

FTAMP 61.01.77 : 31.15.31

Р.Р. Баданова¹ – негізгі автор, | ©
К.И. Баданов²



¹Техн. ғылым. магистрі, аға оқытушы, ²Техн. ғылым. канд., профессор

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-1170-923X> ²<https://orcid.org/0000-0003-1603-0717>



^{1,2}М.Х.Дулати атындағы Тараз университеті,



Тараз, Қазақстан,



²kenzebad@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/WJOR5922>

АКТИВТЕНДІРІЛГЕН СУ ОРТАСЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУДІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа. Мақалада суды магниттік өңдеудің оңтайлы параметрлерін анықтау бойынша экспресс-әдіст ұсынылған. Суды магниттік өңдеу кезінде онда еріген газдар судан шығарылады. Магнитті активтендірілген және бастапқы судың тең көлемдерін бірдей жылдамдықпен қыздыру кезінде арнайы индикатордың бетінде бірдей емес газ жинақталуы және микротасымалдарының өсуі болады. Магнитті активтендірілген және бастапқы судағы белгілі бір уақыт аралығында индикатордың салмағын торсионды таразылардың көмегімен анықтай отырып, газ бөлу кинетикасын зерттеуге және суды магниттік өңдеу тиімділігінің дәрежесін анықтауға болады.

Тірек сөздер: су, магниттік өңдеу, газ бөлу, әсер, индикатор



Баданова, Р.Р. Активтендірілген су ортасының қасиеттерін зерттеудің физика-химиялық әдістері [Мәтін] / Р.Р. Баданова, К.И. Баданов // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2026. – №2(92). – Б.427-438. <https://doi.org/10.55956/WJOR5922>

Кіріспе. Қазіргі уақытта су ортасын магниттік өңдеу пайдаланылатын өнеркәсіп салаларының, технологиялар мен процестердің ауқымды саласы белгілі. Суды магниттік өңдеу қайнауға қарсы күрес құралы ретінде 1945 жылы белгілі болды және бельгиялық инженер Т. Вермайренмен патенттелді. Іс жүзінде суды магниттік өңдеу қайнауудың пайда болуын болдырмау үшін қолданылды. Магниттік өріс су ерітіндісі жүйесіне қалай әсер ететіні әлі күнге дейін зерттеу мәні болып табылады. Өнеркәсіптің әртүрлі салаларында: химия, жеңіл, металлургия, ауыл шаруашылығы мен медицинада су ортасының магниттік белсенділігін табысты қолдану туралы бірқатар жарияланымдар бар. Мақтаны стандартты жуу нәтижелері суды магниттік өңдеу матадағы минералдық ластануларды өзгертетінін және ақ түсті арттыратынын көрсетті. Сондай-ақ тотығу қабілетін жақсартудың кейбір белгілері бар [1].

Магниттік өрістердің метилен көк бояғыш ерітіндісінің фотокаталитикалық тозу сипаттамасына әсері зерттелді. Бояғыш ерітіндісін алдымен динамикалық сұйықтық жүйесі арқылы магниттеді, содан кейін фотокаталитикалық ыдырау процесіне ұшырады. Магниттелмеген ерітіндінің деградация сипаттамалары ұқсас жағдайларда магниттелмеген ерітіндіге қарағанда жоғары. Су және электролит ерітінділері 5 минут бойы әлсіз тұрақты

магнит өрісінің әсеріне ұшырады. Магниттік өрістер электролиттер ерітінділерінің өткізгіштігінің, сондай-ақ ерітінділерден буланатын судың мөлшерінің өзгеруіне әкеледі. Бұл әсерлер ерітінділердегі иондардың табиғатына байланысты және иондардың айналасындағы гидратты қабықтың қалыңдығына және гидратацияның термодинамикалық функцияларына пропорционалды. Магниттік өріс иондардың гидратты қабықтарының өзгеруіне әкелетіні анықталды [2]

[3] зерттеудің негізгі мақсаты суды магниттік өңдеу судың беттік кернеуін азайтады ма, соны анықтау болды. Сынақтар көрсеткендей, судың үстіңгі бетіндегі кернеуі эксперименттік жағдайларға тым сезімтал, оны магниттік өрістің суға әсерін зерттеу үшін қауіпсіз және сенімді индикатор ретінде қарастыруға болады. Сұйық үлгінің беттік керілуінің маңызды өзгерістері бір тәуліктен кейін үлгіде физикалық немесе химиялық өзгерістердің болуының жақсы индикаторы болуы мүмкін екені анықталды.

[4] жұмысында тұрақты магниттік өріс арқылы су өткізу кен орнындағы арагонит/кальцит арақатынасын арттыратыны көрсетілген. Инкубациялық кезең бірнеше сағатты құрайды, ал магниттік әсер туралы жады 200 сағаттан асады.

Текстиль материалдарының өзгеруіне басқа да физикалық әсерлердің әсері белгілі [5]. Әртүрлі полимерленбейтін газдарды пайдалана отырып төмен температуралы плазмамен өңделген жүн талшығы хром бояғышпен боялған. Төмен температуралы плазма газдарының табиғаты хромды бояу әрекетіне әсер ете отырып, маңызды рөл атқарады. Жүн маталарды төмен температуралы плазмамен өңдеу неғұрлым үнемді және экологиялық бояу процестерін әзірлеу мүмкіндігін ашуы мүмкін екендігі көрсетілді.

[6] жұмыста электромагниттік күштерді біріктіру есебінен ауа саңылауы бар мембраналар арқылы дистилляциялау тиімділігін арттыру қарастырылды. Нәтижелері энергия шығындары мен электр энергиясына арналған шығындарды бір мезгілде төмендету кезінде суды тұщыландыру процестерін жеделдету үшін масштабталатын стратегия ретінде мембраналық дистилляция жүйелерінде электромагниттік күштерді қолданудың орындылығын растайды. Бұл әдіс суды тұрақты тазарту технологияларының болашақ әзірлемелері үшін перспективалы бағыт болып табылады.

[7] жұмыста судағы ластаушы заттардың адсорбциясын күшейтетін магниттік өрістің механизмдері мен қолданылуына шолу жүргізілді. Осы шолудың мақсаты - ластаушы заттардың адсорбциясына магниттік өрістің әсері туралы тереңірек түсінік беру және болашақта әзірлеу және қолдану үшін магниттік өрістің адсорбция жүйесін ұтымды жобалау жолымен адсорбцияны жақсартуға жарық түсіру.

[8] жұмыста электр разрядының көмегімен жер үсті суларын залалсыздандыру процесіне әсер ететін негізгі факторларға талдау жүргізілді. Мақалада судың физикалық-химиялық қасиеттерінің оның иондық құрамына және сыртқы термодинамикалық немесе электромагниттік әсерлерге тәуелділігін зерттейтін зерттеулердің нәтижелері қаралады. Магниттік өткізгіштіктің, меншікті электр өткізгіштіктің, диэлектрлік ысыраптардың және судың меншікті жылу сыйымдылығының тәуелділігі талданды және сипатталды. Сыртқы әсерлердің әсерінен олардың өзгеру заңдылықтары бастапқы параметрлер мен температураның ауытқуы (40 °C дейін) және қоса берілген электромагниттік өрістің жиілігі негізінде айқындалды. Ауыспалы электр өрістерінде жиіліктің ұлғаюы электр өткізгіштік коэффициенті,

диэлектрлік өткізгіштік және судың диэлектрлік шығындары арасында тәуелділіктің туындауына әкеледі.

[9]-да технологиялық ерітінді мен ылғалды сіңіретін маталарды бір мезгілде магниттік өңдеуді ұсынады. Бұл ретте абсорбция кезінде тікелей магниттік әсер ету артықшылықты, өйткені ерітіндінің құрылымдық өзгерістері аз дәрежеде ерітіндінің араласуына және т.б. байланысты болады. Магниттік өңдеудің қолданыстағы әсері магниттік өріс кернеуінің шектерімен, орын ауыстыру жылдамдығымен, температурамен және т.б. анықталады. Магниттік өрісте және төмен температурада мақта-маталарды тікелей бояу бояу қарқындылығын 15... 30% -ға арттырады. Магниттік өрістің әсері кезінде кептіру қарқындылығы 1,2 есе жоғары.

[10] авторлары жүнді хром бояғыштарымен бояу кезінде пайдаланылатын техникалық суды электромагниттік өңдеуді зерттеді. Мұндай өңдеу кезінде бояу температурасы түс беріктігін нашарлатпай Цельсий бойынша 85-80 градусқа дейін төмендейді. Магниттік өңдеуден өткен суда жүнді хром бояуларымен бояу температураның төмендеуінен жүн талшықтарының беріктігін жоғалтуды төмендетуге мүмкіндік береді, бояудың беріктігі жақсарады.

[11] жұмыста тікелей, реактивті бояғыштармен бояу кезінде мақта матасын және бояғыш ерітіндісін магниттік өңдеу зерттелді. Химиялық белсенді бояғыштарды пайдаланған кезде бояудың шығымы 10-27% -ға ұлғаяды. Күкіртті бояғыштарды пайдаланғанда бояу температурасын 80-95-тен 40-45 °C дейін төмендетуге болады. Зауыттағы өнеркәсіптік сынақтар да едәуір экономикалық пайданы көрсетеді.

[12] авторлары талдаудың спектрофотометриялық, электрохимиялық, вискозиметриялық және хроматографиялық әдістерінің көмегімен химиялық белсенді хлортриазин бояғыштарымен мақта маталарын бояу кезінде тұрақты магниттік өрістердің әсерін зерттеді. Магниттік өңдеу бояғыштың сорбциясын 5-26% -ға және бекітуді 2-10% -ға арттырады. Бояудың біркелкі болмауы 3-5 есе азаяды.

[13-15] әдебиетте су ортасының магниттік белсенділігінің олардың бетіндегі кернеуіне әсері байқалған. Жүн материалдарын жуу кезінде жүннің сулануын арттыра отырып, су ерітінділерінің беттік керілуін төмендететін әртүрлі ББЗ пайдаланылады. Осыған байланысты магнитті белсендірілген су ортасын қолдану есебінен жүн материалдарын жуу процесін жандандыру мүмкіндігін зерделеу қызығушылық тудырады. Жуу процесі пайдаланылатын ББЗ мицелла түзілуінің (МҚКК) критериялық концентрациясымен байланысты екені белгілі. Мицелла құру критериялық концентрациясы неғұрлым төмен болса, ББЗ-ның жуу қабілеті соғұрлым жоғары болады. Осы мақсатта магнитті активтендірілген судың ОП-10 ерітінділерінің мицелла құру критериялық концентрациясының (МҚКК) әсерін зерттеді [16].

Алайда, осы уақытқа дейін магниттік белсенділік әсерінің суды өңдеуге арналған магниттік аппараттардың немесе қолданудың әртүрлі салалары үшін технологиялық ерітіндінің үлгісі мен конструкциясына тәуелділігін жүйелі зерделеу жүргізілмеген. Магниттік өрістердің суға активтендіретін әсерінің тетігі де анық емес.

Әртүрлі технологиялық процестерде суды магниттік өңдеуді кеңінен енгізудің негізгі тежеуші факторы магниттік өрістің суға әсерін индикациялаудың әмбебап сенімді әдісінің болмауы болып табылады. Суды магниттік өңдеудің тиімділігі магниттік өрістегі судың жылдамдығына; суды магниттік өріспен өңдеу ұзақтығына; судың температурасына; суда еріген

заттардың шоғырлануына; қысымға; магнит өрісінің кернеулігіне; магниттік өріс градиентіне; магниттік аппараттардың конструктивтік ерекшеліктеріне байланысты [1].

Магниттік өрістің суға әсерін индикациялау суды магниттік өңдеу процесінің ажырамас бөлігін құрайды, өйткені ол магниттік аппараттар жұмысының оңтайлы режимін таңдауға ғана емес, сондай-ақ жұмыс процесінде қажетті түзетулермен ағымдағы бақылауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Практикада қолданылатын индикациялау тәсілдері екі топқа бөлінуі мүмкін:

1) жанама көрсеткіштерге негізделген тәсілдер;

2) жақсарту талап етілетін технологиялық процестердің сипаттамаларын тікелей бағалау тәсілдері.

Суда газдың қосылуының болуы көп жағдайда бірқатар физика-химиялық процестерге әсер етеді. Барлық әдістермен барлық ерітілген газ анықталады, бұл ретте оның ерітіндіде болу нысандары ескерілмейді. Газ суда еріген күйінде де, дисперсті күйінде де, микротасымалдар түрінде болуы мүмкін. Құрылымның тұтастығы бұзылған сұйықтық ішіндегі фазалардың бөліну бетінің болуы газсыздануға, ерітінділердің қайнауына, кавитацияға және басқа да процестерге әсер етуі мүмкін. Көмірқышқыл молекулаларының ішінара диссоциациясы CO_2 еруі мен бөліну кинетикасын бақылауға мүмкіндік береді, бұл суда бос газдың пайда болу мүмкіндігін және болуын тексеру үшін де, сондай-ақ физикалық өрістердің ерігіштікке әсерін бағалау үшін де өте маңызды.

Суда еріген газбен қатар көбік түріндегі еркін газ үнемі болады. Бұдан басқа, судың еріген газдармен айтарлықтай тұрақты қанығуы болуы мүмкін және қанығу дәрежесі судың құрамына да, беттік-белсенді заттардың болуына да байланысты болады. Су еріген газ бойынша метастабильді күйде болуы мүмкін, оны алу сыртқы әсерлер, оның ішінде магниттік өрістер күрт өзгерген кезде мүмкін болады.

Табиғи су күрделі сулы-тұзды жүйе болып табылады. Нақты жағдайларда оның құрамында көп мөлшерде шағын бөлшектер, газ микро ұнтақтары, органикалық және бейорганикалық заттардың иондары, кешенді қосылыстар, молекулалық ерітілген газ және т.б. бар. Суда үнемі болатын микротасымалдар түріндегі бос газ магниттік әсерлерге сезімтал болып табылады. Осы әсердің нәтижесінде Лоренц күштерінің арқасында әртүрлі жиіліктегі гидродинамикалық тербелістердің пайда болу мүмкіндігі жоққа шығарылмайды [17]. Осының нәтижесінде газ микро-түйіндерінің көлемінің ұлғаюы байқалуы мүмкін. Ерітілген газдың дисперсті жағдайға өтуі кальций карбонатының қатты фазасын түзу арқылы көмірқышқыл тепе-теңдігінің ығысуын тудыруы мүмкін. Магниттік өрістің судағы газдың ерігіштігі мен диффузиясына әсері газсыздандыру процесіне әсер етуі тиіс.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Жұмыста су ортасы бар шығыс сыйымдылығын, орталықтан тепкіш сорғыны, электромагниттік (магниттік) аппаратты қамтитын суды электромагниттік өңдеуге арналған зертханалық қондырғы пайдаланылған. Шығын сыйымдылығынан суды магниттік аппарат арқылы орталықтан тепкіш сорғымен айдайды. Су ортасының ағу жылдамдығы (v) мынадай формула бойынша есептелген:

$$U = \frac{V}{F \cdot \tau}, \text{ м/с} \quad (1)$$

мұндағы: V – өлшеу уақытында өлшеу сыйымдылығын толтырған су көлемі, m^3 ; F – аппарат арнасының ортасындағы жұмыс саңылауының көлденең қимасының ауданы, m^2 ; τ – өлшеу сыйымдылығын толтыру уақыты, с.

Магнитті өткізгіште судың ағу жылдамдығы зертханалық автотрансформатор арқылы орталықтан тепкіш сорғының электр орамаларындағы кернеудің өзгеруімен реттелді. Электромагниттік аппарат үшін судың қозғалыс жылдамдығы 0,5-тен 10 м/с дейінгі шекте өзгертілді. Аппараттардағы су жылдамдығын түрлендіру диапазоны сорғының конструкциясы мен қуаттылығына негізделген. Магниттік өрісте судың болу уақытын ұлғайту үшін өңдеу айналым режимінде жүргізілді. Өңделетін судың температурасы 18-20°C.

Май, өсімдік және минералдық ластанулары бар жуылмаған жүнді жуу 40°C-да мынадай ерітінділерде жүргізілді:

анионды ББЗ - НБ сулағыш;

ионді емес ББЗ - ОП-10

олардың қоспалары – НБ сулағыш + ОП-10

Жуу ерітінділері су құбыры суында дайындалған. Жуудың сапасы майдың қалдық құрамы және алынған ластанулардың жалпы саны бойынша бағаланды. Майлы заттардың қалдық құрамы мынадай формула бойынша анықталды:

$$Y_1 = \frac{A - B}{A} \cdot 100\% \quad (2)$$

мұндағы: Y_1 – майлы заттардың қалдық құрамы, %; A және B – экстрагирлеуге дейінгі және кейінгі үлгінің салмағы, тиісінше.

Экстрагирлеуді Сокслет аппаратында стандартты әдістеме бойынша жүргізді.

Жойылған ластанулардың санын мына формула бойынша анықтады:

$$Y_2 = A - B \quad (3)$$

мұнда, A және B үлгісінің жуылғанға дейінгі және жуылғаннан кейінгі салмағы, тиісінше, г.

Матаны жуудың сапасын анықтау үшін бояу кинетикасы бойынша жуылған мата үлгілері мынадай рецепт бойынша боялған.

Кесте 1

Мата үлгілерін бояу рецепті (% мата салмағының)

Бояу ваннасының компоненттері мен көрсеткіштері	Мата салмағынан шығыс % және мәні
антрахионды қышқылды H2C жасыл бояғыш	2,0
натрий сульфаты	10,0
30%-ды сірке қышқылы	33
ванна модулі	100
бояу температурасы	80°C

Матамен сіңірілген бояғыштың мөлшерін 10, 20, 40, 80, 160, 320 минуттан кейін анықтады. Үлгілерді тұрақты салмаққа дейін жуып, ауада кептіреді. Сіңдірілген бояғыштың мөлшері салмағы 0,1 г боялған үлгілерден

дайындалған, 30 мл 3% натрий гидрототығы ерітіндісінде 60°C температурада ерітілген сілтілі ерітінділердің оптикалық тығыздығы бойынша бағаланды. Бояғыш ерітінділер су ортасын магниттік өңдеуден кейін 20 минуттан соң дайындалды. Бояудың бастапқы температурасы 40°C, ерітіндінің температурасы 15 минут ішінде 60-65 °C дейін көтеріліп, 30 минут бойы боялды, содан кейін үлгілер салқын сумен жуылды. Магниттік өріс пен бастапқы өңделмеген су ортасындағы бояғыштардың сорбциясын КФК-3 аспабындағы ерітіндінің оптикалық тығыздығы бойынша бағалады. Бояғышты ілу – үлгінің массасының 1%, ванна модулі 100, үлгінің массасы 1 г. Эксперимент қатесі 2%-ды құрады.

Жұмыста магниттік өңделген және бастапқы судан газ бөліну кинетикасын анықтау үшін қондырғы пайдаланылды.

Осы қондырғыдағы эксперименттер былайша жүргізілді: термостатталатын стақанға зерттелетін сұйықтықтың белгілі бір көлемі (200 мл) құйылды. Содан кейін ауа көпіршіктерінен бос индикатор-датчикті енгізіп, оны капрон жіппен индикатор-датчиктің ыдыстың түбіне тиіп кетпейтіндей етіп торсионды таразылармен біріктірді. Оның сұйықтықтағы бастапқы массасын өлшедік. содан кейін есептеу уақытын қосып, термостатты 50 °C дейін тұрақты жылдамдықпен қыздырдық. Индикатордың салмағы мен судың температурасын термометрмен 2 минут аралықпен 14 минут бойы мерзімді өлшеуді жүргіздік. Бақылау суы ретінде магниттік өңдеуге арналған, бірақ өңдеудің гидродинамикалық жағдайлары сақталған кезде магниттік өңдеуге ұшырамаған судың сол партиясын пайдаланған. Тәжірибе операцияларының реттілігі бақылау үшін де, магнитті белсендірілген су үшін де бірдей. Бақылау және магнитті активтендірілген су ортасындағы тең уақыт аралығынан кейін газ бөлу процесінде индикатор массасының айырмашылығы бойынша активтендірілген өңдеу дәрежесі айқындалды. Магниттік белсенділік дәрежесі δ мына формула бойынша есептелген:

$$\delta = \frac{P_{\text{маг}} - P_{\text{конт}}}{P_{\text{маг}}} \cdot 100\% \quad (4)$$

мұндағы: $P_{\text{маг}}$ и $P_{\text{конт}}$ – магнитті активтендірілген және бақылау су орталарындағы индикатор-датчиктің массасы, мг. (сұйықтықтағы индикатор-датчиктің массасы (бастапқы) таразыны өлшеу шегінен аспауы тиіс).

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Бұл жұмыста су ортасының магниттік белсенділігін бағалау тәсілі ретінде біз суды магниттік өңдеудің ОП-10 ерітіндісінің мицелла түзілуінің критериялық концентрациясына әсерін зерттедік.

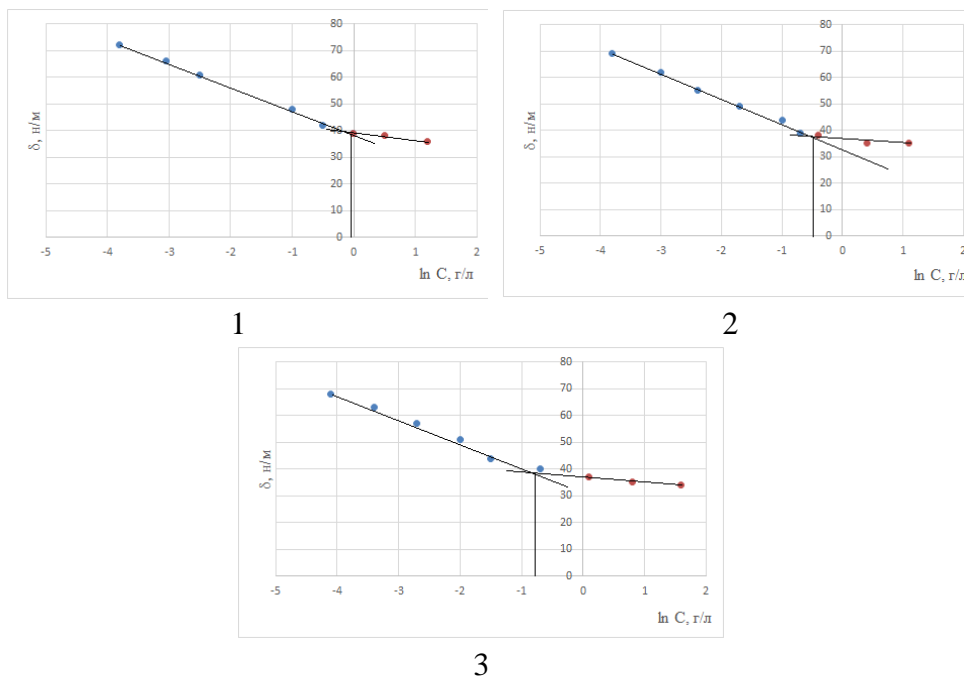
Салыстыру үшін дистилляцияланған, су құбыры және магнитті активтендірілген су құбыры суындағы ОП-10 ерітінділері дайындалды. Бұл ретте су құбыры суының сол партиясы пайдаланылды, бірақ магниттік өріс ажыратылған кезде өңделді. Магниттік белсендіруді магниттік өрістің кернеуі $H = 158$ кА/м және су ағысының жылдамдығы $v = 8,6$ м/с болған кезде АМ-5 электромагниттік аппаратында жүргізді. ОП-10 ерітінділерінің мицелла құру критериялық концентрациясын (МКҚК) ерітінділердің беттік керілуінің шоғырлануына байланысты анықталды (τ , н/м). Ерітіндінің беттік керілуін стагмометрмен тамшыларды есептеу әдісімен анықтаған. Тазартылған судағы ББЗ ерітінділерінің үстіңгі жағының тартылуы мынадай формула бойынша есептелген:

$$\sigma_x = \frac{\sigma_{H_2O} \cdot n_{H_2O} \cdot d_x}{n_x \cdot d_{H_2O}} \quad (5)$$

мұнда: σ_{H_2O} , d_{H_2O} – тәжірибе температурасында дистилляцияланған суға арналған кестелік деректер. Түрлендірілген судағы БЗ ерітінділерінің σ_x мәндері мынадай формула бойынша есептелген:

$$\sigma_{x_{\text{модиф}}} = \frac{\sigma_{H_2O_{\text{модиф}}} \cdot n_{H_2O} \cdot d_{x_{\text{модиф}}}}{n_x \cdot d_{H_2O_{\text{модиф}}}} \quad (6)$$

Ғылыми нәтижелерді талқылау.



Сурет 1. Дистилляцияланған суда (1), бастапқы су құбыры суында (2), магнитті активтендірілген су құбыры суында (3) ОП-10 ерітінділерінің беттік керілуінің концентрациялық тәуелділігі

1-суреттерден келіп шығатыны, магнитті активтендірілген су құбыры суындағы мицелла құру критериялық концентрациясы (МҚКК) өңделмеген су құбыры суына және тазартылған суға қарағанда төмен. Алынған деректер (магнитті активтендірілген су құбыры суында МҚКК -0,8 г/л, өңделмеген -0,5 г/л, тазартылған -0,1 г/л) магнитті активтендірілген суда мицелла түзілуінің күшеюін куәландырады.

Магнитті активтендірілген суда мицелланудың күшеюі жүн материалдарын майлы ластанудан тазарту кезінде жуу ерітінділерінің әсерінің тиімділігін арттыруы мүмкін.

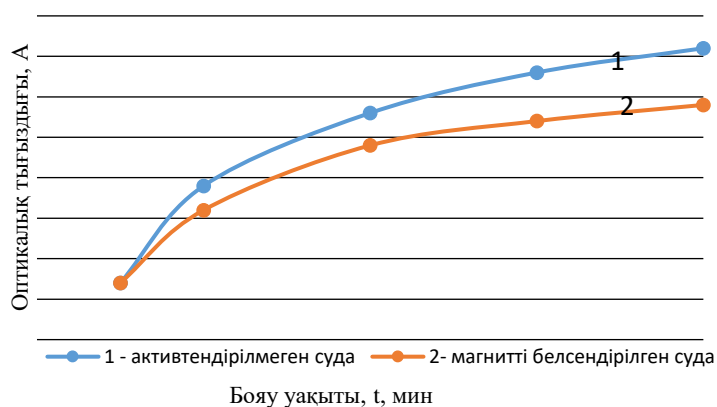
Біз жүн материалдарын магнитті белсендірілген суда жуу процесін зерттедік. Нәтижелері 1-кестеде берілген.

Кесте 2

Майдың қалдық құрамы бойынша және алынған ластанулардың жалпы саны бойынша жуу сапасы

ББЗ атауы	Ерітінді концентрациясы, г/л	Жуу уақыты, мин.	Жойылған ластанулар саны, г.	Майлы заттардың қалдық құрамы, г.
ОП-10 (рецепт 1)	2,0	1	0,7007	0,0792
		2	0,8243	0,0806
		4	0,8574	0,0775
		8	0,8422	0,0731
		16	0,8442	0,0782
		32	0,8384	0,0708
НБ сулағыш (рецепт 2)	2,0	1	0,6988	0,1721
		2	0,7961	0,1414
		4	0,8517	0,1018
		8	0,7427	-
		16	0,8738	-
		32	0,8705	-
Қоспа: ОП-10 + НБ сулағыш (1:1)	1,0	1	0,8348	0,0875
		2	0,8191	0,0734
		4	0,9071	0,0650
		8	0,9277	0,0450
		16	0,8979	0,0253
		32	0,9050	0,0492

Магнитті активтендірілген су құбыры суының жүнді сорбциялық қасиеттері бойынша жүнді қышқыл жасыл антрахинон H2C бояумен жуу нәтижелеріне әсерін салыстыру нәтижелері 4-суретте келтірілген.



1 – активтендірілмеген суда жуылған үлгілер; 2 – магнитті белсендірілген суда жуылған үлгілер.

Сурет 1. Жуылған жүн матаның еріген үлгілерінің оптикалық тығыздығының (А) бояу уақытына тәуелділігі

Активтендірілмеген су құбыры суында жуылған талшықтағы сіңірілген бояғыш мөлшері (2-сурет 1-қисық) магнитті активтендірілген су құбыры

суында жуылғаннан жоғары. Егер жүнді бояу кезінде бояғыш үшін негізгі кедергі эпикутикула болып табылатынын ескерсек, онда активтендірілмеген суда жүн бетінің, мүмкін, талшықтың тереңірек қабаттарының бұзылуы көбінесе активтендірілмеген су құбыры суындағы оттегінің көп болуынан болады деп болжауға болады. Эпикутикула судағы оттегінің әсерінен зақымданған кезде бояғыш талшықпен жеңіл сіңіріледі және оның талшықтағы мөлшері одан көп болады. Судағы оттегі аз болғандықтан магнитті активтендірілген су құбыры суында жуған кезде жүн талшығының беті аз дәрежеде зақымданады және бояғыш талшықпен азырақ сіңіріледі.

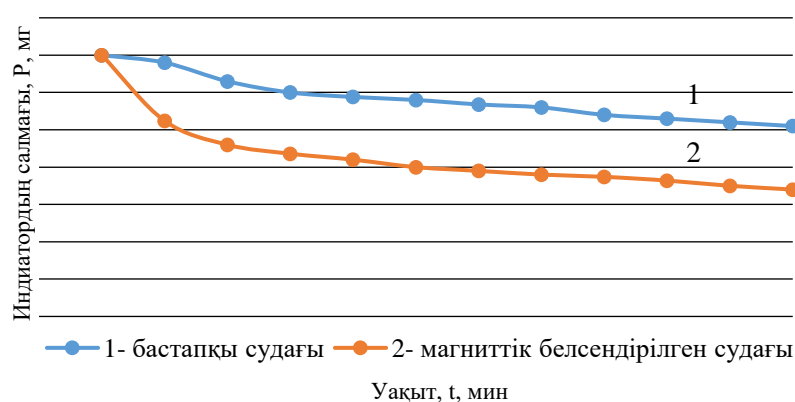
Осы болжамды растау үшін біз магнитті активтендірілген су құбыры суының жуылған жүнді суландыруға әсерін қосымша зерттедік. Ол үшін жуылған матадан диаметрі 20 мм дискілерді кесіп алып, ОП-10 ерітіндісінің бетіне (0,2 г/л) орналастырып, үлгілерді батыру уақытын өлшеді. Тәжірибелер бес рет қайталанып жүргізілді. Магнитті активтендірілген су құбыры суындағы ерітінділерде жуылған үлгілерді батыру уақыты орта есеппен 25 с (ластануды орташа алып тастағанда 1,20 г), ал активтендірілмеген суда жуылған үлгілерді 10 с (ластануды орташа алып тастағанда 0,82 г) құрады. Кератин эпикутикуласының гидрофобтық қасиеттері бар екені белгілі. Зақымданған сайын талшық нашар суланады. Сондықтан үлгіні магнитті активтендірілген суда ББЗ ерітіндісіне батыру уақыты жоғары. Магнитті активтендірілген су құбыры суында жуылған үлгілер үшін алғашқы үлгілерді тазалау дәрежесі жоғары болғанына қарамастан, активтендірілмеген суда жуылған үлгілермен салыстырғанда батыру уақыты екі есе көп. Демек, магнитті белсендірілген суда жуған кезде жүн талшығының беті аз зақымданады. Осылайша, жүн материалдарын магнитті активтендірілген суда жуу кезінде қолданыстағы режим бойынша жууға қарағанда көп ластану жойылатыны және жүн талшығы өзінің табиғи қасиеттерін жақсы сақтайтыны анықталды.

Біз суды магниттік өндеудің оңтайлы параметрлерін анықтау және магниттік аппараттарды баптау бойынша жаңа экспресс-әдісті әзірледік. Экспресс-әдіс оларды бірдей жағдайларда қыздыру кезінде бақылау және магнитті белсендірілген судың тең көлемінен газ бөліну жылдамдығын салыстырмалы бағалауға негізделген. Ұсынылған экспресс-әдіс суды магниттік өндеудің оңтайлы параметрлерін салыстырмалы түрде жылдам таңдауға және оның тиімділігін мерзімді бақылауға мүмкіндік береді. Бұдан басқа, ол күрделі жабдықты талап етпейді, пайдалануға оңай. Магниттік өрістің су ортасының газ бөлінуіне әсерін зерттеу үшін зертханалық жағдайларда су құбыры суынан газ бөліну кинетикасы 14 минут ішінде (2 минут аралықпен) оны 50°C дейін тұрақты жылдамдықпен қыздыру процесінде зерттелді. Газ бөліну кинетикасын зерттеу үшін су құбыры суын таңдау дистилляцияланған немесе модельді суға қарағанда газ қоспаларының көп болуына және әртүрлілігіне байланысты.

Бастапқы магнитті белсендірілген судың газ бөліну кинетикасы бойынша алынған деректер графикалық түрде қаралуы мүмкін. Бұл ретте суды магниттік өндеудің тиімділігі кез келген уақытта бағалануы мүмкін. Дистилляцияланған суда, бастапқы су құбыры суында және магнитті активтендірілген су құбыры суында ОП-10 ерітінділерінің беттік керілуінің өзгерістері 3-суретте келтірілген.

Индикация арнайы индикатор салмағының өзгеруін тіркеу жолымен торсиялық таразылардың көмегімен жүзеге асырылады. Арнайы индикатор ретінде пайдаланылатын дене қуыс, конус тәрізді, көп секциялы болуы тиіс.

Тіркеуші құрылғыны артық жүктемеге ұшырамау үшін сұйықтықтағы индикатордың салмағы таразылардың өлшеу шегінен аспауы тиіс.



Сурет 3. Индикатордың бастапқы (1) және магниттік белсендірілген (2) судағы салмағының өзгеру кинетикасы

Қорытынды. Біз суды магниттік өңдеудің оңтайлы параметрлерін анықтау бойынша жаңа экспресс-әдісті әзірледік. Белгілі бір жағдайларда магниттік өрістің әсерімен суды магниттік өңдеу кезінде онда еріген газдарды судан жоюға әкелетін жұқа әсерлер жүзеге асырылуы мүмкін. Газ көпіршіктері ең алдымен бөлшектердің бетінен бөлінеді. Магнитті активтендірілген және бастапқы судың тең көлемдерін бірдей жылдамдықпен қыздыру кезінде арнайы индикатордың бетінде бірдей емес газ жинақталуы және микротасымалдарының өсуі болады. Магнитті активтендірілген және бастапқы судағы белгілі бір уақыт аралығында индикатордың салмағын торсиялық таразылардың көмегімен анықтай отырып, газ бөлу кинетикасын зерттеуге және суды магниттік өңдеу тиімділігінің дәрежесін анықтауға болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Lipus L.C., Ačko B., Neral B. Influence of magnetic water treatment on fabrics' characteristics // *Journal of Cleaner Production*. – 2013. – Vol. 52. – P. 374-379.
2. Wanpasuk S., Sronsri C., U-yen K. Effect of magnetic fields on the efficiency of the photocatalytic degradation of methylene blue in a dynamic fluid system // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – Vol. 325. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.129284.
3. Amiri M.C., Dadkhah A.A. On reduction in the surface tension of water due to magnetic treatment // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. – 2006. – Vol. 278.
4. Coey J.M.D., Cass S. Magnetic water treatment // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. – 2000. – Vol. 209. – Issues 1–3. – P. 71-74.
5. Kan C.W., Chan K., Miao M.H. The effect of low-temperature plasma on the chrome dyeing of wool fibre // *Journal of Materials Processing Technology*. – 1998. – Vol. 82. – Issues 1–3. – P. 122-126.
6. Ali K., Ali H., Mohamed I. Enhancing air gap membrane distillation performance through electromagnetic force integration // *Separation and Purification Technology*. – 2025. – Vol. 358.
7. Ding N., Wang Y., Shen Z., Liu H., Li Y., Sun Y. Mechanisms and application of magnetic field enhancing pollutant adsorption in water: A review // *Separation and Purification Technology*. – 2025. – Vol. 356.

8. Abdykadyrov A., Kalandarov P., Marxuly S., Khabay A., Sharipova G., Abulkhanova M., Zhanbayeva L. Analysis of the main factors influencing the process of disinfecting surface water through electric discharge // *Water Conservation and Management*. – 2025. – Vol. 9. – No. 1. – P. 01-06.
9. Vadim F. Magnetic-laser activator // *Textile Science '91*. – 2001. – Vol. 2. – P. 557-558.
10. Badanov K.I., Novoradovskaya T.S., Chesnokova V.I., Meerson S.I., Novoradovskii A.G. Use of water activated with electromagnetic fields for dyeing wool with chrome dyes. – 1989.
11. Koksharov S.A., Ivanov V.V., Simagina T.V. Magnetic activation during the impregnation of cotton fabrics with dye solution // *Tekstil'naya Promyshlennost'*. – 1990. – Vol. 50. – No. 7. – P. 64.
12. Koksharov S.A., Konstantinov O.I., Moryganov A.P., Mel'nikov B.N. Effect of magnetic fields on the composition of reactive dye solutions // *Zhurnal Prikladnoi Khimii*. – 1990. – Vol. 63. – No. 3. – P. 565-571.
13. Badanov K.I., Badanova A.K., Badanova R.R., Kasymova G., Tulendieva G.O. Activation of technological processes for the preparation of cotton fabrics // *Mechanics and Technology*. – 2013. – No. 2(40). – P. 30-35.
14. Badanova A.K., Badanova R.R., Badanov K.I. Changes of superficial properties of cotton cellulose in processes of preparation and finishing of textile materials // *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*. – 2014. – Vol. 8. – No. 9. – P. 1-6.
15. Badanov K.I., Badanova R.R., Badanov A.K., Matniyazova G.K., Nurlybayeva A.N., Seitbekova G.A., Kalmakhanova M.S., Madimarova G.B. Physico-chemical patterns of the wool washing process // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2020. – No. 2(386). – P. 106-110.
16. Badanov K.I., Badanova R.R., Badanov I.K., Makhanbetaliyeva K.T., Kasymova G.A., Tulendieva G.O. Change in the critical concentration of micelle formation during washing of woolen fabrics // *Mechanics & Technologies*. – 2023. – No. 2(80). – P. 87-98. DOI: 10.55956/SPMO9915.
17. Badanov K.I., Badanova A.K., Badanova R.R., Tishkov A.V. A model device for activating diffusion-sorption processes of dyeing wool fibers // *Bulletin of the Almaty Technological University*. – 2017. – No. 1(114). – P. 32-38.

Материал редакцияға 16.04.26 түсті, 22.06.26 қабылданды.

Р.Р. Баданова¹, К.И. Баданов¹

¹*Таразский университет им. М. Х. Дулати, Тараз, Казахстан*

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ АКТИВИРОВАННЫХ ВОДНЫХ СРЕД

Аннотация. В работе предлагается экспресс-метод по определению оптимальных параметров магнитной обработки воды. При магнитной обработке воды происходит удаление из воды растворенных в ней газов. При нагревании с одинаковой скоростью равных объемов магнитноактивированной и исходной воды на поверхности специального индикатора происходит неодинаковое из-за различной кинетики газовой выделения накопление и рост микропузырьков газа. Определяя с помощью торсионных весов вес индикатора через определенные промежутки времени в магнитноактивированной и исходной воде можно исследовать кинетику газовой выделения и определять степень эффективности магнитной обработки воды.

Ключевые слова: вода, магнитная обработка, газовойделение, эффект, индикатор

R.R. Badanova¹, K.I. Badanov¹

¹M.Kh. Dulaty Taraz University, Taraz, Kazakhstan

**PHYSICOCHEMICAL METHODS FOR STUDYING THE PROPERTIES OF ACTIVATED
AQUEOUS MEDIA**

Abstract. A rapid method for determining the optimal parameters of magnetic water treatment is proposed. During magnetic treatment of water, gases dissolved in it are removed from the water. When heating at the same rate of equal volumes of magnetically activated and source water on the surface of a special indicator, gas microbubbles accumulate and grow differently due to different gas release kinetics. By determining the weight of the indicator at certain intervals in the magnetically activated and source water using torsion scales, it is possible to study the kinetics of gas emission and determine the degree of efficiency of magnetic treatment of water.

Keywords: water, magnetic treatment, gas release, effect, indicator.