

The evaluation by the external scientific supervisor of the doctoral candidate B.M. Diyarova's dissertation on the topic of «Synthesis and physicochemical studies of new sorbents from rice and oil waste for wastewater treatment» for the conferment of the doctor of philosophy degree in the educational program «8D05301-Chemistry»

Review

Rice stands as one of the foremost agricultural commodities globally, following wheat. The annual global production of rice amounts to 503.69 million tons, with Kazakhstan contributing 213.4 thousand tons. In the process of rice cultivation, remnants known as rice husk and straw, containing distinctive porous layers of silicon, are collected. This waste comprises husks up to 20% and straw up to 50%. Predominantly, farmers resort to methods of either burying or incinerating waste in the open fields. In employing these methods, the high silicon content in the waste results in the accumulation of non-degradable silicon dioxide on the earth's surface during incineration, necessitating substantial land areas for waste disposal. The waste generated from burning and interment exerts adverse effects on both the environment and human health, leading to the development of ailments such as pulmonary silicosis, bronchitis, and cancer. Given the annual surge in rice demand in recent years, the pertinence of research endeavors in this domain is escalating. In addressing these challenges, the dissertation work introduces methodologies for producing adsorbents to purify industrial wastewater from heavy metals and organic pollutants, employing environmentally benign and valuable secondary products derived from the processing of agricultural and oil waste.

Activated carbon, possessing a high surface area, well-defined pore structure, thermal stability, and low acid/base reactivity, represents the oldest and most economical adsorbent. It serves as an efficacious material for the removal of diverse inorganic and organic pollutants dissolved in aqueous media or gaseous phases.

The application of adsorption treatment utilizing activated carbon has gained recognition as an effective means of mitigating organic, chemical, chlorine, heavy metal, and liquid waste. Commonly employed raw materials for activated carbon production encompass coal, wood waste, coconut shell, peat, petroleum, and polymers. Notwithstanding its widespread application in the adsorption process, the primary challenge associated with industrial-scale utilization of activated carbon lies in its elevated cost and the complexities involved in regenerating adsorbents. In this context, it becomes imperative to explore renewable and cost-effective materials as viable alternatives to adsorbents in addressing water pollution issues and the disposal of waste gases stemming from diverse technological processes.

The adsorptive capacity, durability, thermophysical attributes, and other properties of activated carbons are intrinsically linked to the structure and surface

characteristics of these adsorbents, as well as the method employed in their preparation.

The disorderly arrangement of graphite crystallites and amorphous carbon within each fragment of activated carbon imparts a distinctive porous structure to its heterogeneous mass. Founded on the array of adsorption phenomena manifesting in porous substances, the eminent scholar in this field, academician M.M. Dubinin, advocated for the categorization of pores into macro-, meso-, and micropores.

One avenue of research directed towards advancing concurrent carbonization processes and the formation of micro- and nanostructures (carbon sorbents) hinges on the utilization of composites as initial materials. These composites encompass amalgamations of solid and liquid organic materials, inclusive of waste, as well as the utilization of raw materials in conjunction with binders, catalyst mixtures, and chemically modified raw materials, among other components.

Currently, this direction appears to hold the most promise for recycling natural raw materials, eliminating waste, and introducing environmentally friendly secondary products into economic circulation. However, for its successful implementation, it is imperative to ascertain the structure of the acquired sorbents and to exercise control over the process of micro- and nanostructure formation during the structural and chemical alterations of the carbon framework. Addressing a range of associated challenges is also imperative.

Dissertation work BR21882415 "Development of safe wastewater disposal technology for irrigation of fodder crops and tree plantations in Kyzylorda province under water deficit conditions" under the program of targeted funding for 2024-2025 years and financial support of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, by the Committee of Science under the grant project AR 05134356 conducted.

Scientific results within the requirements for theses.

One of the areas of research focused on the advancement of carbonization processes and the development of micro- and nanostructures (carbon sorbents). This avenue is predicated on the utilization of composites as initial materials, comprised of blends of solid and liquid organic substances, including waste. Additionally, it involves the incorporation of binders, catalyst additives, and preliminary chemical conversions.

The dissertation comprehensively evaluates extant methods of heat treatment for carbon-containing raw materials, encompassing pyrolysis, gasification, and combustion. Among these techniques, co-thermolysis emerges as the most promising, particularly in the case of multi-component mixtures or composites comprising various organic materials. This approach capitalizes on the synergistic effects of thermolysis, leading to enhanced yields. The production of secondary solid products is identified as a particularly auspicious avenue in the processing of both natural and man-made raw materials.

The dissertation achieved biochar production through the carbonization of rice husk and straw. Optimal conditions were determined to be a treatment time (τ) of 60 minutes at a temperature (t) of 300°C for rice straw. In the case of rice husk, the highest combustion heat energy recorded was 17,520 kJ/g at $\tau = 60$ minutes and $t = 400^\circ\text{C}$, while for rice straw, it was 16,451 kJ/g under the same conditions. These findings indicate the potential for manufacturing high-calorie fuel briquettes from biochar derived from rice husk.

Powdered activated carbon was obtained from agricultural waste during the research. The characteristics of the resulting activated carbon demonstrate that that derived from rice husk corresponds to DAC grade, whereas the activated carbon from rice straw corresponds to BAU-A grade for liquid media adsorption. Furthermore, co-thermolysis of agricultural and oil wastes was conducted to obtain powdered activated carbon, and optimal conditions were determined. Carbonization was carried out at a temperature of 500°C, followed by activation at 850°C. Notably, the activated carbon produced in the ratio of rice straw to oil sludge at 9:1 corresponds to BAU-A grade, while at a ratio of 8:1, it matches the characteristics of BAU-MF grade. In all other ratios of straw to oil sludge, the activated carbon aligns with DAC grade specifications.

Granular porous carbon materials were successfully obtained by introducing a binder to agricultural and petroleum wastes. According to the research findings, the optimal ratio of rice husk to oil sludge to starch is 9:1:2. The characteristics of the activated carbon produced in this ratio align with those of the BAU-MF brand.

The adsorption capacity of both powdered and granulated activated carbon, obtained under the established optimal conditions, was thoroughly examined. Initial evaluation tests involving the adsorption of heavy metal ions (Cr^{3+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^-) using the resulting granulated and powdered activated carbons demonstrated their notably high adsorption efficiency.

The properties and structure of the sorbents were determined through chemical and physico-chemical analyses of both powdered and granulated activated carbon. These findings were compared with established production processes to ascertain the ecological effectiveness of the final product. Extensive efforts were dedicated to testing the new adsorbents in wastewater purification, affirming their efficiency.

The degree of validity and reliability of each scientific result (scientific position), researcher's findings and conclusions formulated in the dissertation.

The research was conducted utilizing a modern scientific and technical infrastructure. Powdered and granulated activated carbon were produced using a high-temperature vacuum tube furnace of the BR-12 NFT series. Further analyses were performed with advanced equipment: the structure of the samples was examined using a JSM-6510 LV scanning electron microscope, while surface porosity area was determined with a 3H-2000PS1 surface porosity analyzer. Additionally, the combustion heat of biochar was measured using a C2000 calorimeter from Ika-Werke (Germany).

The dissertation work was conducted in the well-equipped laboratories of esteemed institutions, including the Chemistry and Biology Scientific Research

Centre at Kazakh National Women's Pedagogical University, the "Laboratory of Engineering Profile" at Kyzylorda University named after Korkyt Ata, and the REQUIMTE Research Center at New Lisbon University.

The degree of innovation of each scientific result (position), researcher's conclusion formulated in the dissertation.

Based on the results of the research, the following conclusions were drawn:

1. An exhaustive analysis of the scientific and technical literature relevant to the research topic was conducted. While significant progress has been made in understanding the structure of carbon sorbents, a knowledge gap persists in the area of co-processing liquid and solid organic wastes into adsorbents at the current stage of scientific development.

2. The thermolysis of rice husk and straw was executed to obtain a carbon sorbent.

3. The physico-chemical properties of oil sludge from the reservoirs of the Kumkol field were systematically examined, and their potential utility in co-thermolysis and as solid agricultural waste was established.

4. Co-thermolysis of rice straw and oil sludge was carried out, resulting in the identification of optimal mass ratios and compositions. The research determined that the adsorbent obtained through this process, in a mass ratio of 9:1, exhibits characteristics akin to activated carbon in terms of sorption and other critical indicators.

5. Optimal conditions for the production of granular activated carbon, achieved through the incorporation of binders during the processing of rice husk and straw with oil sludge, were determined. The resultant adsorbent, produced through co-processing in a ratio of rice husk to rice bran to gelatin at 9:1:2, demonstrated characteristics aligning with those of activated carbon in terms of sorption and other essential indicators.

6. The adsorption capacity of activated carbon produced under optimal conditions was rigorously assessed. Initial evaluation tests were carried out for the adsorption of heavy metal ions (Cr^{3+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^-) using both granulated and powdered activated carbons. The research conducted under these areas represents a significant contribution to the field, offering valuable insights and practical applications for the sustainable utilization of natural and waste resources.

7. The obtained activated carbon was subjected to testing for sewage treatment following the biological treatment at the Kyzylorda city station. Following purification, there were noticeable improvements in physical indicators such as chromium content and dry residue, alongside reductions in chemical indicators including calcium, aluminum, manganese, nitrite, polyphosphate, and orthophosphate ions.

The results of the author's research have been presented and discussed at various international and republican conferences. Additionally, based on the outcomes of this work, a number of scientific publications have been disseminated:

- Four publications in journals recommended by the Control Committee in the field of Education and Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

- One publication in an international scientific journal indexed in the Thomson Reuters information database (ISI Web of Knowledge, Thomson Reuters), which carries a non-zero impact factor.

- Five publications in materials and abstracts of international and republican scientific symposia and conferences, and three in materials from foreign conferences.

The abstract of B.M. Diyarova's dissertation on the topic of "Synthesis and physicochemical studies of new sorbents from rice and oil waste for wastewater treatment" comprehensively encapsulates the primary findings of the dissertation.

Conformance of the content of the dissertation to the requirements of the Rules for the Conferment of Scientific Degrees.

This work represents a significant contribution to the field of addressing environmental challenges in agriculturally and oil-contaminated areas, underscoring its relevance and practical significance. The development of a set of physico-chemical conditions for producing porous carbon materials from low-grade agricultural solid and liquid oil waste is a noteworthy accomplishment. The assessment of the relationship between morphology, structure, and properties of the adsorbent with temperature and co-processing is a crucial contribution. Moreover, the creation of an experimental model elucidating the structural-chemical transformation of the carbon skeleton, responsible for forming micro- and nanostructures in the combined processing of waste via co-thermolysis, is a noteworthy innovation. These models were constructed utilizing a blend of Kazakhstan's indigenous raw materials - low-grade solid and liquid waste (rice straw, husk, and man-made oil waste) from the Kyzylorda region.

The dissertation work has been carried out at a commendable scientific standard, demonstrating scientific novelty and practical significance. As the research supervisor, I express my satisfaction with the overall outcome of the work.

B.M. Diyarova's dissertation on the topic of « Synthesis and physicochemical studies of new sorbents from rice and oil waste for wastewater treatment» fully meets all the criteria for a dissertation in terms of its scientific and practical value, as well as its level of accomplishment. In my assessment, the candidate is deserving of the conferment of the degree of Doctor of Philosophy (PhD).

O. Lygina

Foreign scientific supervisor:
Doctor of Sciences, Professor,
Department of Chemistry,
Faculty of Science and Technology,
Universidade Nova de Lisboa.



Ізденуші Б.М. Диярова «8D05301-Химия» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы дәрежесін алу үшін «Ағынды суларды тазарту үшін күріш пен мұнай қалдықтарынан жаңа сорбенттер синтезі және физика-химиялық зерттеулері» тақырыбындағы диссертациялық тақырыбына шетелдік ғылыми жетекшінің

ПІКІРІ

Күріш – әлемде бидайдан кейінгі егіс көлемі бойынша екінші орын алатын негізгі ауыл шаруашылығы өнімдерінің бірі. Күріш өндірісі әлемде жыл сайын 503,69 миллион тоннаны, ал Қазақстанда 213,4 мың тоннаны құрайды. Күріш өндірісінде құрамында кремнийдің ерекше кеуекті қабаттары күріш қауызы және сабаны деп аталатын қалдықтар жиналады. Бұл қалдық құрамында қауыз 20% дейін және сабаны 50% дейін мөлшерді құрайды. Қалдықтарды жоюда көп жағдайда егіншілер жазық далада жерге көму немесе өртеу әдістерін қолданады. Бұл әдістерді қолдану барысында қалдықтардың құрамында кремний үлесінің жоғары болу салдарынан өртеу кезінде жер бетінде ыдырамайтын кремний диоксиді жиналады, сонымен қатар қалдықтарды көму үлкен жер аудандарының көлемін қажет етеді. Өртеу және көму нәтижесінде жиналған қалдықтар табиғатқа және адам денсаулығына кері әсер етеді, яғни өкпе силикозы, бронхит және қатерлі ісік сияқты аурулардың дамуына әкеледі. Соңғы жылдардағы күрішке деген сұраныстың жыл сайын артуына байланысты бұл бағыттағы зерттеу жұмысының өзектілігі де артып келеді. Аталмыш мәселелерді жою мақсатында диссертациялық жұмыста ауылшаруашылық және мұнай қалдықтарын қайта өңдеу арқылы экологиялық қауіпсіз және пайдалы қайта өңдеу өнімдер негізінде өнеркәсіптік ағынды суларды ауыр металдардан және органикалық ластауыштардан тазалауға арналған адсорбенттер алу жолдары ұсынылған.

Белсендірілген көмір – беткі ауданы, кеуектерінің құрылымы, термиялық тұрақтылығы және төменгі қышқыл/негіз реактивтілігі бар ең көне және арзан адсорбент. Белсендірілген көмір – бұл сулы ортада немесе газ фазасында еріген әртүрлі бейорганикалық және органикалық ластаушы заттарды жоюға арналған тиімді материал.

Белсендірілген көмірмен адсорбциялық өңдеу органикалық, химиялық заттарды, хлорды, ауыр металдарды, сұйық қалдықтарды азайтудың тиімді құралы ретінде танылған. Белсендірілген көмірді алу үшін танымал шикізат көздері көмір, ағаш қалдықтары, кокос қабығы, шымтезек, мұнай және полимерлер қолданылған. Адсорбция процесінде кеңінен қолданылғанына қарамастан, өнеркәсіптік ауқымда белсендірілген көмірді қолданудағы ең үлкен мәселе оның қымбаттылығы және адсорбенттердің регенерациясындағы қиындықтар болып табылады. Осыған байланысты, судың ластануы, әр түрлі технологиялық процестердің қалдық газдарын кәдеге жарату мәселелерін шешуде адсорбенттерге балама ретінде жаңартылатын әрі арзан материалдарды іздеу қажет болады.

Белсендірілген көмірлердің сіңірілуі, беріктігі, термофизикалық және басқа қасиеттері бұл адсорбенттердің құрылымы мен бетінің сипаты олардың алу әдісімен байланысты.

Со-көміртектену процестерін дамытуға және микро- және нанокұрылымдарды (көміртекті сорбенттер) қалыптастыруға бағытталған зерттеу бағыттарының бірі композиттерді бастапқы материалдар ретінде пайдалануға негізделген - қатты және сұйық органикалық материалдардың қоспалары, соның ішінде қалдықтар, сондай-ақ байланыстырғыш заттармен шикізатты қолдану, катализатор қоспалары және т.б химиялық түрлендірілген шикізат. Қазіргі уақытта бұл бағыт табиғи шикізатты қайта өңдеу, қалдықтарды шығару және экологиялық таза екінші деңгейлі өнімді экономикалық айналымға тарту тұрғысынан ең перспективалы болып көрінеді, дегенмен оны ойдағыдай жүзеге асыру үшін алынған сорбенттердің құрылымын анықтауға және көміртегі қаңқасының құрылымдық және химиялық өзгерістері кезінде микро- және нанокұрылымдарды қалыптастыру процесін басқаруға байланысты бірқатар мәселелерді шешу қажет.

Қазіргі уақытта бұл бағыт табиғи шикізатты қайта өңдеу, қалдықтарды шығару және экологиялық таза екінші деңгейлі өнімді экономикалық айналымға енгізу тұрғысынан ең перспективті, дегенмен оны ойдағыдай жүзеге асыру үшін қажет алынған сорбенттердің құрылымын анықтауға және көміртегі қаңқасының құрылымдық және химиялық өзгерістері кезінде микро- және нанокұрылымдарды қалыптастыру процесін басқаруға байланысты бірқатар мәселелерді шешу қажет.

Зерттеу нысаны ретінде Қызылорда облысының күріш қауызы мен сабаны және Құмкөл кен орнының резервуарларынан алынған мұнайшламы.

Диссертациялық жұмыс BR21882415 «Қызылорда облысында су тапшылығы жағдайында мал азықтық дақылдары мен ағаш екпелерін суару үшін сарқынды суларды қауіпсіз утилизациялау технологиясын әзірлеу» 2024-2025 жылдарға арналған бағдарламалы-нысаналы қаржыландыру және Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі, Ғылым комитетінің қаржылық қолдауымен АР 05134356 гранттық жобасы аясында жүргізілген.

Карбонизация процестерін дамытуға және микро- және нанокұрылымдарды (көміртекті сорбенттер) қалыптастыруға бағытталған зерттеу бағыттарының бірі композиттерді бастапқы материалдар ретінде пайдалануға негізделген - қатты және сұйық органикалық материалдар қоспалары, соның ішінде қалдықтар, сонымен қатар байланыстырғыш заттармен, катализатор қоспаларымен және алдын-ала химиялық түрлендірілу жұмыстары жүргізілген.

Диссертант пиролиз, газдану және жануды қамтитын құрамында көміртегі бар шикізатты термиялық өңдеудің қазіргі кездегі қолданыстағы әдістерін жан-жақты қарастыраған. Қолданыстағы әдістердің ішіндегі ең тиімдісі - термолиз процесі үшін компоненттердің термолизінің синергизмін алу және сәйкесінше шығымдылықты жақсарту мақсатында термолиз процесі үшін көп компонентті қоспалар немесе табиғатта әр түрлі органикалық материалдар композиттер кездегі со-термолиз қолданылған. Қайталама қатты

өнімдердің өнімділігі со-термолизді іс жүзінде қолдану табиғи және техногендік шикізатты өндеудегі ең тиімді бағыттарының бірі екендігі анықталған. Қатты, газ тәрізді немесе сұйық екінші ретті өнімдерді алу үшін со-пиролиз процестері ұсынылған.

Диссертациялық жұмыста күріш қауызы және сабанын карбонизациялау арқылы биочар алынған. Оның оңтайлы жағдайлары: күріш сабанын $\tau = 60$ мин, $t = 300^\circ\text{C}$. Ал жану жылуының жоғары энергиясы күріш қауызында $17,520$ кДж/г, $\tau = 60$ мин, $t = 400^\circ\text{C}$, ал күріш сабанында $16,451$ кДж/г, $\tau = 60$ мин, $t = 400^\circ\text{C}$. Зерттеу нәтижелеріне сүйенетін болсақ күріш қауызынан алынған биочарды жоғары калориялы отын брикеттерін алуға мүмкіндік береді.

Диссертациялық жұмыста ауыл шаруашылығы қалдықтарынан ұнтақталған белсендірілген көмір алынған. Зерттеу нәтижелерінің сипаттамалары күріш қауызынан алынған белсендірілген көмір ДАК маркасына, ал күріш сабанынан алынған белсендірілген көмір сұйық ортаны адсорбциялауға арналған БАУ-А маркасына сәйкес келеді. Сонымен қатар ауыл шаруашылығы мен мұнай қалдықтарын со-термолиздеу арқылы ұнтақталған белсендірілген көмір алынған және оның оңтайлы жағдайы анықталған. Оңтайлы жағдайда карбонизация 500°C температурада, ал белсендіру 850°C температурада жүргізілген. Оңтайлы жағдайда алынған күріш сабаны:мұнайшламы = 9:1 қатынасындағы белсендірілген көмір БАУ-А маркасының сипаттамаларына, күріш сабаны:мұнайшламы = 8:1 қатынасындағы белсендірілген көмір БАУ-МФ маркасына сипаттамаларына, сабан мен мұнайшламының басқа қатынастарындағы белсендірілген көмір ДАК маркасының сипаттамаларына сәйкес келеді.

Күріш қауызы мен сабанына және мұнайшламына байланыстырушы қосу арқылы түйіршіктелген кеуекті көміртекті материалдар алынған. Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша оңтайлы жағдай қатынасы 9:1:2 күріш қауызы:мұнай шламы:крахмал. Оңтайлы жағдайда алынған белсендірілген көмір сипаттамалары БАУ-МФ маркасына сипаттамаларына сәйкес келеді.

Оңтайлы жағдайда алынған белсендірілген көмірдің ауыр металл иондарын адсорбциялау қабілеті мұқият зерттелді. Ауыр металлдар иондарының (Cr^{3+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^-) адсорбциясы үшін алынған түйіршіктелген және ұнтақталған белсендірілген көмірлердің алғашқы бағалау сынақтары жүргізілген, нәтижесінде алынған белсендірілген көмірлер адсорбциялық сипаттамалары мен көрсеткіштері жоғары екендігі дәлелденген.

Ұнтақталған және түйіршіктелген белсендірілген көмір химиялық және физика-химиялық талдау әдістерін қолдана отырып сорбенттердің қасиеттері мен құрылымы анықталған алынған өнімнің экологиялық тиімділігін табудың белгілі өндірістік процестерімен салыстырылған, ағынды суларды жаңа адсорбенттермен ластанудан тазарту бойынша жұмыстар жасалынған.

Ғылыми нәтижелердің негізділігі мен сенімділігі қазіргі заманғы ғылыми-техникалық базаны қолдану арқылы расталады: ұнтақталған және

түйіршіктелген белсендірілген көмірдің BR-12 NFT сериялы жоғары температуралы вакуумдық түтікті пеште алынған. Үлгілердің құрылымы JSM-6510 LV сканерлеуші электронды микроскоппен, беттік кеуектілік ауданы 3H-2000PS1 беттік кеуектілік анализаторында, биочардың жану жылуы C2000 Ika-Werke (Германия) C2000 калориметрінде зерттелді.

Диссертациялық жұмыс Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті «физика-химиялық талдау әдістері» зертханасында және Жаңа Лиссабон университеттерінің зертханаларында жүргізілген.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша келесі қорытындылар жасалды:

1. Зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми-техникалық әдебиеттер талданған, бұл белсендірілген көмір алудың қазіргі кездегі әдістерін анықтауға мүмкіндік берген. Көміртекті сорбенттің құрылымын түсіну саласындағы кейбір жетістіктерге қарамастан, ғылымның қазіргі даму кезеңінде сұйық және қатты органикалық қалдықтарды адсорбенттерге бірлесіп өңдеу саласындағы білімнің жетіспеушілігі анықталған;

2. Көміртекті сорбент алу мақсатында күріштің қауызы мен сабанының термолизі жүргізілген.

3. Құмкөл кен орнының резервуарларынан мұнайшламының физика-химиялық қасиеттері зерттелді және оларды қатты ауыл шаруашылығы қалдықтары мен со-термолизге пайдалану мүмкіндігі анықталған;

4. Күріш қауызы мен сабанның мұнайшламы со-термолизі жүргізілген, оңтайлы массалық қатынастары мен құрамы табылды. Жүргізілген зерттеулер нәтижелері бойынша 9:1 массалық қатынасындағы күріш сабаны мен мұнайшламының со-термолизі арқылы алынған адсорбент белсендірілген көмірге қойылатын сипаттамаларға сорбциялық және өзге де көрсеткіштерге сәйкес келетіні анықталған;

5. Күріш қауызы мен сабанын мұнайшламымен бірге өңдеуде байланыстырушыларды қосу арқылы түйіршіктелген белсендірілген көмір алудың оңтайлы жағдайлары анықталды. Жүргізілген зерттеулер нәтижелері бойынша күріш қауызы:мұнайшламы:желатин 9:1:2 қатынасында бірге өңдеу арқылы алынған адсорбент белсендірілген көмірге қойылатын сипаттамаларға сорбциялық және өзге де көрсеткіштерге сәйкес келетіні анықталған;

6. Оңтайлы жағдайларда алынған белсендірілген көмір адсорбциялық қабілеті зерттелді. Ауыр металдар иондарының (Cr^{3+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^-) адсорбциясы үшін алынған түйіршіктелген және ұнтақталған белсендірілген көмірлердің алғашқы бағалау сынақтары жүргізілді, нәтижесінде алынған түйіршіктелген және ұнтақталған белсендірілген көмірлер адсорбциялық сипаттамалары мен көрсеткіштері бар деп айтуға болады;

7. Сондай-ақ, алынған белсендірілген көмір Қызылорда қаласының биологиялық тазарту станциясынан кейін кәріздік ағынды суды тазарту үшін тестіленді. Тазартудан кейін хром және құрғақ қалдық сияқты физикалық

көрсеткіштер жақсарады, кальций, алюминий, марганец, нитрит, полифосфат, ортофосфат иондары сияқты химиялық көрсеткіштердің төмендеуі байқалады.

Диссертациялық жұмыс нәтижелердің өзектілігі және практикалық маңыздылығы тұрғысынан диссертациялық жұмыс техногендік қалдықтарды аумақтардағы экологиялық мәселелерін шешу саласында орындалған жұмыс ретінде қарастыруға болады. Төменгі сортты ауылшаруашылығының қатты қалдықтары мен сұйық мұнай қалдықтарынан алынатын кеуекті көміртекті материалдар алу үшін физика-химиялық шарттар кешені жасалған. Адсорбенттің морфологиясының, құрылымы мен қасиеттерінің, температура мен бірге өңдеуге тәуелділігі бағаланған. Со-термолизді қолданып, қалдықтарды біріктіре өңдеуде микро- және наноқұрылым түзетін көміртекті қаңқаның құрылымдық-химиялық трансформациясының тәжірибелік моделі жасалған. Модельдер Қазақстандық шикізат көздері – Қызылорда облысының төменгі сортты қатты және сұйық қалдықтары (күріш сабаны, қауызы және техногенді мұнай қалдықтары) қоспасынан жасалынған.

Диссертациялық жұмыс жоғары ғылыми деңгейде орындалып, жаңашылдығы мен практикалық маңызы дәлелденді.

Ғылыми жетекші ретінде жұмыстың жалпы нәтижесімен қанағаттанамын.

Б.М. Диярованың «Ағынды суларды тазарту үшін күріш пен мұнай қалдықтарынан жаңа сорбенттер синтезі және физика-химиялық зерттеулері» тақырыбында жазылған диссертациялық жұмысы ғылыми-тәжірибелік мәні және орындау деңгейі бойынша диссертациялық жұмысқа қойылатын барлық талаптарға сәйкес келеді. Ізденуші философия докторы (PhD) дәрежесі тағайындалуына лайық деп есептеймін.

Шетелдік ғылыми жетекші
doctor of sciences, professor
Departamento de química
faculdade de ciências e tecnologia,
Universidade Nova de Lisboa

O. Lygina

Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, жиырма сегізінші қараша екі мың жиырма төрт.
Құжаттың мәтінін ағылшын тілінен қазақ тіліне аудармашы Азамат Арманұлы Өтеуов аударған, жоғары
білім туралы диплом Орталық Азия университетінен № 0976557 от 06.06.2016 ж., ЖСН 940306300138
город Алматы, Республика Казахстан, двадцать восьмое ноября две тысячи двадцать четвертого года.

Текст документа переведен переводчиком с английского языка на казахский язык Утеуовым Азаматом
Арманұлы, диплом о высшем образовании Центрально-Азиатского университета № 0976557 от 06.06.2016
г., ИНН 940306300138.

Қолы:

Подпись:

А. Арманұлы Өтеуов

Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, жиырма сегізінші-қараша екі мың жиырма төрт.

Мен, Касымова Эльвира Аркеновна, Қазақстан Республикасы Әділет Министрлігінің Тіркеу қызметі және
құқықтық көмек көрсету комитеті берген 15.03.2012 жылғы № 12000973 лицензия негізінде әрекет ететін
Алматы қаласының нотариусы, Аудармашы Утеуов Азамат Арманұлының қолының түпнұскалығын
куәландырамын. Аудармашының жеке басы анықталды, әрекет қабілеттілігі мен өкілеттіктері тексерілді.

город Алматы, Республика Казахстан, двадцать восьмое ноября две тысячи двадцать четвертого года.

Я, Касымова Эльвира Аркеновна, нотариус города Алматы, действующая на основании лицензии №
12000973 от 15.03.2012 года, выданной Комитетом регистрационной службы и оказания правовой помощи
Министерства юстиции Республики Казахстан, удостоверяю подлинность подписи переводчика Утеуова
Азамата Арманулы. Личность переводчика установлена, дееспособность и полномочия проверены.

№ 3506 тізілімде тіркелді /Зарегистрировано в реестре за № 3506

Өндіріліп алынды: 1957 тенге (мемлекеттік баж 111 тенге + құқықтық
және техникалық сипаттағы қызметтер 1846 тенге).

Взыскано: 1957 тенге (государственная пошлина 111 тенге + услуги
правового и технического характера 1846 тенге)



Нотариус

Э.А.Касымова



ES0006384241128162451Y60936C

Нотариаттық іс-әрекеттің бірегей нөмірі / Уникальный номер нотариального действия