



## REPORT

of the foreign scientific consultant, professor **Józef Tadeusz Haponiuk** on the Ph.D. thesis of **Khimersen Khuangul** on the topic: "Creation of highly selective modern sorbents for scandium extraction from technological solutions", submitted for the degree of Doctor of Philosophy (Ph.D.) in the specialty 8D05301 - "Chemistry."

Khmersen Khuangul's dissertation aims to create high-quality sorbents for scandium based on the "remote interaction effect" of acidic and basic macromolecular structures. The research aims to synthesize rare-crosslinked polyacids, polybases and intergel systems based on them to study their initial electrochemical and conformational properties and sorption properties for scandium ions.

Currently, technologies for concentrating and extracting rare earth elements in hydrometallurgy are based on ion exchange resins. Currently, ion exchange resins of companies such as Dowex, Ambersep, Amberlite, Paragon, Lewatit, Purolite, Purotech, and Jupiter are widely used. However, the range of selective ion exchange resins for rare earth metals is limited. It should also be noted that ion exchange resins aim to select one metal, while industrial solutions usually contain many valuable components.

The dissertation proposes using interpolymeric systems based on ion exchange resins as an alternative to existing sorption methods. Interpolymer systems are based on the "remote interaction effect" of polymers (Jumadilov effect). The effect of remote interaction of low - crosslinked polymers in interpolymer systems leads to significant changes in their electrochemical, volume-gravimetric and sorption properties. As a result of studying the initial properties of interpolymer systems based on macromolecular polymers, the following conclusions were made:

Rare-crosslinked macromolecular polymers undergo ionization in aqueous media. As a result, there is an increase in specific electrical conductivity values, a change in pH, and the degree of swelling during the entire period of the interaction of polymers with an aqueous environment. The change in pH is directly related to the nature of the polymers.

The mutual activation of polymers Lewatit, Amberlite IR 120, AB-17-8 in interpolymer systems significantly changes their electrochemical and polymer properties. It was found that with an increase in the weight of the second component in the interpolymer pairs, a significant increase in the degree of swelling of the first polymer occurs.



The doctoral thesis presented for the defense shows the novelty of this research work, and the description of the main results is high and shows the current level.

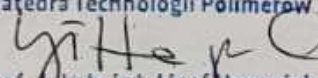
The research results were published in 4 abstracts of international scientific conferences, 2 articles in the journal included in the Scopus database, and 4 articles in publications recommended by the sectoral quality assurance committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. In addition, 1 patent for a utility model of the Republic of Kazakhstan was obtained. She completed a research internship at the Polymer Technology Department of the Gdansk University of Technology during her doctoral studies.

The Ph.D. student showed that she is a hardworking researcher who constantly improves her professional skills while performing the work and can solve complex problems of basic and applied polymer science.

The scientific level of Khimresen Khuangul's thesis on "Creation of highly selective modern sorbents for scandium extraction from technological solutions" meets all the Education and Science Control Committee requirements. Khimresen Khuangul deserves to be awarded the Doctor of Philosophy (Ph.D.) degree in the specialty 8D05301 - "Chemistry".

Foreign scientific consultant:

POLITECHNIKA GDANSKA  
WYDZIAŁ CHEMICZNY  
Katedra Technologii Polimerów

  
prof. dr hab. inż. Józef Haponiuk

**Józef Tadeusz Haponiuk**

Professor, D.Sc.

The Gdansk University of Technology

Faculty of Chemistry

Department of Polymer Technology

POLITECHNIKA GDANSKA  
WYDZIAŁ CHEMICZNY  
Katedra Technologii Polimerów  
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk  
tel/fax +48 58 347 21 34



**Шетелдік ғылыми жетекші, профессор Юзеф Хапонюктің Химэрсэн Хуангүлдің 8D05301 – «Химия» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған «Технологиялық ерітінділерден скандийді бөліп алу үшін жоғары сұрыпты заманауи сорбентер құру»**

**тақырыбындағы диссертациясына**

### **ІШКІРІ**

Химэрсэн Хуангүлдің диссертациясы табиғаты қышқылдық және негіздік макромолекулалық құрылымдардың «қашықтан әрекеттесу әсері» негізінде скандийге жоғары сұрыпты сорбенттер құруға бағытталған.

Зерттеудің мақсаты сирек тігілген полиқышқылдар, полинегіздер және олардың негізінде құрылған интерполимерлі жүйелерді синтездеу, бастапқы электрохимиялық және конформациялық қасиеттерін және скандий иондарына қатысты сорбциялық қасиеттерін зерттеу.

Қазіргі уақытта гидрометаллургияда сирек жер элементтерін шоғырландыру және алу технологиялары ион алмастырғыш шайырларды қолдануға негізделген. Қазіргі таңда Dowex, Ambersep, Amberlite, Paragon, Lewatit, Purolite, Purotech, Jupiter сияқты компаниялардың ион алмастырғыш шайырлары көп қолданылады. Алайда сирек жер металдары үшін селективті ион алмастырғыш шайырлардың ауқымы өте шектеулі. Сондай-ақ, ион алмастырғыш шайырларды пайдалану бір металды таңдап алуға бағытталғанын ескеру керек, ал өнеркәсіптік ерітінділерде, әдетте, көптеген құнды компоненттер бар.

Диссертацияда қолданыстағы сорбциялық әдістерге балама ретінде ионалмастырғыш шайырлар негізінде құрылған интерполимерлі жүйелерді пайдалану ұсынылған. Интерполимерлік жүйелер полимерлердің «қашықтан әрекеттесу әсеріне» негізделген (Джумадилов эффектісі). Интерполимер жүйелеріндегі сирек тігілген полимерлі гидрогелдердің қашықтан әрекеттесу әсері олардың электрохимиялық, көлемдік-гравиметриялық және сорбциялық қасиеттерінің елеулі өзгерістеріне әкеледі. Сирек тігілген макромолекулалық полимерлер негізіндегі интерполимерлік жүйелердің бастапқы қасиеттерін зерттеу нәтижесінде келесі қорытындылар жасалған:

Сирек тігілген макромолекулалық полимерлер сулы ортада иондануға ұшырайды. Нәтижесінде полимерлердің сулы ортамен әрекеттесуінің барлық уақытында меншікті электр өткізгіштік мәндерінің жоғарылауы, рН өзгеруі және ісіну дәрежесі байқалады. рН өзгерісі полимерлердің табиғатына тікелей байланысты.

Интерполимерлі жүйелердегі Lewatit CNP LF, Amberlite IR 120, AB-17-8 полимерлерінің өзара активтенуі олардың электрохимиялық және полимерлі қасиеттерінің айтарлықтай өзгеруіне әкеледі. Интерполимер жұптарындағы екінші компоненттің үлес салмағының жоғарылауымен бірінші полимердің ісіну дәрежесінің айтарлықтай жоғарылауы орын алатыны анықталды.

Қорғауға ұсынылған докторлық диссертация осы зерттеу жұмысының жаңалығын көрсетеді, ал негізгі нәтижелердің сипаттамасы алынған мәліметтердің жоғары және заманауи деңгейін көрсетеді.

Зерттеу нәтижелері халықаралық ғылыми конференциялардың 4 тезистерінде, Scopus деректер базасына енгізілген журналда 2 мақалада, ҚР БҒМ білім және ғылым салалық сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарда 4 мақалада жарияланды. Сонымен қатар, Қазақстан Республикасының пайдалы үлгіге 1 патенті алынды.



Докторантурада оқу барысында Гданьск технологиялық университетінің полимерлер технологиясы кафедрасында ғылыми тағылымдамадан өтті.

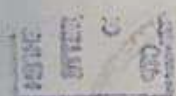
Диссертант жұмысты орындау барысында өзінің кәсіби біліктілігін үнемі жетілдіріп отыратын, іргелі және қолданбалы полимер ғылымының күрделі мәселелерін шеше алатын еңбекқор зерттеуші екенін көрсетті.

Химэрсэн Хуангулдiң «Технологиялық ерітінділерден скандийді бөліп алу үшін жоғары сұрыпты заманауи сорбентер құру» тақырыбындағы диссертациясының ғылыми деңгейі жоғары, Білім және ғылым саласындағы бақылау комитетінің барлық талаптарына жауап береді. Химэрсэн Хуангул 8D05301 – «Химия» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін беруге лайық.

Шетелдік ғылыми кеңесшісі:

**Józef Tadeusz Naponiuk**

Профессор, Ф.Д  
Гданьск технологиялық университеті  
Химия факультеті  
Полимер технологиясы департаменті



ПАРАҚТЫҢ АРҒЫ ЖАҒЫНА  
ҚАРАҢЫЗ  
СМ. НА ОБОРОТНОЙ СТОРОНЕ

Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, екі мың жиырма төртінші жылғы он төртінші мамыр. Құжаттың ағылшын тілінен қазақ тіліне мәтін-аудармасын орындаған аудармашы Ахметова Асем Амандыковна, 18.08.1989 жылы туылған, ЖСН 890818401550.

Қолы



*Ахметова Асем Амандыковна*

Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, екі мың жиырма төртінші жылғы он төртінші мамыр. Мен, Әсет Мағира, Қазақстан Республикасының Әділет Министрлігі 2022 жылы 13 шілдеде берген №22012975 мемлекеттік лицензия негізінде әрекет етуші Алматы қаласының нотариусы, аудармашы Ахметова Асем Амандыковнаның қойылған қолының түпнұсқалылығын растаймын. Аудармашының тұлғалығы анықталды, қабілеті мен өкілеттігі тексерілді.

Тіркеу нөмірі № 2018  
111 теңге төленді

Нотариус

Әсет Мағира



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІ  
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ  
ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІ БЕРГЕН №22012975 МЕМЛЕКЕТТІК  
ЛИЦЕНЗИЯ НЕГІЗІНДЕ АҒЫЛШЫН ТІЛІНЕН ҚАЗАҚ ТІЛІНЕ МӘТІН-АУДАРМАСЫН  
ОРЫНДАҒАН АУДАРМАШЫ АХМЕТОВА АСЕМ АМАНДЫКОВНАНЫҢ ҚОЙЫЛҒАН  
ҚОЛЫНЫҢ ТҮПНҰСҚАЛЫЛЫҒЫН РАСТАЙМЫН



ES6007384240514115214A631803

Нотариаттық іс-әрекеттің бірегей нөмірі / Уникальный номер нотариального действия