REVIEW
from the foreign scientific supervisor
Professor, Thierry Djenizian
For the thesis of Nazerke Zhanatkyzy Zhumasheva
"New composite materials for lithium-sulfur batteries with improved energy capacity characteristics" submitted for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the specialty "6D072000 – Chemical Technology of Inorganic Substances"

Developing advanced energy storage systems is a key goal in science and technology, and lithium-sulfur batteries (LSBs) show great promise for this purpose. Lithium-sulfur batteries (LSBs) hold great potential due to their high capacity and energy density, but they face significant challenges, such as the dissolution of polysulfides in the electrolyte, which leads to the loss of active material, and volume expansion during operation. Zhumasheva Nazerke's thesis focuses on solving these issues by creating innovative hybrid materials that combine non-polar and polar compounds, significantly improving the performance and reliability of LSBs.

In her research, Zhumasheva Nazerke Zhanatkyzy developed high-specific surface area graphene-like porous carbon (GPC) from inexpensive and abundant rice husk (RH) waste using a methodical carbonization and thermo-chemical activation process. This GPC was employed as a porous matrix for sulfur cathode preparation via the melt-diffusion technique. Additionally, composites of GPC decorated with NiO nanoparticles were synthesized in varying ratios, serving as efficient separator modifiers.

PhD research work of Zhumasheva Nazerke Zhanatkyzy has significant scientific value, as it provides an eco-friendly, cost-effective approach to improving LSB performance, leveraging renewable resources such as rice husk waste. Her comprehensive study contributes to both fundamental understanding and practical advancements in the field The cell comprising the GPC@S cathode and the GPC-NiO-20 modified separator exhibited accelerated redox reactions of LiPSs, effectively mitigating the shuttle effect. Notably, this system demonstrated an impressive initial discharge capacity of 1519 mAh g^{-1} at 0.2 C, exceptional long-term cycling stability with a capacity decay of only 0.091% per cycle over 400 cycles at 1 C, and superior rate performance of 568 mAh g^{-1} at 2 C. These findings highlight the promise of biomass-derived carbon materials combined with polar additives like NiO in driving advancements in lithium-sulfur battery (LSB) technology.

The thesis work aligns well with the requirements for a PhD degree in the specialty "6D072000 – Chemical Technology of Inorganic Substances," and I strongly recommend it for defense.

Foreign scientific supervisor:
Professor of Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, Marseille, France **Prof.Thierry Djenizian**

ШЕТЕЛДІК ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ
Профессор Тьерри Дженизиан
Назерке Жанатқызы Жумашеваның
«Литий-күкірт аккумуляторлары үшін энергия сыйымдылығы жоғары жаңа композиттік материалдар» тақырыбындағы PhD философия докторы ғылыми дәрежесін алу үшін «6D072000 – Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған диссертациясына

Озық энергия сақтау жүйелерін дамыту – қазіргі ғылым мен технологияның негізгі мақсаттарының бірі. Осы бағытта литий-күкірт аккумуляторлары (ЛКА) үлкен үміт күттіреді. ЛКА-лар жоғары сыйымдылық пен энергия тығыздығына ие болғанымен, оларда бірқатар маңызды мәселелер бар. Атап айтқанда, электролитте полисульфидтердің еруі белсенді заттың жоғалуына алып келеді, сондай-ақ жұмыс барысында көлемінің ұлғаюы байқалады. Жұмашева Назерке Жанатқызы диссертациялық жұмысында келесі мәселелерді шешуге бағытталған: полярлы және полярлы емес қосылыстарды біріктіретін композит материалдарды әзірлеу арқылы ЛКА-ның өнімділігі мен сенімділігін едәуір арттыруға қол жеткізген.

Зерттеу барысында Жумашева Назерке Жанатқызы мол және арзан шикізат – күріш қауызы (КҚ) қалдықтарынан жоғары меншікті беттік ауданы бар графен тәрізді кеуекті көміртекті материал (GPC) синтездеп, оны жүйелі карбонизация және термохимиялық активтеу әдістері арқылы алған. Бұл GPC материалын балқыма-диффузия әдісі арқылы күкірт катодын дайындау үшін кеуекті матрица ретінде қолданды. Сонымен қатар, әртүрлі қатынаста никель оксиді (NiO) нанобөлшектерімен қапталған GPC-NiO композициялары синтезделіп, олар тиімді сепаратор модификаторлары ретінде пайдаланған.

Жумашева Назерке Жанатқызының PhD диссертациялық жұмысы ғылыми тұрғыдан маңызды, себебі ЛКА-ның жұмыс тиімділігін арттыру үшін экологиялық қауіпсіз және үнемді тәсілді, атап айтқанда, күріш қауызы қалдықтары шикізатын қолдануды ұсынады. Бұл кешенді зерттеу осы салада іргелі түсініктер мен практикалық жетістіктерге айтарлықтай үлес қосады. GPC@S катоды мен GPC-NiO-20 модификацияланған сепараторы бар ұяшық литий полисульфидтерінің тотығу-тотықсыздану реакцияларын жеделдетіп, «шаттл эффектісін» тиімді түрде азайтқан. Атап айтқанда, бұл жүйе 0.2 C ток тығыздығында 1519 мАсағ $г^{-1}$ бастапқы разряд сыйымдылығын, 1 C кезінде 400 цикл барысында әр циклге тек 0.091% сыйымдылықтың төмендеуін, сондай-ақ 2 C кезінде 568 мАсағ $г^{-1}$ жоғары сипаттамаларын көрсеткен. Бұл нәтижелер биомассадан алынған көміртекті материалдарды NiO сияқты полярлы қоспалармен біріктіре отырып, литий-күкірт аккумуляторлары технологиясын жетілдіруге зор мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Диссертациялық жұмыс "6D072000 – Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы" мамандығы бойынша PhD дәрежесінің талаптарына толық сәйкес келеді және бұл жұмысты қорғауға ұсыныс білдіремін.

Шетелдік ғылыми жетекші:
Франция, Марсель қаласы,
Сент-Этьен ҰлттықТау-кен
мектебінің профессоры Тьерри Дженизиан