

УДК 541.64
МРНТИ 31.25.15
DOI 10.37238/1680-0761.2023.89(1).21

¹Кабибуллина А.Д., ²Сулейменова Г.А.

¹М.Өтемісов атындағы БатысҚазақстан университеті, Орал, Қазақстан
²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
*Автор-корреспондент: karolina.daniyar@mail.ru

ПОЛИМЕР-МЕТАЛДЫ КОМПЛЕКСТЕРДІҢ ҚАСИЕТТЕРІ МЕН ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Жұмыстың негізгі мақсаты жаңа полимер-металды комплекстер алу, олардың қасиеттерін анықтау және оларды катализде практикалық қолдану мүмкіншілігін зерттеу болды. Жұмыс кезінде потенциометрлік титрлеу әдісі қолданылды. Потенциометрлік титрлеу кезінде Zn^{2+} ионы мен поливинилпирролидон жүйесінде комплекс түзілетіні анықталды және дәлелденді. Түзілген комплекстерге температураның әсері зерттелді және температураға байланысты тұтқырлықтың қалай өзгеретіндігі бақыланып, температура мен тұтқырлық арасындағы байланыс анықталды. Полимер-металды комплекстердің катализдік қасиеті зерттелінді және катализатор ретінде қолдану қаншалықты тиімді екені анықталды. Жұмыста химиялық таза реактивтер қолданылды, кейбіреулері үшін қосымша тазарту қолданылды. Эксперимент кезінде қолданылатын әдіс полимер-металды комплекстердің түзілуіне өте сезімтал және дәл екендігі жұмыс кезінде дәлелденді. Қолданылатын құрылғылар алдын-ала конфигурацияланған және градуирленген (аналитикалық таразы, рН-метр).

Кілт сөздер: полимер-металды комплекс; потенциометрлік титрлеу; поливинилпирролидон; тұтқырлық; катализдік қасиет; аналитикалық таразы; рН-метр.

Кіріспе

Соңғы жылдары өнеркәсіпте және өндіріс орындарында қолданылатын шикізаттар мен катализаторларға қатысты қойылатын талаптар артуда. Соның бірі – экономикалық және экологиялық тұрғыдан тиімді болып келетін шикізаттар мен катализаторларды таңдау. Қазақстан Республикасында мұнай өндірісі дамығандықтан, өндіріске қолданылатын катализаторлар түрлері - әр түрлі промоутерлік қоспаларды енгізу арқылы өзгертілген микросфералық цеолитті катализаторлар.

Өндіріс орындарынан ағынды судың құрамынан ауыр металдарды бөліп алу мақсатында белгілі бір полимерлер қолданылады. Полимер металл ионымен оңай реакцияға түсіп, полимер-металды комплекс түзеді. Осылайша ағынды суды құрамындағы ауыр металл иондарынан тазартуға болады. Түзілген полимер-металды комплекстерді қасиеттеріне байланысты әр түрлі мақсатта, тіпті мұнай өндірісінде де қолдануға болады [1, б. 122].

Полимер-металды комплекс дегеніміз не? Полимер металл кешендері макромолекулалардың функционалды топтары мен өтпелі металл иондарының (Cu^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , т.б.) өзара әрекеттесуі нәтижесінде пайда болады. Металл ионы мен полимерлі лиганд донорлық-акцепторлық өзара әрекеттесу арқылы координациялық байланыс түзеді (хелат кешендері) немесе лиганд протонын металл ионымен алмастырып, иондық байланыс түзуі мүмкін. Металл иондары акцепторлар болып табылады; байланыс жасау үшін электрон жұбын беретін полимер тізбегінің -O, -N, -S, -F, -Cl атомдары донорлар болып табылады. Шағын молекулалы күрделі қосылыстарда металдың координациялық саны



әдетте 4 немесе 6 болады. Макромолекулалық лигандтар жағдайында композицияның 1:1, 1:2, 1:3 немесе 1:4 құрамды координациялық орталықтары пайда болуы мүмкін.

Полимер-металды комплекстеріне тән ерекшеліктердің бірі - төмен молекулалық лиганд-металл комплекстеріне қарағанда, барлық бірізді комплекс түзілу кезінде константа мәндерінің жақындығы болып табылады. Бұл полимер тізбектеріндегі белсенді өзара әрекеттесу орталықтарының жоғары жергілікті тығыздығына байланысты, яғни "полимер эффектісі" полимерметалды комплекстердің түзілуінде маңызды рөл атқаруы мүмкін.

Ерітіндідегі полимер-металды комплекстердің тұрақтылығына полимер лигандтарының конформациясы мен микроқұрылымы, металдардың табиғаты, иондану дәрежесі, металдардың теріс зарядталған иондарының (аниондарының) табиғаты, ортаның рН, ерітіндінің иондық күші, еріткіштің табиғаты, температура, т. б. ерітіндідегі макромолекулалардың конформациялық күйін және олардың гигродинамикалық сипаттамаларын анықтайтын барлық факторлар қатты әсер етеді. Полимер-металл жүйелеріне жүргізілген көптеген зерттеулер осы жоғарыда аталған факторлардың түзілген полимерметалды комплекстердің қасиеттері мен құрылымына әсерін анықтауға бағытталған [2, б. 10].

Темір, мыс, кобальт, мырыш және тағы басқа металл иондарының макромолекулалық лигандтармен координациялық қосылыстарына деген қызығушылықтың негізгі себебі - олардың ферментативті реакцияларда маңызды рөл атқаруында. Ферментативті реакциялардағы металл иондарының ең ықтимал функциясы - субстратты катализатордың белсенді орталығына түсіру және жақындату. Бұл процесс «катализатор - металл ионы – субстрат» үштігінен құралған комплекс арқылы жүзеге асады. Гомогенді полимер-металды катализаторлар жоғары белсенділігімен және спецификалық әсерлерімен ерекшеленеді. Ерітіндідегі каталитикалық процестер физика-химиялық әдістердің көмегімен зерттеледі. Бұл әдістер металл-полимерлі катализаторлардың механизмін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде табылған бірқатар заңдылықтарды гетерогенді катализ механизмін тереңірек түсіну үшін қолдануға мүмкіндік береді.

Сутегі асқын тотығының ыдырауы, тотығу, гидрлеу және т.б. реакцияларында ауыр металл иондары мен суда еритін полимер комплекстерінің каталитикалық әсерінің кейбір мысалдарын қарастыруға болады. Полимер-металл комплекстерінің фермент тәрізді катализдік қасиеттерін сутегі асқын тотығының ыдырауы процесінде анықтауға болады. Аталған комплекстер көбінесе сәйкес төмен молекулалы аналогтарға қарағанда белсенділігі жоғары болып келеді. Мысалы, Со-диметилглиоксим және поли-4-винилпиридин комплекстері В витаминінің үлгісі бола алады [3, б. 48-52; 9, б. 59].

Металл тұздарының ерітінділеріндегі полимерлердің (соның ішінде полимерлі гидрогельдердің) жағдайын, әсерін, қасиеттерін зерттеу үлкен практикалық және теориялық қызығушылық тудырады. Полимердің түрлі валенттіліктегі металл тұздарының ерітінділерінде көрсететін қасиеттері мен әсерін, ерекшеліктерін зерттеу металл иондарымен немесе олардың күрделі формаларымен иондық немесе координациялық байланыстың арқасында полимер құрамында құрылымдық ансамбльдердің қалыптасу механизмімен байланысты көптеген іргелі мәселелерді шешуде негіз бола алады. Теориялық тұрғыдан алғанда, бұл жасуша мембраналары мен капсулаларының түзілуіне байланысты биологиялық эволюция сатыларын модельдеуге ықпал ететін осындай жүйелерде болатын ионогендік топтардың гомогенді емес таралуы мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Практикалық тұрғыдан алғанда, металл тұздарындағы полимерлердің ісіну әрекетін зерттеу табиғи және ағынды сулардан металл иондарын бөліп алу технологиясын әзірлеуде, гетерогенді катализаторлардың, биомедициналық препараттардың, термиялық және механикалық төзімді полимерлі материалдардың, жартылай өткізгіш мембраналар мен жартылай өткізгіштердің жаңа кластарын құруда маңызды. Аналитикалық мақсаттар үшін хелат түзуші полимерлердің маңызы айтарлықтай өсті [4, б. 565-566].



Жалпы, гидрогельдердің көлемдік параметрлеріне металл иондарының қалай әсер ететініне байланысты оларды екі категорияға ажыратуға болады:

1) металл ионы зарядталған функционалды топтар үшін экранды фонын жасайтын шағын молекулалы ион ретінде;

2) металл ионы гидрогель лигандтарымен донорлық-акцепторлық өзара әрекеттесу арқылы да, электростатикалық тартылыс арқылы да байланысатын орталық комплекс түзуші ион ретінде. Комплекс түзілу процесінің механизмі әртүрлі болуы мүмкін екенін айта кету керек. Күшті донорлық-акцепторлық байланыс лигандтардың донорлық орбитальдар жиынтығының симметриясы (олардың сызықтық комбинациясы) орталық ионның акцепторлық орбитальдарының симметриясына сәйкес келсе, ал энергия толтырылған лиганд орбитальдарының энергиясына жақын болған жағдайда пайда болуы мүмкін. Осы факторлардың арақатынасына байланысты комплексте иондық немесе донорлық-акцепторлық байланыс, сондай-ақ көптеген аралық нұсқалар пайда болуы мүмкін, яғни иондық және донорлық-акцепторлық өзара әрекеттесудің бір мезгілде болуы.

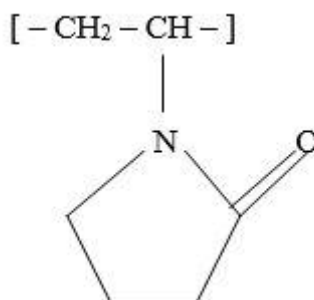
Авторлардың келтірген классификациясына сәйкес полимер-металл кешендерін (ПМК) әр түрлі жолдармен алуға болады: 1) молекулаішілік немесе молекулааралық "бірікпе" нәтижесінде; 2) полимер лиганды мен орталық металл ионы төменмолекулалы лигандпен бүркемеленген тұрақты комплекспен өзара әрекеттесуі нәтижесінде; 3) мономер-металл жұптарының полимерленуі кезінде; 4) металл ионын паркет тәрізді ПМК және т. б. түзілуіне әкелетін полимер торына қосу арқылы жүзеге асады [5, б. 320-322].

Осындай алуан түрлі комплекстердің ішінде сулы және сулы-органикалық ортада жақсы еритін координациялық қосылыстар үлкен қызығушылық тудырады. Оларды зерттеу кезінде полимерлі лигандтың табиғатын және оның молекулалық массасын, тізбекті макромолекулалардың гидрофильді-липофильді балансын (ГЛБ), металл ионының табиғатын кең ауқымда өзгерту мүмкіндігі пайда болады; сонымен қатар комплекстердің морфологиясы мен құрылымына әсер ететін бірқатар сыртқы факторларды өзгертуге болады [8, б. 267].

Полимерлерді синтездеу және химиялық модификациялау әдістерінің қарқынды дамуы макромолекулаларды қажетті ұзындықта және берілген құрылымда ғана емес, сонымен қатар полимер тізбегінде сорбциялық және каталитикалық аймақтарды құру үшін қажетті әртүрлі функционалды топтарды біріктіруге мүмкіндік береді. Бұл синтетикалық полимерлерге биологиялық полимерлердің кейбір маңызды қасиеттерін беруге мүмкіндік береді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Экспериментке полимер ретінде бір буынының молекулалық массасы – 111 г/моль, а.ү.т. полиинилпирролидон қолданылды.



Металл ионы ретінде мырыш таңдап алынды және экспериментке мырыш хлориді (ZnCl_2) пайдаланылды. Сонымен қатар тұз қышқылы (HCl) және натрий хлориді (NaCl) ерітінділері, 37% - ті сутегі асқын тотығы (H_2O_2), дистилденген су (H_2O) қолданылды.

Экспериментке қажетті құрал-жабдықтар ретінде 150МИ рН-метр, химиялық стакандар (50 мл), бюретка, пипетка, штатив, ВГУ-1 типті теххимиялық таразы, ВЛР-2 типті аналитикалық таразы пайдаланылды.



Комплекс тұзу процесін зерттеу потенциометрлік титрлеу арқылы жүзеге асырылды. Ең алдымен ерітінді даярлауға полимер мен металл ерітіндісін қандай қатынаста алу керек екенін анықтау үшін стаканға 10 мл полимерді құйып, металл тұзы ерітіндісімен потенциометрлік титрлеу қажет. Алынған нәтижелер бойынша график құрап, сол арқылы екі ерітіндінің өзара қандай қатынаста әсерлесетіні анықталады. Соған байланысты келесі ерітінділер дайындалады: $ZnCl_2$, ПВП, $NaCl$ ерітінділері және H_2O дистилденген судан тұратын ерітінділерге потенциометрлік титрлеу жүргізіледі [7, б. 105].

Алынған катализаторлардың катализдік қасиетін анықтау сутегі асқын тотығының (H_2O_2) ыдырау реакциясы негізінде жүргізілді. Ол үшін колбаға 1,2 мл дистилденген су құйып, үстіне 10 мл катализатор қосып, колбаны су баясында және қыздырғыш пештің үстіне орнатып, магнитті араластырғышты пайдаланып, 40 С дейін қыздыру қажет. Температураны бақылауға алу үшін термометр пайдаланылады. Температура 40 С-ға жақындаған кезде колбағы 0,9 мл сутегі асқын тотығын қосып, колбаны газдық бюреткамен байланысқан түтігі бар тығынмен жабады.

Секундомердің көмегімен белгілі бір уақыт өткесін, бөлінген оттегінің көлемін анықтайды. Оттегі бөлінуін тоқтатқан кезде, қондырғы тоқтатылады, катализаторды тұрақтылығын тексеру мақсатында бірнеше тәулікке қалдырады. Бірнеше тәулік өткен соң, тағы да 0,9 мл сутегі асқын тотығын қосып, дәл осылай бөлінген оттектің көлемін анықтайды [6, б. 89; 10, б. 67].

Зерттеу нәтижелері

Потенциометрлік титрлеу арқылы мырыш ионы мен ПВП арасында комплекс түзілетіндігі анықталды. Жұмыс кезінде алынған полимер-металды комплекстердің қасиеттеріне температураның, еріткіштің әсері зерттелді. Температураның артуымен полимер-металды комплекстің тұтқырлығы артатыны және бұл комплекстің деструкциялық процеске ұшырауы нәтижесінде болатыны белгілі болды. Сонымен қатар полимер-металды комплекстердің орташа деңгейде катализдік қасиет көрсететіні анықталды. Металл ионы мен полимер арасындағы оптималды қатынасы 1:4 екені анықталды.

Қорытынды

«Полимерлі лиганд : металл» типті катализаторлардың синтезі және каталитикалық белсенді полимер-металды комплекстердің синтезі бейорганикалық химияда қарапайым алмасу реакцияларынан бастап биохимиядағы күрделі түзілу реакцияларына дейін оларды қолданудың үлкен мүмкіндігін ашады.

Химия және мұнай-химия салаларының маңызды мәселелерін шешуде де аталған каталитикалық белсенді металдардың полимерлі комплекстері үлкен рөл атқара алады. Сонымен қатар, өндірістік ағынды сулардың құрамынан сирек кездесетін және асыл металдарды бөліп алу кезінде де каталитикалық белсенді полимер-металды комплекстердің пайдасы зор. Термиялық, механикалық төзімді полимер материалдарын, жартылай өткізгіштерді, мембрана, т.б. жасауда жоғарыда аталған полимер-металды комплекстердің маңызы зор.

ӘДЕБИЕТ

[1] Акбаева Д.Н. Исследование смешанной каталитической системы $PdCl_2/PВП-CuCl_2/PВП$ в реакции окисления октена-1 / Д.Н.Акбаева, Б.С.Бакирова, Г.А.Кадыркулова, Д.Е.Рсалдина, С.А.Батырбай, Г.О.Бугубаева, Х.Зитцман // Сб. тезисов 4-ой Международной Российско-Казахстанской школы-конференции «Химические технологии функциональных материалов», КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы. – 2018. – С. 122-124.

[2] Акбаева Д.Н. Синтез и исследование структуры комплекса хлорид железа-поливинилпирролидон / Д.Н.Акбаева, Б.С.Бакирова, Г.А.Сейлханова, Г.А.Кадыркулова // Вестник КарГУ. Серия "Химия". – 2018. – № 3. – С. 8-16.



[3] Бакирова Б.С. Особенности процессов комплексообразования иона палладия(II) с поливинилпирролидоном / Б.С.Бакирова, Д.Н.Акбашева, Г.А.Сейлханова, А.К.Борангазиева // Известия НАН РК. Серия химии и технологии. – 2016. – № 4. – С. 48-54.

[4] Акбаева Б.Н. Синтез, характеристика и каталитическая активность комплекса палладий-поливинилпирролидон при окислении октена-1 / Б.Н.Акбаева, Б.С. Бакирова, Г.А.Сейлханова, Х.Ситцман // Вестник технологии химических реакций и катализа. - 2018. – Т. 13, № 3. – С. 560-572.

[5] Рокош К. SEM, EDS и XPS анализ покрытий, полученных на титане после плазменного электролитического окисления в электролитах, содержащих нитрат меди / К.Рокош, Т.Гриневич, Д.Матисек, С.Рааен, Дж.Валичек, Л.Дудек // Материалы. – 2016. – Т. 9, № 5. – С. 318-329.

[6] Перекрестова Е.Н. Высокмолекулярные соединения: учебное пособие / Е.Н.Перекрестова. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 114 с.

[7] Жармагамбетова А.К. Нанесенные полимер-стабилизированные биметаллические катализаторы гидрирования / А.К.Жармагамбетова, А.С.Ауезханова, Э.Т.Далгатов, К.С.Сейткалиева, А.С.Дарменбаева // Международная конференция «Современные проблемы науки о полимерах». – Ташкент, 2016. – С. 104-106.

[8] Жармагамбетова А.К. Влияние полимеров на формирование наноразмерных палладиевых катализаторов и их активность и селективность при гидрировании ацетиленовых спиртов / А.К.Жармагамбетова, А.Т.Заманбекова, А.С.Дарменбаева, А.С.Ауезханова, А.И.Джумекеева, Е.Т.Талгатов // Теоретическая и экспериментальная химия. - 2017. – Т.53, №4. – С. 265-269.

[9] Ахметова С. Получение и характеристика моно- и биметаллических катализаторов из палладия и серебра / С.Ахметова, А.Заманбекова, А.Дарменбаева // 17-й международный симпозиум ИЮПАК по макромолекулярным комплексам (ММС-17). - Токио. – 2017. – С. 59.

[10] Жармагамбетова А.К. Исследование никелевых катализаторов в низкотемпературном гидрировании ацетиленовых спиртов / А.К. Жармагамбетова, А.Т. Заманбекова, А.И. Джумекеева, Н.Ж. Тумабаев // Известия НАН РК. Серия химическая. - 2017. – Т.4. № 424. – С. 65-72.

REFERENCES

[1] Akbayeva, D.N., Bakirova, B.S., Kadyrkulova, G.A., Rsaldina, D.E., Batyrbay, C.A., Bub'baeva, G.O., Zitzman, H. (2018). Issledovaniye smeshannoy kataliticheskoy sistemy PdCl₂/PVP-CuCl₂/PVP v reaktsii okisleniya oktena-1 [Investigation of the PdCl₂/PVP-CuCl₂/PVP mixed catalytic system in the oxidation reaction of octene-1]. Sb. tezisov 4-oy Mezhdunarodnoy Rossiysko-Kazakhstanskoy shkoly-konferentsii «Khimicheskiye tekhnologii funktsionalnykh materialov». KazNU im. al-Farabi. g. Almaty. - Collection of abstracts of the 4th International Russian-Kazakh School-Conference "Chemical technologies of functional materials", Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 122-124 [in Russian].

[2] Kabayeva, D.N., Bakirova, B.S., Seilkhanova, G.A., Kadyrkulova, G.A. (2018) Sintez i issledovaniya struktury kompleksa chloride zheleza-polivinilpirrolidon [Synthesis and study of structure of the iron chloride-polyvinylpyrrolidone complex]. Vestnik KarGU, Seriya "Khimiya". - Herald of KarGU. "Chemistry series", 3, 8-16 [in Russian].

[3] Bakirova, B.S., Akbayeva, D.N., Seilkhanova, G.A. Borangazieva, A.K. (2016). Osobennosti protsessov kompleksoobrazovaniya iona palladiya(II) s polivinilpirrolidonom [Features of the processes of complexation of palladium(II) ion with polyvinylpyrrolidone]. Izvestiya NAN RK. Seriya khimii i tekhnologii. - Proceedings NAS RK. Chemistry and Technology series, 4, 48-54 [in Russian].



[4] Akbayeva, B.N., Bakirova, B.S., Seilkhanova, G.A., Sitzmann, H. (2018). Sintez, kharakteristika i kataliticheskaya aktivnost kompleksa palladiy-polivinilpirrolidon pri okislenii oktena-1 [Synthesis, characterization, and catalytic activity of palladium-polyvinylpyrrolidone complex in oxidation of octene-1]. Vestnik tekhnologii khimicheskikh reaktsiy i kataliza. - Bulletin of Chemical Reaction Engineering and Catalysis, 13, 3, 560-572 [in Russian].

[5] Rokosz, K., Hryniewicz, T., Matysek, D., Rohan, S., Valicek, J., Dudek, L., Harnicarova, M. (2016). SEM, EDS i XPS analiz pokrytiy. poluchennykh na titane posle plazmennogo elektroliticheskogo okisleniya v elektrolitakh. sodержashchikh nitrat medi [SEM, EDS and XPS analysis of the coatings obtained on titanium after plasma electrolytic oxidation in electrolytes containing copper nitrate]. Materialy. – Materials, 9,5,318-329 [in Russian].

[6] Perekrestova, E.N. (2016). Vysokomolekulyarnye soedineniya [High molecular weight compounds]. Orenburg: OGU [in Russian].

[7] Zharmagambetova, A.K., Auezkhanova, A.S., Dalgatov, E.T., Seitkalieva, K.S., Darmenbayeva, A.C. (2016). Nanesennyye polimer-stabilizirovannyye bimetallicheskiye katalizatory gidrirovaniya [Deposited polymer-stabilized bimetallic hydrogenation catalysts]. Mezhdunarodnaya konferentsiya «Sovremennyye problemy nauki o polimerakh». - International Conference "Modern problems of Polymer Science", 104-106 [in Russian].

[8] Zharmagambetova, A.K., Zamanbekova, A.T., Darmenbayeva, A.S., Auyezkhanova, A.S., Jumekeyeva, A.I., Talgatov, E.T. (2017). Vliyaniye polimerov na formirovaniye nanorazmernykh palladiyevykh katalizatorov i ikh aktivnost i selektivnost pri gidrirovanii atsetilenovykh spirtov [Effect of polymers on the formation of nanosized palladium catalysts and their activity and selectivity in the hydrogenation of acetylenic alcohols]. Teoreticheskaya i eksperimentalnaya khimiya. - Theoretical and experimental chemistry, 53, 4, 265-269 [in Russian].

[9] Akhmetova, S., Zamanbekova, A., Darmenbayeva, A. (2017). Polucheniye i kharakteristika mono- i bimetallicheskih katalizatorov iz palladiya i serebra [Preparation and Characterization of Palladium and Silver Mono- and Bimetallic Catalysts]. 17-y mezhdunarodnyy simpozium IYuPAK po makromolekulyarnym kompleksam (MMC-17). - IUPAC 17th International Symposium on MacroMolecular Complexes (MMC-17), 59 [in Russian].

[10] Zharmagambetova, A.K., Zamanbekova, A.T., Dzhumeeeva, A.I., Tumabaev, N.J. (2017). Issledovaniye nikelovykh katalizatorov v nizkotemperaturnom gidrirovanii atsetilenovykh spirtov [Investigation of nickel catalysts in low-temperature hydrogenation of acetylene alcohols]. Izvestiya NAN RK. Seriya khimicheskaya. - Proceedings NAS RK. Chemical series, 4, 424, 65-72 [in Russian].

Кабибуллина А.Д., Сулейменова Г.А.
СВОЙСТВА И ОСОБЕННОСТИ ПОЛИМЕРНО-МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. Основной целью работы было изучение возможности получения новых полимерно-металлических комплексов, определения их свойств и практического применения в катализе. При работе использовался метод потенциометрического титрования. Было обнаружено и доказано, что при потенциометрическом титровании комплекс образуется в системе Иона Zn^{2+} и поливинилпирролидона. Было изучено влияние температуры на образовавшиеся комплексы, а также прослежено, как вязкость изменяется в зависимости от температуры, и обнаружена связь между температурой и вязкостью. Были изучены каталитические свойства полимерно-металлических комплексов и выяснено, насколько эффективно их использование в качестве катализаторов. В работе использовались химически чистые реагенты, для некоторых использовалась дополнительная очистка. В ходе работы было доказано, что метод, используемый в эксперименте, очень чувствителен



и точен к образованию полимерно-металлических комплексов. Используемые устройства предварительно сконфигурированы и градуированы (аналитические весы, рН-метр).

Ключевые слова: полимерно-металлический комплекс; потенциометрическое титрование; поливинилпирролидон; вязкость; каталитические свойства; аналитические весы; рН-метр.

Kabibullina Ainara, Suleimenova Gulnur
PROPERTIES AND FEATURES OF POLYMER-METAL COMPLEXES

Annotation. *The main purpose of the work was to study the possibility of obtaining new polymer-metal complexes, determining their properties and practical application in catalysis. The method of potentiometric titration was used in the work. It was discovered and proved that during potentiometric titration, the complex is formed in a system of Zn^{2+} ion and polyvinylpyrrolidone. The influence of temperature on the formed complexes was studied, as well as how the viscosity changes depending on temperature, and a relationship between temperature and viscosity was found. The catalytic properties of polymer-metal complexes were studied and it was found out how effective their use as catalysts is. Chemically pure reagents were used in the work, for some additional purification was used. In the course of the work, it was proved that the method used in the experiment is very sensitive and accurate to the formation of polymer-metal complexes. The devices used are pre-configured and graded (analytical scales, pH-meter).*

Keywords: *polymer-metal complex; potentiometric titration; polyvinylpyrrolidone; viscosity; catalytic properties; analytical scales; pH-meter.*