери коргоочу газ чөйрөсүндө, тактап айтканда инерттүү газдардын металлында (аргон, гелий) жакшы ширетилген. Алюминий эритмелерин ширетүүдө аргон жана гелий коргоочу газдар тандалып алынган. Коргоочу газдарда ширетүүнүн иштөө принциби ширетүүчү дога күйүп, ширетүүчү зымды жана даяр тетикти эритип, алардын ортосунда ширетүүчү бассейнди түзүүдө. Эреже катары, ширетүүчү электрод - анод (плюс электрод) жана негизги материал - катод (минус). Газ

ширетүүчү эритинди жагымсыз атмосфералык реакциялардан коргойт. Ширетүүдө газ ширетүүнүн пайда болушуна таасирин тийгизет [24,25]. Төмөндөгү 3-сүрөттө коргоочу газдардагы ширетүү принциби көрсөтүлгөн [24]. Коргоочу газдын агымынын ылдамдыгы ширетилген материалдын химиялык курамына жана калыңдыгына жараша белгиленет [19]. сапатын жогорулатуу жана идеалдуу ширетуучу енугууну калыптандыруу учун бардык чараларды керуу.

Бир маанилүү параметр зым берүү ылдамдыгы болуп саналат. Туруктуу ширетүү процесси үчүн электрод зымынын берилүү ылдамдыгы анын эрүү ылдамдыгына барабар болушу керек. Зымды берүү ылдамдыгы жетишсиз болсо, мезгил-мезгили менен жаа үзгүлтүккө учурашы мүмкүн, ылдамдык өтө жогору болсо, ширетүүчү бассейнге электроддун тез-тез кыска туташуусу пайда болот. Мунун баары тигиштин жетишсиздигинин жана канааттандырарлык эмес түзүлүшүнүн пайда болушуна алып келет.

Биринчи бөлүм боюнча корутунду

1. Алюминий эритмелерин ширетүү мындай кыйынчылыктар менен коштолот: оксид пленкасынын болушу, ысык жана муздак жаракалар, ширетүү процессин татаалданткан жана атайын ширетүүчү жабдууларды колдонууну талап кылган көзөнөктүүлүк.

2. Электрод зымынын диаметринин азайышы менен андагы токтун тыгыздыгы көбөйөт, доонун жылуусу азаят, жылуулук ширетүүчү бассейндин кичинекей аянтына топтолуп, өтүү тереңдиги көбөйөт, тигиштин туурасы кыскартылат. Бул кичинекей диаметрдеги электрод зымы менен ширетүүдө салыштырмалуу төмөн токтарда терең өтүүгө мүмкүндүк берет.

3. Зымдын диаметри жетишсиз болсо, зым менен учтун ички бетинин ортосунда жаа пайда болуп, учу көбөйүп, зым менен биригиши мүмкүн. Диаметри өтө чоң зым ашыкча азыктандыруу күчүн талап кылат, учуна сайылып, зымдын үзүлүүсү жана жабдуулардын токтоп турушу керек.

4. Ширетүүчү зымдын химиялык курамы ширетүүчүнүн сапатына жана бекемдигине таасир этет.

5. Коргоочу газдын курамы ширетүүчүнүн сапатына олуттуу таасирин тийгизет жана ширетүүчү материалдын сортуна жана кошулма түрүнө жараша болот. Аргон жана аргон-гелий аралашмасы жогорку жаа туруктуулугун жана жылуулук энергиясын камсыз кылат.

6. Wire берүү ылдамдыгы ширетүүчү режиминин маанилүү параметрлеринин бири болуп саналат. Зымды берүү ылдамдыгы жетишсиз болсо, мезгил-мезгили менен жаа үзгүлтүккө учурашы мүмкүн, ылдамдык өтө жогору болсо, ширетүүчү бассейнге электроддун тез-тез кыска туташуусу пайда болот.

7. Ширетүүнүн сапатын мүнөздөгөн эң маанилүү параметрлердин бири болуп чыңалууга бекемдик эсептелет (эң жогорку күч σВ).

9. Ушул убакка чейин трубаларды жасоодо кеңири колдонулган 6082 жана 5083 алюминий эритмелеринин инерттүү газ чөйрөсүндө сарпталуучу электрод менен каршылык жаа менен ширетүү (КМТ) боюнча иштер жүргүзүлгөн эмес.

10. Ширетүүчү жана негизги материалдын касиеттерине микроструктуралардын таасири каралган комплекстүү иштер каралган эмес. Заманбап изилдөөлөрдүн басымдуу көпчүлүгүндө ширетүүнүн (CW) пайда болгон муундардын механикалык касиеттерине тийгизген таасири жөнүндө маалыматтар жок.

11. Азыркы учурда инерттүү газ менен ширетүүчү чөйрөдө керектелүүчү электрод менен каршылык жаа менен ширетүүнүн режиминин жана шарттарынын ширетүүчүнүн сапаттык көрсөткүчтөрүнө таасирин мүнөздөгөн математикалык көз карандылыктар жок.

Экинчи бөлүм 5083 Al-Mg, 6082 Al-Si-Mg маркасындагы алюминий эритмелеринин материалдарына жана изилдөө ыкмаларына арналган. Изилдөө Клаусталь техникалык университетинин (Германия) алдындагы металлдарды ширетүү жана кесүү институтунда жүргүзүлгөн. Ширетуучу цехте ширетуу иштери жургузулду. Негизги материал катары Al-Mg-Si эритмеси AW6082T6 (AD35 аналогу) жана Al-Mg эритмеси 5083 (AMg4.5 аналогу) колдонулган. ширетүүчү зым AlMgMn 5087.

Химический состав сплава 6082 AlSi1MgMn (масс. %)

Таблица 1

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
0,7-1,3	0,5	0,1	0,40-1,0	0,6-1,2	0,25	0,2	0,1	ост.

Химический состав сплава AlMg4,5 5083 (масс. %)

Таблица 2

Mg	Fe	Cu	Mn	Si	Cr	Zn	Ti	Al
4,0-4,9	0,40	0,10	0,40-1,0	0,40	0,05-0,25	0,25	0,15	ост.

Химический состав сплава AlMg4,5Mn Zr 5087 (масс. %)

Таблица 3

Mg	Fe	Cu	Mn	Si	Cr	Zn	Ti	Al
4,5-5,2	0,40	0,05	0,7-1,1	0,25	0,05-0,25	0,25	0,15	ост.

6082 (Al-Mg-Si) жана 5083 (Al-Mg) сериясы ширетилген муундар CMT Cold Metal Transfer ширетүүчү тарабынан өндүрүлгөн. Бардык эксперименттер Клаусталь техникалык университетинде (Германия), металлдарды ширетүү жана кесүү институтунда өткөрүлдү. Төмөндө Fronius фирмасынын CMT жабдуулары, 4-сүрөт.

СМТ системасы 1-зым азыктандыруучу, 2-санариптик башкарылуучу кубат булагы, 3-муздатуу бирдиги, 4-дистанттык башкаруу, 5-ширетүүчү шамана так зымды азыктандыруу жана туруктуу кысуу күчү, 6-газ турат.

Рисунок 4 – Сварочное оборудование СМТ,1-сварочный робот «Kuka», 2-сварочный стол, 3-сварочная установка

Fronius ширетүүчү машинасында цифралык башкаруу панелдери жана орнотулган зымдар бар, бул ширетүү процессин бир топ жеңилдетет. СМТ стабилдүү жааны жана процессти так башкарууну камсыз кылган "муздак" материалды өткөрүп берүүнү билдирет. 5-сүрөттө СМТнын иштөө принциби көрсөтүлгөн, ширетүүдө зым алдыга жылып, кыска туташуу пайда болору менен кайра тартылат. Ушундан улам күйүү фазасында жаа өзү өтө кыска убакыттын ичинде жылуулук эффектисине ээ болот. Каалоо фазасында толтуруучу материал. ваннага которулган. Толтуруучу материал ваннага чөмүлдүрүлгөндө, арка чыгып кетет. Ширетүүчү ток азаят. Зымдын тескери кыймылы кыска туташуу учурунда түшүүнүн ажырашына өбөлгө түзөт. Кыска туташуу агымы төмөн сакталат. Зымдын багыты тескери болуп, процесс жаңыдан башталат.

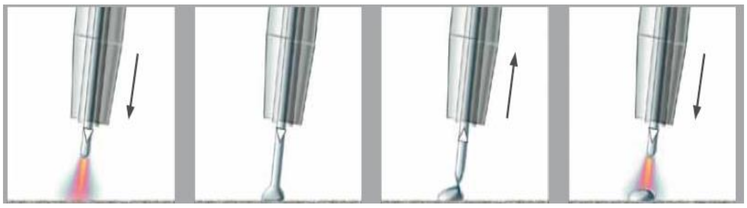


Рисунок 5 – Принцип работы СМТ дуги

СМТ ширетүүдө, мындай түрлөрү мүмкүн: СМТ жана СМТ импульс. СМТ импульсу СМТ ширетүүсүнө караганда материалга көбүрөөк жылуулук таасир этет. Максаттуу импульсту башкаруу чоң кубаттуулук диапазонун камсыз кылат. 4-сүрөт СМТ системасынын жалпы түзүлүшүн жана курамын көрсөтөт.

Абразивдүү дөңгөлөктү колдонуу менен алюминий эритмелеринен оксид катмарын алып салуу. Атайын станок, электрокорунддан жасалган сопло, абразивдик дөңгөлөктүн негизи кальций оксиди кошулган жогорку пайыздык алюминий оксиди Al2O3 турат. Иш процессинде атайын наушник, көз айнек жана колкап тагылган. Ширетүү үчүн барак эки жагына бир тишке бекитилген. Майдалоо операциясы беттерден булгоочу заттардын ар кандай түрлөрүн жок кылат. Үлгүлөр этил спирти (этанол) менен тазалангандан кийин жана 5% натрий гидроксиди NaOH "каустикалык сода" менен сүртүлгөн. Четин даярдоо бурчу α= (60-900) металлдын калыңдыгы 3 ммден ашканда аткарылат, анткени анын жоктугу (четтерин даярдоо) ширетилген кошулма кесилишинде эритүүнүн жоктугуна алып келиши мүмкүн; жок болгон учурда четтери, ширетүүчү токтун мааниси жогорулайт [28].

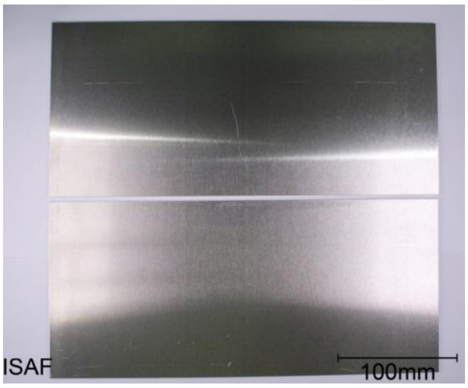


Рисунок 6 – Готовые листы для сварки

Ширетүүчү барактардын өлчөмдөрү 200х105 мм.

Алдын ала изилдөөлөрдүн негизинде СМТ ширетүү шарттары да тандалган, бул ширетүүчү кемчиликтердин көбүн жоюуга мүмкүндүк берет:

Эксперименттик маалыматтарды колдонуу менен кемчиликтерди четтеткенден кийин, төмөнкү ширетүүчү параметрлери тандалды:

• инерттүү газ таза аргон жана аралаш газ Ar/He 30;

• ширетүүчү материалдар

• барактын калыңдыгы 2мм

• 1,2 мм 1,6 мм ортосундагы ширетүү зым диаметри;

• ширетүүчү зым материалдары

• ширетүүчү ылдамдыгы 0,4 м/мин;

• ширетүүчү зымды берүү ылдамдыгы 3,5;4;4,5;5 м/мин

6082 (Al-Mg-Si) жана 5083 (Al-Mg) 2 мм калыңдыктагы алюминий эритмелерин ширетүү CMT ширетүү режиминин параметрлери менен, CMT ширетүүчү жабдууларда жүргүзүлдү. Ширетүү үлгүлөрү үстөлгө бекитилет. Ширетүү процесси роботтун жардамы менен пульт менен башкарылат.

AW6082T6 (Al-Mg-Si), 5083 (Al-Mg) алюминий эритмелеринин чыңалууга сыноосу сыноочу машинанын жардамы менен жүргүзүлгөн.

Рисунок 7 – Высокоскоростная испытательная машина «Amsler HTM 16020» на растяжение

7-сүрөт - жогорку ылдамдыктагы чыңалууну сыноочу машинанын жалпы көрүнүшү. Машина Zwick/Roell тарабынан чыгарылган. Максималдуу сыноо күчү 160 кН. максималдуу чоюу ылдамдыгы 20м / с, минималдуу чоюу ылдамдыгы 0,1мм / с.

7-сүрөт чыңалууну сыноочу машинага үлгү орнотуунун схемасын көрсөтөт. Үлгү үлгүнүн үстүнкү жана төмөнкү жагындагы болттор менен эки тараптан бекитилет.

AW6082T6 (Al-Mg-Si), 5083 (Al-Mg) алюминий эритмелеринин микросекциялары алдын ала даярдалган, майдаланган жана жылмаланган. Металлографиялык иштетүү жогорку сапаттагы сүрөттөр үчүн абдан маанилүү.

Рисунок 8 – Световой микроскоп

Микроструктуралык анализ Leica DM 6000 микроскопунда жүргүзүлгөн. Төмөндө жарык микроскопиясы менен жүргүзүлгөн 8-сүрөт. Микроскоп материалдын макро жана микроструктурасын изилдөө үчүн арналган.

Үчүнчү бөлүм. Алдын ала сыноолор, ширетүүнүн жогорку сапатын алууга мүмкүндүк берген СМТ ширетүүнүн режимдерин жана шарттарын аныктоого мүмкүндүк берди:

- ширетүүчү материал

– 5083 маркасындагы алюминий эритмеси;

- инерттүү газ - инерттүү газдардын Ar/He аралашмасы;

- ширетүүчү зымдын диаметри -1,2 мм;

- 5087 маркасындагы ширетүү зымынын алюминий эритмесинин материалы;

- ширетүү ылдамдыгы 0,4 м/мин;

- зымды берүү ылдамдыгы 3,5тен 5,0 м/мин.

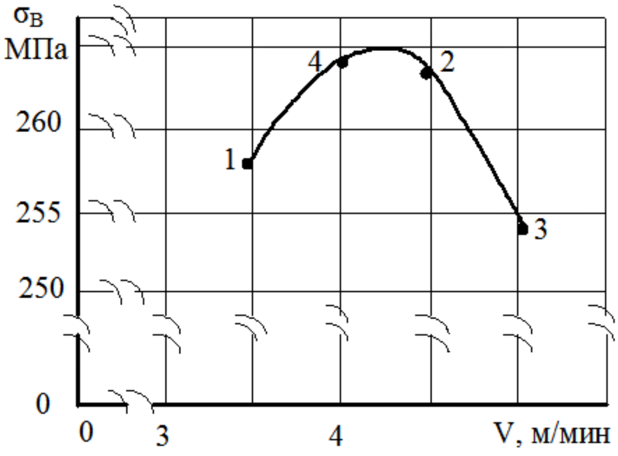


Рисунок 9 - Зависимость предела прочности от скорости подачи проволоки

СМТ ширетүүнүн тандалган режимдерин жана шарттарын колдонуу менен ширетүүчүнүн эң жогорку бекемдигинин зымдын өтүү ылдамдыгына көз карандылыгынын графиги эксперименталдык түрдө алынган (9-сүрөт).

Графиктин жакындашуусу (10-сүрөт) көз карандылыкты [1] алууга мүмкүндүк берди.

Алдын ала изилдеелердун журушунде ширетуулердегу кемчиликтердин кепчулугу четтетилди. Ширетүүчү бассейнде суутек жана азот газдарынын болушуна байланыштуу толугу менен жок кылууга мүмкүн болбогон тешикчелер калды. 10-13-сүрөттөр 11-сүрөттө көрсөтүлгөн

графикти түзүүдө алынган зымдын өтүү ылдамдыгында алынган ширетүүчүлөрдүн микросекцияларын көрсөтөт.

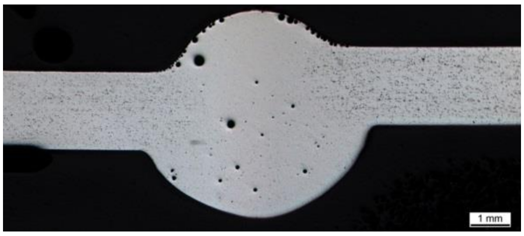


Рисунок 10 - Микрошлиф сварного шва, V = 3,5 м/мин

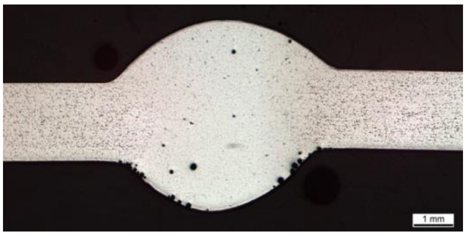
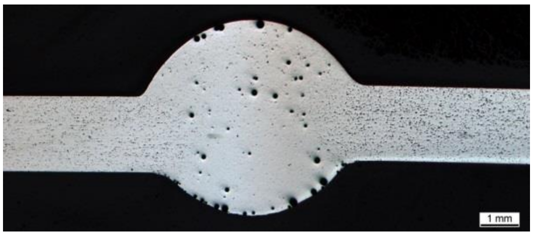


Рисунок 11 -Микрошлиф сварного шва, V = 4 м/мин



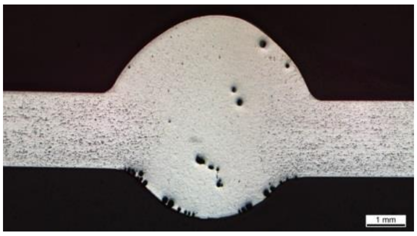


Рисунок 12- Микрошлиф сварного сварного шва, V = 5 м/мин

Рисунок 13 - Микрошлиф шва, V = 4,5 м/мин

В таблице 4 показаны характеристики прочности сварных швов, и соответствующие им число пор полученные экспериментальным путем [2].

Характеристики прочности сварных швов и соответствующее им число пор

Таблица 4

№	$\sigma_В$, МПа	$\Delta\ell$, %	$\sigma_Т$, МПа	δ, шт
1	253	14,08	129	16
2	242	13,28	124	28
3	258	13,22	131	20
4	274	15,71	138	9

5	216	12,23	120	37
6	250	14,5	125	15

Графическое выражение зависимостей характеристик прочности от числа пор представлены на рис.14-16.

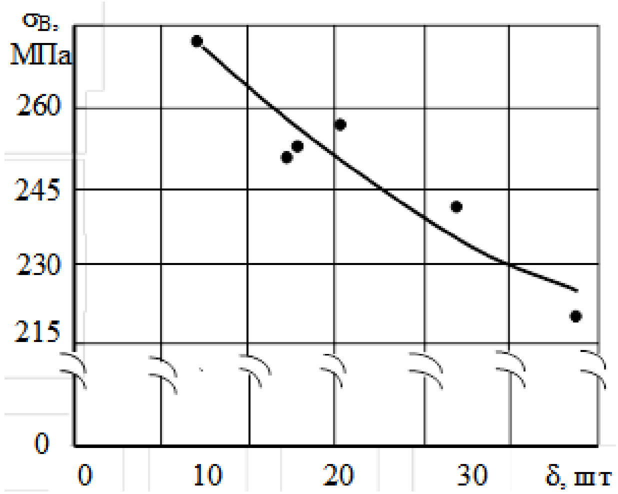


Рисунок 14 - Зависимость предела прочности от числа пор

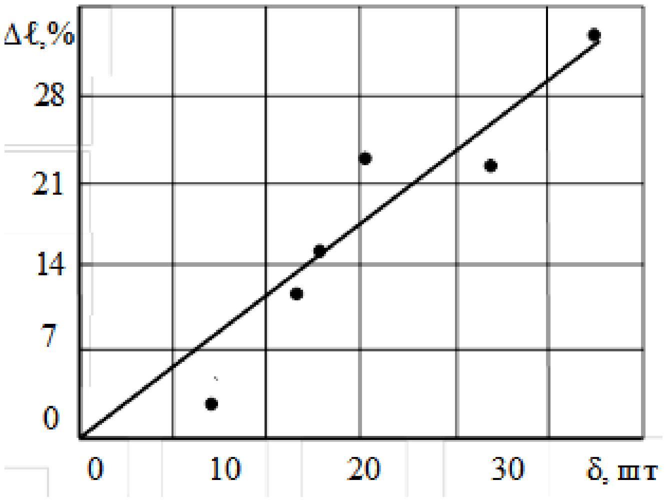


Рисунок 15 - Зависимость относительного удлинения от числа пор

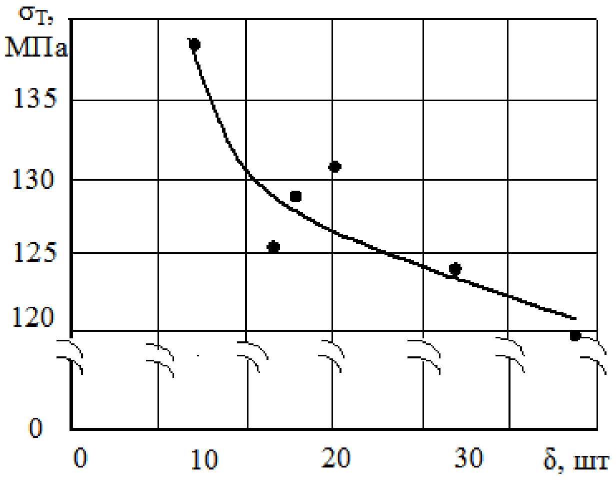


Рисунок 16 - Зависимость предела текучести от числа пор

14-сүрөттө, 15-сүрөттө жана 16-сүрөттө берилген ширетүүлөрдүн бекемдик мүнөздөмөлөрүнүн көз карандылыктарынын графиктеринин ийри сызыктары ар бир чекитте бир нече өлчөөлөрдү орточо алуу менен алынган статистикалык көз карандылыктар болуп саналат, ошондуктан бул көз карандылыктардын жакындашуусу эң кичине квадраттар ыкмасы менен жүргүзүлгөн [3].

Регрессиялык анализдин жыйынтыгында үч статистикалык көз карандылыктын регрессиялык коэффициенттери аныкталган: түз, күч жана экспоненциалдык. Андан кийин алардын ар биринин корреляция коэффициенти эсептелип, салыштырма анализ ыкмасы менен изилдөөнүн натыйжаларына эң адекваттуу көз карандылыктар аныкталды. Булар сызыктуу көз карандылык (2) акыркы күчкө, кубаттуулукка көз карандылыкка (3) салыштырмалуу узундукка жана экспоненциалдык көз карандылыкка (4) агымдуулукка [4] жана мурда алынган көз карандылык (1) режим параметринин жана SMT ширетүүнүн дефектинин ширетүүнүн сапатына таасири.

$$\sigma_B = 107{,}0625V^{2{,}1707}e^{-0{,}5258V}, \quad (1)$$

$$\sigma_B = 286{,}042 - 1{,}786\delta, \quad (2)$$

$$\Delta\ell = 22{,}5315\delta^{-0{,}168}, \quad (3)$$

$$\sigma_T = 164{,}8\delta^{-0{,}0865}. \quad (4)$$

Бул математикалык модель эксперименталдык жол менен алынган жана жогорку тактык менен зымдын өтүү ылдамдыгына жана тешикчелердин санына жараша ширетүүлөрдүн бекемдик мүнөздөмөлөрүн эсептөөгө мүмкүндүк берет.

Корутундулар:

1. СМТ ширетүүнүн режимдери жана шарттары аныкталды, алар ширетүүнүн жогорку сапатын алууга мүмкүндүк берет.

2. Сунушталган ылдамдык диапазону ширетүүнүн сапатына көбүрөөк таасир этээри аныкталды: 3,5; 4; 4,5; 5 м/мин зым өткөргүч. Зымдын өтүү ылдамдыгынын ширетүүчүнүн эң жогорку бекемдигине тийгизген таасиринин мүнөзүн чагылдырган көз карандылык алынат.

3. Тешикчелердин саны ширетүүчү жерлердин бекемдигинин төмөндөшүнө олуттуу таасир этээри далилденди: созуу күчү, салыштырмалуу узундугу жана ийилүүчүлүгү.

4. Тешиктердин санынын ширетүүлөрдүн бекемдик мүнөздөмөсүнө жана алардын азайышынын чоңдугуна тийгизген таасиринин мүнөзүн чагылдырган көз карандылыктар алынды.

5. Зымдын өтүү ылдамдыгына жана тешиктердин санына жараша ширетүүчүнүн бекемдик мүнөздөмөлөрүнүн чоңдугуна жараша ширетүүчүнүн акыркы бекемдигин эсептөөгө мүмкүндүк берүүчү моделдер иштелип чыккан.

ПРАКТИКАЛЫК СУНУШТАР

Диссертациянын натыйжаларын практикалык колдонуу боюнча сунуштар:

• СМТ ширетүүнүн режимдери жана шарттары аныкталды, бул ширетүүнүн жогорку сапатын алууга мүмкүндүк берет:

- инерттүү газ таза аргон жана газ аралашмасы Ar/He 30;

- ширетүүчү зымдын диаметри 1,2 мм;

- ширетүү ылдамдыгы 0,4 м/мин;

- ширетүүчү зымдын өтүү ылдамдыгы 3,5;4;4,5;5 м/мин;

• диссертациялык иштин натыйжаларын 5083 (Al-Mg), 6082 (Al-Mg-Si) материалдарды ширетүүдө колдонуу сунушталат.

Диссертациянын темасы боюнча жарыяланган эмгектердин тизмеси

1. Белекова, Ж.Ш. МИГ (металл инерттүү газ) ширетүүсүндө 6082 Т6 маркасындагы алюминий эритмелеринин (Al-Mg-Si) ширетүү режимдерин оптималдаштыруу / Ж.Ш. Белекова, А.А. Орозбаев. КМТУнун эмгектери №34-Бишкек, 2015. С. 103-106

2. Белекова, Ж.Ш. Перспективдүү алюминий эритмелери Al-Mg-Si маркасы 6082 Т6 / Ж.Ш. Белекова, А.А. Хасанов, КМТУнун жарчысы №35-Бишкек, 2015. 148-150-бб.

3. «Кыргыз темир жолу» мамлекеттик ишканасынын жүк вагондорунун ширетилген тетиктеринин эскирүүсүнө туруктуулугун аныктоо КМТУнун эмгектери № 34-Бишкек, 2015. С. 95-103.

4. Белекова, Ж.Ш. 6082Т6 (Аль-Мг-Си) маркасындагы алюминий эритмелерин ширетүүнүн технологиясы жана өзгөчөлүктөрү / Белекова Ж.Ш. - Локомотив паркынын эксплуатациялык ишенимдүүлүгү жана поезддерди тартуунун эффективдүүлүгүн жогорулатуу: ОМГУПС-Омск эл аралык катышуусу менен үчүнчү Бүткүл россиялык илимий-техникалык конференциянын материалдары, №3, 2016. С. 118-124

5. Белекова, Ж.Ш. 6082Т6 (Al-Mg-Si) маркасындагы алюминий эритмелерин ширетүү үчүн төмөнкү жылуулукту колдонуу / Ж.Ш. Белеков. Өнөр жайда жана транспортто өлчөө, сапатты көзөмөлдөө жана диагностиканын аспаптары жана ыкмалары: Эл аралык катышуу менен экинчи Бүткүл россиялык илимий-техникалык конференциянын материалдары ОМГУПС-Омск, 2016. Сп.137-141

6. Белекова, Ж.Ш. Төмөн жылуулук менен ширетүүдө жасалган 6082Т6,5083N111 маркасындагы алюминий эритмелеринин ширетилген кошулмаларынын тартылуу сыноолору / КарМТУнун № 59-Бишкек, 2017-ж. 169-173-бб

7. Белекова, Ж.Ш. Алюминий эритмесин (Al-Mg) 5083 үчүн сунуш кылынган ширетүү шарттары SMT / Ж.Ш. Белеков. КМТУнун эмгектери №46 / - Бишкек 2018. С.128-131

8. Рагрин, Н.А. Алюминий эритмесин ширетүүнүн сапатын жогорулатуу ыкмалары / Н.А. Рагрин, Ж.Ш. Белеков. Ширетүүчү өндүрүш № 10 - Москва, 2020. С. 55-60

9. Рагрин, Н.А. Алюминий эритмелериндеги ширетүүчү кошулмалардын сапатына ширетүүлөрдүн көзөнөктүүлүгүнүн таасиринин үлгүлөрү / Н.А. Рагрин, Ж.Ш.Белекова./ Ширетүүчү өндүрүш №2 - Москва 2021 С.24-31

10. Рагрин, Н.А., Алюминий эритмеси менен ширетүүлөрдүн бекемдигин аныктоонун математикалык моделин иштеп чыгуу / Н.А. Рагрин, Ж.Ш.Белекова.Ширүүчү өндүрүш №9 Москва 2021, С.14-22

11. Белекова, Ж.Ш. Алюминий эритмелерин СМТ ширетүүнүн сапатын жогорулатуу / Ж. Ш. Белекова, Н. А. Рагрин. Атайын максаттар үчүн инновациялык технологиялар жана техникалык каражаттар. БГТУнун жарчысы №81, Санкт-Петербург 2022б.108-111

12. Белекова Ж.Ш. Майда бүртүкчөлүү жеңил эритмелерди ширетүүдө смт (муздак металлды өткөрүү) режимин изилдөө жана иштеп чыгуу / Ж.Ш. Белекова Илим жана технологиядагы инновациялар КРСУ 2022

13. Белекова Ж.Ш. Алюминий эритмелерин СМТ ширетүүнү жогорулатуу жолдорун иштеп чыгуу. Эл аралык тармактык илимий-практикалык конференция "Билим берүү жана илимдеги инновацияларды өнүктүрүүдөгү заманбап интеграциялык процесстер"

РЕЗЮМЕСИ

Белекова Жылдыз Шаршеналиевнанын 05.02.08 – «Машина куруу технологиясы» адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн «Учка бүртүкчөлүү жеңил эритмелерди СМТ (муздак металлды өткөрүү) ширетүүчү режимин изилдөө жана иштеп чыгуу» деген темадагы диссертациялары. .

Негизги сөздөр: СМТ, ширетүү технологиясы, ширетүү шарттары, алюминий эритмелери, ширетүү кемчиликтери, ширетүү, микроструктуралык анализ, жакындоо экспериментинин ыкмалары, Пирсон корреляциясы.

Изилдөөнүн объектиси: ширетүүчүнүн жана негизги материалдын касиеттерине микроструктуранын таасирин изилдеген СМТ ыкмасы боюнча алюминий эритмелеринин жука листтерин ширетүү.

Окуу предмети: 5083 (Al-Mg), 6082 (Al-Mg-Si) маркасындагы алюминий эритмелерин SMT ширетүү.

Иштин максаты: алюминий эритмелерин СМТ ширетүүнүн сапатын жогорулатуунун жолдорун жана ыкмаларын аныктоо.

Изилдөөнүн методдору жана жабдуулары: теориялык изилдөөлөр адабий талдоо жолу менен жүргүзүлдү, эксперименталдык маалыматтар математикалык статистиканын методдору менен иштетилди.

Эксперименттердин журушунде жабдуулар: СМТ ширетүүчү машина, керүүчү машина жана жарык микроскобу колдонулду.

Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы: кенен эксперименттердин натыйжалары боюнча зымдын өтүү ылдамдыгына жана

тешикчелердин санына жараша ширетүүнүн акыркы бекемдигин эсептөөгө мүмкүндүк берүүчү эмпирикалык моделдер иштелип чыккан;тешикчелердин санына жараша ширетүүлөрдүн бекемдик мүнөздөмөлөрүнүн төмөндөшүнүн чоңдугун эсептөөгө мүмкүндүк берүүчү эмпирикалык модель аныкталды.

Колдонуу боюнча сунуштар: диссертациялык иштин жыйынтыгы күндүзгү, сырттан окуу бөлүмдөрүнүн бакалаврлары үчүн атайын дисциплиналарды окууда колдонулат.

Колдонуу чөйрөсү: машина куруу технологиясы