

АҢДАТПА

8D07201 – Металлургия білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) алуға арналған диссертация

КУАНДЫКОВ АЛМАЗ БОЛАТОВИЧ

БАСТАПҚЫ АЛЮМИНИЙДІ ВАНАДИЙ ҚОСПАЛАРЫНАН ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

Диссертация тақырыбының өзектілігі. Қазақстан Республикасының Павлодар облысында «АК» АҚ және «ҚЭЗ» АҚ базасында алюминий кластері дамуда, оның одан әрі дамуы «Қазэнергокабель» ЖШС, «GiessenHaus» ЖШС, «Вектор-Павлодар» ЖШС, «СНН» ЖШС, алюминий катанка мен сым, легирленген алюминий, құйылған доңғалақ дискілер, құйылған батареялар, сондай-ақ электролиз өндірісінің қажеттіліктері үшін шикізат жеткізетін жергілікті кәсіпорындармен («УПНК-ПВ» ЖШС, күйдірілген мұнай коксын өндіру) Байланысты.

Барлық алюминий қорытпаларында физикалық және химиялық қасиеттерге әсер ететін белгілі бір қоспалар бар. Олардың негізгілері – сутегі, натрий, литий, кальций, $Al_2O_3 \cdot MgO$ оксидтері, $Al_2O_3 \cdot MgO$ шпинелі, AlN нитридi, $CaSiO_3$ силикаты, $CaAl_2O_4$ алюминаты, SiC , TiC , Al_4C карбидтері, Al_3Ti , Al_3Zr , $AlTiZr$ интерметаллидтері, оларды жою үшін тазартудың әртүрлі әдістері өндіріске сәтті енгізілді.

Соңғы жылдары алюминийдің электролиз өндірісіне анодтарды өндіру үшін сапасыз шикізат көздерін тарту үрдісі байқалды, бұл шикізат алюминийдің V , Ni және ауыр түсті металдар сияқты қоспалармен ластануына әкеледі.

Бірқатар жұмыстар ванадий қоспаларынан бастапқы алюминийді тазарту әдістерін ұсынады, олар жоғары уақыт пен тазарту процесінің ресурстық шығындылығына, экономикалық тиімсіздігіне байланысты кең өнеркәсіптік қолдануды таппады [15 – 18, 34 – 36]. Жоғарыда айтылғандардың негізінде ванадий қоспаларынан және басқа металл қоспаларынан бастапқы алюминийді тазартудың кешенді технологиясын жасау өте өзекті болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты: бор қышқылымен өңдеу және индукциялық араластыру есебінен электролиз ваннасынан тыс ванадий қоспаларынан бастапқы алюминийді тазартудың кешенді технологиясын зерттеу және әзірлеу, содан кейін пайдаланылған сүзгілерді одан әрі қайта өңдей отырып, Екібастұз көмірінің күлінен жасалған түйіршікті сүзгілер арқылы сүзу.

Алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығы:

1) Алғаш рет индукциялық араластырумен бор қышқылымен өңдеу, Екібастұз көмірінің күлінен түйіршікті сүзгілер арқылы сүзу және

пайдаланылған сүзгілерді одан әрі өңдеу есебінен ванадий қоспаларынан бастапқы алюминийді тазартудың кешенді технологиясы әзірленді.

2) Термодинамикалық талдау HSC Chemistry 9.0. жүргізілген ірі-зертханалық сынақтардың нәтижесінде бор қышқылымен (H_3BO_3) тазарту кезінде ванадий құрамының 1,2 – 2 кг/т көлемінде және индукциялық араластыру қарқындылығының индексіне 76-ға дейін төмендеуі VB_2 түзілуіне байланысты электролиз және бастапқы алюминий құю процесінің жұмыс температурасының барлық диапазонында өңдеу уақыты 15 минутқа дейін орта есеппен 55 – 59 % құрайтыны анықталды.

3) Алюминий балқымасындағы ванадийдің төмендеуі (y , ppm) және оның бор шығынын (x_1 , кг/т) және келесі тәуелділік бойынша араластыру қарқындылығы индексі (x_2) арттыру арқылы Шелек көлемінде біркелкі таралуы анықталды:

$$y = 76,83 - 4,58x_1 - 0,16x_2$$

4) Растрлық электронды микроскопия әдісімен ванадий диборидінің үлкен учаскелерін ұсақтау арқылы қарқынды индукциялық араластыру кезінде алюминий үлгілерінде бор қосылған ванадий қосындыларын ұнтақтау анықталды.

5) Оптикалық-эмиссиялық спектрометрия бормен өңдеу кезінде шикі алюминийдегі металл қоспаларының құрамының төмендеуін белгіледі, бұл ретте индукциялық араластыру кезінде барлық қоспалардың жойылу дәрежесі араластырусыз өңдеуден жоғары және мынадай шектерде болады: Si 43 – 97 %; Cu 5 – 17 %; Mn 4 – 50 %; Mg 22 – 47 %.

6) Ірі-зертханалық сынақтар бор қышқылымен (H_3BO_3) флюсті өңдеуден кейін сұйық шикізатты сүзу арқылы тазарту Екібастұз көмірінің күлінен мөлшері 15 – 25 мм түйіршіктері бар қалыңдығы кемінде 70 – 90 мм көлемді сүзгіде қатты түрдегі VB_2 интерметаллидтерінен индукциялық араластыра отырып, 0,0003 – 0,0012 % ванадийдің мәндеріне дейін шығарылуын қамтамасыз ететіндігін анықтады.

7) Термодинамикалық және рентген-флуоресцентті спектрлік талдау Екібастұз көмірінің күлінен құйылатын сүзгі темір оксидтерінің бетінде 0,1 %-ға дейін V_2O_5 тұндыру есебінен сұйық алюминийді ванадий диборидінің қоспаларынан сүзудің реакциялық-кристалдану механизмін іске асыруды белгіледі.

8) Пайдаланылған сүзгілерді қайта өңдеуге бірнеше кезеңдерде тарту есебінен Екібастұз көмірінің күлінен жасалған сусымалы сүзгілерді қолдана отырып, бастапқы алюминий өндірісінің тұйық циклін іске асыру мүмкіндігі эксперименттік түрде анықталды: алюминий скрабын металлургиялық өңдеу және дәндерден бөлінген пайдаланылған сүзгілерді құрылыс бұйымдары үшін бетон өндірісінде бетон үлгілерінің беріктігін қамтамасыз ете отырып, 40 %-ға дейінгі көлемде толтырғыш ретінде пайдалану портландцементтің құрамына байланысты 20,89 – 37,75 МПа (20-дан 40 %-ға дейін), бұл ауыр бетон класына сәйкес келеді.

Зерттеу жұмысы нәтижелерінің жаңалығы ҚР 02.06.2023 жылғы №36241 «Алюминийді және оның қорытпаларын ауыр металдардың қоспаларынан тазарту тәсілі» өнертабысына патентпен расталады.

Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер:

- термодинамикалық модельдеу нәтижелері HSC Chemistry 9.0 Al-V-B жүйесіне негізделген алюминий балқымасындағы H_3BO_3 және металл қоспаларының өзара әрекеттесуінің химиялық реакцияларының барысы;

- ванадий қоспаларын және басқа да металл қоспаларын кетіру үшін бастапқы алюминийді қосымша индукциялық араластыра отырып, құрамында бор бар материалдармен флюсті өңдеу бойынша эксперименттік зерттеулердің нәтижелері;

- индукциялық араластырумен флюсті тазартудан кейін ванадий қоспаларының бор мен басқа да металл қоспаларының өзара әрекеттесу өнімдерінен Екібастұз көмірінің алюминий балқымасының күл қож қалдықтары негізіндегі түйіршікті сүзгілер арқылы сүзу тазартудың эксперименттік зерттеулерінің нәтижелері;

- құрылыс бұйымдары мен қайталама металды ала отырып, пайдаланылған сүзгілерді қайта өңдеу бойынша эксперименттік зерттеулердің нәтижелері.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы

Ұсынылған технологияға Қазақстан Республикасының өнертабысына патент, сынақ актілері, «Қазақстандық электролиз зауыты» АҚ-ның оң сараптамалық бағасы алынды.

«ҚЭЗ» АҚ-да анодтар өндірісін толығымен «УПНК-ПВ» ЖШС коксқа ауыстыру жергілікті күйдірілген коксты жеткізуді 51,875 мың тоннадан 103,750 мың тоннаға дейін ұлғайтуға мүмкіндік беретіні анықталды, бұл шикізаттың жергілікті құрамын ұлғайтады.

Жарияланымдар және жұмысты сынау. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері бес мақалада жарияланған, соның ішінде:

- Scopus базасына кіретін журналдағы бір мақала (Q3, 35 перцентиль):

- Bykov P.O., Kuandykov A.B., Zhunusov A.K., Tolymbekova L.B., Suyundikov M.M. Complex processing of primary aluminum to remove impurities of non-ferrous metals // *Metalurgija* 62 (2023) 2, P. 293-295.

- ғылыми жұмыстың негізгі нәтижелерін жариялау үшін Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым мен жоғары білім берудегі сапаны қамтамасыз ету Комитеті ұсынатын басылымдар тізбесінен журналдарда төрт жарияланым:

- Bykov P.O., Kuandykov A.B., Zhunusov A.K. Refining of Primary Aluminum from Vanadium // *Defect and Diffusion Forum*, 2021, 410DDF. – P. 405 – 410.

- Bykov P., Kuandykov A., Chaikin V., Zhunusov A., Suyundikov M. Scanning Electron Microscopy of Primary Aluminum Refined With Boric Acid // *Университет еңбектері*, 2022, №4. – Б. 91 – 96.

- Куандыков А.Б., Быков П.О. Исследование рафинирования первичного алюминия от примесей цветных металлов с применением «активных»

зернистых фильтров на основе борной кислоты // Қазақстан ғылымы мен техникасы, 2023, №3. – Б. 203 – 210.

- Bykov P.O., Kuandykov A.B., Aryngazin K.Sh., Kaliyeva A.B., Larichkin V.V. Environmental aspects of processing granular filters for primary aluminum refining // Наука и техника Казахстана, 2024, №1. – Р. 152 – 161.

ҚР өнертабысына патент алынды:

- ҚР өнертабысына Патент №36241 «Способ очистки алюминия и его сплавов от примесей тяжелых металлов» / Быков П.О., Куандыков А.Б., Жунусов А.К., Кулумбаев Н.К., Суюндыков М.М. – өтінім 2022/0038.1; жарияланды 02.06.2023.

Жұмыстың негізгі нәтижелері үш халықаралық конференцияда ауызша баяндамалар түрінде сыналды және баяндалды:

- Быков П.О., Куандыков А.Б., Смаилов Б.Ш. Перспективы развития технологии рафинирования первичного алюминия от ванадия. // «ХІ Торайғыр оқулары» Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары. Т. 5. - Павлодар : С. Торайғыров атындағы ПМУ, 2019. - Б. 63 - 71.

- Куандыков А.Б., Быков П.О., Чайкин В.А. Комплексная технология рафинирования первичного алюминия от примесей цветных металлов // Халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары «Ұлытау – Қазақстан металлургиясының бесігі». – Алматы : Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ., 2023. - Б. 110 - 115.

- Куандыков А.Б., Быков П.О. Применение активных зернистых фильтров при обработке первичного алюминия // «Металлургия» кафедрасының 40 жылдығына арналған «Металлургия саласының мәселелері мен перспективалары: теория және практика» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары.– Павлодар : Toraihyrov University, 2023. – Б. 140 – 145.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс баспа мәтінінің 121 бетінде көрсетілген және кіріспеден, бес бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған дереккөздер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Жұмыста 42 сурет, 41 кесте, 124 атаудан тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімі және 6 қосымша бар.