

A.K. БАЕШОВА, Б.Е. МЫРЗАБЕКОВ, А.Б. БАЕШОВ

ЛИСАКОВСК ТЕМІР КЕНДЕРІНІң ЕРУІНЕ АЙНЫМАЛЫ ТОКПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАУДЫҢ ӘСЕРІ

Темір кенінің тұз қышқылында еру барысына өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен өңдеудің әсері зерттелген және темір иондарының ерітіндіге өту дәрежесінің әртүрлі параметрлерге тәуелділігі көрсетілген.

Қазіргі заманда минералды шикізатты өңдеу барысында көптеген киындықтар кездесе бастады. Оның біреуі – кен материалдарының құрамы өзгеруіне байланысты байыту процестерінің киындауы болса, екіншісі – пиromеталлургиялық әдіс-терді іске асыру кезінде әртүрлі газдардың бөлі-нуінің нәтижесінде қоршаған органың бұзылуы болып табылады. Сондыктан, киын байтылатын шикізатты өндеген кезде техникалық прогрестің негізгі бағыты болып, механикалық байыту процестері мен химиялық әдістерді кезек қолданатын комбинирленген схемаларды пайдалану дұрыс деп есептеледі. Соңғы жылдары минералдардың беттік және көлемдік қасиеттерін өзгерту мақсатында әртүрлі энергетикалық әдістерді (радиациялық, плазмалық, жеделдетілген электрондармен, ультрадыбыспен, электр төвімен әсер ету) пайдалану кеңінен зерттелуде [1]. Оның ішінде орындау тәсілі женилдеу және аса құрделі қондырғыларды талап етпейтін электропрохимиялық әдістердің болашағы зор деп ойлаймыз.

Осыған орай біздің зерттеуіміздің мақсаты –

темір кенін тұз қышқылының сулы ерітінді-перінде өндірістік жиіліктегі айнымалы ток әсе-рімен өңдеу және темір иондарының ерітіндіге өту дәрежесінә әртүрлі параметрлердің әсерін анықтау.

Зерттеулерде құрамында жалпы темірдің мөлшері 39,38 % құрайтын Лисаковск темір кені қолданылды (құрамы 1-ші кестеде көрсетілген). Белгілі әдебиеттерде [2, 3], кеннің минералдық құрамын анықтау барысында оның негізінен гидрогетиттен (лимонит) – $HFeO_2 \cdot aq$ (немесе $FeO(OH) \cdot aq$), кварцтан, аз мөлшерде гетиттен – $HFeO_2$ (немесе $FeO(OH)$), хлорит және глиноземнен тұратыны көрсетілген. Осыдан басқа, кенде өте аз мөлшерде ильменит, малахит, псиломелан, дала шпаты, апатит т.б. болады.

Кендердің құрамын зерттеу нәтижесінде олардың екі технологиялық типі болатыны анықталды: оолитті және цементтеген. Аталған екі типтің де фазалық құрамы ұқсас болады, бірақ кеннің цемен-

Материал	Кұрамы, %								
	Fe _{жал.}	Mn _{жал.}	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	P	S	т.б.к.
Лисаковск кені	39,38	0,5	25,08	0,30	0,48	3,81	0,4	0,013	3,39

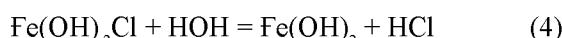
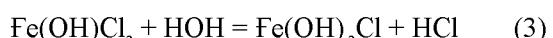
ттелгөн түрінде кварцтың майда бөлшектері (0,002-0,02 мм) гидрогетиттің ара-арасында таратылады, сондықтан кеңді 0,5-1,0 мм-ге дейін майдалағанда, кварц кенмен бірге жүреді.

ЭКСПЕРИМЕНТ ӘДІСТЕМЕСІ

Тәжірибелерді жүргізу алдында темір кенін майдалап, диаметрі 0,1 мм-ге тең елеуіштен өткіз-дік, содан кейін жақсылап араластырыбы. Осылай дайындалған материалдың белгілі бір мөлшे-рін өлшеп алып, оны тұз қышқылының сулы ерітінділерінде әртүрлі жағдайда еруін зерттедік. Тәжірибе сонында гравиметриялық әдісті колданып, ерітіндіге өткен темір иондарының концентрациясын аныктадық және темірдің ерітіндіге өту дәрежесі есептелінді. Бұл тәжірибелерден кейін темір кенін тұз қышқылының сулы ерітін-ділерінде жиілігі 50 Гц-ке тең өндірістік айнымалы токпен өндеу кезіндегі еруі зерттелді. Тәжірибе барысында магниттік араластырыбы қолданылды және графит электродтары пайдаланылды. Токпен өндеу барысында да темір иондарының ерітіндіге өту дәрежесін (%) аныктадық. Эксперимент нәтижелері әртүрлі тәуелділіктер түрінде 1-6-суреттерде көрсетілген.

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

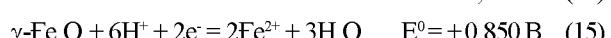
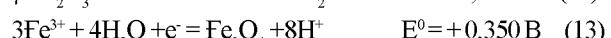
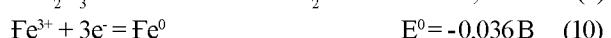
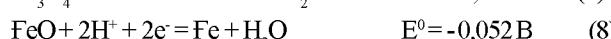
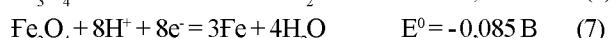
Жоғарыда көрсетілгендей, Лисаковск темір кені негізінен гидрогетит (лимонит) түрінде болады. Бұл косылтысты тотыктың гидрототығы деп те атайды [4], демек FeO(OH). Құрамы осындағы гидрототықпен айқындалатын кеңдік материал тұз қышқылының сулы ерітінділерімен әрекеттескенде келесі реакциялар орын алуы мүмкін:



Әрине реакция нәтижесінде бірден темір хлориді түзіле ме, жоқ негіздік тұздар да пайда бола ма, бұл мәселе қышқылдың концентрациясына және басқа да жағдайларға (мысалы, температураға) тәуелді болатыны белгілі.

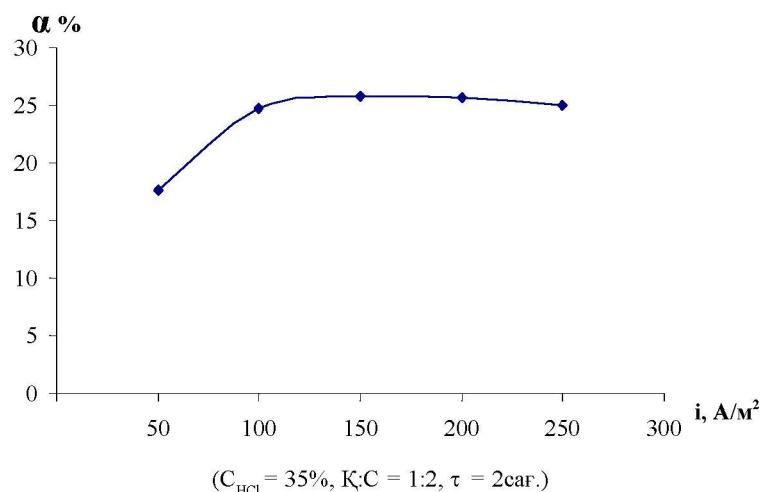
Темір кенін қышқылды ерітіндіде электр тогымен өндегендеге темір тотыктары және иондары келесі

реакциялар бойынша тотықсыздана алады [5]:

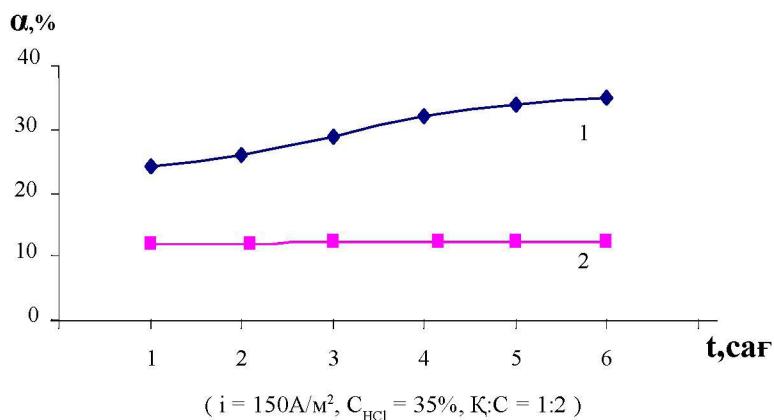


Ал айнымалы токпен өндеу кезінде жүретін электродтың процестерді айқындау үшін, келесі мәселелерге тоқтап өтейік. Кез келген электрод-қа сулы ерітіндіде өндірістік айнымалы токпен эсер еткен кезде бұл электрод секундына 50 рет анод, 50 рет катод ролін атқарады, сол себептен көп жылдар бойы, мұндай токпен поляризацияланған электродтарда бағытталған процестердің журуі мүмкін емес деп есептелініп келген. Ке-йінгі 10-15 жылда жүргізілген зерттеулерде (Ә.Б. Баевшов, А.Қ. Баешова және олардың қызыметтестері) жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы ток эсерімен жүретін процесстерге көп көніл бөлінген және көптеген ғылыми жетістіктерге кол жеткізілген [6-9]. Мысалы, корғасын, мыс, хром, титан металдарын айнымалы токпен өндегендеге, олар анодтық жартылай периодта тек өздерінің тәмемлігі тотығу дәрежедегі иондарын түзе, қарқынды түрде ерітіні анықталған. Сол сияқты темір электродын айнымалы токпен поляризациялау кезін-де қышқылды ортада темір (II) иондарының, ал нейтрал ортада темір гидрототығының және тотығының түзілетіні анықталды. Осы мәселелерді ес-керсек, біз жүргізген тәжірибелер нәтижесінде де темір кенінің құрамындағы темір (III) иондары айнымалы токтың катодтық жартылай периодында темір (II) иондарына дейін тотықсыздануы мүмкін деп ойлаймыз.

Темір кенінің еруіне айнымалы ток тығыздығы, электролиз ұзактығы, катты фаза мен сұ-йықтықтың (ерітіндінің) салмақтық ара қатынасы (K:C), қышқыл концентрациясының эсерлері зерттелді.



1-сурет. Темір иондарының ерітіндігे өту дәрежесіне ток тығыздығының әсері



1 – электродтар айнымалы токпен поляризацияланып тұрған кезде
2 – айнымалы токпен өндөлмеген кезде

2-сурет. Кен құрамындағы темірдің ерітіндігे өту дәрежесіне тәжірибе ұзактығының әсері

Алғашкы тәжірибелер тұз қышқылының концентрленген ерітінділерінде, ал кейінгі тәжірибелер – тұз қышқылының 20%-дық ерітін-ділдерінде орындалды.

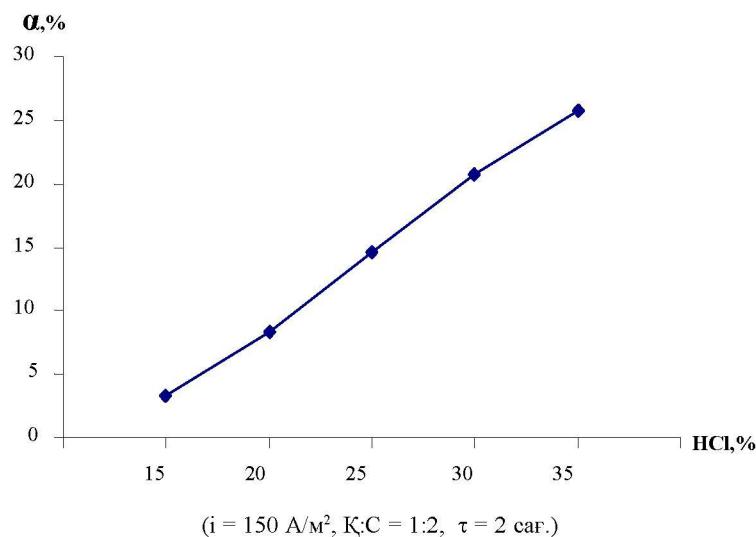
Ток тығыздығының төменгі мәндерінде жүргізілген зерттеулерде темірдің ерітіндігे өту дәрежесінің максималды мәні (25,7%) ток тығыздығы 150 A/m² болғанда байқалып, одан жоғары ток тығыздықтарында төмендейтіні көрсетілген (1-сурет). Ал ток әсерінсіз жүргізілген тәжіри-беде келдегі темірдің ион түрінде ерітіндігे өту дәрежесі 12,4% -ды құрады.

Электролиз ұзактығының әсері концентрлі тұз қышқылында (35%), 150A/m² ток тығыздығында, 1-6 сағат аралықтырында жүргізілді. Зерттеу нәтижесі 2-ші суретте көрсетілген. Уақыт өткен сайын темір кенінен темірдің ерітіндігे өту дәрежесі артады, бұл көрсеткіштің максималды мәні 6-сағатта байқалды және 35,0%-ды құрады. Салыстырмалы түрде айнымалы токтың әсерін-сіз, тек

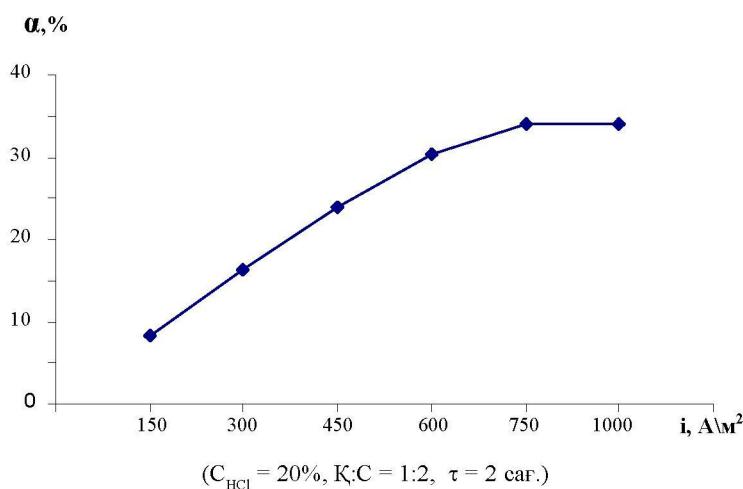
концентрлі (35,0%), тұз қышқылында темір кенінің еруі зерттелді. Бұл кезде келдегі темірдің ерітіндігे өту дәрежесі 1 сағатта 12,4% құрады және ол тәжірибе ұзактығы өзгергенде артпады. Айнымалы токтың катодтық жартылай периодында 11-ші реакция бойынша FeO түзіледі және 13-ші реакция бойынша Fe_3O_4 түзіліп, оның құрамында да FeO totығы болады, ал бұл totық қышқыл ерітінділерінде өте жеңіл ериді. Осы себептерге байланысты темір кенін айнымалы токпен поляризациялағанда темірдің ерітіндігे өту дәрежесі токсыз жүргізген тәжірибелдердегіден жоғары болды.

3-суреттен көрініп тұрғандай, тұз қышқылының концентрациясының артуымен темірдің ерітіндігे өту дәрежесі артады, әрине бұл кезде әсер етуші массалар заны бойынша 1-ші реакциямен өрнектелген тепе-тәндік онға карай ығысып, реакция жылдамдығы артады.

Бұдан кейінгі зерттеулер ток тығыздығының



3-сурет. Темір кенінің айнымалы ток эсерімен тұз қышқылында еруіне қышқыл концентрациясының әсері



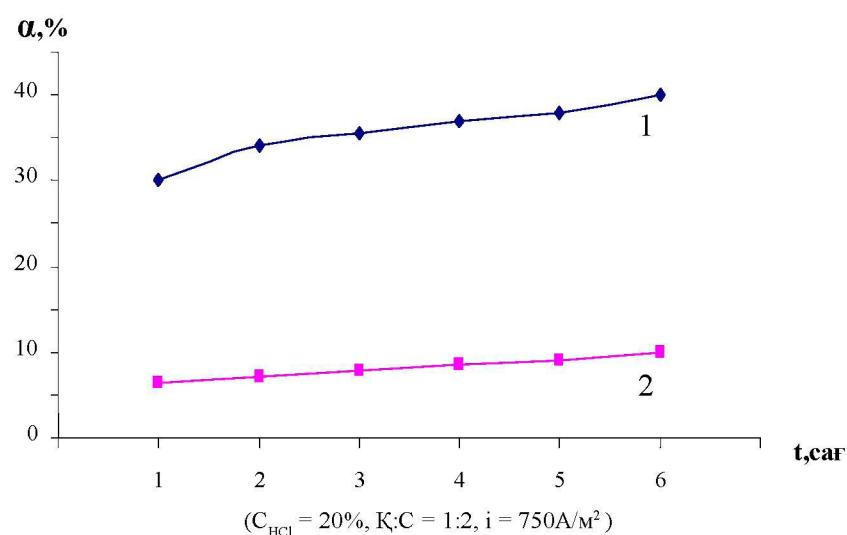
4-сурет. Темір кенінің еруіне ток тығыздығының әсері

жоғарғы мөндерінде және тұз қышқылының 20%-дық ерітіндісінде жүргізілді. 4-ші суретте көрсетілгендей, кендеңі темірдің ерітіндігे өту дәрежесінің максималды мәні 750 A/m^2 токтың тығыздығында байқалды және 34,0%-ды құрады. Токтың тығыздығының жоғарылауы кендеңі темір иондарының ерітіндігे өту дәрежесін арттырады. Кендеңі темір тотықтарының еруінің жылдамдығы ток эсерімен жоғарылағанын кендеңі минералдардың беттік қабатындағы тотықтардың тотықсыздандырумен түсіндіруге болады және ток күшінің артуы бұл процесстерді жылдамдатады.

Ал 20%-дық тұз қышқылында, 750 A/m^2 токтың тығыздығында поляризацияланған темір кенінің еруіне электролиз ұзақтығының эсерін зерттегендеге, уақыт өткен сайын ерітіндігे өткен темір иондарының мөлшері артатындығы (5-сурет, 1-қисық) анық-

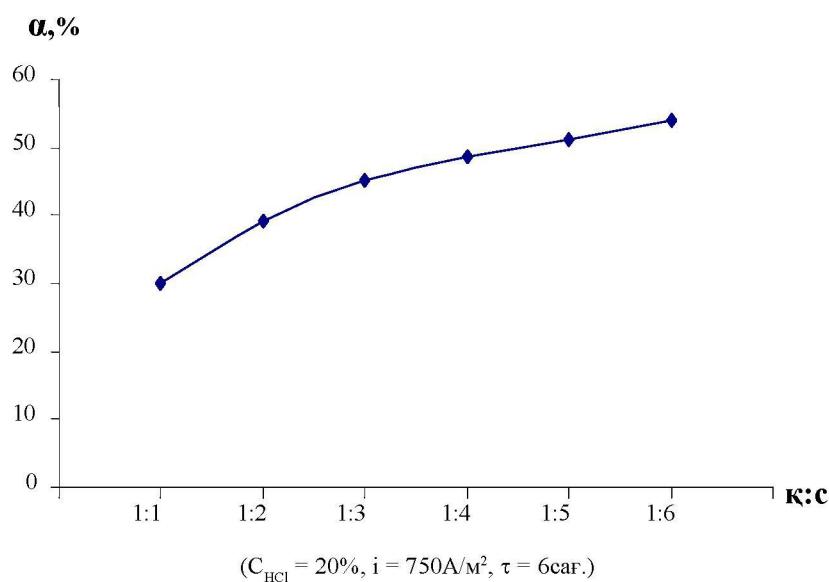
талды, оның максималды мәні 6-сағатта байқалды және 40%-га жетті. Салыстырмалы түрде айнымалы токтың эсерінсіз, 20%-дық тұз қышқылында темір кенінің еруі де зерттелді (5-сурет, 2-қисық). Бұл кезде темір кенінің еруі дәрежесінің максималды мәні 10%-ды құрады.

Әртүрлі технологиялық процесстердің журу жылдамдығы реакцияласуыш заттардың бөлшек-терінің активті соқтығысуларының санының көбейінен тікелей байланысты екені белгілі. Зерт-теулеріміздің бір бөлігінде біз темір кенінің 20%-дық тұз қышқылында еруіне қатты затпен сұйықтықтың (K:C) салмақтың ара қатынасының эс-рін қарастырық (K:C қатынасы 1:1 - 1:6 аралығында). 6-суретте көрсетілгендей, K:C қатынасының артуымен ерітіндігे өткен темір иондарының мөлшері артатын-



1 – темір кенінің еруіне айнымалы токпен поляризациялаудың әсері
2 – темір кенінің айнымалы токтың әсерінсіз еруі

5-сурет. Кендеңі темір иондарының ерітіндіге өту дәрежесіне электролиз ұзактығының әсері



6-сурет. Темір кенінің тұз қышқылында еруіне қатты сұйық қатынасының әсері

дығы анықталды. Ерітіндіге өту дәрежесінің максималды мәні 1:6 қатынасында байқалды және 30%-дан 54%-ға жетті. Кат-ты фазамен сұйық фазаның ара қатынасының артуы, қатты фазадағы бөлшектердің сұйықтық молекулаларымен соқтығысу сандарының артуы-на әкеледі, демек активті соқтығысулар да көбе-йеді, сонымен жалпы әрекеттесудің жылдамдығы артады және электрод бетіне жақындалып, ток әсерімен жүретін реакцияның да жылдамдығы артады.

Сонымен, бұл жұмыста айнымалы токпен өндөлген кездегі темір кенінің тұз қышқылының сулы

ерітінділерінде еруіне, айнымалы токтығыздығының, электролиз ұзактығының, K:C қатынасының, ерітінді концентрациясының әсері алғаш рет зерттелді. Зерттеу нәтижелері айнымалы токпен поляризацияланған кезде темір иондарының ерітіндіге өту дәрежесі ток әсерінсіз жүргізілген тәжірибелердегіге қарағанда шамамен 2 еседей артқанын көрсетті. Демек, электр тогының әсерінің нәтижесінде кеннің құрамындағы тотықтардың стехиометриялық құрылымында өзгерістер жүріп, активті, ерігіштігі жоғары тотықтар түзіліп, кеннің ерігіштігі мардымды артады. Сонымен қатар, тәжірибелер нәти-жесінде өндөу ба-

рысында ерімей қалған темір кенінің қалдықтары магниттік қасиетке ие болатыны анықталды.

Корытындылай келе, бұл әдіс – келешекте темір кенінің беттік қасиеттерін өзгертпі, оның байытылу көрсеткіштерін жетілдірудің, түзілген ерітінділерден темірдің қажетті қосылыстарын алу әдістерін жасаудың және темір кенін өндеудің экологиялық түрғыдан таза қалдықсыз технологиясын жасаудың негізі болып табылады деп тұжырым жасауға болады.

ӘДЕБІЕТ

1. Новые процессы в комбинированных схемах обогащения полезных ископаемых // Сборник научных трудов. М., Наука, 1989. 211 с.

2. Краткая химическая энциклопедия. Ред. Кол. И.Л. Кнуниянц (отв. ред.) и др. Т.2. М., Советская энциклопедия. 1963. 1088 с.

3. Жарменов А.А., Муканов Д.М., Бабенко А.А. и др. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана (состояние, проблемы, решения). В 10-ти т. Том 4. Развитие теории и практики металлургической переработки железоглиноземистых руд.- Астана: Фолиант, 2003. 416 с.

4. Реми Г. Курс неорганической химии. Т.2. М.: Мир, 1974. 775 с.

5. Справочник по электрохимии/Под ред. А.М.Сухотина. – Л.: Химия, 1981, 488 с.

6. Баевов А. Электрохимические методы извлечения меди, халькогенов и синтеза их соединений. Алма-Ата: Наука, 1990. 108 с.

7. Баевова А.К. Электрохимические методы извлечения металлов и халькогенов при поляризации переменным током // Дисс. на соискание ученой степени доктора техн. наук. Алматы, 2002.

8. Баевов А., Егинбаева А.Е., Баевова А.К. Исследо-

вание электрохимических процессов на железных электродах при поляризации переменным током в солянокислой среде // Наука и образование Южного Казахстана. 2001. № 25. С. 190-193.

9. Баевов А., Егинбаева А.Е., Баевова А.К. Об образовании соединений железа при поляризации промышленным переменным током железосодержащих отходов в хлоридных растворах //Новости науки Казахстана. 2004. Вып. 4. С. 33-36.

Резюме

Рассмотрено влияние поляризации переменным током промышленной частоты на процесс растворения железной руды в соляной кислоте и получены зависимости степени извлечения ионов железа в раствор от различных параметров.

Әл-Фараби атындағы Қазақ
ұлттық университеті,
Алматы қаласы

Д.В.Сокольский атындағы органикалық катализ
және электрохимия институты,

22. 04. 2008 түсті