

ISSN 2304-3334-02



**ІЗДЕНІСТЕР,
НӘТИЖЕЛЕР**
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

**ИССЛЕДОВАНИЯ,
РЕЗУЛЬТАТЫ**
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**RESEARCH,
RESULTS**
SCIENTIFIC JOURNAL

№03 (079) 2018

№03

АЛМАТЫ

ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ АГРАРЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ІЗДЕНІСТЕР, №3 ИССЛЕДОВАНИЯ,
НӘТИЖЕЛЕР 2018 РЕЗУЛЬТАТЫ**

ТОҚСАН САЙЫН
ШЫҒАРЫЛАТЫН
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ
1999 ж. ШЫҒА
БАСТАДЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ,
ВЫПУСКАЕМЫЙ
ЕЖЕКВАРТАЛЬНО
ИЗДАЕТСЯ
С 1999 г.

- ВЕТЕРИНАРИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО
- ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО,
АГРОЭКОЛОГИЯ, ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО
- МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
 - ПЕДАГОГИКА
 - ЭКОНОМИКА

АЛМАТЫ, 2018

**ҚазҰАУ «Ізденістер, нәтижелер-Исследования, результаты»
ғылыми журналының редакция алқасының мүшелері**

Бас редактор - Есполов Т.И., э.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА вице-президенті, академик

РЕДАКЦИЯ МҮШЕЛЕРІ

1. **Тиреуов К.М.,** э.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (бас редактордың орынбасары).
2. **Исламов Е.И.,** а.-ш.ғ.д., (бас редактордың орынбасары).
3. **Хазимов М.Ж.,** т.ғ.к., профессор.
4. **Атыханов А.К.,** т.ғ.д., профессор.
5. **Қалдыбаев С.,** а.-ш.ғ.д., профессор.
6. **Сулейменова Н.Ш.,** а.-ш.ғ.д., профессор.
7. **Жапарқұлова Е.Д.,** а.-ш.ғ.к., профессор.
8. **Сулейменов Ж.Ж.,** э.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі.
9. **Керимова У.К.,** э.ғ.д., профессор.
10. **Мустафаев Ж.С.,** т.ғ.д., профессор.
11. **Альпейсов Ш.А.,** а.-ш.ғ.д., профессор.
12. **Бияшев Б.К.,** в.ғ.д., профессор.
13. **Оспанов А.А.,** т.ғ.д., профессор.
14. **Серикбаева А.Д.,** б.ғ.д., профессор.
15. **Заманбеков Н.А.,** в.ғ.д., профессор.
16. **Асанов Н.Г.,** в.ғ.д., профессор.
17. **Агибаев А.Ж.,** б.ғ.к., профессор.
18. **Бектанов Б.К.,** т.ғ.к., доцент.
19. **Олейченко С.Н.** а.-ш.ғ.д., профессор.
20. **Кентбаев Е.Ж.** а.-ш.ғ.д., профессор.
21. **Абдрахманов Б.К.** т.ғ.д., профессор.

Редакциялық Кеңес

1. **Антанас Мазилукас**- Александрас Стульгинскис атындағы университет, Литва.
2. **Рышард Горецкий** - Ольштейндегі Варминско-Мазурский университеті, Польша.
3. **Христина Георгиева Янчева** – Аграрлық университет, Пловдив қ., Болгария.
4. **Sun Qixin** - Қытай ауылшаруашылық университеті, Қытай.
5. **Ирина Пилвере** –Латвия ауылшаруашылық университеті, Латвия.
6. **Даинг Мохд Назир Даинг Ибрахим** - Паханг университеті, Малайзия.
7. **Елена Хорска** - Нитрадағы Словакия аграрлық университеті, Словакия.
8. **Ли, Жонг Донг** - Кенгбук ұлттық университеті, Корея Республикасы.
9. **Эдгардо Жордиани** - Флоренция университеті, Италия.
10. **Коолмис Петрас** - Утрих университеті, Нидерланды.
11. **Мохаммад Бабадуст** - Иллинойс университеті, США.
12. **Юс Аниза Юсуф** - Путра университеті, Малайзия.
13. **Дэвид Арни** - Эстония Жаратылыстану ғылымдары университеті, Эстония, Тарту
14. **Золина Галина Дмитриевна**- К.А. Тимирязев атындағы Ресей мемлекеттік аграрлық университеті.
15. **Василевич Федор Иванович** - К.И. Скрябин атындағы Мәскеу мемлекеттік ветеринариялық медицина және биотехнология академиясы - МВА.
16. **Николаенко Станислав Николаевич** - Украина биоресурстар және табиғатты пайдалану ұлттық университеті.
17. **Салимзода Амонулло Файзулло** - Шириншох Шотемур атындағы Тәжік мемлекеттік аграрлық университеті.
18. **Балан Валерий Васильевич** – Молдова мемлекеттік аграрлық университеті.
19. **Нургазиев Рысбек Зарылдыкович** - К.И. Скрябин атындағы Қырғыз мемлекеттік аграрлық университеті.
20. **Джафаров Ибрагим Гасан Оглы** - Азербайжан мемлекеттік аграрлық университеті.
21. **Волков Сергей Николаевич** - Жер ресурстарын басқару жөніндегі Ресей мемлекеттік аграрлық университеті.
22. **Тарвердян Аршалуйс Погосович** - Армения Ұлттық аграрлық университеті.
23. **Саскевич Павел Александрович** - Белоруссия Октябрь революциясының ордендері және Еңбек Қызыл Ту ауылшаруашылық академиясы.
24. **Шило Иван Николаевич** - Беларусь мемлекеттік аграрлық-техникалық университеті
25. **Исмуратов Сабит Борисович** – М.Дулатов атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университеті.
26. **Бабушкин Вадим Анатольевич** – Мичурин мемлекеттік аграрлық университеті.
27. **Сулаймонов Ботиржон Абдушукурович** - Ташкент мемлекеттік аграрлық университеті.
28. **Умурзаков Уктам Пардаевич** - Ташкент ауылшаруашылық суландыру және механизация институты.
29. **Темирбекова Жанар Амангелдіқызы** - Еуразия технологиялық университеті.

**Члены редакционной коллегии научного журнала КазНАУ
«Ізденістер, нәтижелер-Исследования, результаты»**

Главный редактор - Есполов Т.И., д.э.н., профессор, академик, вице-президент НАН РК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

1. **Тиреуов К.М.,** д.э.н., профессор, академик НАН РК (зам. гл. редактора)
2. **Исламов Е.И.,** д.с-х.н., (зам. гл. редактора)
3. **Хазимов М.Ж.,** к.т.н., профессор
4. **Атыханов А.К.,** д.т.н., профессор
5. **Калдыбаев С.,** д.с-х.н., профессор
6. **Сулейменова Н.Ш.,** д.с-х.н., профессор
7. **Жапаркулова Е.Д.,** к.с-х.н., профессор
8. **Сулейменов Ж.Ж.,** д.э.н., профессор, академик НАН РК
9. **Керимова У.К.,** д.э.н., профессор
10. **Мустафаев Ж.С.,** д.т.н., профессор
11. **Альпейсов Ш.А.,** д.с-х.н., профессор
12. **Бияшев Б.К.,** д.в.н., профессор
13. **Оспанов А.А.,** д.т.н., профессор
14. **Серикбаева А.Д.,** д.б.н., профессор
15. **Заманбеков Н.А.,** д.в.н., профессор
16. **Асанов Н.Г.,** д.в.н., профессор
17. **Агибаев А.Ж.,** к.б.н., профессор
18. **Бектанов Б.К.,** к.т.н., доцент
19. **Олейченко С.Н.** д.с-х.н., профессор
20. **Кентбаев Е.Ж.** д.с-х.н., профессор
21. **Абдрахманов Б.К.** д.э.н., профессор

Редакционный Совет

1. **Антанас Мазилияускас**- Университет им. Александраса Стульгинскиса, Литва
2. **Рышард Горецкий** - Варминско-Мазурский университет в Ольштейне, Польша
3. **Христина Георгиева Янчева** - Аграрный университет г. Пловдив, Болгария
4. **Sun Qixin** - Китайский сельскохозяйственный университет, Китай
5. **Ирина Пилвере** - Латвийский сельскохозяйственный университет, Латвия
6. **Даинг Мохд Назир Даинг Ибрахим** - Университет Паханг, Малайзия
7. **Елена Хорска** - Словацкий аграрный университет в Нитра, Словакия
8. **Ли, Жонг Донг** - Кенгбукский национальный университет, Республика Корея
9. **Эдгардо Жордиани** - Флорентийский университет, Италия
10. **Коолмис Петрас** - Университет Утрих, Нидерланды
11. **Мохаммад Бабадуст** - Университет Иллинойс, США
12. **Юс Аниза Юсуф** - Университет Путра, Малайзия
13. **Дэвид Арни** - Эстонский Университет Естественных наук, Эстония, Тарту
14. **Золина Галина Дмитриевна**- Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева
15. **Василевич Федор Иванович** - Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина
16. **Николаенко Станислав Николаевич** - Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
17. **Салимзода Амонулло Файзулло** - Таджикский государственный аграрный университет, им. Шириншох Шотемур
18. **Балан Валерий Васильевич** - Государственный аграрный университет Молдовы
19. **Нургазиев Рысбек Зарылдыкович** - Киргизский государственный аграрный университет, им. К.И. Скрябина
20. **Джафаров Ибрагим Гасан Оглы** - Азербайджанский государственный аграрный университет
21. **Волков Сергей Николаевич** - Российский государственный аграрный университет по землеустройству
22. **Тарвердян Аршалуйс Погосович** - Национальный аграрный университет Армении
23. **Саскевич Павел Александрович** - Белорусская государственная Орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия
24. **Шило Иван Николаевич** - Белорусский государственный аграрный технический университет
25. **Исмуратов Сабит Борисович** - Костанайский инженерно-экономический университет им. Дулатова
26. **Бабушкин Вадим Анатольевич** - Мичуринский государственный аграрный университет
27. **Сулаймонов Ботиржон Абдушукурович** - Ташкентский государственный аграрный университет
28. **Умурзаков Уктам Пардаевич** - Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства
29. **Темирбекова Жанар Амангельдиевна** - Евразийский технологический университет

KazNAU «Research, Results» Members of the Editorial Board of the Scientific Journal
The Chief Editor - Yespolov T.I., academician of National Academy of Sciences of Kazakhstan,
Vice-president and doctor of economical sciences, professor

EDITION COMMICCION

1. **Tireuov K.M.**, dr. of economical sciences, professor, academician of National Academy of Sciences of Kazakhstan, (Deputy of Chief Editor)
2. **Islamov E.I.**, dr. of agricultural sciences, (Deputy of Chief Editor)
3. **Khazimov M.Zh.**, candidate of technical sciences, professor
4. **Atyghanov A.K.**, dr. of technical sciences, professor
5. **Kaldybayev S.**, dr. of agricultural sciences, professor
6. **Suleimenova N.Sh.**, dr. of agricultural sciences, professor
7. **Zhaparkulova E.D.**, candidate of agricultural sciences, professor
8. **Suleimenov Zh.Zh.**, dr. of economic sciences, professor, academician of National Academy of Sciences of Kazakhstan
9. **Kerimova U.K.**, dr. of economic sciences, professor
10. **Mustafayev Zh.S.**, dr. of technical sciences, professor
11. **Alpeysov Sh.A.**, dr. of agricultural sciences, professor
12. **Biyashev B.K.**, dr. of veterinary science, professor
13. **Ospanov A.A.**, dr. of technical sciences, professor
14. **Serikbaeva A.D.**, dr. of biological sciences, professor
15. **Zamanbekov N.A.**, dr. of veterinary science, professor
16. **Asanov N.G.**, dr. of veterinary science, professor
17. **Agibaev A.Zh.**, candidate of biological sciences, professor
18. **Bektanov B.K.**, candidate of technical sciences, assistant professor
19. **Oleichenko S.N.**, dr. of agricultural sciences, professor
20. **Kentbaev E.Zh.**, dr. of agricultural sciences, professor
21. **Abdrakhmanov B.K.**, dr. of economical sciences, professor

Editorial Council

1. **Antanas Maziliauskas** - Aleksandras Stulginskis University, Lithuania
2. **Ryszard Gorecki** - University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland
3. **Hristina Yancheva** - Agricultural University Plovdiv, Bulgaria
4. **Sun Qixin** - China Agricultural University, China
5. **Irina Pilvere** - China Agricultural University, China
6. **Daing Mohd Nasir Bin Daing Ibrahim** - Universiti Malaysia Pahang, Malaysia
7. **Elena Horska** - Slovak University of Agriculture in Nitra
8. **Lee, Jeong-Dong** - Kyungpook National University, Republic of Korea
9. **Edgardo Jiordani** - Florence University, Italy
10. **Koolmees Petrus** - Utrecht University, The Netherlands
11. **Mohammad Babadoost** - University of Illinois, USA
12. **Yus Aniza Yusof** - University Putra, Malaysia
13. **David Arney** - Estonian University of Life Sciences, Tartu
14. **Galina D. Zolina** - Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy
15. **Vasilevich Fedor Ivanovich** - Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MBA named K.I. Scriabin
16. **Nikolaenko Stanislav** - National University of life and Environmental Sciences of Ukraine
17. **Salimzoda Amonullo Faizullo** - Tajik Agrarian University named Shirinsho Shotemur
- Balan Valerian** - Agricultural University of Moldova
18. **Nurgaziev Rysbek Zaryldykovich** - Kyrgyz National Agrarian University named After K.I. Skryabin
19. **Jafarov Ibrahim Hasan oglu** - Azerbaijan State Agrarian University,
20. **Volkov S.N.** - State University of Land Use Planning
22. **Arshaluys P. Tarverdyan** - Armenian National Agrarian University
23. **Saskevich P.A.** - Belarusian State Academy of Agriculture
24. **Shilo Ivan Nikolayevich** - Belarusian State Agrarian Technical University
25. **Sabit Ismuratov** - Kostanay engineering and economics university named after M. Dulatov
26. **Babushkin Vadim Anatolyevich** - Michurinsk State Agrarian University
27. **Sulaimonov Botirjon Abdushukurovich** - Tashkent State Agrarian University
28. **Umurzakov Uktam Pardaevich** - Tashkent Institute of Agricultural Irrigation and Mechanization
29. **Zhanar Amangeldyevna Temirbekova** - Eurasian Technological University

производственных затрат без амортизации (x_3), тыс. руб.	0,100	0,019
стоимости покупных концентратов (x_4), тыс. руб.	0,381	0,431
стоимости покупного скота (x_5), тыс. руб.	0,068	0,132
балл с.-х. угодий (x_6), балл	0,081	0,111

Из таблицы 2 видно, что снижение в кризисный период трудообеспеченности сельского хозяйства вызвало резкое увеличение влияния такого фактора, как количество среднегодовых работников на 100 га сельхозугодий. Вес этого фактора в модели для хозяйств II округа в условиях 2017 года является одним из самых больших. Недостаток средств в хозяйствах, в связи с этим отсутствие или несвоевременный ремонт основных производственных фондов, вызывает снижение влияния фондооснащенности на формирование результативного показателя. Произошло резкое снижение влияния такого фактора, как производственные затраты без амортизации на результативный показатель. Вес этого фактора в докризисный период был одним из самых больших. Увеличение цен на покупные комбикорма вызвало увеличение удельного веса фактора стоимости покупных концентратов на формирование результативного показателя. Нельзя не отметить тот факт, что для хозяйств, находящихся на более плодородных почвах (I округ), вес этого фактора во всех моделях ниже, чем у хозяйств II округа. Аналогичная тенденция наблюдается для таких факторов, как стоимость покупного скота, балл сельхозугодий.

Если сравнить экономические показатели хозяйств в разрезе округов, то стоимость товарной продукции у хозяйств I округа на 60,2 % выше, чем у хозяйств II округа, хотя производственный потенциал хозяйств II округа незначительно хуже. Так, основные производственные фонды меньше на 4,7 %, трудообеспеченность выше на 6,8 %.

Выводы

Проведенные исследования показали, что в условиях кризисных явлений в экономике увеличивается число сельскохозяйственных организация с нерентабельным производством. Формирование высокопроизводительного, конкурентоспособного агропромышленного производства невозможно без повышения производительности труда, роста объемов производства и улучшения материального положения сельских тружеников.

Приведенные выше результаты эконометрических исследований производства товарной продукции сельскохозяйственными организациями Минского региона позволяют изучить особенности формирования ее стоимости в условиях кризисных явлений в экономике и решить вопрос об экономических приоритетах в отдельных группах хозяйств.

Список литературы

1. Беларусь в цифрах. Статистический справочник / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь; редкол. И.В. Медведева (председатель) [и др.]. – Минск, 2018. – 72 с.
2. Сельское хозяйство. Статистический сборник / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь; редкол. И.В. Медведева (председатель) [и др.]. – Минск, 2017. – 233 с.

Markov A., Lopatnuk L., Sinelnikov M.

FORMATION OF COST OF PRODUCTS IN THE CONDITIONS OF ECONOMIC INSTABILITY

Abstract

The article deals with issues related to the definition of optimal parameters of resources for effective production of agricultural products in the context of crisis phenomena in the economy. The results of a multidimensional analysis of the effect of a complex effect of factors on the value of commodity output are given. The research was carried out according to the data of agricultural organizations of the Minsk region.

Keywords: products cost, production efficiency, resources, factors, econometric model.

Машеков С.А.¹, Мауленова М.Р.¹, Тусупкалиева Э.А.¹, Машекова А.С.²

¹Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ.,

² Назарбаев университеті, Астана қ.

БҰРАНДАЛЫ ПІШІНБІЛІК ПЕН БОЙЛЫҚ СЫНАЛЫ ОРНАҚТА 1050 АЛЮМИНИЙ ҚОРЫТПАСЫН ЖАЙМАЛАҒАНДА ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ ЭВОЛЮЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Мақалада ультраұсақ түйіршікті құрылымды табақтық жаймалау өнімдерін алудың жаңа технологиясы ұсынылған. Ультраұсақ құрылым бұрандатәрізді пішінбіліктер арқылы дамытын қарқынды пластикалық деформация әдісін қолдану арқылы алынған. Жұмыста бұрандалы пішінбілік пен жаңа бойлық-сыналы орнақта жаймаланған дайындаманың кернеу-деформациялық күйі зерттелген. Алюминий қорытпасын 1050 жаймалаудың ұтымды технологиясы зертханалық жағдайда әзірленген және сыналған. 1050 алюминий қорытпасында ультраұсақ құрылым қалыптастыру бұрандалы пішінбілік пен бойлық-сыналы орнақта жаймалау режимдерінің әсерін талдауға ерекше назар аударылған. Бұрандалы пішінбілікте және бойлық-сыналы орнақта 1050 алюминий қорытпасын жаймалау табақтық жаймалау металының беріктік және пластикалық қасиетін артуына алып келетіні анықталды.

Кілт сөздер: алюминий қорытпасы, ультраұсақ түйіршікті құрылым, жаймалау, кернеу-деформациялық күй, сандық модельдеу, кернеу қарқындылығы және деформация, беріктік, пластикалық қасиет.

Кіріспе

Соңғы уақытта ультраұсақ түйіршікті құрылымды материалдарды алу – соңғы өнімнің, мысалы фольганың қасиеттерін жақсартудың жаңа, болашағы зор жолдарының бірі болып табылады [1]. Әдетте ультраұсақ түйіршікті материалдар ірі түйіршікті материалдармен салыстырғанда жоғары беріктікпен қатар аса илемділік қасиетінің жоғары деңгейін сақтайды. Материалды деформациялау арқылы өңдеу (жаймалау, экструзия) технологияларымен салыстырғанда қарқынды пластикалық деформация әдістері әдеттегі термомеханикалық өңдеу әдістері арқылы алу мүмкін емес көлемді наноқұрылымды материал алуға мүмкіндік береді. Мысал ретінде, реті бұзылған немесе тіптен интерметаллиттердің аморфизациясы [1] Al-Fe [2], қорытпаларын алуды айтуға болады. Бірақ, осы күнге дейін қарқынды пластикалық деформацияны сүйемелдейтін процесстердің ролі, атап айтқанда, диффузиясына қатысты бірқатар сұрақтар толық шешілген жоқ. Үлкен пластикалық деформация нәтижесінде материалда көптеген ақаулар пайда болады. Кейбір температурада деформациямен қатар қайту процессі қатар жүретінін болжауға болады.

Осы жұмыстың мақсаты – қарқынды пластикалық деформация кезінде 1050 алюминий қорытпаларынна құрамы мен қасиеті қалыптасуы диффузиямен бақыланатын процесстердің үлесін зерттеу.

Жабдықтар, материалдар және зерттеу әдістемесі

Жұмыста бұрандатәрізді жұмыс бетінен тұратын біліктерден құрал жасалған [3]. Бұл құрал дайындаманың алғашқы геометриялық өлшемдерін өзгертпей қарқынды пластикалық деформацияны жүзеге асырады, металдар мен қорытпалардан наноқұрылымды дайындамалар алуға мүмкіндік береді. Жоғары және төменгі біліктің қарама-қарсы орналасқан бұрандатәрізді ойықтары мен дөңестері сол және оң бұрандалы сызықтармен сәйкес орналасқанын атап айту қажет.

Біз сонымен қатар, жолақтарды жаймалауға арналған бесқапасты бойлық сыналы орнақ жасадық [4]. Болат пен қорытпалардан қаңылтыр жаймалауға арналған бесқапасты бойлық

сыналы орнақ электрокозғалтқыштан, редуктордан, қапас шестренасынан, әмбебап шпиндельден, муфтадан, жұмысшы және тіреуші біліктері бар қапастардан тұрады. Сонымен қатар алғашқы үш қапаста екі, ал соңғы екі қапаста төрт тіреуші біліктер бар. Жұмысшы біліктердің айналдыру подшипникті қапастар арқылы бұрыштық жылдамдығы $\omega = v \cdot R$ (мұнда v – орнақтың әр қапасының жаймалау жылдамдығы; R – орнақтың әр қапасының жұмысшы біліктерінің жаймалау бағытына қарай кішірейіп отыратын радиусы) бес мотор-редуктормен жүзеге асырылады.

Жинақталған деформацияны тең бөлуді қамтамасыз ететін технологиялық процесті жасау үшін, яғни 1050 қорытпасынан жоғары сапалы жұқа жолақтарды алу, сонымен қатар бірреттік қысудың оптимальды мөлшерін анықтау үшін дайындаманы бұрандалы пішінбілікте және бойлық сыналы орнақта жаймалау кезіндегі кернеу-деформациялық күйі зерттелді.

КДК есептеу үшін мамандандырылған MSC.Super Forge стандартты бағдарламасы қолданылды. Дайындама мен біліктердің үшөлшемді геометриялық моделі CAD Inventor бағдарламасында құрылып, CAE MSC.SuperForge бағдарламасына импортталды. Дайындаманың және біліктің соңғы-элементтік моделін жасауда үшөлшемді денелерді модельдеуде қолданылатын үшөлшемді көлемді элемент STETRA (төрттүйінді тетраэдр) пайдаланылды. Процесті есептеу уақыты такттік жиілігі 3,4 ГГц және оперативтік жады 2 Гбайта «Pentium Duo» компьютерінде 30-40 минутты құрады.

Есептеу үшін көлденең қимасы тік бұрышты, өлшемдері 6×100×200 мм үлгілер қолданылды. Мәліметтер базасынан 1050 жаймаланатын дайындама материалын 20 – 500°C деформациялау температуралық диапазонымен тағайындадық. Дайындама материалының илемділігін моделдеу үшін Джонсон-Куктың серпімді-пластикалық моделін таңдап алдық. MSC.SuperForge бағдарламасында құралдар абсолютты қатты болып қабылданады. Маңызға тек жылуөткізгіштік және жылу беру ғана алынады. Ал механикалық қасиетті еленбейді. Білік материалы әдепкі (по умолчанию) бойынша инструменталдық болат таңдалып алынды, тығыздығы мен жылуылық қасиеті де солай таңдалды. Жаймалау процесі бөлмелік температурада өтеді, сондықтан біліктердің алғашқы температурасын 20°C тең деп қабылдаймыз. Дайындама мен білік арасындағы байланыс Кулон үйкелісі бойынша модельденген, үйкеліс коэффициенті 0,3 деп қабылданды.

Жаймалау келесі режим бойынша жүзеге асырылды: 400 °С дейін қыздыру, бұрандалы пішінбілікте 4 рет өткізу арқылы қалыңдығы 5,9 мм дейін және 400 °С бойлық сыналы орнақта қалыңдығы 1,5 мм дейін жаймалау;

«MSC.SuperForge» бағдарламасын іске қостық. Қадамдық әдіспен деформация мен кернеу тензоры компоненттерін, дайындама көлемі мен температураның таралуын қадамдық әдіспен есептедік.

Жасалған технологияны лабораториялық жағдайда 1050 алюминий қорытпасынан жолақтар алу үшін сынап көрдік. Сынау барысында алюминий қорытпасынан алынған қалыңдығы 8 мм бастапқы дайындаманы 400 °С дейін қыздырып, осы температурада 30 минут ұстадық та бұрандалы пішінбіліктері бар орнақта төрт рет өткізу арқылы қалыңдығы 7,9 мм дейін деформацияладық. Одан әрі алынған дайындаманы тағы да 400 °С қыздырып қалыңдығы 7,7 мм дейін төрт рет деформацияладық. Содан кейін тағы да 400 °С қыздырып, бұрандалы пішінбілікте 4 рет қалыңдығын 7 мм дейін деформацияладық. Соңғы жаймалау бойлық сыналы орнақта 400 °С температурасында қалыңдығы 1,5 мм ге дейін тегістеліп, жаймаланды.

Металлографиялық талдау JEOL (Джеол) электронды-зондты микроталдағышта 25 кВ жедел кернеумен орнатылған JNCAENERGY (Англия) энергодисперсті спектрометрін қолданылып жүргізілді. JEOL құрылғысының үлкейту диапазоны 40 тан 40000 кратқа дейін. Деформацияланған үлгілердің құрылымдық ерекшеліктерін сонымен қатар 200 кВ жедел кернеуде JEM-2100CX өткізгіш электронды микроскоп көмегімен де зерттелді.

1050 алюминий қорытпасының химиялық құрамы JEOL фирмасының электронды зондымен JXA-8230 микроанализаторы көмегімен анықталды.

D8Advance (BrukerAxs, Германия) автоматты стандартты дифрактометрі көмегімен рентгенқұрылымдық талдау жүргізілді. Талдау процессінде толқын ұзындығы $\lambda=1,5406 \text{ \AA}$. монохроматталған $\text{Cu-K}\alpha$ сәулесі қолданылды. Рентгендік түтіктегі кернеу 40 кВ теңелді, ток күші – 30 мА, сканерлеу қадамы шолушы рентгенограмма үшін 0,05 2θ (нақтылау үшін– 0,01 2θ). EVA бағдарламасының көмегімен дифрактограмма көмегімен алынған мәліметтерді талдау және аралық қашықтықты есептеу жүргізілді. Search/match бағдарламасымен ұнтақтық дифрактометрлік мәліметтер PDF-2 базасы қолданып сынама расшифровкасы және фазаны іздеу жүргізілді.

Үлгілердің микроқаттылығын өлшеу Виккерс әдісімен американдық INSTRON фирмасының автоматтандырылған микроқаттылықты өлшеу құралында 2,942 Н жұмысшы жүктемесінде және осы жүктемеде 10 сек ұстау арқылы жүзеге асырылды.

1050 алюминий қорытпасын бойлық сыналы орнақта және бұрандалы пішінбілікте өңдегеннен кейін сынадық. Зерттелген материалдардың механикалық сынақтары: стандартты материалдың сипаттамаларын анықтау үшін статикалық созылу сынақтары, σ_v , σ_t ($\sigma_{0,2}$), δ , соққыға төзімділік, қаттылықты қамтыды.

Механикалық сынау алдында материалдар шынықтыру мен соңынан ескіртуден тұратын термиялық өндеуден өткізілді. Шынықтыру температурасы 450 °С, және осы температурада 2 сағат ұстау.

Нәтижелер және талқылау

Бұрандалы пішінбіліктерде деформациялау процессін шартты түрде екі кезеңге бөлуге болуға болады. Бірінші кезеңде жоғарғы біліктің дөңестері дайындаманы төменгі біліктің ойықтарына қарай иеді. Екінші кезеңде бұрау кернеуінің дамуы есебінен макроығысу туындап, біліктің ойықтары немесе дөңестер бетімен көлбеу деформацияланады. Сандық модельдеуде алынған нәтижелер негізінде келесі анықталды:

- бұрандатәрізді пішінбіліктер дайындаманы қармауы деформация ошағында созылу σ_{11} және σ_{22} , сондай-ақ қысу σ_{33} кернеуінің ең төменгі мөлшерінің туындауына әкеледі;

- бұрандалы пішінбіліктерді одан әрі жаймалау деформация ошағында қалыпты σ_{11} , σ_{33} және σ_{22} , кернеуі пайда болады. Олар келесі диапазонда өзгереді: σ_{11} – 13,798 дан 19,852 МПа дейін; σ_{33} – 30,243 дан 4,133 МПа дейін; σ_{22} -18,264- дан 12,188 МПа дейін;

- бастапқы жаймалау кезеңінде кернеу мен деформация қарқындылығы біліктің ойықтары жұмысшы беттерімен дайындаманың түйісу аймақтарында оқшауланады.

- қысуды күшейту кернеу мен деформация қарқындылығы түйісу аймағынан біліктің шығыңқы және ойыңқы жұмысшы беттерінің көлбеу орналасқан аймақтарына қарай ығысады.

-бұрандалы пішінбілікте жаймалау процессінде жолақтың құралмен түйіскен аймақтары салқындайды, сонымен қатар деформация иетін аймақтарда температура біршама көтеріледі.;

-екінші, үшінші және төртінші өтімдерде бұрандалы пішінбілікте жаймалау кернеу мен деформация қарқындылығы мәні дөңес және ойық көлбеу аймақтарында жоғарылайды.

- бұрандалы пішінбілікте жаймалаудың өңделген әдісі аз ғана қысумен қарқынды ауыспалы таңбалы деформацияны қамтамасыз етеді;

-максималды мүмкін болатын ығысу 0,8 ...0,9 ға тең болатын ойықтар мен дөңестердің ендерінің қатынасында жүзеге асырылады.

Бойлық сыналы орнақта жолақтарды жаймалағанда қарқынды пластикалық деформацияны талдау мен есептеу төмендегіні көрсетеді:

- дайындаманы бойлық сыналы орнақтың бірінші, екінші, үшінші, төртінші және бесінші қапастары қармау кезінде днформациялау ошағында мәні бойынша аз ғана созу σ_{11} , қысу σ_{33} және σ_{22} кернеулеі пайда болады.

- одан әрі бойлық сыналы орнақта дайындаманы жаймалау деформация ошағында қалыпты σ_{11} , σ_{33} және σ_{22} кернеулердің туындауына алып келеді. Ол **1-кестегі** диапазондарда өзгереді:

1-кесте. Бойлық сыналы орнақта жаймалау кезіндегі кернеулердің өзгеру диапазоны

	1 қапас	2 қапас	3 қапас	4 қапас	5 қапас
σ_{11}	4,750-дан 27,708 Мпа дейін	6,723-дан 25,838 Мпа дейін;	6,177-дан 40,771 Мпа дейін;	7,389 -дан 29,443 МПа дейін;	6,913 -дан 27,765 МПа дейін;
σ_{33}	20,884-дан 58,510 Мпа дейін;	24,292 -дан 62,275 Мпа дейін;	10,891 -дан - 51,763 Мпа дейін;	- 5,021 -дан 42,113 МПа дейін;	6,002 -дан 30,967 МПа дейін;
σ_{22}	32,328-дан 1,178 Мпа дейін	38,142 -дан 21,636 Мпа дейін;	31,848 -дан 17,687 МПа дейін;	12,748 -дан 14,891 МПа дейін;	12,615 -дан 12,641 МПа дейін.

- бойлық сыналы орнақтың бірінші қапасында жаймалау кезінде кернеу мен деформация қарқындылығы металды біліктермен қармау аймағында оқшауланады.

- Қысу үлкейген сайын кернеу мен деформация қарқындылықтарының мәндері, деформацияланатын дайындама ортасында немесе шетінде үлкейеді;

бойлық сыналы орнақтың келесі қапастарында үздіксіз жаймалау жинақталған деформацияны біртіндеп жаймаланған дайындама ортасынан біліктермен түйісу аймақтарына қарай біртіндеп ауысады.

Деформация мен кернеу қарқындылығы оқшауланған аймақтардан біртіндеп 80-90 нм бетке таралуы жинақталған деформацияның біркелкі таралуына алып келеді;

Кернеу мен деформация қарқындылығының жаймаланып жатқан дайындама ені мен ұзындығы бойынша біршама біркелкі таралуы бірінші қапаста 20% , екінші қапаста 18%, үшінші қапаста 13%, төртінші қапаста 15%, бесінші қапаста 12% бірлік қысумен жаймалау кезінде алынды;

Бойлық сыналы орнақта жаймалау кезінде білік пен металдың түйіскен аймақтарында жолақ бөліктерінің қарқынды салқындауына алып келеді, сондықтан металдың температурасы төмен аймақтары деформация ошағымен бірге ауысады.

Бұрандалы пішінбілік пен бойлық сыналы орнақта жаймалаудың кез-келген жағдайында иілетін аймақтың үлкен бөлігі жан-жақты біркелкі жаншуға және кейбір жағдайда жолақтың бұрандалы пішінбіліктердің көлбеу жұмысшы беттерінің ойықтары мен дөңестерінің орналасқан бөліктерде және бойлық сыналы орнақта жаймалаған жолақтар шеткі бөліктерінде мәні бойынша аз ғана созу кернеуі пайда болатынын айтып өткен жөн.

Алюминий қорытпасының алғашқы микроқұрылымын зерттеу – оның микроқұрылымының біркелкі еместігін анықтады. Бұл құрылым ірі түйіршікті болды. Түйіршіктердің орташа өлшемі бойлық бағытта ~51 мкм, ал көлденең бағытта ~73 мкм тең болды. Ірі түйіршіктер шекарасында өлшемі ~ 8 - 17 мкм ұсақ түйіршіктер орналасқанын айтып өткен жөн.

Бұрандалы пішінбілікте төрт өтіммен ыстықтай жаймалау процессінде ішкі субқұрылымы бар типті жолақты құрылым пайда болды. Жолақ ішінде кішібұрышты шекаралармен -бөлінген өлшемі ~4 мкм субтүйіршік орналасқан. Субтүйіршік ішінде орташа өлшемдері 80-90 нм біркелкі бөлінген $FeAl_3$ және Fe_3SiAl_{12} фазалар және дислокацияның аса тығыз еместігі байқалады.

1050 алюминий қорытпасында сегіз өтіммен өткізгенде ультрамикросталды аралас құрылым түзіледі. Аралас құрылым жоғары тығыздықтағы торлы дислокация кристаллитерінен, «шайылған» біртекті емес үлкенбұрышты шекаралармен және кішібұрышты шекаралы бастапқы субтүйіршіктердің аз мөлшердегі фрагменттерінен тұрады. Өтім санын он екіге дейін арттырғанда металл түйіршіктері дислокациядан тазарады, барлық көлемі бойынша үлкенбұрышты жіңішкеленген және экстинкцияның жақсы анық контурлы, бертекті шекарасы байқалады. Бұл құрылымдағы өзгерістер құрылымның кернеулі күйінің релаксациясын көрсетеді. Алынған құрылым бейнелерін талдау бұрандалы пішінбілікте он екі өтіммен жаймалауда табақтық жайманың бүкіл көлемі бойынша түйіршіктер орташа өлшемі 400-600 нм дисперсті ультраұсақ кристалды-құрылым қалыптасатынын көрсетті.

Бойлық сыналы орнақта жаймаланған жолақтарды микроқұрылымын зерттеу нәтижесі деформациялау процессінде оларда динамикалық полигонизация жүретінін көрсетті. Дислокация көлемді дислокациялық тор қалыптастыра отырып, субтүйіршіктер ішінде қайта бөлінеді. Осылайша үлкен қайта бағдарлаушы субшекаралар қисықтықты және ұтқырлықты жоғарылатты және рекристаллизация орталықтарына айналады. Субтүйіршіктер фрагментациямен бірге жүретін полигонизация процесі және динамикалық рекристалдану параллельді жүреді, сондықтан бұл процесстердің жүру дәрежесі мен қорытынды құрылымға қосар үлесін ажырату өте қиын. Дегенмен, рекристаллдану дәлелі ретінде жолақтардан деформациядан кейін дислокациядан «таза» теңесті (рекристаллданған) түйіршіктермен қатар бірлік дислокация біркелкі таралған және жоғарғы тығыздықтағы дислокациялық торлы түйіршіктерді байқауға болады. Соңғысы біркелкі емес бұлыңғыр шекаралармен қоршалған. Ақауы аз рекристалданған түйіршіктерді шекара аймағынан экстинция контурлары байқалады. Өткізгіш электронды микроскопта алынған мәлімет бойынша құрылым ақауы өседі, атап айтқанда дислокация тығыздығы жоғары түйіршік саны көбейеді. Бұны рентген сызығының кеңеюімен анықталған торлардың микробұрмалану деңгейінің жоғарлағаны дәлелдейді. Мұндай құрылым бұрандалы пішінбілікте сегіз өтіммен жаймалағанда қалыптасқан аралас ультраұсақ кристалды-құрылымға тән. Кристаллитердің орташа өлшемі өзгермейді бұрандалы пішінбілікте он екі өтіммен жаймаланған да 400-600 нм-ді құрайды. Бірақ тұрғызылған гистограммаға сәйкес кристаллиттер өлшемін саны бойынша тарату сипаты өзгереді: ұсақ түйіршіктер үлесі артады, құрылымда өлшемі 900 нм көп емес ірі түйіршіктер пайда болады. Бөліну рекристалданған құрылым сипатына тән бимодальдыға жақын.

Жоғарыда сипатталған эксперимент мәліметтерін қорытындылай келе бұрандалы пішінбілікте он екі өтіммен және бойлық сыналы орнақта жаймаланған ультраұсақ кристалды-құрылым негізінен фрагментация, динамикалық полигонизация және рекристалдану механизмімен іске асады.

Дифрактограмма мәліметтеріне сәйкес 1050 қорытпасының бастапқы, сондай-ақ бұрандалы пішінбілікте және бойлық сыналы орнақта деформацияланған құрылымында Al_3Fe , Al_6Fe , Al_8Fe_2Si , Al_5FeSi и Al_4FeSi сияқты темірқосылысты фазалар болуы керек. Бұрандалы пішінбілікте он екі өтіммен және бойлық сыналы орнақта деформацияланған жұқа жолақтарда өлшемі 4-8 нм құрайтын фаза бөлшектері материалдың барлық көлемі бойынша біркелкі таралған.

Осылайша 1050 алюминий қорытпасын он екі өтіммен бұрандалы пішінбілікте мен бойлық сыналы орнақта деформациялауда оның түйіршікті микроқұрылымының ұсақталатыны және аса қаныққан дисперстік қатты ерітіндінің ыдырауы (Al) байқалды. Fe және Si байытылған алюминий үшін, ыдырау бөлме температурасында тепе-теңдікке сәйкес фазалардың қалыптасуымен толығымен жалғасады. Басқаша айтқанда, бұрандалы пішінбілікте қарқынды пластикалық деформация және бойлық сыналы орнақта жаймалау бастапқы деформацияланбаған күймен салыстырғанда, термодинамикалық тепе-теңдікке жақын фазалық күй қалыптастыруға әкелді.

Байқаған ыдырау диффузиялық механизмдермен, атап айтқанда, көлемдік диффузия және түйіршік шекаралары бойынша диффузиямен бақыланады. Алынған құрылымдық деректерге сүйене отырып, осы механизмдердің қосылыстың қатты ерітіндісінің ыдырауына қосқан үлесін бағалауға тырысамыз. 700 нм тең диффузиялық жолды (орташа түйіршік мөлшерін) есептеп, бойлық сыналы орнақта (200 с) деформация процесінің уақытын ескере отырып, $D(700 K) \approx 6 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2\text{с}^{-1}$ тең көлемді диффузия коэффициентінің мәнін аламыз. Si көлемді диффузиясы бойынша жарияланған деректерде $D(700 K) \approx 2 \cdot 10^{-18} \text{ м}^2\text{с}^{-1}$ [1,5,6].

Осылайша, көлемдік диффузия бойлық сыналы орнақтағы деформация кезінде аса қаныққан дисперстік қатты ерітіндінің (Al) ыдырауы, сонымен қатар, түйіршік шекаралары бойынша Fe және Si атомдарының түйіршік шекарасы диффузиялары арқылы бақылануы мүмкін. Шынында да, егер ерітіндідегі қоспалардың деформация кезінде пайда болатын сызықтар бойымен орналасқандығы және дислокацияны қайта бөлу процесі жаңа түйіршік шекараларын қалыптастырудың бір әдісі болып табылса, бұл шекаралар Fe және Si-ге едәуір

байытылатын болады. Түйіршік шекарасының диффузиясы үшөлшемді теңдеуі $sD_b\delta$ (s - сегрегация коэффициенті, D_b - түйіршік шекарасының диффузия коэффициенті, ал δ - шекараның ені) сипатталады [5]. D_b эксперименталды түрде анықтау өте қиын және осы мәnniң бiрнеше ғана тiкелей өлшемі бар. Дегенмен, есептеулер көрсеткендей, қатынасы $D_b / D \approx 102$ [28]. Осыған орай, $\delta \approx 0.5$ нм және $s = 1$ болатынын ескере отырып, $sD_b\delta = 2 \cdot 10^{-22} \text{ м}^3\text{с}^{-1}$ түйіршік шекарасының диффузия коэффициенті үшін бағалауды аламыз [28]. Деректерді $T = 700 \text{ К}$ -ге экстраполяциялау Si $sD_b\delta = 4 \cdot 10^{-25} \text{ м}^3\text{с}^{-1}$ береді. Si үшін әдебиет деректері мен бағалары арасындағы айырмашылық үлкен диффузия жағдайына қарағанда әлдеқайда аз екенін көрсетті. Дегенмен, түйіршік шекарасының диффузия әлі де аса қаныққан дисперстік қатты ерітіндінің ыдырауы үшін жеткіліксіз.

Сондай-ақ, материалды пластикалық деформация кезінде туындайтын диффузиялық процестерге тағы екі фактордың әсерін ескеру керек [5]: тепе-теңдіксіз бос орындардың пайда болуы және қысымның артуы. Бұл факторлар керісінше бағыттарда жұмыс істейді: артық бос орындар диффузияны тездетеді, ал берілетін қысымы оны бәсеңдетеді. Мыс пен алтынның деформациясындағы бос орындардың қалыптасуынан кейін электронды микроскопиялық *in situ* бақылаулар [6] артық бос орындарының шоғырлануы $e \approx 1$ деформация дәрежесінде 10^{-5} – 10^{-4} мәндеріне жетуі мүмкін, бұл балқу нүктесінде бос орындардың концентрациясымен салыстырылады. Осылайша, біздің жағдайда (бұрандалы біліктерде он екі рет және бойлық сыналы орнақта жаймалау) материалдарда бос орындарының көп болғаны өте маңызды болуы мүмкін. Екінші фактор диффузия коэффициентінің қолданбалы гидростатикалық қысымға тәуелділігімен байланысты. Бұрандалы пішінбілікте және бойлық сыналы орнақта жаймалау жағдайында үлгі бойынша әрекет ететін деформациялық тізбектер толығымен жаншылмайды. Алайда, қолданылатын кернеулердің басым көпшілігі қысушы болып табылады. [1] сәйкес, мұндай гидростатикалық қысым диффузия коэффициентін кем деген де бір қатардан азайтады.

Жоғарыда келтірілген мәліметтерге сүйене отырып, алынған эксперименталды деректерді ескере отырып, 1050 қорытпасының деформациясындағы аса қаныққан қатты ерітіндінің ыдырауының ең басты механизмі тепе-теңсіздіктегі бос орындар ағымымен жеделдетілген түйіршік шекаралық диффузия болып табылады.

[7] жұмыстың авторлары, өнеркәсіптік жағдайларда тікелей алынатын эксперименттік материалды қамту негізінде темір және кремний концентрацияларының қатынасына байланысты 1XXX және 3XXX сериялары алюминий қорытпаларынан алынған жұқа құймалардың құрылымның ақауларын пайда болу аймақтарын анықтады. $1,5 < \text{Fe} / \text{Si} < 3,5$ кезінде құрылымдық ақау FTS («Fir-Tree» құрылымы) («шырша» тәрізді құрылым) түрінде пайда болу ықтималдығы жоғары.

Мұндай құрылым түзу заңдылығын келсідей түсіндіруге болады. $\text{Fe} / \text{Si} > 3,5$ қатынасында Al-Fe-Si үштік жүйесінде ($\alpha + \text{Al}_3\text{Fe}$) эвтетика түріндегі тұрақты тепе-теңдіктегі фаза қалыптасуы болады.

$\text{Fe} / \text{Si} < 1,5$ азлегіріленген Al-Fe-Si жүйесіндегі қорытпада неғұрлым көп кездесетін тепе-теңдіктегі тұрақты үштік фаза $\text{Al}_8\text{Fe}_2\text{Si}$ болып табылады. Темір мен кремний қатынасы $1:1,0 \div 1,5$ болғанда кристалдану перитектикалық горизонтта аяқталады. Кремнийдің үлесін одан әрі көбейту арқылы кристалдану аралығын күрт артырып, құрылымда еркін кремний пайда болады. Жылдам салқындату жағдайында бұл перитектикалық горизонтқа жақын араға жылдам қол жеткізіледі. Осы сатыдағы кристалдану процесі аз кремнийлі тазалығы жоғары алюминийдің кристалдану процесіне ұқсас. Мұның барлығы FTS түріндегі құрылымдық ақаудың пайда болуын болдырмайды.

Сонымен қатар, темір мен кремний үлесін 3,5 қатынасында арттыру интерметалдтік қосылыстардың химиялық құрамы тұрақты қалыптасу есебінен ұсақтау түйіршіктер және Al-Si эвтетикасының түзілуі, әсіресе, құйманы қарқынды салқындату жағдайында кристалдану кезінде байқалады [7]. $\text{Fe} / \text{Si} < 1,5$ кезінде дендрит ұяшығының мөлшері орта есеппен екі еселеді. Темір мен кремний қатынасын бір мезгілде азайту құрылымның біртектілігі еместігін артырып, артық фазалардың бөліну сипаты өзгереді. Жоғарыда айтылғандай, алюминийдегі кремнийдің ерігіштігі айтарлықтай байқалады, ал темір іс

жүзінде ерімейді. Демек, 1050 қорытпасын бұрандалы пішінбілікте және бойлық сыналы орнақта деформациялау кезінде аса қаныққан дисперстік қатты ерітіндінің ыдырауы кремнийдің түйіршік шекарасының диффузиясы есібінен жүзеге асырылады. Кремнийдің үлесін көбейту және Fe/Si қатынасын 1,5 дейін азайту Al_3Fe_2Si тұрақты тепе-теңдіктегі үштік фазасының қалыптасуына азайтады және динамикалық рекристалдануда FTS түріндегі ақаулардың пайда болуын болдырмайды. Бұның барлығы 1050 алюминий қорытпасының пластикалық қасиетінің артуына әкеледі.

Бастапқы үлгі жоғары микроқаттылыққа ие болды, олардың мәні 320 МПа дан 410 МПа ға өзгерді. Микроқаттылықтың жоғары мәндері негізгі легірлеуші элементтермен аса қаныққан алюминийдің қатты ерітінділерін фиксациялау есебінен болуы мүмкін [8].

Микроқаттылықты өлшеу нәтижелері бойынша, бұрандалы пішінбіліктің өту санына байланысты, төрт өтімде кезінде (920 МПа) қорытпаның ең көп өсуі байқалады. Кейінгі өтімдердің артуымен қаттылық азаяды және іс жүзінде ~ 660 МПа шамасында тұрақтандырылады.

1050 қорытпасының бұрандалы пішінбілікте және бойлық сыналы орнақта жаймаланған кейінгі механикалық қасиеттері бастапқы мәндерден айтарлықтай жоғары екендігі анықталды. Атап айтқанда, σ_B -ның үзілуге уақытша кедергі 20% -ға артады, ал илемділігі бастапқы үлгілердің тиісті параметрінен бір жарым есе көп. Мұндай үйлесімділік жеткілікті беріктік ($\sigma_B = 235$ МПа) және жақсы илемділік ($\delta = 14\%$) материалдың іс жүзінде қолданылуына кең мүмкіндік ашады.

Қорытындылар

1. 1050 алюминий қорытпасын бұрандалы пішінбілікте қарқынды пластикалық деформациялау алюминий түйіршіктерінің өлшемдері мен интерметалдық фазалардың бөлшектерінің ұсақталуына әкеледі. Деформация нәтижесінде алюминийдің аса қаныққан дисперстік қатты ерітіндісі ыдырап, жүйе тепе-теңдік фазасы диаграммасына сәйкес дамиды.

2. Жүйенің тепе-теңдік күйіне жетуінің ең ықтимал механизмі - деформация кезінде пайда болған бос орындардың жылдам ағымы арқылы түйіршік шекаралары диффузиясы болып табылады.

Әдебиеттер

1. Мазилкин А.А., Страумал Б.Б., Протасова С.Г., Когтенкова О.А., Валиев Р.З. Структурные изменения в алюминиевых сплавах при интенсивной пластической деформации / Физика твердого тела, 2007, том 49, вып. 5. – С. 824 – 829.

2. Mukai T., Osawa Y., Singh A., Inoue T. Strengthening Al-Mg-Si Alloys with Ultra Fine Sub-grain Structure / Proceedings of the 12th International Conference on Aluminium Alloys. 2010. Yokohama. P. 1190-1194.

3. Инструмент для горячей прокатки металлов и сплавов / Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Курмангалиева Л.А. и др. // Патент РК № 16804 Оpubл. 16.01.2006, Бюл. № 1. – 2 с.: ил.

4. Многофункциональный продольно-клиновый стан для прокатки листов из сталей и сплавов //Машеков С.А., Машекова А.С., Нугман Е.З. и др. Патент РК № 31750.2016. БИ №18.

5. I. Godeny, D.L. Beke, F.J. Kedves. Phys. Stat. Sol. (a) 13, K155 (1972).

6. S.J Rothman, N.L. Peterson, L.J. Nowicki, L.C. Robinson. Phys. Stat. Sol. (b) 63, K29 (1974).

7. Фролов В. Ф. Исследование и разработка новой технологии производства плоских слитков из алюминиевых сплавов 1XXX серии для фольгопрокатного производства: ис.. канд. техн. наук: 05.16.04 / В. Ф.Фролов. – Красноярск, 2016. – 205 с.

8. Таволжанский, С.А. Производство слитков из цветных металлов и сплавов: непрерывное литье слитков из цветных металлов и сплавов в неподвижные кристаллизаторы: учебное пособие/ М.: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 76 с.

Машеков С.А.¹, Мауленова М.Р.¹, Тусупкалиева Э.А.¹, Машекова А.С.²

¹*Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева,*
²*Назарбаев университеті, г. Астана*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1050 ПРИ ПРОКАТКЕ В ВИНТООБРАЗНЫХ ВАЛКАХ И НОВОМ ПРОДОЛЬНО КЛИНОВОМ СТАНЕ

Аннотация

В настоящей статье представлена новая технология получения листового проката с ультрамелкозернистой структурой. Особое внимание уделено анализу влияния режимов прокатки в винтообразных валках и продольно-клиновом стане на формирование ультрамелкозернистой структур в алюминиевом сплаве 1050. Установлено, что прокатка в винтообразных валках и ПКС алюминиевого сплава 1050 приводит к увеличению прочностных и пластических свойств металла листового проката.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, ультрамелкозернистой структура, прокатка, напряженно-деформированное состояние, численное моделирование, интенсивность напряжений и деформаций, прочность, пластичность.

Mashekov S.A.¹, Maulenova M.R.¹, Tussupkaliyeva E.A.¹, Mashekova A.S.²

¹*Satpayev University, Almaty,*
²*Nazarbaev University, Astana, Republic of Kazakhstan*

INVESTIGATION OF THE EVOLUTION FORMATION OF THE ALUMINUM ALLOY 1050 STRUCTURE AT THE ROLLING OF THE SCREW-SHAPED ROLLS AND AT THE LONGITUDINAL-WEDGE MILL

Abstract

In this article a new technology for the production of sheet rolling with an ultrafine-grained structure is presented. The ultrafine-grained structure is obtained by applying of an intense plastic deformation developed by a screw-shaped roll. In work stress-deformed condition (VAT) of a preparation at rolling in screw-shaped rolls and a longitudinal-wedge mill (LWM) is investigated.

Key words: aluminum alloys, ultrafine-grained structure, rolling, stress-strain state, numerical modeling, intensity of stresses and deformations, strength, plasticity.

УДК 636:620.92

Омар Д.Р., Сейткерим А.Б., Омаров Р.А., Байболов А.Е., Султангазиев Т.К.

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы

К ОБОСНОВАНИЮ МЕТОДИКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МУЛЬТИЗОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Аннотация

Мультизональная система – новое направление возобновляемой энергетики, основанное на интегрировании низкопотенциальной тепловой энергии нескольких, различных по физической природе, возобновляемых источников. При этом, удается снизить фактор неравномерности интенсивности отдельных возобновляемых источников по