Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясы
МАШИНА ТААНУУ ИНСТИУТУ

Кыргыз Республикасынын билим берүү жана илим министрлиги
И. Раззаков ат. КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИ

Д 05.16.523 диссертациялык кеңеши

Кол жазма укугунда

УДК 656.13

УДЕРБАЕВА АСЕМГУЛЬ ЕРКИНБЕКОВНА

ИШТЕТҮҮ РЕЖИМДЕРИН БАШКАРУУНУН НЕГИЗИНДЕ АЛЮМИНИЙ ЭРИТМЕЛЕРИНЕН ЖАСАЛГАН ПРЕСС-ӨНҮМДӨРҮН ӨНДҮРҮҮНҮН ЭФФЕКТИВДҮҮЛҮГҮН ЖОГОРУЛАТУУ

05.02.08 –«Машина куруу технологиясы»

Техника илимдеринин кандидаты илимий
даражасын изденип алууга жазылган диссертациянын
автореферати

Бишкек- 2017

Илимий иш **К.И. Сатпаев атындагы Казак улуттук изилдөө техникалык университетинде (КазУИТУ)** аткарылды

Илимий жетекчиси	техникалык илимдердин доктору, доцент **Абсадыков Бахыт Нарикбаевич**
Расмий оппоненттер:	техникалык илимдердин доктору, профессор **Муслимов Аппас Поясович**
	техникалык илимдердин кандидаты, доцент **Тутлис Валерий Петрович**
Жетектөөчү уюм:	**Алматы технологиялык университети** (Алматы ш. Толеби көчөсү,100)

Диссертация «12» майда 2017 жылы саат 14.00 Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Машина таануу институтунун, И.Раззаков ат. Кыргыз мамлекеттик университетинин алдындагы Д.05.16.523 диссертациялык кеңешинин отурумунда корголот.

Дареги: 720055, Бишкек ш., Скрябин ат. көчө, 23.

Диссертация менен Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын китепканасында жана http: //imash.kg/index.php/soiskatel-uderbaeva-asemgul-erkinbekovna сайтында таанышса болот.

Авторефератка отзывды кол коюлуп, герб менен мөөр басылып, эки нускада 720055, Бишкек ш., Скрябин ат. көчө, 23, КРнын УИАнын Машина таануу институту, Д.05.16.523 диссертациялык кеңеш же - mail: imash.dissovet@gmail.com -дареги боюнча жөнөтүүнү суранабыз.

Автореферат «10» апрелде 2017 ж. жөнөтүлдү.

Д.05.16.523 диссертациялык
кеңештин окумуштуу катчысы
т.и.к., ж.и.к. Квитко С.И.

ИЛИМИЙ ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Изилдөөнүн темасынын актуалдуулугу. Эритмелердин структурасы жана касиеттери алардын химиялык түзүмүнөн, алдын ала кошумча деформациялоодон жана ныктоонун шарттарынан, ошондой эле кийинки термикалык иштетүүдөн көз каранды. Мында фазалык түзүмүнүн даражасы жана андан кийинки катуу аралашманы муздатуу температуранын төмөндөшүнө жараша болот, ал эми катуу аралашманын көлөмү боюнча температуранын градиенти дандуу структураны түзүлүүсүнө гана жооп бербестен, кристаллдардын арасында жараңкаларды пайда кыла турган, өзүнүн өнүгүшүндө магистральга айланып, куйманын сырткы бетине чыга турган термикалык чыңалуулардын пайда болушуна да жооп берет. Структуранын түзүлүүсүнө ар бир конкреттүү ишканага мүнөздүү технологиялык өзгөчөлүктөр таасир этет. Балким, заводдун шартында, кристаллдашуу жана андан кийин муздатуу процессинде куйманын көлөмү боюнча температуранын таралышы тууралуу түз эксперименталдык маалыматтардын жоктугу, ушул себеп менен түшүндүрүлөт. Эритүү процессинде алынган структуранын сапаты, металлдардан буюмдарды жасоо процессиндеги жана аларды колдонууда материалдын андан аркы сапатын аныктайт. Берилген мүнөздөмөлөрдү камсыздоо жана буюмдун өздүк наркын төмөндөтүү бул структураны, пресс өндүрүшүнүн даярдык бөлүктөрүн өндүрүү үчүн, профилдердин сапатын жогорулатуу максатында, иштетүүнүн технологиясын жакшыртууга багытталган, иштетүүнүн температуралык-деформациялык режимдерин жөндөө жолу менен башкаруунун көз карашыда актуалдуу болуп эсептелет.

Бул изилдөөнүн максаты, алюминий эритмелеринен жасалган пресс-өнүмдөрдү даярдоо технологиясын, аларды өндүрүүнүн эффективдүүлүгүн жогорулатуу үчүн жакшыртып өркүндөтүү эсептелет.

Коюлган максатка жетүү үчүн төмөндөгүдөй негизги **маселелер** чыгарылды:

- өндүрүштүн шартында алынган, алюминий эритмелеринен куймалардын химиялык түзүмүнүн таралышынын мыйзам ченемдүүлүктөрүн, дандык структурасын жана кыска мезгилдүү механикалык касиеттерин изилдөө;
- эксперименталдык-имитациялык метод аркылуу кристаллдашууда куйманын көлөмү боюнча температуранын градиентин аныктоо;

- деформацияга кабылган АД31 алюминий эритмесинин кристаллдашуудан кийин каруу (эскирүү) процессин изилдөө;

- алюминий эритмелерин иштетүүдө чыңалуу-деформация абалынын (ЧДА) таралышынын мыйзам ченемдүүлүктөрүн компьютердик-имитациялык моделдөө аркылуу изилдөө;

- деформация режимдеринин вариациясынын эсебинен профилдердин сапаттуулугун камсыздаган, пресс-өнүмдөрдү өндүрүүнүн жаңы технологияларын иштеп чыгуу.

Коргоого алынып чыккан диссертациянын негизги жоболору:

1. Куймалардын кристаллдашуу процессин комплекстүү эксперименттик изилдөөлөрдүн негизинде АД31 алюминий эритмесинин куймасынын кесилиши боюнча температуранын, химиялык түзүмүнүн, дандардын чоңдуктарынын жана механикалык касиеттеринин таралышынын мыйзам ченемдүүлүктөрү аныкталды.
2. Эксперименттик жол менен агуу чегинин, убактылуу каршылыктын жогорулашы жана ийкемдүүлүктүн камдыгынын төмөндөшү менен коштолгон алюминий эритмесинин эскирүү динамикасы жана бекемдеши айкындалды.
3. Эксперименттик маалыматтардын негизинде куйманын кесилиши боюнча температуранын өзгөрүшүн мүнөздөгөн, кыска мезгилдүү механикалык касиеттердин эскирүү убактысына, ошондой эле агуу чегинин жыйналган ийкемдүүлүк деформациясынын чоңдугуна жараша көз карандылыктар алынды.
4. Чектүү элементтер методу аркылуу сандык маанилер алынды жана атайын крест түрүндөгү түзүлүштө эритмелерди деформациялоодо чыңалуу-деформациялык абалынын таралышынын негизги мыйзам ченемдүүлүктөрү аныкталды.
5. АД31 алюминий эритмесинен жогорку сапаттагы профилдерди өндүрүү мүмкүнчүлүктөрү, эскирүүдөн кийин механикалык касиеттеринин абалын, гомогендештирүүчү күйгүзүүдөн жана майда дандуу структурасы менен даярдык бөлүктөрдү алуу үчүн жумуштун режимдерин автоматтык түрдө башкаруусу менен жаңы крест түрүндөгү түзүлүштү колдонуу менен деформациялык бекемдетүүнү эске алуу менен аныкталды.

Алынган жыйынтыктардын илимий жаңылыгы:

– имитациялык экспериментин маалыматтарынын базасында эритменин тереңдиги боюнча, аны куюуда температуранын таралышынын профили аныкталды жана алардын негизинде куйманын кесилиши боюнча анын химиялык түзүмүнүн, дандарынын

чоңдуктарынын жана механикалык касиеттеринин таралышынын мыйзам ченемдүүлүктөрү аныкталды;

− эксперименттик жол менен агуу чегинин, убактылуу каршылыктын жогорулашы жана ийкемдүүлүктүн камдыгынын төмөндөшү менен коштолгон алюминий эритмесинин эскирүү динамикасы жана бекемдеши айкындалды;

− эксперименттик маалыматтардын негизинде куйманын кесилиши боюнча температуранын өзгөрүшүн мүнөздөгөн, кыска мезгилдүү механикалык касиеттердин эскирүү убактысынан, ошондой эле агуу чегинин жыйналган ийкемдүүлүк деформациясынын чоңдугунан көз каранды болуп өзгөргөн көз карандылыктар алынды;

− сандык маанилер алынды жана атайын крест түрүндөгү түзүлүштө эритмелерди деформациялоодо чыңалуу-деформациялык абалынын таралышынын негизги мыйзам ченемдүүлүктөрү аныкталды;

− АД31 алюминий эритмесинен жогорку сапаттагы профилдерди өндүрүү мүмкүнчүлүктөрү, эскирүүдөн кийин механикалык касиеттеринин абалын, гомогендештирүүчү күйгүзүүнү жана деформациялык бекемдетүүнү эске алуу менен, ошондой эле жумуштун режимдерин автоматтык түрдө башкаруусу менен жаңы крест түрүндөгү түзүлүштү колдонуу мүмкүнчүлүгү аныкталды.

Алынган жыйынтыктардын практикалык баалуулугу:

− ныктоодо колдонулуучу даярдык бөлүктөрдүн структурасын даярдоо технологиясы жакшыртылды;

− АД31 алюминий эритмесинен профилдерди, эскирүүдөн кийин механикалык касиеттеринин абалын, гомогендештирүүчү күйгүзүүнү жана деформациялык бекемдетүүнү эске алуу менен өндүрүү мүмкүнчүлүктөрүн баалоонун схемасы сунушталды;

− АД31 алюминий эритмесинен даярдык бөлүктөрдү алуунун технологиясын жакшыртуу жана ныктоо ыкмасы менен профилдерди өндүрүү боюнча сунуштар иштелип чыкты;

− өнүмдөрдү ныктоо үчүн жумуш режимдерин автоматтык түрдө башкаруусу менен атайын түзүлүш иштелип чыкты жана буга патент алууга тапшырык берилди.

Илимий эмгекти ишке ашыруу. Илимий иш мамлекеттик бюджет темасынын алкагында, К.И. Сатпаев атындагы Казак улуттук техникалык изилдөө университетинин Өндүрүштүк инженерия институтунун илим-изилдөө иштеринин координациялык планына ылайык аткарылды.

Диссертациянын жыйынтыктарынын апробациясы. Диссертациялык иштин негизги жоболору жана жыйынтыктары эл

аралык илимий-техникалык конференцияларда: «Механиканын жана машина куруунун актуалдуу проблемалары » (Алматы, КазУТУ 2009 ж.), «Металлургияда индустриялык-иновациялык өнүгүүгө багыт алуу» (Алматы, КазУТУ 2010 ж.), «Станок курууда, материал таанууда жана машина куруу өндүрүшүндө автоматтык долбоорлоодо жаңылыктар» (Алматы, КазУТУ 2010 ж.), (Чехвостова, Польша. 2015 ж.), «Техникадагы, тиричилик коопсуздугундагы жаңылыктар» (Москва, 2016 ж.) эл аралык илимий-техникалык конференцияларында докладдары окулду жана талкууланды.

Басылып чыккан илимий эмгектерде диссертациянын жыйынтыктарынын чагылышынын толуктуулугу. Диссертациянын негизги жыйынтыктары 24 илимий макалаларда, анын ичинде Scopus илимий басмаларынын индекстелген базасына кирген эл аралык журналдарда 2 макала, жана КР ЖАК сунуштаган журналдарда 13 макала жарык көрдү.

Диссертациянын структурасы жана көлөмү. Диссертация кириш сөздөн, төрт бөлүмдөн, корутундудан, саны 135 болгон колдонулган библиографиялык булактардан, жана 2 тиркемеден турат. Диссертациянын жалпы көлөмү 164 барак, анын ичинде 88 формула, 13 таблица, 75 сүрөт бар.

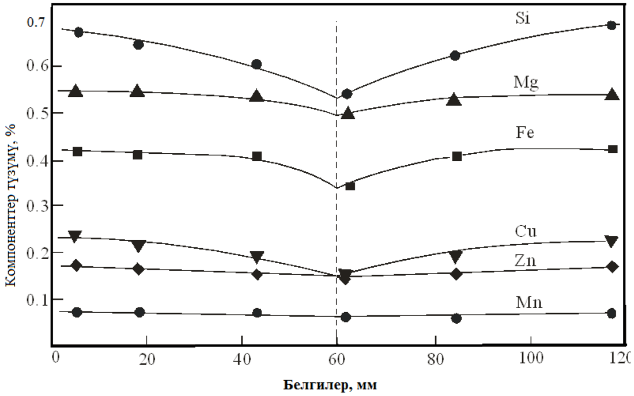
ИЛИМИЙ ИШТИН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Кириш сөздө теманын актуалдуулугу жана жаңылыгы көрсөтүлүп, изилдөөнүн максаты жана маселелери аныкталып, коргоого алынып чыккан негизги жоболор сунушталган.

Биринчи бөлүмдө алюминий эритмелерин ныктоо технологияларын жакшыртуунун жолдору, гомогендештирилбеген куймалардын структурасы жана фазалык түзүмдөрү, гомогендештирүүнүн куймалардын структурасына жана фазалык түзүмдөрүнө кылган таасири, алюминий эритмелеринин кайрадан кристаллдашуусуна жана полигондошуусуна деформациянын кылган таасири, кошумча алдын ала деформациялоонун ныкталган өнүмдөрдүн структурасына тийгизген таасири, ныкталган өнүмдүн сапатына температуралык-ылдамдык параметрлеринин таасири каралды.

Экинчи бөлүмдө комплекстик эксперименттик изилдөөлөр үчүн үлгүлөрдү даярдоонун усулдарынын көрсөтмөлөрү берилди. Химиялык түзүмдүн анализи эки метод менен жүргүзүлдү: спектрдик анализдин методу жана рентген-флюоресценттик метод. Химиялык элементтердин катарынын диаметр багытында (куйманын терендиги

боюнча) бөлүштүрүлүшү үч жолку куюлган куймадан даярдык бөлүктүн төмөнкү, ортоңку жана жогорку бөлүктөрүнөн даярдалган үлгүлөрдө изилденди. 1-сүрөттө химиялык элементтердин катарынын диаметр багытында (куйманын тереңдиги боюнча) бөлүштүрүлүшүн чагылдырган графиктер келтирилди.



1-сүрөт – куйманын тереңдиги боюнча эритменин химиялык түзүмү

Графиктердин анализдеринен куйманын бетинен борбордук окту көздөй жылганда эритменин түзүмдөрүнүн кошулушу көрүнүп турат. Графиктер, изилдөөнүн ордунан (куйманын жогорку, ортоңку же төмөнкү бөлүктөрүнөн) көз карандысыз сызыктуу эмес жана сапат жагынан бирдей түргө ээ болушту. 1-таблицада алюминий эритмесинин үч жолку куюлганынан кийин химиялык түзүмүнүн изилдөөнүн жыйынтыктары берилди.

Оптикалык металлографиянын жардамы менен изилдөөлөр көлөмдүн жүрөк сымал бөлүгүндө дандын орточо чоңдугу, бетке жакын бөлүгүндөгү областтарга караганда чоң экендигин көрсөттү.

Эскирүү процессинин динамикасын жана аны менен байланышкан бекемдик жана ийкемдүүлүк мүнөздөмөлөрдүн өзгөрүштөрүн изилдөө аткарылды. Металлдан материалдардын чоюуга жана кысууга каршылыгы, эрежедегидей, бирдей (же бир азга айырмаланат) жана ошондуктан кыска мезгилдүү механикалык касиеттер эки учурда тең бир эле чоңдук менен мүнөздөлөт. Бул себептен аларды аныктоо чоюунун диаграммасы боюнча жүргүзүлдү. Кысууга болгон сыноолордун максаты үлгүлөрдүн бузулушунун пайда болушунда деформация менен чыңалуунун критикалык маанилерин аныктоо болуп эсептелди. Мындай ыкма көпчүлүк учурда профилдерди өндүрүүнүн чыныгы жумуш шарттарына туура келет.

1-таблица. АД31 алюминий эритмесинин ар түрдүү куймаларында (% менен) химиялык элементтердин камтылышы.

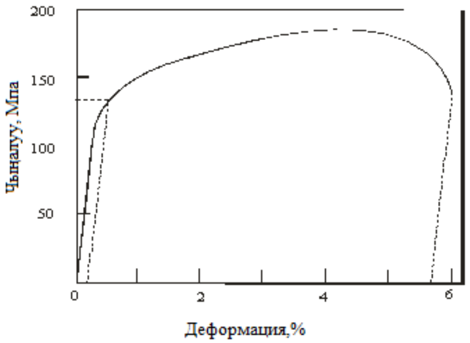
Элемент	Куйманын номери			
	1-куйма, (жогорку бөлүк)	2-куйма, (жогорку бөлүк)	3-куйма, (жогорку бөлүк)	Справка-лык маал-тар
Fe	0,39/0,31	0,38/0,32	-	0,5
Si	0,60/0,48	0,48/0,39	-	0,3-0,7
Mg	0,56/0,44	0,44/0,30	-	0,4-0,9
Элемент	1-куйма, (ортоңку бөлүк)	2-куйма, (ортоңку бөлүк)	3-куйма, (ортоңку бөлүк)	
Fe	0,38/0,30	-	0,63/0,53	-\\-
Si	0,64/0,48	-	0,71/0,56	-\\-
Mg	0,53/0,45	-	0,52/0,45	-\\-
Элемент	1-куйма, (төмөнкү бөлүк)	2-куйма, (төмөнкү бөлүк)	3-куйма, (төмөнкү бөлүк)	
Fe	0,42/0,34	0,43/0,33	-	-\\-
Si	0,67/0,54	0,48/0,37	-	-\\-
Mg	0,54/0,50	0,44/0,32	-	-\\-

Деформацияланган алюминий эритмелери эскирүүгө дуушар болушат. Буга кошумча кылып белгилеп кетүү керек, булар ошону менен бирге деформациялык бекемдөөгө да ээ болушат. Техникалык адабий булактарда алардын механикалык, технологиялык жана башка касиеттери тууралуу өзүнчө кээ бир маалыматтар болгонуна карабай, ар бир конкреттүү материалды, алардын өзгөчөлүктөрү өндүрүштүн өзгөчөлүктөрүнөн улам келип чыккандыктан, комплекстүү эксперименттик изилдөөлөрдү жүргүзүү зарылдыгы келип чыгат. Ошону менен бирге ушул материалдын эскирүүсүнүн динамикасы жана деформациялык бекемдөөсү өндүрүштө изилденген эмес.

Деформациянын турактуу ылдамдыгында чоюлуунун диаграммасы алынды, себеби АД31 алюминий эритмесинен жасалган профилдерди өндүрүү экструзия методу менен, б.а. деформациянын турактуу ылдамдыгында жүргүзүлөт. Жумуштун шарттарына жакынырааагы 0,5 мм/мин ылдамдык болуп эсептелет.

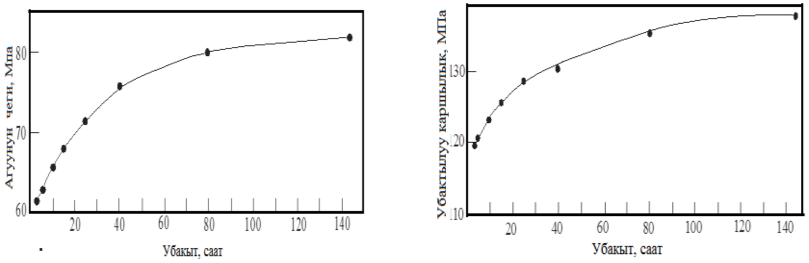
2-сүрөттө, мисал катары, №1 - куюунун үлгүсүнөн алынган чоюлуунун бир диаграммасы көрсөтүлдү.

Эскирүүнүн кинетикасы σ_{02} агуунун чегинин өзгөрүлүшүн баалоодо байкалды. σ_{02} – интегралдык структура-сезгич параметри катары каралаарын белгилеп кетүү керек.



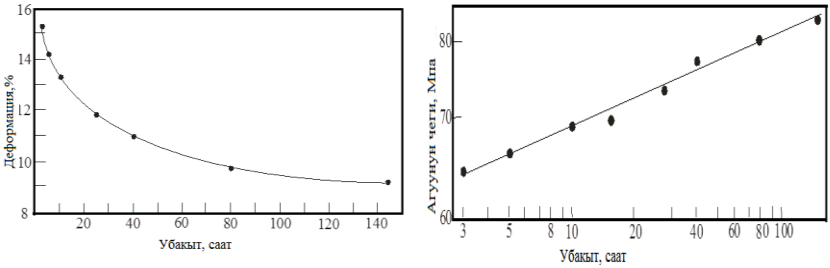
2 -сүрөт– АД31 алюминий эритмесинин үлгүсүнүн чоюлуу диаграммасы (σ_{02} = 132,2 МПа, $\sigma_в$= 189,3 МПа, δ = 5,65%)

Эритмеде убакыттын өтүшү менен, ар бири структуранын түзүлүүсүнө өзүнүн салымын кошкон бир канча процесс жүрөт. Бардык учурда болгон процесстердин суммалык салымын баалоого биздин мүмкүнчүлүгүбүз дайыма болушу керек. Мындай мүмкүнчүлүктү агуунун чегин ченөө түзүшү мүмкүн. Структуранын ар кандай өзгөрүүлөрү (кемтиктердин концентрациясы, дандын чоңдугу жана анын өзгөрүшү, пайда болушу жана фазалардын аралашып эриши жана у.с.) агуунун чегинин чоңдугуна таасир кылат. Эксперименттик маанилердин болгондугунан улам, эскирүү процессинин динамикасынын анализин бир катар графиктерди түзүү менен, 3 жана 4-сүрөттөр, жүргүзүүгө мүмкүнчүлүк түзүлдү.



а *б*

3-сүрөт – Агуунун чегинин (*а*) жана убактылуу каршылыктын (*б*) АД31 алюминий эритмесинин эскирүү убактысынан көз карандылыгы



а *б*

4 -сүрөт– Деформациянын (*а*) жана агуу чегинин (*б*) АД 31 эритмесинин кристаллдашуудан кийин жуп логарифамалык координаттарда эскирүүнүн убакытынан көз карандылыгы

Сүрөттөрдөн көрүнгөндөй, агуунун чегинин чоңдугу эскирүүнүн узактыгынын чоңоюшу менен сызыктуу эмес (3-сүрөт, *а*). Эң интенсивдүү агуунун чегинин өзгөрүшү биринчи 40 саатта орун алат. Андан ары өсүшү акырындайт. Убактылуу каршылык буга окшош өзүн алып жүрөт. Эгерде ийкемдүүлүктүн чоңдугун бир канчага жоготуу байкалбаса, агуу чегинин жана убактылуу каршылыктын жогорулашын оң эффекттерге киргизсек болмок. Мына ушул чоңдук өнүмдөрдү ныктоо ыкмасы менен өндүрүүдө негизги чоңдук болуп эсептелет.

Графиктерди кош логарифмалык координаттарда түзүү аларды түз сызыктуу кылып өзгөртөт. Мисалы, 4-сүрөт, *б*. Бул теңдемени төмөндөгүдөй жазууга түрткү берет

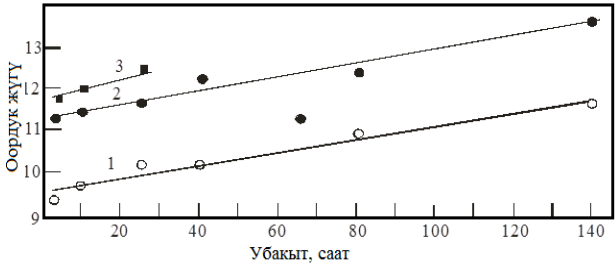
$$\sigma_{02} = \alpha\tau^{\varphi}; \quad \sigma_в = \beta\tau^{\psi}; \quad \delta = \gamma\tau^{q}, \qquad (1)$$

мында α,β,γ – коэффициенттер, φ, ψ, q – даража көрсөткүчтөр. Даража көрсөткүчтөрдүн чоңдугу түз сызыктуу графиктердин абсцисса огуна жантайтуу бурчунун тангенсине барабар. Эсептөөлөр $\varphi = 7,7*10^{-2}$, $\psi = 3,8*10^{-2}$, $q = -13,0*10^{-2}$ экендигин көрсөттү. Даража көрсөткүчтөрдүн чоңдуктарын салыштыруу эң көп таасирди эскирүү ийкемдүүлүккө көрсөтөөрүн аныктады. Коэффициенттерди эсептөө төмөндөгүдөй маанилерди көрсөттү: α=56,9; β=114,07; γ=17,77.

Графикалык жактан алар түз сызыктуу графиктердин ордината огу менен кесилишин, алардын экстрополяциясында, билгизет. Ныктоо ыкмасы менен ар түрдүү багыттагы профилдерди өндүрүүдө материал көпчүлүк учурда кысылууга дуушар болот. Төмөндө келтирилген жыйынтыктарды эксперименттерди тууражан категорияларга киргизсе

болот. Изилдөөлөр ар бир партияда үчтөн үлгүлөр болгон 6 партияда жүргүзүлдү. Убакыт интервалдары, бир октуу чоюуга болгон сыноолорго багытталып тандалды. Бардык партиялардын үлгүлөрү үчүн деформациянын чоңдуктары бирдей болду: 3 %, 7 % жана 10 %. Изилдөөлөрдүн жыйынтыгында 5-сүрөттө көрсөтүлгөн графиктер түзүлдү.

Эскирүүнүн натыйжасында алюминий эритмесинен үлгүнү 10% деформациялоо эскирүүдөн 40 сааттан кийин мүмкүн болгон жок (график 3). Үлгүнүн бет жагында ийкемдүүлүк деформациясы 8 % болгондо жараңкалар пайда болуп, андан кийин материалдын бузулушу күтүлөт. 5-сүрөттүн 1, 2 жана 3 графиктерин салыштырып көрүп, талап кылынган деформациянын чоңдугу өскөн сайын, оордук жүк да өсөөрүн көрөбүз. Мунун мүмкүн болгон себеби деформациялык бекемделүү эсептелет, бул бардык конструкциялык материалдарга тиешелүү болот. Ошондуктан эритмелерди изилдөөнүн кийинки кадамы бул деформациялык бекемделүү боюнча маанилерди алуу эсептелет.

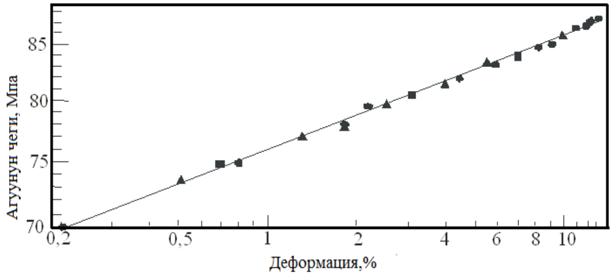


1 – деформация 3%, 2 – деформация 7%, 3 – деформация 10%

5-сүрөт – Эскирүү процессинде АД31 алюминий эритмесинин кысылуу деформациясына каршылыгы

АД31 алюминий эритмесинин деформациялык бекемделүүсү окулуп үйрөнүлдү. Деформациялык бекемделүү, эритменин эскирүүсү сыяктуу эле кыска мезгилдүү механикалык мүнөздөмөлөрдүн өзгөрүшүндө айкындалып көрүнөт. Бирок, сыртынан окшоштугуна карабай, бул эки процесс ар башка процесстер, ошондуктан эскирүү процесси кошумча оордук жүктү талап кылбайт. Эскирүү анык диффузиялык процесстердин негизинде болот. Жогоруда көрсөтүлгөндөй, кыска мезгилдүү механикалык касиеттер бул учурда убакыттан функция болот. Деформациялык бекемделүүдө бул мүнөздөмөлөр жыйналган ийкемдүүлүк деформациядан функция болот.

Изилдөөлөр циклограммаларды түзүү методдорун колдонуу менен жүргүзүлдү. Агуу чегинин жыйналган ийкемдүүлүк деформациянын чоңдугунан көз карандылыгынын графиги кош логарифмалык координаталарда түзүлгөн, 6-сүрөт, график түз сызык түргө ээ.



6 -сүрөт– АД31 алюминий эритмесинин агуу чегинин жыйналган ийкемдүүлүк деформациянын чоңдугунан көз карандылыгы

Ал төмөндөгү даражалуу теңдеме менен жазылат:

$$\sigma_{02} = j\varepsilon^{v}, \qquad (2)$$

мында j – коэффициент, *v* – даража көрсөткүч.

Эксперименттик жыйынтыктар практикалык планда кээ бир маанилүү корутундуларды жасоого жагдай түзөт:

- куйманын огу боюнча радиалдык багытта эритменин структурасы бир тектүү эмес. Бул тууралуу химиялык түзүм, дандын өлчөмү, кыска мөөнөттүү механикалык касиеттер тууралуу эксперименттик изилдөөлөр күбө болот;

- АД31 алюминий эритмесинде кристаллдашуудан кийин, агуу чегинин, убактылуу каршылыктын чоңоюшу жана камдык ийкемдүүлүктүн төмөндөшү менен коштолгон эскирүү процесси өтөт.

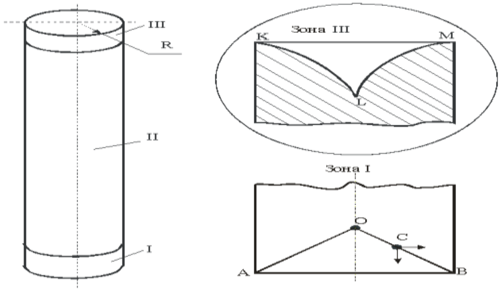
- АД31 эритмесинде ачык туюнтулган, эскирүүгө окшоп механикалык касиеттерди өзгөртүүгө алып келген, деформациялык бекемдик байкалат.

Табылган эффекттерди толугу менен түшүнүү үчүн, кристаллдашуунун температуралык режиминин маанилери керек болду. АД31 эритмесинин куймаларын куюудагы температура талаасы изилденди. Температура талаасы жана анын өзгөрүшүнүн ылдамдыгы даярдык бөлүктөрдү куйма түрүндөгү микроструктурасынын түзүлүүсүндө аныктоочу болушат.

Ушул себептен температуранын радиалдык багытта жана куйманын бийиктиги боюнча таралышынын модели маанилүү колдонмо мааниге ээ.

7-сүрөттө үч шарттуу зоналар көрсөтүлгөн. АОВ сызыгы, каптал бетинде тең салмактуу кристаллдашуунун шарттары орун алган конустун кесилишин билдирет. Конустун ичинде кристаллдашуу чон ылдамдык менен жылуулукту түбүн көздөй берүү артыкчылыгы менен өтөт. АОВ сызыгынан жогору жылуулуктун агымы цилиндрдик бетке артыкчылык менен багытталат. II – зонадагы шарттар I – зонадагы шарттардан кристаллдашуунун азыраак ылдамдыгы менен айырмаланат. Бул куйманын бийиктиги боюнча ар түрдүү физикалык-механикалык касиеттерге алып келет.

III- зона куйманын кристаллдашуусунун бүтүшү менен мүнөздөлөт. KLM сызыгы кристаллдашуунун фронтун билдирет. Бул ошол эле учурда чөгөрүлүүчү чуңкурдун бети болуп эсептелет. Кристаллдашуунун шарттары атмосфера – куйма чек арасында I жана II-зоналардагы кристаллдашуунун шарттарынан гана айырмаланбастан, чек ара жактагы көлөмдө да айырмаланат. Суюк фазанын KLM сызыгынан жогору жакта жоктугу жана чек ара сызыгындагы температуранын градиентинин чоңдугу атмосферага жылуулуктун агымын артыкчылык менен жаратат. Сунушталган бөлүүлөр шарттуу түрдө экендигин жана кескин чектер менен чийилбеши керектигин белгилеп кетиш керек.

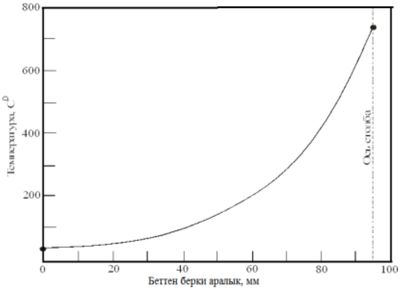


7-сүрөт – АД31 алюминий эритмесинин кристаллдашуу зоналары

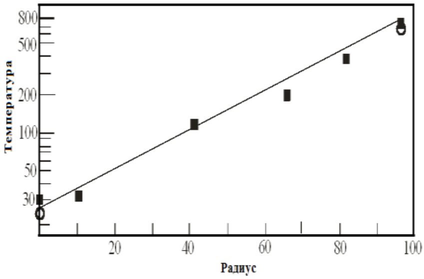
Өзгөрүүлөр бир калыпта өтөт, ал эми өтүүчү көлөмдөрдүн кеңдиги өндүрүштүн конкреттүү шарттарынан көз каранды болот. Ошондуктан төмөнкүдөй болжоо жасалды: KLM сызыгы менен белгиленген (бул бөлүүчү чек сызыгы) чөгөрүүчү чуңкурдун бети кристаллдашуунун фронту жана температуранын таралышын чагылдырат. Мындай болжолдоонун пайдасына даярдык бөлүктүн

радиалдык багытына карата химиялык элементтердин бөлүштүрүлүшүн көрсөткөн 1-сүрөт айтып турат.

Бөлүүчү бетти изилдөө үчүн чөгөрүүчү тилкенин “калыбы” жасалды. Мында атмосфера – металл бөлүүчү бетин муздатуудан кийин, чөгөрүү тилкесинен каткандан кийин алына турган кошумча куйма куюлду. Ушундай чыныгы модель аркылуу кристаллдашуунун фронтунун формасы эсептелди. Куйманын цилиндрдик бетинин температурасы кристаллизаторго куюлган суунун температурасына барабар температура 25 ^{0}С алынды. Куйманын борборундагы температура эрүү температурасына барабар 750 ^{0}С температура алынды. Жыйынтыгында куйманын радиалдык багыты боюнча температуранын таралышынын сызыгы алынды. Ал 8-сүрөттө көрсөтүлдү. Бирок, алынган модель эксперименттик изилдөөлөрдү талап кылды. Температуранын таралышынын өзгөрүшү 25х25х190 мм өлчөмдөгү брусту куюуда жүргүзүлдү. Куюунун чоң огу боюнча хромель-алюмелдүү термопаралар саны 11 даанада жайланышты. Ушундай жол менен алынган эксперименттик маанилер 9-сүрөттө квадрат түрүндөгү чекиттер менен көрсөтүлдү. График түз сызыктуу жана экспоненциалдык типтеги теңдеме менен жазылат.



8-сүрөт - АД31 алюминий эритмесинен диаметри 190 мм (жөнөкөй координаттарда) болгон куйманы үзгүлтүксүз куйганда радиус боюнча температуранын таралышы



9 -сүрөт– АД31 алюминий эритмесинен диаметри 190 мм (логарифмдик координаттарда) болгон куйманы үзгүлтүксүз куйганда радиус боюнча температуранын таралышы

Имитациялык эксперимент, куйманын бетинде 31^0 С болгон температура кристаллдашуунун баштапкы учурунда муздатуучу суунун температурасынан жогору жана ал 25^{0}С барабар экендигин көрсөттү. Цилиндрдин бетиндеги температура турукташкандан кийинки учурда температуранын таралышы тартылып алынганын белгилеп кетүү керек.

Брустун (чүркө) ортосундагы температура 680^{0}С түздү.

$$T_i = T_{\hat{a}} \exp(\eta r_i), \quad (3)$$

мында T_i - *i* чекитиндеги температура (*i* 0 дөн *r* чейин маани ала алат); $T_{\hat{a}}$ - суунун температурасы; η - пропорционалдуулук коэффициенти; r_i - *i* чекитинен куйманын бетине чейинки аралык.

Комплекстүү эксперименттик изилдөөлөрдүн жыйынтыктарынын анализи өндүрүштү өркүндөтүүнүн жолдорун тандоого жардам берет.

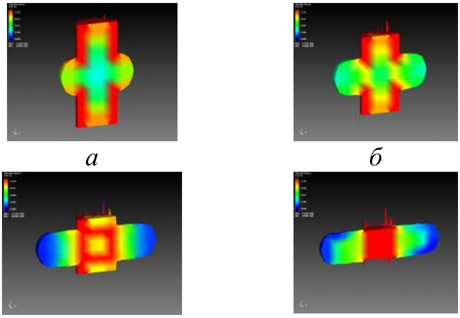
Үчүнчү бөлүмдө жумуштун режимдерин автоматтык түрдө жөндөөсү менен атайын түзүлүштө деформациялоодо даярдык бөлүктүн чыңалуу жана деформациялык абалы изилденди.

ЧДА моделдөө үчүн MSC.SuperForge, металлдарды басым менен иштетүү процесстерин эсептөөгө багытталган чектүү элементтердин анализи деген программалык өнүм колдонулду. Майда дандуу структураны алуу үчүн түзүлүштө ныктоо процесси каралды. Даярдык бөлүк - Ø50×100 мм өлчөмүндөгү цилиндр. Даярдык бөлүктүн материалы катары деформациялоонун температуралык диапазону 300–450 ^{0}С жана механикалык касиеттери: серпилгичтик модулу 75 Гпа, Пуассондун коэффициенти 0,3 жана тыгыздыгы 3800кг/м^3 барабар болгон алюминий эритмеси тандалып алынды. Материалдын ийкемдүүлүгүн моделдөө үчүн Джонсона-Куктун серпилгичтик ийкемдүүлүк модели тандалып алынды.

Инструменттин үч өлчөмдүү геометриялык модели CAD (computer-aided design – компьютердик долбоорлоону колдоо) Inventor программасында түзүлдү, жана CAE - (computer-aided engineering – инженердик эсептөөлөргө компьютердик колдоо) MSC.SuperForge программасына көчүрүлдү (импорттолду) (10-сүрөт).

Сандык эсептөөлөрдүн алынган жыйынтыктарынын негизинде ныктоонун биринчи этабында жана деформациялоонун баштапкы учурунда эквиваленттүү чыңалуу даярдык бөлүктүн каптал бетинин башкы жана аяк жактарына жыйналат (10-сүрөт, *а*, *б*), кысууну чоңойтуу менен эквиваленттүү чыңалуунун жыйналуу акценти каптал беттен борборду көздөй жылат (10-сүрөт, *в*) жана кысуунун соңунда толугу менен жогорку жана төмөнкү пуансондун астында топтолушат (10-сүрөт, *г*).

Төртүнчү бөлүмдө куймаларды куюнун технологияларын оңдоого жана АД31 эритмесинен профилдерди өндүрүүгө багытталган изилдөөлөрдүн жыйынтыктары сунушталган. Себеби технологиялык чынжырдын биринчи этабы куюлган даярдык бөлүктөрдү алуу



а *б*

в *г*

а – 40%; *б* – 60%; *в* – 80%; *г* – 100%

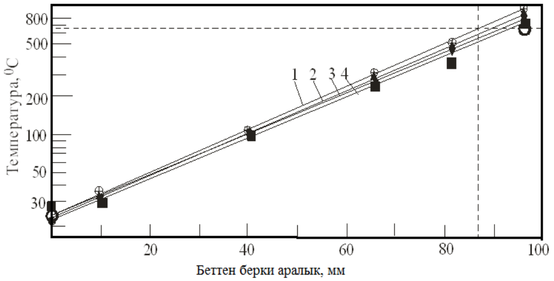
10-сүрөт – Дандарды майдалоочу түзүлүштө ныктоодо даярдык бөлүктө эквиваленттүү чыңалуунун таралышынын сүрөтү

тургандыктан, куюуга, кристаллдашуу шарттарына тиешелүү: ашыкча эрүү температурасы (ашыкча ысуу), ысыган абалда кармап туруунун убакыты, муздатуунун ылдамдыгы деген кээ бир маселелерди тактоо керек болду.

Эритилген куйманын температурасынын, кармоо убакытынын жана муздатуунун ылдамдыгынын ар кандай багыттагы профилдерди даярдоодо эритменин деформациясына таасири изилденди. Эриген эритменин ашыкча ысуусунун эритилген куйманын тереңдиги боюнча температуранын таралышына жана кысылуу деформациясынын каршылыгына болгон таасири да изилденди. Бул максатта ар бир куйманын муздоо процессинин температурасы 6 термопардын жардамы менен текшерилип турду. Ченөөлөрдүн жыйынтыктары 11-сүрөттө көрсөтүлгөн. Куюлган эритменин көлөмү боюнча температуранын таралышы кристаллдашуу процессинде сапаттуу түрдө өзгөрүлбөйт. Жантаюу бурчунун чоңдугу гана өзгөрөт, мунун сандык мааниси η пропорциялык коэффициенти менен аныкталат.

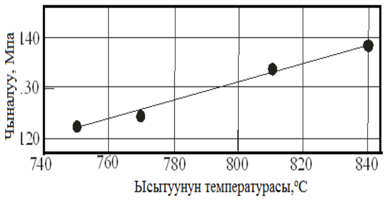
Ашыкча ысуунун чоңдугунун эритменин деформациясына болгон таасирин бир октуу кысуунун шартында чөгөрүлгөн үлгүлөрдө изилденди. Бирдик кысуунун чоңдугу турактуу деп алынып, анын мааниси 10 % барабар болду. Мындай кысууда үлгүлөр бузулган жок, бул анын микро структурасын андан ары изилдөөгө мүмкүндүк берди.
12-сүрөттө бир октуу кысуунун шартында деформациялоодо чыңалуунун ашыкча ысуунун температурасынан көз карандылыгынын ченөөлөрүнүн жыйынтыктары көрсөтүлгөн. Алынган көз карандылык жөнөкөй координаттарда түз сызык катары көрсөтүлгөн жана жөнөкөй

алгебралык теңдеме менен аныкталган. Механикалык касиеттерге ашыкча ысуунун температурасынын жана кармоонун убакытынын таасири изилденди (13-сүрөт). Бул факт ар кандай багыттагы профилдерди даярдоочу технологиялык процесстерде колдонулушу мүмкүн. Эксперименттик эритме куймалары лабораториялык шарттарда атмосферада жүргүзүлдү, мындай жумуштун шарттарына туура келет. Температуранын жогорулашы менен бекемдик мүнөздөмөлөрүнүн өсүшүнүн жана ийкемдүүлүктүн төмөндөшү куюлган эритменин атмосферадан суутекти кармап алышы себеп болушу мүмкүн.

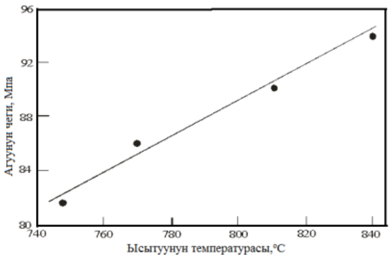


1 – 840 °С, 2 – 810 °С, 3 – 770 °С, 4 – 750 °С

11-сүрөт– Куюлган эритменин тереңдиги боюнча температуранын таралышы

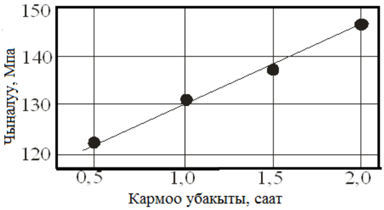


12-сүрөт – Бир октуу 10% кысуунун шартында АД31 эритмесинин деформациясында чыңалуунун ысытуу температурасынан көз карандылыгы



13-сүрөт - 3 АД31 алюминий агуу чегинин эритмесинин ысытуу температурасынан көз карандылыгы

Жогоруда айтылган эксперименттер кармоонун бирдей 30 минута болгон убакыттарында жүргүзүлдү. Ысык абалда кармоо убакыты бекемдикке жана ийкемдүүлүккө кандай таасир этээрин түшүнүш керек болду. Кысуу деформациясынын чоңдугу 10 % барабар болуп тандалды. Эриген куйманын кармоо убакыты көбөйгөн сайын ысык абалда анын кысуу деформациясына болгон каршылыгы өсөт. Бул анын бекемдешине күбө болот. Тажрыйбанын маанилери график түрүндө 14-сүрөттө көрсөтүлгөн.



14-сүрөт – Чыңалуунун эритменин кармоо убакытынан 770 ^{o}C да ысык абалында көз карандылыгы

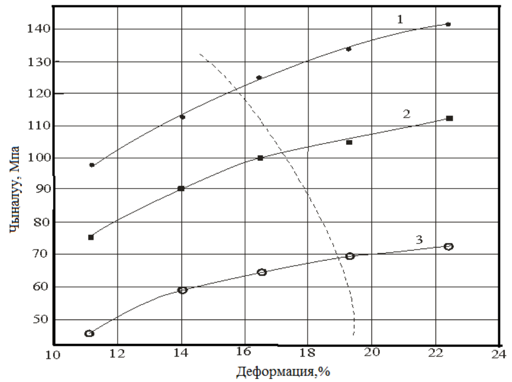
АД31 эритмесин куюуда анын механикалык касиеттерине муздатуу режиминин таасири аныкталды. Эксперименттик эритменин куймалары куюу ар түрдүү муздатуу режимдеринде жүргүзүлдү. Биринчи этапта даярдалган материал эрүү температурасына чейин, кийинки 750 ^{o}C кайрадан ысытуусу менен ысытышат. Ысытуунун ылдамдыгы 20 – 25 град/мин түздү. Алардан механикалык сыноолор үчүн үлгүлөр даярдалды. Ар бир куймадан 8 үлгү даярдалды.

Ийкемдүүлүктүн өсүшү, бир эле учурда агуу чениннин жана убактылуу каршылыктын төмөндөшү менен аныкталды. Мындай кубулуш, муздатуунун ылдамдыгынын өсүшү менен дандуу структура майдаланат, бул өз учурунда изилденген параметрлердин байкалып жаткан өзгөрүүлөрүнө алып келээри менен түшүндүрүлөт. Кадимки өндүрүш шарттарында ныктоо процессинде материал кысуу деформациясына дуушар болот. 15-сүрөттө чыңалуунун ийкемдүүлүк кысуу деформациясынан көз карандылыгы көрсөтүлгөн. Ошондуктан эксперименттик текшерүүлөрдү жумуш шарттарына жакындатылган шарттарда өткөрүү керек болду. Бул эксперименттердин сериясы цилиндрдик үлгүлөрдө, алардын эскирүүсү 150 саатка созулганда жана андан аркы гомогендешүүсү менен жүргүзүлдү.

График деформацияга карата каршылыкты мүнөздөйт. Ошондой эле ал сапаты боюнча көз карандылыктардын түрү өзгөрбөй тургандыгын, бирок температуранын өсүшү менен изилденип жаткан деформациянын интервалында деформацияга карата каршылык азаярын ачык көрсөтүп берет.

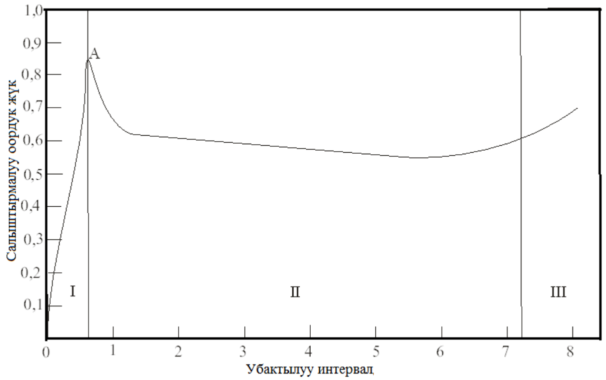
Куюлган даярдык бөлүктөрдүн жана өндүрүлгөн өнүмдөрдүн сапатын текшерүүнүн модели сунушталды. Жабдыктарды анализдөө,

өндүрүштөгү текшерүүнү профилдерди өндүрүүчү агрегаттын пресс-штемпелинде оордук жүктүн графиги боюнча алып барса боло тургандыгы болжолдонду. Мисал катарында, 16-сүрөттө графиктердин бири көрсөтүлдү. Максималдуу жетишээрлик оордук жүк пресс-штемпелде бирге барабар деп алынды, ал эми чыныгы жумушчу оордук жүк ага карата нормалдаштырылды. Убакыт дагы интервалдарга бөлүндү. Жабдыкты 100% колдонуу мүмкүндүгүнөн (ордината огунда бул бирге барабар) аныктала турган ныктоонун



1 - 20 °C, 2 – 250 °C, 3 – 480 ^{0}C

15-сүрөт– Чыңалуунун АД31 алюминий эритмесинен үлгүлөрдүн деформациясынын чоңдуктарынан көз карандылыгы (жалпыланган график)



16-сүрөт – Бир типтүү профилдерди ныктоодо пресс-штемпелдеги оордук жүгүнүн өзгөрүшүнүн графиги: № 1- деталь

эсептик убактысы, жана, ошондой эле ныктоонун максималдуу ылдамдыгы 10 интервалга бөлүнүп каралды. Графикте үч шарттуу стадияларды бөлүп караса болот. Жалпы мыйзам ченемдүүлүктөрдүн санына оордук жүгүнүн I – стадияда өсүшүн киргизсе болот. Оордук жүк пресс-штемпелде *A* чекити менен белгиленген профилди ныктоо башталган убакыттарга чейин өсөт. Ныктоо башталаары менен жүктүн чоңдугу бир мааниге чейин төмөндөйт да андан ары өзү бирдей мааниде өзгөрбөйт: С началом прессования нагрузка на пресс-штемпеле падает до некоторого значения и в дальнейшем ведет себя не однозначно: II – стадиянын аягына чейин төмөндөйт, секирик түрүндө өзгөрүп турат. III – стадияда жүктүн өсүшү байкалат. *A* чекитинде жүктүн маанилери ар түрдүү экендигин белгилеп кетүү керек. Салыштырмалуу жүктүн пресс-штемпелде II – стадияда төмөндөшү температуралык эффект менен түшүндүрсө болот.

Даярдык бөлүк ныктоонун алдында 450–490 ^{o}C температурага чейин ысытылды. Ийкемдүүлүк деформациясынын камдык энергиясынын эсебинен эритменин өзүнөн өзү кошумча 520–560 ^{o}C температурага чейин ысышы күтүлөт. Температуранын өсүшү менен бекемдик мүнөздөмөлөрү түшөт, ал эми металлдын жана эритменин ийкемдүүлүгү өсөт. Графикте (16-сүрөт) II-интервал бир калыпта эмес оордук жүк менен мүнөздөлөт, ошону менен бирге ал даярдык бөлүктүн көлөмү боюнча структуранын бирдей эместиги менен да түшүндүрүлөт. Бул ар түрдүү куймаларда алюминий эритмелеринин структураларындагы айырмачылыктар тууралуу күбө болот. Пресс-штемпелде III-областта оордук жүктү көбөйүшү, дандардын өсүшү менен коштолгон деформациялык бекемдөө жана динамикалык кайра кайтуу менен байланышкан. Өнүмдөрдүн сапатын сактоо көз карашында, III – стадиянын башталышын ныктоону токтотууга жана пресс-калдыктарды экинчи иштетүүгө жиберүүгө команда деп кабыл алууга болот. Ныктоонун ылдамдыгы өскөн сайын баштапкы тилкенин түрү максимумда тегеректөөнүн чоң радиусу менен жылмараак ийри сызыктан учтуу тикке айланат. Ушул учурда өзүн мындай алып жүрүү ийкемдүүлүк деформациясынын ар кандай ылдамдыктарында микроструктуранын түзүлүүсүнүн өзгөчөлүктөрү менен байланыштуу болоорун болжолдоого болот.

НЕГИЗГИ ЖЫЙЫНТЫКТАР ЖАНА КОРУТУНДУЛАР

Аткарылган изилдөөлөрдүн негизинде алюминий эритмесинен пресс-өнүмдөрдү өндүрүүнүн технологиялык процесстерин математикалык моделдөө областындагы актуалдуу маселе чыгарылды.

Илимий иштин жыйынтыктары боюнча төмөндөгүдөй корутундуларды жасаса болот:

1. Куюлган АД31 алюминий эритмесинин структурасы көлөмү боюнча бир тектүү эмес, негизги компоненттердин химиялык түзүмү боюнча, дандын орточо өлчөмү боюнча, бекемдик жана ийкемдүүлүк мүнөздөмөлөрү боюнча ар түрдүү экендиги аныкталды.

2. Ушул эритмеде кристаллдашуудан кийин, бекемдик жана ийкемдүүлүк мүнөздөмөлөрүнүн өзгөрүшү менен коштолгон эскирүү процесси интенсивдүү жүрөөрү айкындалды. Эскирүү убакыты менен кыска мезгилдүү механикалык касиеттердин: агуу чегинин, убактылуу каршылыктын, ийкемдүүлүктүн камдыгынын ортосундагы өз ара байланышты орноткон теңдемелер жазылды.

3. Ийкемдүүлүк деформациясында эритменин бекемдөө процессинин динамикасы аныкталды. Агуу чегинин жыйналган ийкемдүүлүк деформациясынын чоңдугунан көз карандылыгы даражалуу теңдемеге баш ийээри көрсөтүлдү.

4. Кристаллдашуу учурунда даярдык бөлүктүн терендиги боюнча температуранын таралышынын мүнөзү аныкталды. Даярдык бөлүктүн борборунан муздатыла турган бетти көздөй радиалдык багытта ар түрдүү чекиттерде температуранын маанисин табуучу теңдеме алынды. Алынган теңдемеден, температуранын градиентин азайтуу үчүн диаметри кичине болгон даярдык бөлүктөрдү куюу керек экендиги келип чыгат. Ысык абалда эритменин ысуу температурасынын өсүшү үлгүлөрдүн деформациясына каршылыктын чоңоюшуна, ал эми ылдамдыктын өсүшү- анын төмөндөшүнө алып келээри көрсөтүлдү.

5. Сапаты төмөн жана бракка чыккан өнүмдөрдүн жаралышы минималдуу болгондо профилдерди алуу шарттары аныкталды. Заводдун шарттарында профилдердин экструзиясынын шарттарын чагылдырган. Графиктерди анализдөөнүн негизинде даярдалган өнүмдөрдүн сапатын чыгымсыз текшерүүнүн ыкмасы сунушталды.

6. Эксперименттик маанилердин анализинин жана компьютердик моделдөөнүн негизинде структуранын алдын ала түзүлүүсүнүн методдору АД31алюминий эритмесинин жана пресс-өнүмдөрдүн технологиялык касиеттерин жакшыртыш үчүн сунушталды.

ДИССЕРТАЦИЯЛЫК ИШТИН НЕГИЗГИ ЖОБОЛОРУНУН ЖАРЫККА ЧЫККАН ИЛИМИЙ ЭМГЕКТЕРДИН ТИЗМЕСИНДЕ ЧАГЫЛЫШЫ

1. **Удербаева, А.Е.** Валок изогнутой формы для прокатки непрерывнолитых слитков. /Машеков С.А., Секербек А.М., Абсадыков Б.Н.// Труды 2-й Международной научно-практической конференции молодых ученых. Часть 2. Алматы, 2002

2. **Удербаева, А.Е.** Напряженно-деформированное состояние металла непрерывнолитых слитков при изгибе в валках изогнутой формы [Текст] / Машеков С.А., Секербек А.М., Абсадыков Б.Н.// Труды 2-й Международной научно-практической конференции молодых ученых. Часть 2. Алматы, 2002

3. **Удербаева, А.Е.** Разработка новой технологии получения наноструктурированных полуфабрикатов и изделий. [Текст] / С.А.Машеков, А.Е.Нуртазаев // Материалы III Международной научной конференции «Актуальные проблемы механики и машиностроения».- Алматы: Эверо, 2009. – Т.2. - С. 225-229.

4. **Удербаева, А.Е.** Проблемы производства сложных профилей из алюминиевых сплавов в Республике Казахстан. [Текст] / Чумаков Е.В., Машеков С.А. // Вестник КазАТК им. М.Тынышбаева. – Алматы: №5 (60), 2009. - С. 201-204.

5. **Удербаева, А.Е.** Проблемы изготовления сложных профилей из алюминиевого сплава АД31. [Текст] / Е.В.Чумаков, С.А.Машеков // Научно-технический сборник «Новости науки Казахстана». Выпуск 4 (103) 2009. – С. 44-51.

6. **Удербаева, А.Е.** Экспериментальное исследование процессов старения и деформационного упрочнения деформируемого алюминиевого сплава АД31. [Текст] / С.А. Машеков, Е.В. Чумаков // Труды XI Международной научно-техническая конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности».-Алматы: КазНТУ, 2009.-Т.I.- С.109-110.

7. **Удербаева, А.Е**. Исследование процесса старения алюминиевого сплава АД31. [Текст]/Е.В.Чумаков, С.А.Машеков // Труды XI Международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». - Алматы: КазНТУ, 2009.- Т. III. - С.59-63.

8. **Удербаева, А.Е.** Численное моделирование методом конечных элементов НДС заготовки при деформировании в специальном устройстве (сообщение 1). [Текст] / С.А.Машеков, А.Е.Нуртазаев, А.С.Машекова // Вестник КазНТУ им.К.И.Сатпаева - Алматы, №1 (77) 2010. - С. 80-83.

9. **Удербаева, А.Е.** Численное моделирование методом конечных элементов НДС заготовки при деформировании в специальном устройстве (сообщение 2). [Текст] / С.А.Машеков, А.Е.Нуртазаев, А.С.Машекова // Вестник КазНТУ им.К.И.Сатпаева - Алматы, №2(78)2010. - С. 108-112.

10. **Удербаева, А.Е.** Численное моделирование методом конечных элементов НДС заготовки при деформировании в специальном устройстве (сообщение 3). [Текст] / С.А.Машеков, А.Е.Нуртазаев, А.С.Машекова // Вестник КазНТУ им.К.И.Сатпаева - Алматы, № 4 (80) 2010. - С. 201-203.

11. **Удербаева, А.Е.** Старение сплава АД 31. [Текст] / Удербаева А.Е // Вестник КазАТК им. М.Тынышбаева – Алматы, № 3 (64) 2010, - С. 286-290.

12. **Удербаева, А.Е.** Влияние старения пластической деформации на механические свойства и структуру алюминиевого сплава АД 31 [Текст] / Удербаева А.Е//Вестник КазГаса - Алматы, № 3(37) 2010. - С. 122-128.

13. **Удербаева, А.Е.** Деформационное упрочнение алюминиевого сплава АД31 при обработке давлением. [Текст] / С.А.Машеков, Е.В.Чумаков // Труды Международной конференции «Форсированное индустриально-инновационное развитие в металлургии». КазНТУ им. К.И. Сатпаева. -Алматы:, 2010.- С.190-193.

14. **Удербаева, А.Е.** Влияние температуры перегрева и времени выдержки на механические свойства литых заготовок из алюминиевого сплава АД31. [Текст] / А.Е. Удербаева / Труды Первой Международной научно-технической конференции «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства». КазНТУ им. К.И. Сатпаева - Алматы, 2010.- С.300-303.

15. **Удербаева, А.Е.** Особенности производства профилей из алюминиевых сплавов. [Текст] / Е.П.Орлова, Е.В.Чумаков/ / Труды Первой Международной научно-технической конференции «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства». КазНТУ им. К.И. Сатпаева - Алматы, 2010.- С.290-292.

16. **Удербаева, А.Е.** Комплексные исследования алюминиевого сплава АД 31 для производства профилей различного назначения. [Текст] / Е.В.Чумаков, Н.К. Смагулова, А.Е. Удербаева // Труды Первой Международной научно-технической конференции «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном

проектировании машиностроительного производства». КазНТУ им. К.И. Сатпаева - Алматы: 2010.- С.293-296.

17. **Удербаева, А.Е.** Деформационное упрочнение алюминиевого сплава АД31 при обработке давлением. [Текст / Удербаева А.Е. // Вестник НАН РК – Алматы: №4, 2010. – С. 66-69.

18. **Удербаева, А.Е.** Влияние старения на прочностные и пластические свойства алюминиевого сплава АД31 [Текст] / А.Е.Удербаева // Наука и новые технологии - Бишкек, №3 2011 – С. 26-28.

19. **Удербаева, А.Е.** Алюминиевый сплав АД31 как конструкционный материал для производства профилей. [Текст] / А.Е.Удербаева. Наука и новые технологии - Бишкек, №3 2011 – С. 39-41.

20. **Удербаева, А.Е.** Эволюция механических свойств алюминиевого сплава АД31 в процессе производства профилей. [Текст]/А.Е.Удербаева//Известия вузов - Бишкек, №3 2011 – С. 44-48.

21. **Удербаева, А.Е.** Влияние уровней пластической деформации на механические свойства алюминиевого сплава АД 31 [Текст] / А.Е.Удербаева // Известия вузов - Бишкек, №3 2011 №3 2011 – С. 52-55

22. **Удербаева, А.Е.** Влияние режимов плавления на качество заготовок из алюминиевого сплава АД31 [Текст]/XVI international scientific conference New technologies and achievements in metallurgy, material engineering and production engineering/А.Б.Телешева, А.Т.Турдалиев, Е.В.Чумаков, Х.Дыя // Series: Monografie Nr 48, Częstochowa – 2015. - С. 71-78

23. **Удербаева, А.Е.** Исследование процесса старения алюминиевого сплава АД31.[Текст] / А.Б.Телешева, А.Т.Турдалиев, М.А. Скорикова, Е. В. Чумаков, Х.Дыя // XVI international scientific conference New technologies and achievements in metallurgy, material engineering and production engineering/- Series: Monografie Nr 48, Częstochowa – 2015. - С. 79-84

24. **Uderbayeva, A. E.** Quality control of sections in the process of Their extrusion Int. J. Chem. Sci. [Текст]/A. B. Telesheva, A. T. Turdalyev, Henryk Dyja, Ye. V. Chumakov, and E. A. Tussupkaliyeva // Udaipur India - 13(2), 2015, 1076-1084, www.sadgurupublications.com

25. **Удербаева, А.Е.** Исследование процесса старения алюминиевого сплава АД31. [Текст] // Труды XVIII Международной научно-технической конференции «Новое в технике, безопасности жизнедеятельности».- Москва:, 2016.-Т.I.- С.269-273.

Удербаева Асемгуль Еркинбековнанын «Иштетүү режимдерин башкаруунун негизинде алюминий эритмелеринен жасалган пресс-өнүмдөрдү өндүрүүнүн эффективдүүлүгүн жогорулатуу» деген темадагы, адистиги: 05.02.08 «Машина куруунун технологиялары» боюнча техника илимдеринин кандидаттык илимий даражасын изденип алууга диссертациясы

КЫСКАЧА МАЗМУНУ

Ачкыч сөздөр: агуу чеги, убактылуу каршылык, ийкемдүүлүк, даярдык бөлүк, деформациялык бекемдөөнү, ныктоо.

Изилдөө объекти: алюминий эритмелерин ныктоонун технологиясы.

Изилдөө предмети: АД 31 алюминий эритмесинин үлгүлрү.

Илимий иштин максаты: алюминий эритмесинен пресс-өнүмдөрдү даярдоонун технологиясын, аларды өндүрүүнүн эффективдүүлүгүн жогорулатуу үчүн жакшыртуу.

Изилдөөнүн методу жана аппаратурасы: Усулдар катуу деформацияланган нерселердин механикасынын теориясын, математика жана системалык анализди колдонууга негизделген. Теориялык эсептөөлөрдү жүргүзүү үчүн Autodesk Inventor программалык комплекси колдонулду. Металлографиялык анализ ЕС МЕТАМ РВ-21-1 оптикалык микроскопто 200 жана 500 эсе чоңойтуу менен жүргүзүлдү.

Алынган жыйынтыктар жана алардын жаңылыгы: ныктоодо даярдык бөлүктүн структурасын даярдоо технологиясы жакшырылды, эскирүү процессинен кийинки механикалык касиеттерин, гомогендештирүүчү күйгүзүүнү жана деформациялык бекемдөөнү эске алуу менен АД31 эритмесинен профилдерди өндүрүү мүмкүнчүлүктөрүн баалоонун схемасы сунушталды, жумуштун режимин автоматтык түрдө башкаруусу менен өнүмдөрдү ныктоо үчүн атайын түзүлүш иштелип чыкты. Куюуда температуранын жана куйманын кесилиши боюнча химиялык түзүмдүн, дандардын өлчөмдөрүнүн жана механикалык касиеттердин таралышынын мыйзам ченемдүүлүктөрү аныкталды; эскирүүнүн жана бекемдөөнүн динамикасы айкындалды. Температуранын жана аралыктын куйманын бетинен, кыска мезгилдүү механикалык мүнөздөмөлөрүнөн жана эскирүү убакытынан, агуу чегинин жыйналган деформациянын чоңдугунан математикалык көз карандылыгы түзүлдү; крест түрүндөгү түзүлүштө өнүмдөрдү даярдоодо сандык маанилер алынды жана чыңалуу-деформация абалынын өзгөрүшүнүн мыйзамченемдүүлүктөрү аныкталды.

Колдонуу даражасы: алынган жыйынтыктардын пресс-өнүмдү иштетүүдөгү апробациясы ТОО МАССАГЕТ ПЛЮС ишканасында болду.

Колдонуу областы: машина куруу ишканаларында пресс-өнүмдү иштетүү технологиясы.

РЕЗЮМЕ

диссертации Удербаевой Асемгуль Еркинбековны на тему: «Повышение эффективности производства пресс-изделий из алюминиевых сплавов на основе управления режимами обработки» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения»

Ключевые слова: предел текучести, временное сопротивление, пластичность, заготовка, деформационное упрочнение, прессование.

Объект исследования: технология прессования алюминиевых сплавов.

Предмет исследования: Образцы алюминиевого сплава АД 31

Цель работы: совершенствование технологии изготовления пресс-изделий из алюминиевых сплавов для повышения эффективности их производства.

Методы исследования и аппаратура: Методика базируется на использовании теории механики твердого деформированного тела, системного анализа и математической статистики. Для теоретического расчета использованы программные комплексы Autodesk Inventor. Металлографический анализ был проведен на оптическом микроскопе ЕС МЕТАМ РВ-21-1 при увеличениях 200 и 500 крат.

Полученные результаты и их новизна: на основе проведенных исследований усовершенствована технология подготовки структур заготовок при прессовании. Предложена схема оценки возможности производства профиля из сплава АД31 с учетом механических свойств после старения, гомогенизирующего отжига и деформационного упрочнения, разработано специальное устройство для прессования изделий с автоматическим управлением режимами работ, установлен профиль распределения температур при отливке и закономерности распределения химического состава, величин зерен и механических свойств по сечению слитка; выявлена динамика старения и упрочнения. Составлены уравнения взаимосвязи температуры и расстояния от поверхности слитка, кратковременных механических характеристик и времени старения, предела текучести от величины накопленной деформации; установлены закономерности изменения напряженно-деформируемого состояния при изготовлении изделия в крестообразном устройстве.

Степень использования: полученные результаты апробированы при обработке пресс-изделий на предприятии ТОО МАССАГЕТ ПЛЮС.

Область применения: технология обработки пресс-изделий на машиностроительных предприятиях.

SUMMARY

Uderbayeva Asemgul Erkinbekovny's theses on a subject: "Increase in production efficiency of press products from aluminum alloys on the basis of steering of the processing modes" for a degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 05.02.08 – "Technology of mechanical engineering"

Keywords: fluidity limit, temporary resistance, plasticity, preparation, deformation hardening, pressing.

Object of probe: technology of pressing of aluminum alloys.

Subject of the study: samples of aluminum alloy AD 31.

Work purpose: improvement of manufacturing techniques of press products from aluminum alloys for increase in efficiency of their production.

Methods of probe and equipment: The technique is based on the theory of solid mechanics of the deformed body, mathematics and systems analysis. For the theoretical calculation used software packages Autodesk Inventor. Metallographic analysis was conducted on the optical microscope EU METAM PB-21-1 at magnifications of 200 and 500 times. For processing the results of experiments using the apparatus of mathematical statistics

The received results and their novelty: on the basis of the conducted researches the technology of preparation of structures of preparations when pressing is improved. The scheme of assessment of a possibility of production of a cross-section from AD31 alloy taking into account mechanical properties after aging, the homogenizing annealing and deformation hardening is offered, the special device is also developed for pressing of computer-controlled products by the modes of works. On the basis of imitating experimental data the cross-section of distribution of temperatures when casting is established and consistent patterns of distribution of the chemical composition, sizes of grains and mechanical properties on ingot section are determined; dynamics of aging and hardening is experimentally revealed. The mathematical equations of interrelation of temperature and distance from a surface of an ingot, short-term mechanical characteristics and time of aging, a fluidity limit from the size of the saved-up deformation are worked out; quantitative data are obtained and consistent patterns of change of an intense and deformable state at production of a product in the crosswise device are determined.

Extent of use: the received results are approved when processing press products at the MASSAGET PLUS LLP enterprise.

Scope: technology of processing of press products at machine-building enterprises.