

М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті

ӘОЖ 665.7.038.64

Қолжазба құқығында

**ТУРЕМУРАТОВ РУСЛАН СЕРИКОВИЧ**

Олефиндер және аминароматты қосылыстар негізінде жоғары парафинді мұнайлардың депрессаторларын алу технологиясын құрастыру

6D072100 – Органикалық заттардың химиялық технологиясы

философия докторы (PhD) дәрежесін іздену диссертациясы

Ғылыми жетекшісі: т.ғ.д, профессор  
Бейсенбаев О.К.  
доктор PhD, профессор  
Ивахненко А.П.

Шымкент 2017

## МАЗМҰНЫ

<b>НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР</b> .....	4
<b>АНЫҚТАМАЛАР</b> .....	6
<b>БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР</b> .....	9
<b>КІРІСПЕ</b> .....	10
<b>1 АНАЛИТИКАЛЫҚ БӨЛІМ</b> .....	17
1.1 Депрессорлық қосындылардың көмегімен мұнай мен мұнайөнімдерінің қасиеттерін реттеу .....	17
1.2 Дизелдік отындарға арналған депрессорлық қосындылардың сипаттамасы .....	22
1.3 Майлардың тұтқырлықтық қасиеттерін жақсарту үшін қосындыларды пайдалану перспективалары мен заманауи жағдайы ....	25
1.4 Депрессаторлардың әсер ету механизмі .....	32
Бірінші бөлімнің қорытындысы .....	39
<b>2 ЗЕРТТЕУ НЫСАНДАРЫ ЖӘНЕ ӘДІСТЕРІ</b> .....	41
2.1 Зерттеу әдістері .....	41
2.2 Зерттеу нысандары .....	48
2.2.1 Құмкөл мұнайы .....	49
2.2.2 Құмкөл мұнайы базалық майының физика-химиялық қасиеттері .....	51
2.2.3 Құмкөл мұнайының гудроны .....	53
2.2.4 Госсиполды шайыр .....	55
2.2.5 Мономерлер-бутилметакрилат, винилацетат, олефиндер, олейн, себацин, фенилантранил қышқылдары, олейн қышқылының метил эфирі, еріткіштер бензол, толуол және дизельдік отынның сипаттамасы .....	57
Екінші бөлімнің қорытындысы .....	62
<b>3 ӨНДІРІС ҚАЛДЫҚТАРЫ ЖӘНЕ МОНОМЕРЛЕР НЕГІЗІНДЕ ДЕПРЕССАТОРЛАРДЫ СИНТЕЗДЕУ ӘДІСТЕРІН ҚҰРАСТЫРУ ЖӘНЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ</b> .....	63
3.1 Өндіріс қалдықтары –мұнай гудроны және мақта майының госсипол шайыры негізінде депрессаторларды синтездеу және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу .....	63
3.1.1 Өндіріс қалдықтары – мұнай гудроны және мақта майының госсипол шайыры негізінде депрессаторларды синтездеу .....	63
3.1.2 Өндіріс қалдықтары – мұнай гудроны және мақта майының госсипол шайыры негізінде аминоароматты депрессаторлардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу .....	65
3.2 Бутилметакрилат, $\alpha$ -олефин, винилацетат, олейн қышқылы, олейн қышылының метил эфирі, стирол, этиленгликоль, фенилантранил және себацин қышқылы негізінде депрессаторларды синтездеу және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу .....	69
3.2.1 Бутилметакрилат, $\alpha$ -олефин мен винилацетат негізіндегі	

депрессаторларды синтездеу .....	70
3.2.2 Олейн қышқылы, бутилметакрилат, винилацетат негізінде депрессаторларды синтездеу және зерттеу .....	75
3.2.3 Бутилметакрилат және олейн қышқылының метил эфирі негізіндегі депрессаторларды синтездеу және зерттеу .....	77
3.2.4 Стирол мен бутилметакрилат, стирол мен олейн қышқылының метил эфирі негізінде депрессаторларды синтездеу және зерттеу .....	77
3.2.5 Фенилантранил және себацин қышқылдарымен этиленгликоль қатысында депрессаторларды синтездеу және зерттеу .....	79
3.3 Өндіріс қалдықтары және мономерлер негізінде синтезделінген депрессаторларды алу технологиясын құрастыру .....	81
3.4 Бутилметакрилат, $\alpha$ -олефин және винилацетат негізінде депрессаторларды алу технологиясы .....	84
3.5 Фенилантранил және себацин қышқылдарымен этиленгликоль қатысында депрессаторларды алу технологиясы .....	86
Үшінші бөлімнің қорытындысы .....	88
<b>4 СИНТЕЗДЕЛІНГЕН ДЕПРЕССАТОРЛАРДЫҢ ҚҰМКӨЛ МҰНАЙЫНЫҢ ЖӘНЕ ӨНІМДЕРІНІҢ ПАЙДАЛАНУ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ .....</b>	<b>89</b>
4.1 Өндіріс қалдықтары – мұнай гудроны және мақта майының госсипол шайыры негізінде аминоароматты депрессаторлардың Құмкөл мұнайының және өнімдерінің пайдалану қасиеттеріне әсерін зерттеу ..	89
4.2 Полибутилметакрилат, винилацетат, $\alpha$ -олефин негізінде депрессаторлардың Құмкөл мұнайының және өнімдерінің пайдалану қасиеттеріне әсерін зерттеу .....	93
4.3 Бутилметакрилат, винилацетат, олейн, себациндік қышқыл, олейн қышқылының метил эфирі, этиленгликоль, стирол және фенилантранилдік қышқыл негізінде депрессаторлардың Құмкөл мұнайының және өнімдерінің пайдалану қасиеттеріне әсерін зерттеу.....	97
4.4 фенилантранил, себацин қышқылы және этиленгликоль қышқылы негізінде депрессаторлардың Құмкөл мұнайының және өнімдерінің пайдалану қасиеттеріне әсерін зерттеу.....	106
Төртінші бөлімнің қорытындысы .....	112
<b>ТҰЖЫРЫМ .....</b>	<b>113</b>
<b>ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ .....</b>	<b>114</b>
<b>ҚОСЫМША А .....</b>	<b>125</b>

## НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Диссертациялық жұмыста келесідей нормативтік құжаттарға сілтемелер жасалынды:

МЕСТ 11851-85. Мұнай. Парафинді анықтау әдісі.

МЕСТ 11851-85. Мұнай және мұнай өнімдері. Асфальтендерді, парафинді және шайырды анықтау.

МЕСТ 2477-65 (ASTM D4006). Мұнайдағы су құрамын анықтау.

МЕСТ 20287-91. Мұнай өнімдері. Аққыштықты жоғалту және қату температурасы.

СТ РК АСТМ Д 5853-2010. Шикі мұнайдың ағуының жоғалтуын анықтау стандартты әдісі.

СТ-17-03-02. Асфальттішайырлыпарафинді шөгіндіні еріткішпен еріту және ыдырату әдісі.

МЕСТ 3900-85. Мұнай және мұнай өнімдері. Тығыздықты ареометрмен және пикнометрмен анықтау.

МЕСТ 31072-2002. Мұнай және мұнай өнімдері. Тығыздықтың, салыстырмалы тығыздық және АРІ ареометр градусы бойынша тығыздықты анықтау әдісі.

МЕСТ 33-2000. Мұнай және мұнай өнімдері. Шартты тұтқырлықты анықтау.

МЕСТ 6258-85. Мұнай және мұнай өнімдері. Шартты тұтқырлықты анықтау тәсілі.

МЕСТ 12329, ASTM D 611, ISO 2977. Мұнай өнімдерінің анилин нүктесін АТ-ПХП аппаратында автоматты анықтау

МЕСТ 20287-91. Мұнай және мұнай өнімдері. Қату және шекті фильтрлену температурасын (дизель отындарының тұнбалану) анықтау.

МЕСТ 6370-83. Мұнай, мұнайөнімдері және қосындылар. Механикалық қоспаларды анықтау әдісі.

МЕСТ 10577-78. Мұнай өнімдері құрамындағы механикалық қоспаларды анықтау.

МЕСТ 16851-71. Мұнай өнімдері құрамындағы механикалық қоспаларды анықтау.

МЕСТ 16851-71. Сұйықтық заттардың анализаторлары. Терминдер және анықтаулар.

МЕСТ 6709-72. Дистилденген су.

МЕСТ 1770-71. Өлшеуге арналған лабораториялық шыны ыдыстар. Цилиндрлер, мензуркалар, колбалар, пробиркалар.

МЕСТ 24104-80. Лабораториялық таразы жанжақты қолдануға және образды. Жалпы техникалық әдісі.

МЕСТ 25336-82. Лабораториялық шыны ыдыстар және құрал-жабдықтар. Турлері, негізгі параметрлері мен өлшемдері.

МЕСТ 24104-80. Аналитикалық таразы.

МЕСТ 7328-82. Гирлер.

МЕСТ 9147-80. Лабораториялық фарфорлы ыдыстар және құрал-жабдықтар. Техникалық негіздер.

МЕСТ 20292-74. Лабораториялық шыны өлшеуіш құралдары. Бюреткалар, пипеткалар. Техникалық әдісі.

СТП 03-153-2001. Асфальттішайырлыпарафинді шөгіндіні еріткішпен еріту және ыдырату әдісі.

МЕСТ 3900-85. Мұнай және мұнай өнімдері. Тығыздықты ареометрмен және пикнометрмен анықтау.

МЕСТ 31072-2002. Мұнай және мұнай өнімдері. Тығыздықты, салыстырмалы тығыздықты және АРІ ареометр градусы бойынша тығыздықты анықтау әдісі.

МЕСТ 33-2000. Мұнай және мұнай өнімдері. Шартты тұтқырлықты ВУН-20 приборында анықтау.

МЕСТ 33-2000. Мұнай өнімдері. Мөлдір және мөлдір емес сұйықтар. Кинематикалық тұтқырлықты анықтау және динамикалық тұтқырлықты есептеу.

МЕСТ 6258-85. Мұнай және мұнай өнімдері. Шартты тұтқырлықты анықтау тәсілі.

МЕСТ 20287-91. Мұнай және мұнай өнімдері. Қату және шекті сүзу температурасын (дизель отындарының тұнбалану) анықтау.

СТ РК АСТМ Д 5853-2010. Шикі мұнайдың ағуының жоғалтуын анықтау стандартты әдісі.

## АНЫҚТАМАЛАР

Аққыштықты жоғалту температурасы (қату) – n-парафиндердің молекулалары қарым-қатынасты, отын тоңбаға айналғанға дейін беріктенетін температура. Мұндай отынды отындық жүйе арқылы айдау және жану камерасына беру мүмкін емес.

Алкендер (олефиндер, этилендік көмірсутектер) – жалпы формуласы  $C_nH_{2n}$  болатын гомологиялық қатарды құрайтын, көміртек атомдары арасында бір екілік байланысқа ие болатын, ациклдық шексіз көмірсутектер. Екілік байланыс кезінде көміртек атомдары  $sp^2$  гибридизация жағдайында болады және  $120^\circ$  валенттік бұрышқа ие. Алкен ретінде этиленді алуға болады ( $C_2H_4$ ). IUPAC номенклатурасы бойынша алкендер атауы сәйкес алкендердің атауындағы «-ан» суфиксін «-ен»-ге алмастырумен қалыптасады; екілік байланыс жағдайы араб санымен көрсетіледі.

Аминқышқылдар (аминокарбонаттық қышқылдар; АМК) – молекуласында бір уақытта карбоксилдік және аминдік топтар болатын органикалық қосылыстар. Аминоқышқылдар сутектің бір немесе бірнеше атомдары аминотоптарға  $NH_2$ , карбоксилдік топтарға  $COOH$  алмастырылған карбондық қышқылдардың туындысы ретінде қарастырылады.

Госсипол шайыры - бұл майлы қышқылдардың вакуумды дистилляциядан кейінгі қалған қалдық.

Гудрон – мұнайды атмосфералық қысымда айдағаннан соң вакуумдағы  $450-600^\circ C$  аралығында қайнайтын фракцияда түзілетін қалдық (мұнай табиғатына қарай).

Депрессатор – беттік-белсенді заттар, парафиндерге қатысты жаңа кристалдық туындылардың қалыптасуын тежейді. Нәтижесінде бір кристалдық торға бір-бірімен бірікпеген және ерітіндінің барлық массасын иммабилизациялауға қабілетсіз кристалды құрылым қалыптасады, бұл мұнайөнімдерінің темпетарурасының төмендеуі түрінде байқалады (лайлану температурасы емес). Бұл қосындылар май, мұнай және мұнай өнімдерінің қату температурасын тиімді төмендетеді және төменгі температураларда олардың өту қабілетін көтереді.

Дизельдік отын – іштей жану дизельдік қозғалтқышында, сонымен қатар газодизельдерде отын ретінде пайдаланылатын сұйық өнім. Отынның бұл түрі мұнайды тікелей айдаудың керосиндік-газойлдық фракциясынан алынады. Дизельдік отын – бұл алкандардың, циклоалкандардың және иістендірілген көмірсутектер мен олардың туындыларынан алынатын қоспа. Орташа молекулярлық салмағы 110-230, қайнау температурасы –  $170-380^\circ C$ .

Жоғары молекулалы қосылыстар – молекула құрамында өзара химикалық немесе координаттық байланыстармен қосылған жүздеген, мыңдаған атомдары бар және өздеріне ғана тән қасиеттермен ерекшеленетін заттар тобы.

Жай эфирлер -  $R-O-R'$  формуласы бар, органикалық заттар, мұнда R және  $R'$ -көмірсутектік радикалдар. Сонымен қатар, мұндай топ басқа да жай эфирлер болып саналмайтын функционалдық топтардың құрамына кіре алатындығын ескерген жөн.

Карбондық қышқылдар – молекулалары бір немесе бірнеше функционалдық карбоксилдық топтардан —COOH тұратын, органикалық қосылыстар классы.

Катализаторлар – реакцияны жылдамдататын, бірақ реакция өнімдерінің құрамына кірмейтін химиялық зат. Катализаторлар гомогендік және гетерогендік деп бөлінеді. Гомогендік катализатор – реакцияға түсетін затпен бір фазада болады, ал гетерогендік – реакцияға түсетін заттар жатқан, фазадан шекарамен бөлінген, жеке фазаны қалыптастырады. Гомогендік катализаторларға қышқылдар мен негіздер жатады. Гетерогендік катализаторлар ретінде металдар, олардың оксидтері мен сульфидтері пайдаланылады.

Қату температурасы – бұл ерітіндідегі қатты фазаның бастапқы кристалдану температурасы.

Қоюлану температурасы (сүзілу температурасы) – n-парафиндердің кристалды торды қалыптастырып, бір-бірімен біріге бастайтын температура. Мұндай моментте отын визуалды түрде қоңырқай түске айналады, ал автокөліктің отындық жүйесінде сүзілу мен отынды айдауға қатысты қиындықтар басталады. Сүзгі n-парафиндердің молекулаларымен толады, және сораптың одан отынды айдауға қабілеттілігі төмендейді.

Мономер (др.-грек.  $\mu\nu\nu\omicron\varsigma$  - один;  $\mu\epsilon\rho\omicron\varsigma$  - часть) - бұл полимеризация реакциясында полимер қалыптастыратын, төменмолекулярлық зат. Мономерлер деп, сонымен қатар полимерлік молекулалардың құрамындағы қайталанатын бөлшекті (құрылымдық біліктер) атайды. Органикалық мономерлердің мысалы ретінде қанықпаған көмірсутектер молекулаларын атауға болады. Мысалы, этиленнің полимеризациясы полиэтилен сияқты, кеңінен таралған пластмассаның қалыптасуына алып келеді.

Полимерлер (грек. "поли" - көп, "мерос"- бөлшек) – бейорганикалық және органикалық, аморфты және кристалды зат, ондаған және жүздеген мың, кейде миллиондаған «мономер буындарынан» тұратын үлкен молекулалық байланыстар.

Полимеризация (др.- грек.  $\mu\lambda\upsilon\mu\epsilon\rho\iota\varsigma$  - бірнеше бөлшектерден тұрады) – төменмолекулярлық заттардың полимердің өспелі молекуласында белсенді орталықтарға көпсатылы бірігуі жолымен жоғарымолекулярлық заттардың (полимердің) қалыптасу процессі. Полимердің құрамына кіретін мономер молекуласы мономерлік (құрылымдық) буынды қалыптастырады. Мономер мен полимердің элементтік құрамы (молекулярлық формуласы) бірдей.

Поликонденсация - әдетте функционалдық топтардың әсерлесуі кезінде төмен температуралық өнімдердің (су, спирт және т.б.) бөлінуімен жүретін, жартылай функционалдық қосылыстардан полимерлердің синтезделу процессі.

Полиолефиндер – төменмолекулалық заттардан – олефиндерден (мономерлерден) алынатын жоғарымолекулярлық қосылыстардың (полимерлердің) классы. Катализатордың қатысуымен әртүрлі немесе бірдей мономерлердің полимеризация жолымен мұнай мен табиғи газдан алынады.

Әртүрлі қабыршықтар мен талшықтарды өндірістік өндіру кезінде кеңінен пайдаланылады.

Радикалды инициаторлар (көне латын initiator – қалыптастырғыш сөзінен шыққан) – еркін радикалдардың қалыптасуының басқа да химиялық реакцияларының немесе таралуының нәтижесінде пайда болатын тізбектік радикалдық процесстер.

Синергизм тиімділігі – бұл 2 элемент жүйеде бір-бірінің қатысуынсыз ие болмайтын қасиеттерге ие болу тиімділігі. Синергизм тиімділігінде бір тұтасқа біріктірілген, екі қатысушы олардың бөлім суммасына қарағанда жоғары тиімділікті береді.

Синтез – жекеленген заттарды қосу немесе біріктіру процесі.

Сополимеризациялау - екі немесе бірнеше әртүрлі мономерлер қатысатын полимеризация. Сополимеризация нәтижесінде екі немесе бірнеше әртүрлі құрылымдық буындардан тұратын макромолекулалардың, сополимерлері қалыптасады. Сополимеризация - әртүрлі қасиеттері бар жоғарымолекулярлық заттарды алуға көмектеседі.

Тұтқырлық – сұйықтар мен газдардың негізгі қасиеттерінің бірі. Бұл ішкі үйкеліс, ағындағы денелердің (сұйықтық пен газ) бірінің басқа бөлігімен орын алмасуындағы кедергі келтіру қасиетін айтамыз.

Цетандық сан – қозғалтқыштың қуаттық және экономикалық көрсеткіштерін анықтайды; цетандық санның әдеттегі мәндер диапазоны 40-тан 55 аралығында тербеледі. Бұл сан отынды цилиндрге беру мен оның жалындануына дейінгі уақыт кескінін көрсетеді. Цетандық санның одан жоғары болуы жалындау уақытының аздығын көрсетеді және сәйкесінше, отынның жақсы жануын білдіреді. Цетандық санның жоғары болуы түтіннің экологиялығын жоғарылатады. Бірақ та егер бұл көрсеткіш 60-тан жоғары болса, қозғалтқыштың қуатының жоғарылауы орын алмайды.

Цетандық индекс – дизельдік отынға жоғарылататын қоспаны қосқанға дейінгі цетандық сан (есептемелік). Цетанжоғарылататын қоспалар отынның физикалық және химиялық құрамына әртүрлі әсер етеді, сондықтан да оларды мөлшерден жоғары қосуға болмайды. Құрамның өзгеруінің алдын алу үшін, цетандық сан мен цетандық индекс арасындағы айырмашылық минималды болуы қажет.

Этерификация (көне грек сөзінен. αἴθήρ - эфир және лат. facio - жасаймын) - қышқылдар мен спирттердің әсерлесуі кезінде күрделі эфирлердің қалыптасу реакциясы:  $RCOOH + R'OH \rightleftharpoons RCOOR' + H_2O$ .



## БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

$\eta_{\text{кин}}$  – кинематикалық тұтқырлық;  
 $\eta_{\text{эф}}$  – эффективті тұтқырлық;  
 $\eta_{\text{мен}}$  – меншікті тұтқырлық;  
[ $\eta$ ] – сипаттамалық тұтқырлық;  
 $\eta_{\text{уд}}/C$  – келтірілген тұтқырлық;  
 $\chi$  – меншікті электрөткізгіштік;  
 $\sigma$  – беттік керілу;  
 $\tau$  – жылжулық кернеу;  
 $pH$  – сутекті көрсеткіш;  
 $\rho$  – тығыздық;  
 $T_k$  – қату температурасы;  
АШПШ – асфальтті-шайырлы-парафиндік шөгінді;  
ББЗ – беттік-белсенді заттар;  
МӨЗ - мұнай өңдеу зауыты;  
ПАН – полиакрилонитрил;  
ОК – олейн қышқылы;  
БМА – бутилметакрилат;  
ВА – вирилацетат;  
ФАК – фенилантранил қышқылы;  
СБК – себацин қышқылы;  
СТ – стирол;  
ЭГ – этиленгликолі;  
ПБ – бензоилдің асқын тотығы;  
ВЭС - вирилацетаттын этилен сополимеры;  
ИҚС – инфрақызылспектрі;  
ОҚМЭ – олейн қышқылының метил эфирі;  
ММ – молекулалық массасы;  
ММБ – молекула – массалық бөліну;  
ПАА – полиакриламид;  
ПЭ – полиэлектролит;  
СЕП – суда еритін полимерлер;  
СЕПЭ – суда еритін полиэлектролиттер;  
ШСТ – шекті сүзу температурасы.

## КІРІСПЕ

**Диссертациялық жұмыстың жалпы сипаттамасы.** Жоғары парафинді Құмкөл кенорнының мұнайы және мұнай өнімдерінің пайдалану қасиеттерін реттеу үшін мономерлер мен өндірістік шығындардың негізінде көп функционалды кешенді, экономикалық тұрғыдан оңтайлы, тиімді депрессаторларды синтездеу және алу технологиясын құрастырумен қатар қолдану аясын кеңейту әдістеріне арналған диссертациялық жұмыс.

**Зерттеу өзектілігі.** Заманауи мұнайөңдеу және мұнайхимия өндірісінің негізгі бағыты және мақсаты шикізат ресурстарын ұтымды зерттеу мен мұнайөнімдерін шығару көлемін жоғарылату, сонымен қатар әлемдік стандарттарға сәйкес, олардың сапасын жақсарту болып табылады.

Қазақстанда мұнай және мұнай өнімдерімен өз қажеттілігін қанағаттандырумен қатар, сыртқы сұранысты қамтамасыз ету үшін шикізат ресурстары жеткілікті.

Бірақ, Қазақстанда алынатын мұнайлардың көп мөлшері, орташа және тармақталған құрылымды алкандардан тұратын, парафиндік мұнай болып табылады. Ол көмірсутектер жоғары қату температурасымен ерекшеленеді, бұл мұнай және мұнайөнімдерінің пайдалану қасиеттерінің төмендеуіне алып келеді, және оларды тасымалдау мен сақтау кезінде бірнеше қиындықтар туындайды.

Жоғарыпарафинді мұнайларды сақтау және тасымалдау үшін бірнеше әдістер қолданылады: мұнайды дизель отындарымен аралыстыру және тасымалдау; мұнайды сумен араластыру және тасымалдау; мұнайларды термоөңдеу және тасымалдау; алдын ала жылытылған мұнайларды тасымалдау және т.б.

Сондықтан күрделі геотехникалық және климаттық жағдайларда жоғары парафинді мұнайларды құбыр арқылы тасымалдау өзекті мәселенің бірі. Сол себепті жоғарыпарафинді мұнайларды тасымалдау қыруар шығындарға алып келеді және экономикалық тұрғыдан тиімсіз.

Әлемдік жағдайда жоғарыпарафинді мұнай және мұнай өнімдерінің пайдалану қасиеттерін жақсарту экономикалық жағынан үнемді және тиімді әдістердің бірі, депрессаторларды қолдану болып табылады. Депрессаторларды синтездеу және оларды жоғары парафинді мұнайлардың қолдау қасиеттерін реттеуде шетел елдеріндегі ғалымдарымен бірге ҚР мұнай саласының ғалымдары өз үлестерін қосуда.

Бұл депрессаторлардың аз мөлшерін мұнайға қосу жоғарыпарафинді мұнайлардың кристалдану дәрежесін төмендетіп, тасымалдау кезінде өте маңызды пайдалану қасиеттерін жақсартады, яғни мұнайдың тұтқырлық және төментемпературалық қасиеттерін реттейді.

Басқа тәсілдерге қарағанда бұл әдіс мұнай ресурстарын ұтымды пайдаланылуын және пайдалану қасиеттерін кешенді жақсартуды қамтамасыз етеді. Қазіргі таңда ол депрессаторларға қойылатын талаптар бір мұнайға ғана емес, мұнай өнімдеріне де тиесілі, себебі оларды қысқы мезгілде қолдануда,

олардың тұтқырлығы артумен қатар, қату температурасының жоғары болуы қиындықтар туғызады.

Қазіргі таңда Қазақстан Республикасында шетелдік депрессорлық қосындылар пайдаланылады, соңғы уақытта негізінен ресейлік депрессаторларды қолдану үрдіс алуға және бірте-бірте мұнай өндірісі нарығында шетелдік депрессаторларды ығыстыруда. Көбінесе шеттен әкелінген депрессаторларды мұнай және мұнайөнімдеріне кеңінен қолдану, бүгінгі таңда бірнеше себептерге байланысты мүмкін болмай отыр. Себебі мұнайға қолданылатын депрессаторларды, мұнай өнімдеріне қолдану жарамсыз, яғни физика-химиялық қасиеттері бойынша комплексті әсер етуші факторларға ие емес.

ҚР-да жоғарыпарафиндік мұнайлар және мұнай өнімдерін пайдалану қасиеттерін жақсарту үшін депрессорлық қосындылар өндірілмейді.

Жоғарыда туындаған мәселелерге байланысты жоғары парафинді мұнайлар, базалық майлар, дизельдік отындар үшін экономикалық тұрғыдан тиімді, көп функционалды, кешенді әсерлі қасиеттерге ие депрессаторларды синтездеу, алу технологиясын құрастыру және қолдану жалпы Қазақстан экономикасының индустриалды-инновациялық дамуында өзекті мәселенің бірі.

Сол себепті диссертациялық жұмыстың мақсаты өндіріс қалдықтары – мұнай гудроны, мақта майының госсипол шайыры және мономерлер негізінде жоғарыпарафинді Құмкөл мұнайы және оның өнімдерінің пайдалану қасиеттерін реттеуге арналған отандық депрессаторларды синтездеумен алу технологиясын құрастыру және қолдану.

**Жалпы ғылыми және жалпы мемлекеттік бағдарламалармен байланысы.** Диссертациялық жұмыс «Мақта целлюлозасы мен мұнайдың ауыр қалдықтарының көмірсутекті шикізатының негізінде ББЗ-дың, интерполимерлік кешендердің, полиэлектролиттердің, жаңа композициялық материалдарды пайдаланумен және бұрғылау ерітінділерінің тұрақтандырғыштарын, мұнай фракцияларының эмульгаторларын, полимерлер мен мономерлерді алу технологиясын құрастыру» тақырыбындағы ҒЖЗ № Б-11-03-02 (2011-2015 жж.) Мемлекеттік бюджеттік бағдарламасына және «Мұнайөнімдері мен мұнайдың қасиеттерін реттеу үшін қоспаларды, депрессаторларды, суда еритін полимерлерді алудың тиімді технологияларын құрастыру» тақырыбындағы ҒЖЗ Б-16-03-02 (2016-2020 жж.), ҚР БЖҒМ 055 – бюджеттік бағдарламаны қаржыландыру, «Шикізаттарды және өнімдерді өңдеу, табиғи ресурстарды тиімді қолдану» басымдығы бойынша «Май өндірісінің шағындарынан мұнайгаз саласы үшін тиімді материалдарды алудың технологиясын құрастыру» тақырыбындағы 018/ПЦФ-қа (2015-2017 жж.) сәйкес орындалған.

**Зерттеу жұмысының нысаны.** Диссертациялық жұмыстың зерттеу нысандары: Құмкөл мұнайы және оның өнімдері, мұнай гудроны, мақта майы өндірісінің қалдығы – госсипол шайыры, аминофенол, полиакрилонитрил, бутилметакрилат,  $\alpha$ -олефин, винилацетат, стирол, олейн қышқылы, олейн қышқылының метил эфирі, фенилантранил және себацин қышқылы,

этиленгликоль негізінде депрессаторлар синтезделінді және алу технологиясы құрастырылды. Депрессаторларды алуда сополимерлену, поликондесациялау және модификациялау әдістерін қолдана отырып синтездеудің қолайлы шарттары анықталды.

Синтезделінген депрессаторлар Құмкөл кенорнының мұнайы мен мұнайөнімдерінің пайдалану қасиеттерін реттегіш ретінде қоданылды.

**Зерттеу тәсілі.** Зерттеу жұмысында қойылған мақсаттарды шешу үшін экспериментальды физика-химиялық және аналитикалық зерттеу тәсілдері таңдалды. Олар: фотоколориметрия, вискозиметрия, ИК-спектроскопиялық сараптама ИК-Фурье спектрометрінде Shimadzu IR Prestige-21 ішкі бөлігін көрсететін тақтайшасы бар PikeTechnologies фирмасының Miracle аппаратында анықталды; элементтік құрамы және құрылымы INCAEnergy (OxfordINSTRUMENTS) рентгенді энергодисперсті микроанализатор, электронды сұйықтық микроскобы ISM-6490LV(IED) және т.б.

Мұнай және мұнай өнімдерінің пайдалану қасиеттері: тығыздығы, қату және шекті сүзілу температурасы, реологиялық қасиеттері, сұйытылған және концентрлі ерітіндісінің тұтқырлығы капиллярлы вискозиметрлер көмегімен 298-363К температура шегінде тиісті мемлекеттік стандарттарға сәйкес анықталды.

**Зерттеудің мақсаты және міндеттері.** Диссертациялық жұмыстың мақсаты өндіріс қалдықтары – мұнай гудроны, мақта майының госсипол шайыры және мономерлер негізінде жоғарыпарафинді Құмкөл мұнайы және оның өнімдерінің пайдалану қасиеттерін реттеуге арналған отандық депрессаторларды синтездеумен алу технологиясын құрастыру және қолдану.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі мақсаттар қойылды:

- Құмкөл кенорнының мұнайы мен мұнайөнімдерінің, депрессаторларды синтездеуде қажетті матариалдар мен шикізаттардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу;

- радикалдық инициаторлар мен катализаторлар көмегімен поликонденсация, сополимеризация және модификациялау әдістерімен, мұнай гудроны, мақта майы өндірісінің қалдығы – госсипол шайыры, аминофенол, полиакрилнитрил, бутилметакрилат,  $\alpha$ -олефин, винулацетат, стирол, олейн қышқылы, олейн қышқылының метил эфирі, фенилантранил және себадин қышқылы, этиленгликоль негізінде депрессаторларды синтездеу;

- депрессаторларды алу барысында қолданылған сополимеризациялау, поликонденсациялау және модификациялау процесінде реакцияға кірісетін компоненттердің, катализаторлармен инициаторлардың қатынастары мен концентрацияға, температура мен уақытқа байланысты синтездеудің тиімді және оңтайлы жағдайларын анықтау;

- электронды микроскопия, ИК-спектрометрия, элементтік сараптама әдістерімен синтезделген депрессаторлардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу және құрылымын, химиялық құрамын анықтау;

- Құмкөл кенорнының мұнайлары және оның өнімдерінің пайдалану қасиеттеріне - қату температурасына, кинематикалық тұтқырлығына

синтезделген депрессаторлардың әсер етуін зерттеу және әсер ету механизмдерін анықтау;

- полимеризация мен поликонденсацияның екі сатылы процессін пайдаланумен депрессаторларды алудың тиімді және экономикалық үнемді технологияларын құрастыру.

**Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы.** Диссертациялық жұмыстың жаңалығы өндірістік қалдықтар – мұнай гудроны, мақта майының госсипол шайыры және аминофенол, полиакрилнитрил, бутилметакрилат,  $\alpha$ -олефин, винулацетат, стирол, олейн қышқылы, олейн қышқылының метил эфирі, фенилантранил және себацин қышқылы, этиленгликоль мономерлері негізінде көп функционалды қасиеттерге ие, комплексті депрессаторлар синтезделініп, алу технологиялары құрастырылды. Депрессаторларды синтездеуде мономерлерді екі сатылы радикалды сополимерлену, қышқылдық катализаторлар көмегімен поликонденсациялау, модификациялау әдістері қолданылып, өнімді алуды қамтамасыз ететін оңтайлы процестерімен параметрлері анықталып және экономикалық тұрғыдан тиімді шарттары айқындалды.

Синтезделінген депрессаторларды элементтік сараптама, электронды микроскопия, ИК-спектроскопия әдістерімен зерттеу нәтижесінде химиялық құрамы және құрылымы анықталды.

Алынған депрессаторларды Құмкөл мұнайы және өнімдеріне әр түрлі концентрацияда (0,001-0,5% мөлшерінде) және температурада (25-60<sup>0</sup>С) қосу арқылы, олардың физика-химиялық, реологиялық, пайдалану қасиеттеріне әсері зерттелініп, мұнайдың, дизельдік отынның, майдың пайдалану параметрлері күрт өзгертіндігі анықталды. Нәтижеде депрессаторларды Құмкөл мұнайын тасымалдауда және дизельдік отындармен майлардың пайдалану қасиеттерін, яғни тұтқырлықтары және қату температурасының төмендеткіштері ретінде қолдану мүмкіндіктері анықталды.

Депрессаторлардың мұнай және мұнайөнімдерінің құрылымына әсерін элементтік сараптама, электронды микроскопия және ИК-спектрометрия әдістерімен зерттеу нәтижесінде, құрылым түзу механизмі, кристалдану дәрежесі және кристалдар бетінде қорғау барьерін қалыптастырудан тұратындығы анықталды, бұл қорғау депрессаторларды синтездеу кезінде бірнеше мономерлерді қолдану нәтижесінде түзілген жаңа өнімнің депрессорлық тиімділігі құрылымына және химиялық құрамына тәуелділігі анықталды. Макромолекуланың негізгі тізбегімен байланысқан бірнеше мономерлердің құрамдас алкильді топтардың ұзындығы мен жоғары молекулалық салмақтың әсерінен синергетикалық процестің тиімділігі артатындығы анықталды және ол мұнай мен сұйық фазаларды қоршап алу нәтижесінде бір-бірімен әлсіз байланысқан кристалдық құрылымның қалыптасуын қамтамасыз етеді.

**Қорғауға ұсынылатын негізгі жағдайлар.** Құмкөл кенорнының мұнайы мен мұнайөнімдерінің, депрессаторларды синтездеуде қажетті матариалдар мен шикізаттардың физика-химиялық қасиеттері зерттелінді.

Тәжірибеде поликонденсация, сополимеризация және модификациялау әдістерімен, мұнай гудроны, мақта майы өндірісінің қалдығы – госсипол шайыры, аминофенол, полиакрилнитрил, бутилметакрилат,  $\alpha$ -олефин, винилацетат, стирол, олейн қышқылы, олейн қышқылының метил эфирі, фенилантранил және себацин қышқылы, этиленгликоль негізінде радикалдық инициаторлар мен катализаторлар көмегімен көп функционалды қасиеттерге ие, комплексті депрессаторлар синтезделінді.

Депрессаторларды синтездеуде сополимеризациялау, поликонденсациялау және модификациялау процесінде реакцияға кірісетін компоненттердің, катализаторлармен инициаторлардың қатынастары мен концентрацияға, температура мен уақытқа байланысты тиімді және оңтайлы процестерімен параметрлері анықталды.

Тәжірибеде депрессаторларды физика-химиялық қасиеттерін электронды микроскопия, ИК-спектрометрия, элементтік сараптама және басқада әдістермен зерттелініп, құрылымы мен химиялық құрамы анықталды.

Тәжірибеде депрессаторлардың Құмкөл кенорнының мұнайлары және оның өнімдерінің пайдалану қасиеттеріне, яғни қату температурасына, кинематикалық тұтқырлығына әсері зерттелінді және әсер ету механизмдері анықталды.

Полимеризация мен поликонденсацияның екі сатылы процессін пайдаланумен депрессаторларды алудың тиімді және экономикалық үнемді технологиялары құрастырылды.

**Жұмыстың теориялық құндылығы.** Поликонденсация екі сатылы радикалды механизм бойынша полимеризациялау және модификациялау процестерін қолдана отырып мұнай гудроны, мақта майы өндірісінің қалдығы – госсипол шайыры, аминофенол, полиакрилнитрил, бутилметакрилат,  $\alpha$ -олефин, винилацетат, стирол, олейн қышқылы, олейн қышқылының метил эфирі, фенилантранил және себацин қышқылы, этиленгликоль негізінде радикалдық инициаторлар мен катализаторлар көмегімен көп функционалды қасиеттерге ие, комплексті депрессаторлар синтезделінді және алу технологиясы құрастырылды.

Депрессаторларды синтездеуде реакцияға кірісетін компоненттердің, катализаторлармен инициаторлардың қатынастары мен концентрацияға, температура мен уақытқа байланысты тиімді және оңтайлы процестерімен параметрлері анықталды.

Депрессаторлардың мұнай және мұнайөнімдерінің әр түрлі концентрацияда (0,001-0,5% мөлшерінде) және температурада (25-60<sup>0</sup>С) қосу арқылы, олардың физика-химиялық, элементтік сараптама, электронды микроскопия, ИК-спектрометрия, реологиялық және пайдалану қасиеттеріне әсері зерттелініп, зерттеу нәтижесінде, тұтқырлықтары және қату температурасының төмендеткіштері ретінде қолдану мүмкіндіктері және құрылым түзу механизмі, кристалдану дәрежесі мен кристалдар бетінде қорғау барьерін қалыптастырудан тұратындығы анықталды.

**Жұмыстың практикалық құндылығы.** Диссертациялық жұмыстың құндылығы өндіріс қалдықтары және мономерлер негізінде депрессаторларды екісатылы радикалды механизм бойынша полимеризациялау, поликонденсациялау, модификациялау процестері қолданылып, синтездеудің оңтайлы және тиімді процестері мен параметрлері анықталып, алу технологиясы құрастырылды.

Алынған депрессаторлар 0,001-0,5 мас.% концентрацияда мұнай және мұнай өнімдерінің пайдалану қасиеттерін жақсартады, яғни кинематикалық тұтқырлықтарын және төментемпературалы көрсеткіштерін төмендеткіш ретінде ҚР жоғарыпарафинді мұнайларын тасымалдауда және мұнай өнімдеріне қолданылуға ұсынылады.

**Сенімділік дәрежесі және нәтижелер апробациясы.** Диссертациялық жұмыс материалдары түрлі халықаралық республикалық конференциялар мен симпозиумдарда, яғни: «Мұнайгазөңдеу-2013», (Уфа, 2013 ж.), халықаралық ғылыми – тәжірибелік конференция еңбегінде. «Қазіргі жаһандық сын-қатерлер жағдайындағы тәуелсіз Қазақстанның ғылымы, білімі мен мәдениетінің дамуы», М.Әуезов атындағы оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік университетінің құрылғанына 70-жыл толуына арналған (Шымкент, 2013 ж.), халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияда. международная научно-практическая конференция. «Инженериядағы инновациялық көзқарас – Қазақстан экономикасы дамуының негізі» Қазақстан халықтар достығы университетінің 15–жылдық мерейтойына және Қазақстан халықтар ассамблеясының 20–жылдығына арналған (Шымкент, 2015 ж.), халықаралық ғылыми – тәжірибелік конференцияның еңбектер жинағында. Сонымен қатар екі технологиялық платформаның қорытынды отырысында, яғни, «Көмірсутерді алу және қолдану» және «Көмірсулы ресурстарды терең түрде қайта өңдеу» VII (2014 ж.) халықаралық өнеркәсіптік-экономикалық форумдарында (жұмыс мерзімі 2014 ж. дейін) Мәскеу қ., И.М.Губкин атындағы мұнай және газ РМУ, 2014 ж.

Синтезделінген депрессаторларды Құмкөл мұнайы және өнімдерінің пайдалану қасиеттерін тиімді реттегіші ретінде қолданылуы 5B073900 – Мұнайхимия және 5B072100 – Органикалық заттардың химиялық технологиясы студенттеріне оқыту үрдісіне ендірілді.

Жұмыс нәтижелерінің дәлдігі заманауи физика-химиялық тәсілдермен зерттеу, ғылыми айналымға жаңа теориялық және эмпирикалық материалдарды жалпылау және енгізу, дәлдігі жоғары анализ тәсілдерін қолдану арқылы анықталды.

**Жұмыс тақырыбы бойынша жарияланымдар.** Диссертациялық зерттеулердің негізгі нәтижелері 13 ғылыми жұмыстарда жарияланған, соның ішінде: 6 мақала ҚР Білім және Ғылым саласын бақылау бойынша комитеттің ұсынған басылымдарда, 1 мақала «Oriental Journal of Chemistry, Индия, 2015 ж.), «Scopus» және 1 мақала «Chimica Oggi – Chemistry Today», Италия, 2016 ж.), Thomson Reuters базасына кіретін ғылыми журналында, 5 мақала халықаралық ғылыми конференциялар жинақтарында, соның ішінде 3 мақала шетелдердегі конференциялардың материалдарында жарияланған.

**Диссертация құрылымы мен көлемі.** Диссертация кіріспеден, аналитикалық талдаудан, негізгі бөлімнен, қорытындыдан, қолданылған әдебиеттерден тұрады. Жұмыс 127 беттен, 30 суреттен, 40 кестеден, 166 пайдаланылған әдебиеттен, 1 қосымшадан тұрады.



## 1 АНАЛИТИКАЛЫҚ БӨЛІМ

### 1.1 Депрессорлық қосындылардың көмегімен мұнай мен мұнайөнімдерінің қасиеттерін реттеу

Қазіргі уақытта дүниежүзінде алынатын мұнайлар парафиннің жоғары мөлшерімен сипатталады [1-6].

Парафиндік мұнайлардың қасиеттерін зерттеу бойынша кең тәжірибелік мәліметтерге қарамастан, зерттеулер ішінде мұнайдың белгілі бір компонентінің оның тұтқырлықты-температуралық қасиеттеріне әсер ету дәрежесіне бірдей көзқарас жоқ [7-10].

Жоғарыда аталған мәселелерді шешу кезінде мұнайға депрессаторлардың әсер етуін бағалау критерийлері болып қату, парафиннің тұну температурасын және реоголиялық сипатамаларды – динамикалық тұтқырлықты, қату температурасына жақын температураларда ығысудың шектік кернеуін төмендету болып табылады.

Депрессаторларға n-парафиндердің жақсы араласуы, кристалданатын парафиндермен әсер етуі қажет осы қоспалардың әсер ету механизмімен түсіндіріледі.

Депрессаторларға әсер ету механизмі мұнайдың барлық сұйық фазасын алатын, кристалдық құрылымның қалыптасуына кедергі болатын, қорғау барьерінің кристалдарының бетте пайда болуымен түсіндіріледі. Нәтижесінде гельдің қалыптасу температурасы төмендейді және қалыптасқан кристалды құрылымның механикалық беріктігі, депрессаторсызға қарағанда төмен болады.

Мұнайлардың құрамындағы алкандар, оларға әсер ету тиімді болу үшін жоғары молекулярлық салмағы бар, тек қана полимерлік заттар қамтамасыз ететін, қосылыстармен біріктіру қажет болатындай өте ұзын. Дизельдік отынға жақсы депрессатор болып саналатын, сополимерлер мен полимерлер мазут пен мұнайларда тиімсіз (немесе тиімділігі өте төмен) болады. Молекулярлық салмақты, кейде алкильдік топтарды жоғарылату кезінде олар мұнайға тиімді депрессаторлар болып саналады. Берілген жағдайға арналған депрессаторлардың бұл ерекшелігін әртүрлі химиялық табиғаты бар қосындыларды пайдалану кезінде бақылауға болады.

Депрессаторларды белгілі бір тобының депрессорлық белсенділігі оның тек қана бір үлгісі бойынша бағаланады, демек қосынды құрамының тербелу мүмкіндігі ескерусіз. Бірақ та қосындылар құрамын пайдалану мүмкіндігі, әсіресе сополимерлер үшін кең, өйткені сополимерлер мономерлік буынның әртүрлі қатынасындағы макромолекулалардан тұра алады. Ал осы молекулярлық параметрлердің әрқайсысы сополимерлердің депрессорлық қасиеттерін түсіндіреді.

Әртүрлі функционалды мақсатқа арналған қосындыларды қарқынды пайдаланылуына қарамастан, олардың әсер ету механизмінің теориялық негіздемесі дау туғызатын мәселе болып қала береді.

Мұнай алу жерінде өңделмегендіктен, оларды тасымалдау кеңінен таралған. Мұнайды тасымалдау кезінде парафиндердің кристалдануының әсерінен және мұнайдың тұтқырлығының жоғарылауының әсерінен бірқатар күрделі мәселелер туындайды: құбырдағы қысымының жоғарылауы, сораптарға электр-энергиясының шығыны және олардың тозуы, құбырдың өткізу қабілеттілігін төмендеуі [11]. Суық климаттық аймақтарда мұнайды тасымалдау мұнай құбырының ішкі қабырғаларында парафиндердің шөгуінен қиындай түседі, демек мұнай құбырының көлденең қимасы жіңішкереді және нәтижесінде өнімділігі төмендейді. Жоғарыпарафиндік мұнайды құбырда тасымалдау ерекшелігі келесіде, топырақ температурасында мұнай құбырының орнату тереңдігінде олар аномалды қасиеттерге ие болады, демек мұнайды игеру, жинау және тасымалдау кезінде олардың тұтқырлығының жоғары мәнімен және қату температурасының жоғары болуымен, ығысудың статикалық және динамикалық кернеуімен байланысты.

Мұнай құбыры мен жабдықтардың ішкі бетінде парафиннің шөгуінің екі мүмкін нұсқасы қарастырылады [12,13]: мұнай құбырының суық қабырғасымен немесе айдалатын мұнай жүйесінің ағымында әсерлесу кезінде мұнай ерітіндісінің қанығуының салдарынан. Газ конденсаттар мен жоғарықататын мұнайлардың аққыштығын жақсарту үшін, сонымен қатар парафиншөгудің алдын алу үшін жүйеге парафиншөгудің депрессорлы қосындыларын немесе ингибиторларын ендіру арқылы, олардың әсер етуін көлемдік және беттік механизммен түсіндіріледі [14-17].

Қазіргі таңда мұнай және мұнай өнімдерінің пайдалану қасиеттерін реттеу мақсатында бірнеше бағытта жұмыс атқаратын депрессорлы қосындыларын алу және қолдану технологиясы қарастырылған [18-31].

Қазіргі уақытта пайдаланылатын депрессаторлық қосындылар; синтетикалық қосындылар (R-140, GY-3, Данокс-501, ДМН-2005 және AP-174) шетелден жеткізіледі және бағасы жоғары болады, сонымен қатар олар төмен депрессорлық белсенділікке ие. Одан бөлек, олардың кейбіреулерін алу технологиясы бірқатар кемшіліктерге ие. Соңғылар қатарына келесілер жатады:

- көпсатылық, коррозияға белсенді өнімдердің қалыптасуы мен оларды пайдалану (алкилароматикалық қоспалар);

- бастапқы реагенттердің төмен конверсиясы және осыған байланысты үлкен техникалық қиындықтар мен материалдық шығындар.

Депрессорлы қосындылар мұнайдың қату температурасын тиімді төмендетеді және төменгі температураларда олардың өту қабілетін көтереді. Депрессорлардың (депрессия-төмендету деген сөзден) әсерінің тетігі түпкілікті әлі белгілі емес. Тетіктің екі варианты болуы мүмкін: а) қосындылар бөлшектерінің айналасына парафин кристалдары топтанғанда, беттік әсер орын алуы; б) парафин бөлшектерінің құрылымы бұзылған кезде және кристалданушы бөлшектердің көлемі азайғанда, көлемдік әсер орын алуы. Олар парафин кристалдарының өсуіне кедергі болады және кристалдық тор құрылымын бұзады, соның нәтижесінде жылжу қасиетін жоғалту температурасын төменгі температура аймағына ауыстырады. Мұнай өңдеу

саласында, АзНИИ және АзНИИ-ЦИАТИМ-1, хлорпарафинмен, нафталинмен және фенолмен конденсацияланған өнімі болып саналатын, присадкалар тағы да АФК (кальций алкилфенолятты) және ПМА "Д" (метакрил қышқылы эфирлерінің және нормалды құрылымды май спирттерінің қосындысының полимерлену өнімдері), көп қолданылады. Депрессаторларды кейбір кездерде реактив және дизел отындарына да қосып, олардың қату температураларын төмендетеді.

Қазақстан Республикасында тек шетелде өндірілген депрессаторлы қосындылар пайдаланылады, негізінен Ресейлік, бірақ бірте-бірте қазіргі нарықта оларды шетелдіктер ығыстыруда. Мұнай кенорындарында қойылған тауарлы депрессорлы қосындылар балауыз тәрізді қатты заттар. Химиялық табиғаты бойынша барлық қосындылар бір-біріне ұқсас. Олардың әрекетіндегі айырмашылығы қосындылардың мұнайға технологиялық кіруі және құрамының ерекшелігімен түсіндіріледі. Жалпы технологиялық өңдеу кезеңінде, осымен қатар қыздыру, сұйытылған еріткіштерді дайындау және мұнайға дозалауда жүреді. Технологиялық тұрғыдан қарағанда, мұнайға қосындыларды жеке қабылдауды еске сақтау маңызды. Яғни, әр мұнайға керекті, жұмыс жасауы басқаларға қарағанда әсерлі экспериментті қосындылардың бірін таңдап алу қажет.

Әр түрлі синтезделген және қазір мұнайға және мұнай өнімдеріне қолданылып жатқан депрессорлы қосындылардың активті заттары химиялық табиғаты бойынша келесідей классификацияланады:

1) Полимерлі заттар:

- полярлы мономерімен этилен сополимері;
- полиолефин және оның модификациясы;
- алкил(мет)акрилат полимері;
- малеин және фумар қышқылынан өндірілген полимерлері;

2) Органикалық (полимерлі емес) қосылыстар:

- алкил ароматты қосылыстар;
- шайырлы-асфальтенді заттар;
- күрделі эфирлер;
- азоты бар қосылыстар.

Қазір депрессорлардың көп екені белгілі және жыл сайын жаңалары қосылып жатыр, көптеген төмен эффективті депрессорлардың және қолдану шарттарының әртүрлілігі сұраныстың қанағаттандырмайтынын көрсетіп тұр.

Мұнайдың шайырлы сұйық компоненттері табиғи депрессор болып табылады, яғни қату температурасын төмендету үшін шайырлы мұнайды парафиндіге қосуға болады. Жоғары парафинді мұнайға жақсы депрессор ретінде ДН-1 қосындылары алынады, бұл полимерлі БАЗ. АзНИИ депрессоры – диалкилнафталин; Азолят–этанол аминнің күрделі эфиірі және ВМС майлы қышқылы, олар қату температурасын 28-30°C – қа дейін төмендетеді. Импортталатын депрессорлар - ХТ-4S пат. США №4005020, №4192767 40% сульфаттан, 30% алюминий нафтенатынан және де 30% полиэтиленгликольдың моноалкилді эфиірінен тұрады. АҚШ № 4362533 патенті

бойынша депрессорында этилен сополимері - 65,1%, винилацетаты – 19,9%, стирол – 15,0%-дан тұрады. Мұнайға 0,0026% қоспа қосу барысында оның қату температурасы 32 ден 1–ге түседі; ал 0,012% қоспа қоссақ 32–ден -19°С-қа түседі.

Қазақстанның мұнай кенорындарында қолданылатын депрессорлы қосындыларды «Baker Peirolie» (Ұлыбритания) парафинді ингибитормен «РАО», «Aiofina Sesa» (Франция) «Прошнор AP-7», «КАО Мицуи» (Жапония) парафинді ингибитормен «Danox PSPHRSH» және «R-140», «Infenium» (Нидерланды) парафинді ингибитормен «Serwa», «Деиран» (Россия) парафинді депресатормен «DMN», «MI Production Chemicals» (Норвегия) парафинді ингибитормен «PI», «China Petroleum Technology and Development Corporation» (Қытай) парафинді ингибитормен сериясы «ВНМ», «СЕ», «ВJ», «DQ» және т.б.

ИҚ-спектрометрлік талдау әдісімен Қазақстанның аномальді мұнайына түрлі депресорлық қосындылар әсерін зерттеген зерттеулер авторлары кейбір Қазақстанда қолданылатын депрессорлы қосындылар - РАО 83137, DMN-2005, AP 174, R-170, R-1S5, R-185, Dodiflow 4888 және РАО 83110 қосындылардың винилацетатты типіне жатқызылатындығын айтады. Авторлар РАО 80023, РАО 82315, AP 757, AP 880, РАО 83119, РАО 23363, РАО 82259, CW 288, Inlenium RI05 депресаторлар сипаты бойынша өзіне тән жұту жолақтарының сипаты бойынша қосындылардың аралас типіне немесе акрилаттық немесе қосындылардың аралас типіне жатқызылады [32].

Кесте 1-де қазіргі уақытта пайдаланылатын депресаторлық ДМН-2005 қосындының түрлі кенорындағы мұнайға қолданудың тәжірибелік деректері [33].

Кесте 1 - ДМН-2005 Қазақстандағы кенорындағы мұнайға қолданудың тәжірибелік деректері

Мұнай	Тығыздығы, кг/м <sup>3</sup>	Қосындының конц, % масс	Т <sub>қату</sub> , °С		Депрессия, °С
			қосындысыз	қосындымен	
Кен орны 1	818	0,01	10	-6	16
Кен орны 2	855	0,05	22	10	12
Кен орны 3	854,4	0,05	20	10	13
Кен орны 4	843,8	0,01	27	14	10

Осы жағдайға байланысты Қазақстан үшін өзекті болып сапалы көрсеткіштерден бөлек, реагент бағасымен және ҚР-да мұнайды тасымалдау мен дайындау жүйесіне ендірумен анықталатын, экономикалық тиімділікті жоғарылатуға мүмкіндік беретін тиімді қосындыларды тұрғызу және таңдау болып табылады.

Депрессорлық қосындыларға қойылатын талаптар жайында айтатын болсақ, олар:

– қату температурасын, ығысудың статикалық және шектік динамикалық кернеуін, сонымен қатар, айдаудың минималды температураларында ағудың

ньютондық сипатын бере отырып, қату температурасына жақын температураларда мұнайдың тиімді тұтқырлығын төмендету;

- мұнайды тасымалдау мен сақтау мерзімінде реологиялық жақсарған қасиеттерін тұрақты қамтамасыз ету;

- жабдықтың парафинделінуінің алдын алу немесе қысқарту;

- ағымға өлшеу, мысалы, мұнай құбырында орнатылған сорап-мөлшерлегіштің және форсунканың көмегімен;

- жеткізу процессінде оларды ұзақ уақытта сақтау қабілеттілігі тұрақты қасиеттерге ие болу;

- қажетті мөлшерде шығарылуы және жоғары қататын мұнайларды мұнай құбырында тасымалдауға қойылатын экономикалық талаптарға сәйкес келетін құнға ие болу;

- жоғарыпарафиндік мұнайды тасымалдау мен игеру кезінде пайдаланылатын, басқа да химиялық реагенттермен бірігу қабілеттілігіне ие болу қажет.

Қазіргі уақытта мұнай мен мұнайөнімдеріне депрессорлық қосынды аймағында жоғары қызығушылыққа ие екі немесе одан да көп белсенді заттардан тұратын композициялық қосындыларды тұрғызу. Әртүрлі физика-химиялық қасиетермен түсіндірілетін, мұнайдың құрылымдық-механикалық қасиеттерінің нәтижесінде, мұнайдың әр типі үшін өзінің қосындысын таңдау қажет. Осыған байланысты, спецификалық қосындысын өту әдісі ретінде функционалды топтардан тұратын қосындыны дайындау немесе құрамы бойынша ерекшеленетін бірнеше мономерлердің негізіндегі екі сатылы синтез саналады. Бұл қосындылардың сипаттық ерекшелігіне бір жанынан қосынды компоненттері өзара бір-бірінің депрессорлық қасиеттерін күшейтетін, екінші жағынан бір компонент екіншісінің депрессорлық тиімділігін төмендетпей, жалпы қосындының функционалдық әсерін кеңейтуге мүмкіндік беретін, синергизм тиімділігін пайдалану мүмкіндігі жатады [34-38].

Поликомпонентті композициялық қосындыларды жан-жақты зерттеу, синергизм құбылысын қату температурасын парафинді және жоғарыпарафинді мұнайдың реологиялық сипаттарын төмендету үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Осыған байланысты беттік-белсенді заттардан тұратын, композициялық қосындылар кеңінен пайдаланылады [39].

Депрессорлық қосындыларды пайдаланудың өндірістік тәжірибелері, олардың ішіндегі ең тиімділері өте күрделі эфирлермен (винилацетат, акрилді, метакрилды қышқылдар, малеиндік ангидрит) этилен саополимерлерінің базасында негізделінгендігін көрсетеді.

Синтезделген депрессорлық қосындылардың маңызды ерекшелігі болып, алынатын жоғары экономикалық тиімділік пен мұнайдың тасымалданатын ағымына ендіру жеңілдігі табылады.

## 1.2 Дизельдік отындарға арналған депрессорлық қосындылардың сипаттамасы

Дизельдік отындардың құрамындағы n-парафиндер температура төмендегенде жеңіл кристалданады. Кристаллизацияланудың басы отынның қоюлауында жүреді. Осыдан кейін кристалдар өседі және белгілі бір өлшемдерде және концентрацияда беттік құрылымды қалыптастырады. Осы процесстің нәтижесінде отын жылжымалығын жоғалтады және құбырөткізгіштер мен сүзгіштер арқылы нашар айдалады. Депрессаторлық қосындылардың тиімділігі дизотынның сипаттамасы мен оның құрамына қатты тәуелді. Отын депрессаторларға осы немесе басқа да сәйкестікке ие, және бұл көрсеткіш өте маңызды ғылыми-техникалық мәселе болып табылады. Оны қарастыру кезінде негізгі момент болып депрессаторлардың парафиндер кристалдарымен әсерлесу принципі табылады, және осыған байланысты осы мәселенің екі деңгейін атап айта аламыз: дизельдік отындардың фракциялық және топтық көмірсутектік құрамының әсері және дизель отынның құрамындағы, парафиндердің физика-химиялық сипаттамаларының әсері.

Депрессорлық қосындылар туындайтын кристалдардың бетінде адсорбцияланады және олардың өсуіне және ассоциациясына кедергі болады. Депрессорлардың әсер ету механизмі соңына дейін меңгерілмеген. Екі түсінік кеңінен таралған. Біреуі парафин мен депрессордың қосарласа кристалдануын меңзейді; екінші түсінік бойынша депрессордың адсорбциясы кезінде кристалдар жұлдыз тәрізді қалыпқа айналады және ірі қалыптарға біріге алмайды. Екі жағдайда да депрессатор молекуласының өсетін кристалдармен әсерлесуі қарастырылатындығы маңызды. Сондықтан кристалдар қалыптаса бастағанға дейін, депрессаторлардың әсері көрінбейді. Бұл отынның лайлану температурасына әсер етпейтіндігін көрсетеді. Депрессорлардың қатысуы кезінде парафиндер кристалдарының өлшемі ондаған микронді құрайды.

Кристалданудың басталу температурасы әдетте лайлану температурасынан  $10^{\circ}\text{C}$ -қа төмен болады. Кристалдану отынның жылжымалығының жоғалуымен бірге жүреді, бұл оның қозғалтқышта пайдаланылуы мен бір резервуардан екіншісіне айдауды қиындатады.

Сонымен қатар қату температурасын іс жүзінде қату температурасына жақын температураларда отынды пайдалану жағдайлары белгілі болса да, отынның сақтау қоймасының жағдайы, отынды пайдалану жағдайын анықтайды. Лайлану температурасы мен қату температурасының айырмасы  $5-7^{\circ}\text{C}$ -ты құрайды. Егер дизельдік отынның құрамында депрессорлық қосындылар болмаған жағдайда,  $1-2^{\circ}\text{C}$ -қа тең немесе лайлану температурасынан қату температурасы төмен болады. Депрессорлық қосындылардан тұратын отындар үшін  $10^{\circ}\text{C}$  дейін қату температурасы лайлану температурасынан төмен болады.

Мұнайдың құрамындағы алкандардың ұзын болғандығы сонша, оларға тиімді әсер ету үшін тек қана полимерлік заттар қамтамасыз ететін, жеткілікті мөлшерде жоғары молекулалық массамен біріктіру қажет. Дизельдік отынға жақсы депрессатор болып ұсынылатын, сополимерлер мен полимерлер мазут пен мұнайларда тиімсіз (немесе тиімділігі өте төмен) болады. Молекулалық

салмақты, кейде алкильдік топтарды жоғарылату кезінде олар мұнайға тиімді депрессорлық қосынды болып саналады. Берілген жағдайға арналған депрессаторлардың бұл ерекшелігін әртүрлі химиялық табиғаты бар қосындыларды пайдалану кезінде бақылауға болады.

Дизельдік отынның төмен температуралық қасиеттерін жақсартудың перспективті әдісі – депрессатор-қосындыларын қосу [40-47]. Депрессорлық қосындылар қандай мақсатта пайдаланылады – қату температурасын төмендету ( $T_K$ ) және дизельдік отынның сүзілуінің шектік температурасын (СШТ) төмендету. Негізінен олар стандартты отындарды тұрғызу кезінде МӨЗ-де пайдаланылады, бірақ отынның төмен температуралық қасиеттерін жақсарту мақсатында тұтынушы да пайдалана алады.

Дизельдік отынның құрамына температураның төмендеуі кезінде ең алдымен қатты қалыпқа өте бастайтын, парафиндік көмірсутектер кіреді. Отынның мүмкіндігін пайдаланылуының төменгі температуралық шегі лайлану температурасымен сипатталады, бұл кезде оның фазалық біртектілігі бұзылады және майда кристалдар, үлпектер пайда болады. Лайлану кезінде отын аққыштығын жоғалтпайды, бірақ микрокристалдар өлшемдері жіңішке тазалау сүзгішінен өтуге мүмкіндік бермейді, нәтижесінде отынды беру тоқтатылады.

Қалыпты парафиндердің депрессаторларға жақсы енуі, кристалданатын парафиндермен әсерлесуі қажет болатын, осы қосындылардың әсер ету механизмімен түсіндіріледі. Бірақта n-парафиндердің өзі жоғары қату температурасына ие, және олардың отынның құрамында болуы соңғыларының төментемпературалық қасиеттерін нашарлатады. Депрессаторлардың әсер етуі жақсы көрінетін, отында парафиннің оңтайлы мөлшері болады. Егер парафиндер өте көп болса, онда қосындылардың тиімділігі төмендейді.

$C_6$ - $C_{14}$  парафиндерінің отынның құрамындағы мөлшерінің жоғарылауы СШТ-ын төмендеуіне әсер етеді.  $C_{15}$ - $C_{19}$  және  $C_{20}$ - $C_{24}$  фракциялы ауыр парафиндер керісінше, СШТ-ны жоғарылатады. Ауыр парафиндік көмірсутектер кристалдарды жеңіл тудырады, бұл дизельдік отынның төментемпературалық қасиеттерінің нашарлауына алып келеді. Бірақ та олар, депрессатор бетінде сорбциялануы үшін қажет. Бұл, отынның депрессаторларға сәйкес келуіне олар оң әсерін тигізетіндігін білдіреді.

Отындағы парафиндердің, депрессаторларға жақсы әсер ететін, оңтайлы мөлшері орнатылған. Егер парафиндер өте көп болса, онда кез-келген қосындылардың тиімділігі төмендейді.

Мұнайөңдеу өндірісінде МЕСТ 305-82 бойынша үш маркалы дизельдік отын шығарылады:

Л-жазғы, қоршаған ортаның температурасы  $0^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары болған жағдайда пайдаланылады;

З-қысқы, температура  $-20^{\circ}\text{C}$ -қа дейін болған жағдайда пайдаланылады (бұл жағдайда қыстық дизельдік отынның қату температурасы  $-35^{\circ}\text{C}$ -тан көп және лайлану температурасы  $-25^{\circ}\text{C}$ -тан көп болуы қажет немесе  $-30^{\circ}\text{C}$ -қа дейінгі температураларда пайдаланылады);

А-арктикалық, отынның қату температурасы  $-50^{\circ}\text{C}$ -қа дейін.

Қозғалтқышта дизельдік отынның жұмысқа қабілеттілігінің негізгі көрсеткіші – сүзілудің шектік температурасы (СШТ). Дизельдік отынды сақтаудың қоймалық жағдайларын имитациялаушы, қату температурасы ( $T_k$ ), қазіргі уақытта дизельдік отынның стандарттарында регламенттелмейді, ал лайлану температурасына заманауи депрессорлық қосындылар әсер етпейді.

Қысқы мерзімде депрессорлық қосындылармен дизельдік отынды пайдалану тәжірибесі, лайлану температурасынан төмен температурада ұзақ уақыт бойы сақтау кезінде отыннан парафиндік көмірсутектер кристалданатындығын көрсетті, осының нәтижесінде ол екі қабатқа бөлінеді: көгілдір-жоғарғы және төменгі – тұнба. Отынның бұлай бөлінуі оның пайдалану қасиеттерін өзгертеді және кейде ары қарай пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл, депрессорлық қосындыларды қосу, отынды жіңішке және ірі тазалау сүзгісі арқылы өтуге қабілетті етіп кристалданатын парафиндердің формасын модификациялаумен түсіндіріледі.

Парафиндердің диспергаторларының әсер ету механизмі, отыннан депрессорлық қосындылармен кристалдана отырып, олар көптеген майда кристалдарды қалыптастыратындығында. Кристалдар арасындағы тебілудің электростатикалық күштері олардың жақсы диспергирленуіне көмектеседі, демек отынның барлық көлемі бойынша біртекті таралуына әсер етеді.

Дизельдік отындарға депрессатор ретінде тиімді және перспективалы болып әртүрлі мономерлермен алкил(мет)акрилаттардың сополимерлері табылады. Бұл жағдайда химиялық құрамының депрессорлық қосындының қасиеттеріне оптималды сәйкес келуге жету мақсатында үлкен мүмкіндіктер пайда болады.

Депрессорлық қосындылардың негізгі әсері – дизельдік отынның температурасының төмендеуі кезінде қалыптасатын, парафиндер кристалдарының өлшемі мен формасын өзгерту. Бұл өзгерістің себебі, температураның төмендеуі мен кристалдар қалыптасу кезінде дизельдік отынның парафиндерімен бірігетін, қосынды-парафиндері. Депрессорлық қосындылардың әсер ету механизмі ерітіндіден қалыптасатын парафин кристалдарында адсорбциялану және тығыз кристалды тордың қалыптасуына кедергі болу қабілеттілігімен анықталады. Осының нәтижесінде, парафин кристалдарының ары қарай өсуі қиындайды, олардың агрегацияға (бірігу, жабысу) және шөгіндінің қалыптасуына (біздің көріп тұрғанымыз, лайланған дизельдік отын) қабілеттілігі төмендейді.

ТМД-да [48] қолданып жүрген көп атомды спирттердің күрделі эфирлерінен тұратын депрессорлық қосындылардың жазғы дизель отынына қосқандағы депрессорлық қасиеттерінің көрсеткіштері (кесте 2) көрсетілген.



Кесте 2 - Көп атомды спирттердің күрделі эфирлерін жазғы дизель отынына қосқандағы депрессорлық қасиеттері

Қосындылардың атауы	Концентрациясы, %	Төмен температуралық қасиеттері, °С		
		$t_3$	$t_{\phi}$	$t_{\Pi}$
Қосындысыз	0	-13	-8	-5
Глицерат моноактил эфирінің адипин қышқылы	0,1	-19	-11	-5
	0,3	-21	-14	-5
Этиленгликонат моноцетил эфирінің адипин қышқылы	0,1	-19	-13	-5
	0,3	-22	-15	-5
Диэтиленгликонат моноцетил эфирінің адипин қышқылы	0,1	-16	-11	-5
	0,3	-18	-12	-5
Үшэтиленгликонат моноцетил эфирінің адипин қышқылы	0,1	-15	-8	-5
	0,3	-17	-10	-5

### 1.3 Майлардың тұтқырлықтық қасиеттерін жақсарту үшін депрессаторларды пайдалану перспективалары мен заманауи жағдайы

Температура төмен болған жағдайда қатты көмірсутектердің бөлінуі мен олардың кеңістіктік кристалдық торлар қалыптастыруының, сонымен қатар температураның төмендеуімен тұтқырлықтың жоғарылауымен майлар жылжымалығын жоғалтады. Қатты көмірсутектердің кристалдық торының қалыптасуы мен майлардың қату температурасын төмендету үшін оларға депрессорлық қосындыларды ендіреді. Бұл депрессаторлар қатты көмірсутектердің тек кристалданатын бөлшектеріне ғана әсер етіп және температурамен майдың тұтқырлығының сипатына әсер етпей майлардың төментемпературалық қасиеттерін жақсартады. Депрессаторлардың тиімділігі молекуланың типі мен құрылымымен, сонымен қатар майлардың құрамымен (майдың қатуының температурасының төмендеуінің максималды тиімділігі 25<sup>0</sup>С-ты құрайды) анықталады.

Беттік-белсенді заттардың (ББЗ) класына жататын, қосындылардың маңызды сипаты болып, дипольдық мезет және де басқа да электрофизикалық қасиеттерді анықтайтын, әртүрлі функционалдық топтармен түсіндірілетін, олардың полярлығы мен полимеризациялануы табылады. Бір ғана класты біріктіру үшін белсенді топтардың бірдей саны мен құрамы кезінде молекулярлық масса мен көмірсутектік радикалдың (немесе молекуланың көмірсутектік бөлігінің) ұзындығының өсуімен полярлық қасиеті төмендейді. Қосындылардың молекулаларының полярлығы мен поляризациялануы көп мөлшерде олардың функционалдық тиімділігін анықтайды.

Тұтқырлықты қосындылар деп, азтұтқырлы майлармен араластыру кезінде олардың тұтқырлығын өте қатты жоғарылататын заттарды айтады. Сәйкесінше, қосындыларды қосу азтұтқырлы майлардан, тұтқырлық қисығымен сипатталатын, жоғарытұтқырлы майды алуға көмектеседі.

Майларға арналған қосындыларды топтастыру арнайы (функционалдық әсер етуі), химиялық құрамы және әсер ету механизмі бойынша топтастырылады. Көп мөлшерде бірінші топтастырылу тұрғызылған және таралған, осыған байланысты қосындылардың келесі топтарын бөлуге болады, майлардың қандай да бір қасиеттерін жақсартатын; майлардың қышқылдануға тұрақтылығын жоғарылататын – антиқышқылдандыратын (кейде оларды қышқылдану ингибиторлары деп атайды); майлардың майлау қабілеттілігін жоғарылататын майлар – антифрикциялық, тозуға қарсы және жырылуға қарсы; металдарды коррозиядан қорғайтын - коррозия ингибиторлары және коррозияға қарсы; қозғалтқыш бөлшектерінде күіктердің, лактардың, тұнбалардың қалыптасуына кедергі болатын - шаю немесе детергентті-диспергирлеу; қату температурасын төмендететін – депрессорлық; тұтқырлықты-температуралық қасиеттерін жақсартатын – тұтқырлықты; майлардың уақ саңырауқулақтармен мен бектриялардың қалыптасуына тұрақтылығын жоғарылататын – микробиологиялық зақымдалудың ингибиторлары немесе антисептиктер; майлардың көпіршіктенуі мен эмульгирлеуінің алдын алатын – адгезиялық; бір уақытта майлардың бірнеше пайдалану қасиеттерін жақсартатын – көпфункционалды депрессорлы қосындылар болып табылады.

Қосындылардың тиімділігі майларды тазалау тереңдегі мен олардың табиғаты мен құрамына байланысты. Қосындылар типі мен концентрациясына байланысты майлардың пайдалану қасиеттерінің бір немесе бірнеше көрсеткіштерін жақсартады, бірақ сонымен қатар басқа көрсеткіштерді төмендетуі мүмкін. Сондықтан қосындылардың кері әсерін анықтау қажет және осы әсерді жою немесе төмендету әдістерін іздену қажет. Майларда әртүрлі жағдайға арналған қосындылар композициясын пайдалану перспективалы. Бұл кезде бөлек компоненттердің қатынасының оптималды санын орнату қажет [49].

Көп жағдайда майлар, сонымен қатар тазалаудың заманауи әдістерімен алынғандары да, тұтынушылардың талаптарын толық қанағаттандырмайды. Қажетті пайдалану қасиеттерді қамтамасыз етуге тазартылған мұнай фракцияларын, базалық майға – әртүрлі қосындыларды қосумен жетуге болады.

Сонымен қатар, заманауи майлардың пайдалану қасиеттеріне қойылатын талаптар, тек қана шикізатты және оны тазалау технологиясын таңдаумен қамтамасыз етіле алмайды. Майлардың қасиеттерін (ал кейде, жаңа қасиет беру үшін) жақсарту үшін, дайындаудың соңғы сатысында (компаундирлеу кезінде) оларға қосындыны ендіреді. Қосындылар тек қана майлардың пайдалану қасиеттерін ғана жақсартпайды, сонымен қатар соңғының шығынын төмендетеді. Майларға қосынды ретінде бірнеше мың органикалық қосындылар ұсынылған. Бірақ та өндірісте және практикалық пайдалануда 100 өнім мен композициялар қолданылады. Дүниежүзілік өндірісі 1,5 млн. т/жылдан жоғары болатын, қосындылардың синтезі мен өндірісі мұнайхимияның маңызды саласы болып табылады.

Әсер ету механизмі бойынша қосындыларды топтастыру олардың тиімділігін түсіндіретін, себептерді ашады. Көптеген қосындылардың әсер ету

негізінде беттік құбылыстар (демек, фазалардың бөліну бетінде жүретін және беттік энергиямен байланысты процесстер) жатыр, бұл қосындылардың адсорбциялық-белсенді және адсорбциялық-белсенді емес деп бөлуге көмектеседі.

Адсорбциялық-белсенді емес қосындылардың тиімділігі олардың көмірсутектермен немесе майлардың басқа да компоненттерімен химиялық және физикалық әсерлесуінде пайда болады. Физикалық механизмнің қосындыларына мысал ретінде тұтқырлықты полимерлі қосындыларды айтуға болады, олардың маңызы майлардың тұтқырлықты-температуралық қасиеттерін жақсартуда.

Қосындыларды мотор майларының барлық типтеріне қосады, турбиналыққа, компрессорлыққа, трансформаторлыққа, трансмиссиялыққа және кейбір индустриалды майларға.

Майларға келесі типті қосындылар қосылады: тотығуға қарсы, антикоррозиялық, депрессаторлар, тұтқырлықты, тозуға қарсы, шаю немесе күйікке қарсы, антикөпіршікті, көп-функционалды.

Аталған қосындыларды майлар мен отындарға қосу олардың қату температурасын 20-30<sup>0</sup>С-қа дейін, ал кейде одан да көп мөлшерде төмендетуге көмектеседі.

Депрессаторлардың әсер етуі бойынша бірдей тұжырымдамалар жоқ. Олар парафиндердің бастапқы кристалдануына кедергі бола алмайды. Олардың әсері негізінен парафиндер кристалдарының өсуіне кедергі болуынан, кристалды торлардың құрылымын бұзуынан және жылжымалық температурасының жоғалуын ығыстыруынан көрінеді.

Адсорбциялық-белсенді қосындылардың әсер ету механизмі, қосындылардың (детергенттер, депрессаторлар, антифракциондық және т.б.) аз мөлшерінің қатысуымен жүретін, «қатты дене - май» фазаларының шекарасының энергетикалық жағдайының өзгеруіне негізделген. Мұндай өзгерістер майда, көміртекті заттарды және қатты көмірсутекте диспергирленген металдар бетінде және қатты бөлшектер бетінде жүреді. Қатты беттің қасиеттері мен жағдайының арасындағы ерекшеліктер және қосындының құрамына қойылатын әртүрлі талаптар көлемдік және беттік әсер ету өнімдерін бөлуге көмектеседі. Біріншілері майдың құрамындағы қатты бөлшектердің әсерлесуін реттейді: депрессорлық қосындылар – қатты көмірсутектер бөлшектері; екіншілері – «металл - май» шекарасында немесе металдың беттік қасиеттері, бұл оның беріктігінің адсорбциялық төмендеуіне алып келеді (металды пластифицирлеуге). Адсорбциялық-белсенді қосындылардың әсері мұнайөнімдерінің төмен полярлығымен байланысты, бұл қосындылардың ББЗ-ға жоғары сезімталдығын түсіндіреді және шарт бойынша, майда аз мөлшерде болады.

Заманауи майлар температуралардың кең аралығында механизмдердің жұмысқа қабілеттілігін қамтамасыз етуі қажет (минус 40-60-тан плюс 200-205<sup>0</sup>С-қа дейін). Суу кезінде және жоғары температураларда оның төмендеуі

кезіне мұнай майларының тұтқырлығының жоғарылауы машиналар мен механизмдердің жұмысын қиындатады.

Тұтқырлықты қосындылар ретінде, шарт бойынша, жоғарымолекулалық органикалық заттардың – молекулалық салмағы 5-20 мың (КП-5, КП-10, КП-20) полиизобутиленнің, полиметакрилаттардың – молекулалық салмағы 10-18 мың болатын метокрилды қышқылдың эфирінің поимеризация өнімін (ПМА' В-1 және В-2) және молекулалық салмағы 9-12 мың болатын виниполдарды пайдаланады.

Перспективті тұтқырлықты қосындылар болып стиролдардың және диендердің сополимерлері, метакрилды қышқыл эфирінің негізіндегі күйсіз фосфорқұрамды қосындылар саналады. Полимерлердің қоюландыру қабілеттілігі олардың майдағы концентрациясына және молекулярлық салмағына байланысты.

Басқа да бірдей жағдайларда қоюландыру қабілеттілігіне полиизобутилен ие. Бірақ та ең жақсы тұтқырлықты-температуралық сипаттамаларға полиметакринолмен және стиролмен изобутиленнің сополимерімен қоюландырылған майлар ие.

Қарқынды механикалық және термиялық әсер ету кезінде тұтқырлықты қосындылар деструкцияға ұшырайды және олардың қоюландыру қабілеттілігі төмендейді. Полимердің молекулярлық салмағы төмен болған сайын, оның қоюландыру қабілеттілігі жоғары болады, бірақ осыған байланысты ол термидинамикалық деструкцияға қатты ұшырайды. Осының алдын алу үшін майға антиқышқылдандыру қоспаларын ендіреді.

Тұтқырлықты қосындылардың нақты әсер ету механизмі анықталмаған. Олардың кең температуралық аралықта майлардың тұтқырлығын өзгертуінің алдын алуға қабілеттілігін полимер макромолекулаларының температурамен өзінің конфигурациясын өзгертуге қабілеттілігімен байланыстырады: жоғары температурада бір жерге шоғырлану және төмен температурада ұзын сызықтық қалыптасуларға керілу.

Детергентті қосындыларда ұзын алкилді тізбектер мен полярлық топтар болатын молекулада қосылыстарда тұрады. Алкилдік тізбектер маймен қосынды қалыптастыруға әсер етеді, ал полярлық топтардың реакциялық қабілеттілігі қозғалтқыштың металл бетінде адсорбциялануға көмектеседі, бұл күйіктәрізді және шайырлы заттардың жабысуына кедергі болады. Одан бөлек, детергентті қосындылар шайырдың, лактың және тұнбаның бөлінуімен конденсациялануға кедергі бола отырып, қышқылданудың аралық өнімдерімен реакцияға түсе алады.

Детергентті қосындылар ретінде келесі заттар пайдаланылады:

- май фракцияларын (ПМС-3, СБ-3, С-300 қоспалары) сульфирлеу кезінде қалыптасатын, майды ерітетін сульфоқышқылдардан алынатын, кальций және барий сульфанаттары;

- барий және кальций алкилфеноляттары, сонымен қатар алкилфенолдардың сульфидтері мен олардың альдегидтермен конденсациялану өнімдері (ЦИАТИМ-339, ВНИИНП-360, ВНИИНП-370, БФК және т.б.);

ТМД-да мол. салмағы 2700-3700 (В-1) және 12000-17000 (В-2) болатын полиметакрилаттар шығарылады.

Бұл қосындылар бір уақытта тұтқырлықты және депрессорлық бола алады. Сонымен қатар полиалкилстиролдар мен басқа да полимерлер пайдаланылады.

Депрессорлы қосындылар майлардың кату температурасын тиімді төмендетеді және төменгі температураларда олардың өту қабілетін көтереді. Депрессаторлар кей жағдайларда реактивті және дизель жанармайларының құрамына қосындылар ретінде қолданады. Оларды жасап шығару осыдан көп жыл бұрын басталған [50].

Майларға депрессатор ретінде ТюмИИ 77М, ТюмИИ 200, ТюмИИ 222 күрделі эфирлі қосындылар ұсынылды. Олар Батыс Сібір мұнайларының 4-ші фракциялы майлы рафинатта жоғары тиімділікпен сипатталады. Соңғының кату температурасының депрессиясы берілген қосындылар 0,1 - 0,25 мас. %-ды қатысуы кезінде 35-37°С-ты құрады [51-54]. Композициядағы күрделі эфирлік қосындының оптималды концентрациясы 0,25 - 0,5 мас. %-ды, алкилароматикалық - 1,0 - 2,0 мас. %-ды құрайды. Қосындылардың ұсынылып отырған композициялары кату температурасы -23 — -29°С болатын алдын ала депарафинизациялаусыз майларды алуға мүмкіндік береді. Күрделі эфирлік және ароматикалық композициялардың жоғары тиімділігі донорлы-акцепторлы кешендердің қалыптасуымен түсіндіріледі.

Басқадай шарттарда қоюлану қабілеттілігін полиизобутилен атқарады. Алайда дизельді отындар үшін ең жақсы тұтқырлық-температуралық құрылыс қасиеттер – полиметакрилат және изобутиленнің стиролмен сополимерімен қоюланғаны.

Үдемелі механикалық және термиялық әсерінен тұтқырлы қосындылар қыздырылып құрылымы бұзылады, және олардың қоюлану қабілеті төмендейді. Полимерлердің молекулалық массасы жоғары болған сайын, қоюлану қабілеттілігі жақсарады, бірақ та оның үлкен бөлігі термомеханикалық құрылымның бұзылуына ұшырайды. Майда жалтару барысында, оған антиқышқылды қоспалар қосылады.

Тұтқырлы қосындыларға нақты механизм әрекеті анықталмаған. Отынның кең температуралы ауқымда қабілетінің өзгермеуін болдырмау үшін полимердің макро молекулалары өзінің сырт пішінін температурамен өзгеру қабілеттілігіне байланысты: жоғары температурада катушкаға бұрылады және төмен температурада ұзын сызыққа созылады.

ТМД елдерінде молекулалық массалары 2700-3700 (В-1) және 12000-17000 (В-2) полиметакрилаттар шығарылады.

Бұл қосындылар бір мезетте тұтқырлықты және депрессаторлар болып табылады.

Көптеген полимерлі қосындылардың жетіспеушілігі болып олардың механикалық және термиялық тұрақтылығы болып табылады.

Қосындылар (additives) – сақтау және қолдану барысында қасиеттерін бар мүмкіндігінше ұзақ сақтап тұратын қасиетті беру үшін базалық майға қосылатын синтетикалық химиялық қосылыстарды атайды. Барлық тауарлы

автокөлік майлары қосындылармен шығарылады, олардың саны кейбірде түрлі қосылыстарымен 8–ге дейін жетеді, ал жалпы олардың массалық құрамы - 25% құрады.

Қосындылардың химиялық құрамы бойынша жіктеу топтағы белсенді құрамы және құрылымы бойынша немесе күкіртсутек тобы бойынша жіктейді. Белсенді тобы бойынша оттегі-, күкірт-, фосфор-, азот-, хлор- және борқұрамды қосындылар. Молекуласында екі және үш белсенді топтары бар органикалық қосылыстар қолданылады - күкіртазот-, күкіртхлор-, фосфороттегікқұрамды. Қосындылар металлқұрамды (күлді) және металлқұрамсыз (күллсіз) деп бөлінеді. Қосындылардың көп бөлігі бірінші топқа жатқызылады. Беттік-белсенді заттар класындағы қосындылардың тобына маңызды қасиеттер тән, олардың өрістілігі және өрістелуге икемділігі дипольдік мезет пен электрофизикалық қасиеттерін анықтайтын түрлі функционалдық топтармен анықталады. Көмірсутектік (немесе молекуланың көмірсутектік бөлігінің) радикалдың ұзындығының және белсенді топ қатарындағы және бірдей құрамды қосылыстар кезіндегі қосындылардың молекулалық массасы артуы барысында бір класстағы қосындылар үшін өрістілік кемиді. Қосындылардың молекулаларының (мицеллаларының) өрістілігі және өрістелуі үлкен дәрежеде функционалдық тиімділігін арттырады [55, 56].

Әрекет ету механизмі бойынша қосындыларды жіктеу олардың тиімділігі көрініс беруіне себеп болатын жағдайларды айқындайды. Қосындылардың көбісінің әрекет ету негізінде беткейлік құбылыстар жатыр (яғни фазалардың бөліну шекарасы бетінде және беттік энергиямен байланысты), бұл қосындыларды адсорбциялық–белсенді және адсорбциялық-белсенді емес деп бөлуге мүмкіндік береді. Адсорбциялық-белсенді қосындылардың әрекет ету механизмі аз мөлшерде қосылғанның өзінде әрекет ете бастайтын «қатты дене және май» фазасының бөліну шекарасындағы энергетикалық жағдайдың өзгеруіне негізделеді (детергенттер, депрессорлар, антифрикциялық және т.б.). Мұндай өзгерістер металл беткейінде және қатты бөлшектердің беткейлерінде, диспергияланған майда, көмірсутек заттардың беткейлерінде орын алуы мүмкін. Қатты беткейлердің қасиеттері мен жағдайларының айырмашылығы және одан шығатын қосындыларға қойылатын түрлі талаптар көлемдік және беткейлік әрекет өнімдерін бөліп қарауға мүмкіндік береді. Май ішінде тікелей қатты бөлшектердің өзара қатысуын реттейтін қосындылар: депрессорлы қосындылар - қатты көмірсутектердің бөлшектері, детергентті-диспергирлеу қосындылары - көміртек заттарының бөлшектері; екінші - «металл-май» фазаларының шекарасында немесе металлдың өзінің тікелей беткейінде оның мықтылығының адсорбциялық төмендеуіне әкеледі (металдың пластифицирленуіне). Адсорбциялық-белсенді қосындылардың әрекеті мұнай өнімдерінің төмен өрістілігімен байланысты, бұл бөгде беттік-белсенді заттарға жоғары дәрежелі сезімталдығын қалыптастырады және сонымен қатар суға (әдетте ол май құрамында аз мөлшерде болады) [57].

Адсорбциялы белсенді емес қосындылардың тиімділігі көмірсутектермен химиялық және физикалық өзара қатысулар кезінде пайда болады немесе

майдың басқа компоненттерімен қатысуы кезінде. Әрекеттің физикалық механизмінің қосындылары ретінде тұтқырлы полимерлі қосындылар қолданылады, олар майдың тұтқырлық-температуралық қасиетін арттырады.

Қосындыларды моторлық майлардың барлық типіне, турбиналық, компрессорлық, трансформаторлық, трансмиссиялық және кейбір құрал-саймандық майларға қосады.

Майларға келесі типтегі қосындыларды қосады: тотығуға қарсы, антикоррозиялық, депрессаторлық, тұтқырлық, тозуға қарсы, жуушы немесе күйікке қарсы, көпіршікке қарсы, көпфункционалды қосындылар.

Сонымен қатар қозғалтқыштың техникалық жетілдірілуінің негізгі факторы болып моторлық майлардың функционалды қасиеттері саналады.

Барлық қосындылар, жекешеленгені дәл солай пакеттелгені 50 пайыз белсенді заты бар май қосындыларының ерітінділері түрінде майараластыру зауыттарына жеткізіледі. Рецептураларында таза қосындының мөлшері көрсетілмейді, онда қосындының тауарлық өнімі, яғни ерітіндісінің мөлшері беріледі. Сондықтан майдың құрамында қосындының 25 пайызының болуы белсенді заттың шынайы мөлшерін көрсетпейтіндігі анық. Дайын жұмыс істеуші майларды талдау нәтижесінде қосындыларды жұмсау анықталады және қосындылардың белсенді заттарының құрамы есептеледі. Кейбір қосындылар базалық майлардың физикалық қасиеттеріне және басқа да химиялық эффектілеріне әсер береді. Олар бір-бірін толықтырып тұруы мүмкін, бұл синергетикалық әсер қалыптастыруы да мүмкін, сонымен қатар антогонистік әсерді де тудыруы мүмкін. Көптеген заманауи қосындылар бірнеше функцияны атқаруы мүмкін. Нарықта көбінде пакеттегі қосындылар – композициялар ұсынылған (additivepackage). Бұл пакеттердің құрамы қатал белгіленіп, сапасы мен атқаратын міндеті нақты белгіленген майларға ғана қосуға арналады [58].

Көптеген жағдайларда тазартудың ең жаңа деген тәсілдерімен тазартылған дизельді отындар тұтынушылардың талабын толық қанағаттандырып отырған жоқ. Қажет пайдалану қасиеттерді қамтамасыздандыруды тек базалық майға қосындыны қосу арқылы іске асады – тазартылған мұнай фракциялары - түрлі қосындылар [59].

Заманауи майлардың пайдалану қасиеттеріне қойылатын талаптар шикізаттарды және тазарту технологиясын таңдаумен шектелмейді. Майлардың қасиеттерін жақсарту үшін (кейде жаңа қасиеттер беру үшін) даярлаудың соңғы кезеңінде қосындыларды қосады. Қосындылар майлардың пайдалану қасиеттерін жақсартумен қатар, соңғысының шығынын едәуір кемітеді. Қосындылар ретінде майларға бірнеше мыңдаған органикалық қосылыстар қолданылады. Бірақ өндірістік өндіруде және практикалық қолданыста бар болғаны 100 атаулы өнімдер мен композициялар қолданыс тапқан. Қосындылардың синтезі және өндірістік өндірілуі мұнай химиясының маңызды жекелеген саласы болып табылады. Әлем бойынша қосындыларды жылына 1,5 млн. тонна көлемінде өндіреді. Ауқымды мөлшерлерде металл сульфонаттары, алкилфенолдардың және дитиофосфорлық қышқылдың туындылары, парафинді көміртекті тотығу өнімдері және олардың тұздары өндіріледі.

ТМД-да майларға қосылатын қосындылардың алғашқысының өндірістік көлемдерде өндірілуі 40-шы жылдары басталды - АзНИИ- ЦИАТИМ-1 (майдың қату температурасын төмендететін депрессор).

Депрессордың оңтайлы сипатамаларын анықтау барысында максималды депрессорлық қасиетін қамтамасыздандыратын минималь концентрациясын таңдау маңызды, өйткені қосындының майдың қатуының қажет температурасын қамтамасыз ету үшін майдың ішінде құрылымдану үрдісі тоқтаусыз жүріп отырады [60,61].

Құмкөл мұнайының майлы дистилляттарын зерттеу бұл фракциялардың аз шайырлы және құрамында 72,3% мен 78,3% парафинді-мұнайлы көмірсутектер бар екендігін көрсетті. Майлы дистилляттардың зерттелген үлгілерінің топтық химиялық құрамы және физика-химиялық қасиеттері оның фракциялық құрамымен тығыз байланысты.

Сонымен, екінші ретті майды іріктеу (фракция 420–480°С) үшінші ретті майды іріктеумен салыстырғанда (фракция 480–500°С) тығыздығы, кинематикалық тұтқырлығы, сыну коэффициенті, қату нүктесі және орташа молекулалық салмағы аз болып келеді.

Үшінші ретті майды іріктеудегі сыну көрсеткіші, тұтқырлықты-салмақты тұрақты, анилин нүктесі және меншікті дисперсия сияқты көрсеткіштердің жоғары мәндері оның хош иістілігінің жоғары дәрежеде екендігін көрсетеді, бұл екі өнімнің де топтық химиялық құрамын зерттеу кезінде анықталған [62].

#### **1.4 Депрессаторлардың әсер ету механизмі**

ҚР-ның жоғары тұтқырлы мұнайын игерудің жоғарылауымен орташа және тармақталған құрылымды алкандардың мөлшерінің жоғары бойының әсерінен пайдалану мен тасымалдау кезінде қиындықтар туындайды, нәтижесінде жылжымалықты жоғалтумен бірге жүретін, мұнай жүйелерінің құрылымдалуының дәрежесі жоғарылайды. Қазіргі уақытта [63-66] берілген мәселені шешу бойынша әртүрлі әдістер бар, демек термоөңдеу, мұнайды жеңіл және аз тұтқырлы төмен қататын фракциялармен араластыру, «судағы мұнай» типті эмульсияларды қалыптастыру және т.б.

Мұнайөнімдері мен жоғары парафинді мұнайлардың қату температурасын төмендету мен аққыштықты жақсартудың перспективті әдісі болып депрессорлық және турбуленттілікке қарсы қосындыларды қосу болып табылады [67].

Құбырлар арқылы жоғары парафиндік мұнайды айдау кезінде, оларда парафиндік көмірсутектердің кристалды құрылымының қалыптасуы дамиды. Өзінің дамуында бұл құрылым парафиндік көмірсутектердің массалық кристалдануына алып келеді. Осының нәтижесінде бөлек кристалдар мұнайға құрылымдық-механикалық қасиеттер беретін, кристаллдық торға бірігеді. Депрессорлық қосындыларды пайдалану кристаллдық парафиндердің өлшемі мен формасының өзгеруіне алып келеді, бірақ оның ерітіндідегі сапасын төмендетпейді.



Құбырлар арқылы жоғары парафиндік мұнайлардың ньютондық емес іс-әрекеті, оларда парафиндік көмірсутектердің кристаллдық құрылымының дамуымен түсіндіріледі. Өзінің дамуында бұл құрылым бірнеше этаптардан өтеді. Мұндай мұнайды массалық кристаллданудың басталуынан төмен температураға дейін суытудан кейін, парафиндік көмірсутектер кристалданады. Осыдан кейін бөлек кристалдар мұнайға құрылымдық-механикалық қасиет беретін, кристаллдық торға бірігеді. Мұнайға депрессорлық қосындыны ендіру парафиннің өлшемі мен формасының өзгеруіне алып келеді, бірақ оның ерітіндідегі мөлшерін төмендетпейді.

Қосындылардың әсер ету механизмі кристалдар бетінде олардың ерітіндіден бөліну кезеңінде қорғау барьерінің кристалдарының қалыптасуымен түсіндіріледі, ол мұнайдың барлық сұйық фазасын қамтитын, кристаллдық құрылымның құрылуына кедергі болады.

Депрессорлық қосындылардың әсер етуінің механизмінің барлық концепциялары олардың осы немесе басқа да мұнай жүйелерінің н-алкандарымен әсерлесуіне негізделген. Соңғының қатысуынсыз депрессорлар әсер етпейді. Бірақ та, мұнайларда бір уақытта н-алкандармен бірге сонымен қатар ұзақ н-алкилді топтармен изоалкандық, алкилнафтендік, алкилиістендірілген және нафтенді иістендірілген көмірсутектер де кристаллданатындығын айта кеткен жөн (молекуладағы көміртек атомдарының саны 20-дан көп).

Қосындылар кристаллдық парафиннің еріткіші болып саналмайды және оның мұнайдағы мөлшерін азайтпайды деп саналады. Олар дисперсті фазаның өлшемдерін, формасын және құрылымын өзгертеді және парафиннің кристалдарының бетінде, олардың жақындауына кедергі болатын осы немесе басқа жыныстан тұратын энергетикалық бөгет тұрғызады. Осындай әдіспен, мұнай депрессорлары мен мұнай өнімдері үшін қосындылардың қатты парафиндік көмірсутектерге әсер ету сипатының арасында ұқсастықтар көп [68-72].

Мұнай өнімдерінің кату температурасына депрессорлардың әсерін түсіндіру кезінде олардың әсер етуінің адсорбциялық механизмі кең таралған, бұл кезде қосындылардың маңызы фаза туындыларын сөндіруге, көп мөлшерде, парафин кристалдарының өсуінің алдын алуға бағытталады. Үлкен көлемді және тармақталған қосындылар беттік-белсенді молекулалары, парафин кристалдарында адсорбцияланып, олардың бір-біріне жақындауына кедергі болады, бұл гельдің қалыптасуына қажет [73-75]. Адсорбциялық теорияның кемшілігі болып, ол депрессорлардың молекулаларының полярлығын ескермейтіндігі мен оптималды концентрацияның жоғарылауы кезінде қосындылардың тиімділігінің төмендеуін түсіндірмейтіндігі табылады.

Соңғы уақытта Н.И.Черножуковтың түсінігі кеңінен таралған, бұл түсінікке сәйкес қосындылар аралас кристалдардың қалыптасуымен парафиндік көмірсутектердің кристалдануына қатысады [76,77]. М.И.Шахпарова мен А.П. Гришиннің зерттеулерімен [78-80], полимерлік қосындылардың депрессорлық белсенділігі кеңістіктік конфигурацияға,

қосынды мен парафиннің молекулаларының бұрылмалы изометриясына байланысты екендігі орнатылды. Парафин молекулалары мен депрессатор молекуласының алкилдері молекулалардың соңғылық топтары бір-бірінен алшақтаған жағдайда, трансизомерлер түрінде немесе қоюланған изомерлер түрінде тіршілік ете алады.

Егер депрессатордың молекулаларының алкилдері транс изомер формасында болса, онда орташа парафиндердің кристалдарына «катады» немесе олардың кристалдануының орталығының құрамына кіреді. Қосынды мен парафиннің арасындағы ең көп әсерлесу қатты фаза туындыларының қалыптасуы кезінде жүреді, бұл кезде барлық парафиндік тізбектер түзетілген жағдайда болады.

Бұл жағдайда конформациялық теориямен сәйкес, олардың құрамдас бөлігі болып табылатын, депрессатор молекулаларының полярлық топтары, қалыптасқан агрегаттардың беттерін экрандайды және бөлшектердің кеңістіктік торға бірігуіне кедергі болады.

Қалыпты алкилдердің депрессатормен әсерлесуінің әртүрлі сараптамалары Р.А. Тертерянға [81, 48, б. 11-35] барлық мұнайөнімдері (дизельдік және пеш отындары, мазуттар) мен мұнайлар үшін жалпы қосындылар әсер ету механизмі жайында түсінік қалыптастыруға көмектесті. Бірақ, әр белгілі бір жағдайда, асфальтендердің жоғары мөлшерімен, сонымен қатар мұнай мен мазутта көмірсутектердің парафиндерінің жоғары мөлшерімен тудырылған, өз ерекшеліктері қарастырылады. Депрессаторлардың әсер етуінің әртүрлі механизмдеріндегі қарама-қайшылықтар, депрессатордың n-алкилдермен әсерлесуі мұнай жүйесінің температурасының кең диапазонында қарастырылатындығымен түсіндіріледі.

Жоғары температураларда сұйық көмірсутектік жүйелерде n-алкилдер молекулалық-дисперсті жағдайда болады. Кристалдану температурасына жақындау мен сууға қарай n-алкилдердің параллель орналасқан молекулаларымен ассоциаттар қалыптасады. Температураны одан ары төмендеткен жағдайда парафиндердің бірінші кристалдары пайда болады, осыдан кейін гельге өтетін, күйе пайда болады. Барлық осы этаптарда орташа парафиндердің депрессатордың молекулаларының алкилдік топтарымен әсерлесуі жүреді.

Қалыпты алкилдер ерітіндіде болған жағдайда, қосынды орташа құрылымды парафиндердің молекулаларының ассоциаттары мен депрессатордың – кешенін қалыптастырады, олар өздерінің алкилдік топтарының әсерінен қосылады. Қалыптасқан ассоциирленген кешендердің сыртқы бетінде депрессатордың полярлық топтары болады. Полярлық топтардың болуы ассоциаттың өсуін тежейді және сұйық көмірсутектік жүйеде тармақталған құрылымның қалыптасуына кедергі болады және, жоғары қататын өнімдердің аққыштығының жақсаруына оң әсерін тигізеді.

Қалыпты алкилдердің кристалдануының басталу температурасынан төмен температурада олардың депрессатор молекулаларымен әсерлесуі беттік сокристалдану механизмі бойынша жүреді. Парафин кристалының өсуі

шиыршық дислокация механизмі бойынша жүреді, бұл механизмге сәйкес қосынды молекулаларының бірігуі оның алкилдік кесінділерінің біреуін өсу сатысына қосу жолымен жүреді. Сондықтан қосындылар, олар орташа парафиндік көмірсутектермен бірге бөлінуі кезінде тиімді болады. Қосындылардың қатысуы кезінде n-алкан кристалының өсуі толық тоқтайды, өйткені ол тек қана кристалдың өсу сатысы бойынша бірікпейді, сонымен қатар әр қабаттың шеттері бойынша бірігеді. Алынған кешендер жақындауға қабілеттеліктерін депрессатор молекулаларының полярлық топтардың аккумулярлеуінің әсерінен, сонымен қатар қосындының макромолекулаларының стериялық факторларының әсерінен жоғалтады.

Осындай әдіспен, сополимердің молекулаларының бөлінуінің ерігіштігіне және температурасына байланысты депрессатордың ролін атқара алады, бұл кезде ол n-алкандардың немесе түрлендіргіштер туындыларының кристалдану температурасынан төмен температурада бөлінеді, бұл кезде ол n-алкандардың кристалдануының басталу температурасынан жоғары температурада бөлінеді.

Қазіргі уақытта мұнайлар үшін депрессаторлардың әсер ету механизміне бірдей көзқарас жоқ [82-85].

Қалыпты алкандардың кристалдарының құрылымының сополимерлердің алкилдік топтарының мөлшерімен байланысы анықталды. Алынған микросуреттерге сәйкес, алкилдік топтардың ұзындығының  $C_{18}$ -ден  $C_{22}$ -ге дейін жоғарылауымен парафиндік көмірсутектердің кристалдары өздерінің формасын өзгертеді:  $C_{18}$  алкилінде формасыз кристалдар бақыланады,  $C_{20}$  - дұрыс емес формалы төртбұрыштар,  $C_{22}$  – ромбалық формалар кристалдары. Қалыпты алкандардың кристалдарының құрылымының мұндай өзгеруімен депрессатордың алкилдік топтарының ұзындығының жоғарылауымен жоғарықататын мұнайлардың реологиялық қасиеттеріне оның әсері күшейеді.

Депрессорлық қосындылар парафиндердің майда кристалдарының қалыптасуына әсер етеді және дизельдік отынның сууы кезінде кеңістіктік қаңқаның қалыптасуына кедергі болады, бұл қату температурасы мен оның сүзілуінің шектік температурасын төмендетуге көмектеседі. Соңғысы, өзінің құрамында ұзын алифатикалық радикалдар мен полярлық топтардан тұратын, беттік белсенді заттардан тұрады.

Депрессорлық қосындыларды пайдаланудың тәжірибелерінің сараптамасы, олардың ең тиімділері шектік емес күрделі эфирлермен (винилацетатпен, акрилдік, акрилді қышқылдармен, малеиндік ангидридпен және т.б.) этилен сополимерлерінің базасында тұрғызылғандығын көрсетеді. Бұл қосындылардың әсер етуі ерекшеленеді, олар жақын физика-химиялық сипаттамалары бар жоғарықататын әр мұнай мен мұнай топтары үшін бөлек таңдалады.

Функционалдық топтардың жоғары полярлығының әсерінен депрессорлық қосындылардың молекуласының көлемдік әсерінің нәтижесінде орташа парафиндердің молекулаларының ассоциатта қалыптасу температурасына қарағанда, жоғары температураларда өзінің ассоциаттары мен мицеллаларын қалыптастырады. Мұндай мицеллалар ассоциат ішінде полярлық топтардан

тұрады, ал алифатты радикалдар дисперстік ортаға бағытталған. Бұл орташа парафиндік көмірсутектердің молекулаларымен мицеллаларын сольватациясына және аморфталған құрылымның қалыптасуына алып келеді. Олардың суытылған мұнайлы дисперсті жүйелерде кристалдануы локалданған сипатқа ие, және концентрация кезінде ірі, бір-бірімен әлсіз байланысқан дендриттерді қалыптастырады. Осындай әдіспен, ерітіндіде жазық кеңістіктік торлардың қалыптасуында аталған сольватталған құрылымдардың қатысуы төмен температураларда басталады.

Парафиндік мұнайлардың қасиеттерін зерттеу бойынша жүргізілген кең тәжірибелік мәліметтердің болуына қарамастан, зерттеушілердің ішінде мұнайдың белгілі бір компонентінің оның тұтқырлықты-температуралық қасиетіне әсер ету дәрежесі жайында бірдей көзқарас жоқ.

Жоғарықататын мұнай жүйелері үшін аққыштықты жақсартатын және қату температурасын төмендететін, депрессорлық қосындыларды пайдалануды беттік (кристалдану теория) және көлемдік (мицеллалы және сольватационды) механизмдермен түсіндіріледі.

Кристалдану торыға сәйкес мұнай жүйелерінің қатуы кристаллдык фазаның қалыптасуымен түсіндіріледі: температура төмендегенде n-алкандардың қатты кристалдары бөлінеді, олар бір-бірімен жабысып, сұйық фазаны байланыстыратын, кеңістіктік торды (қаңқа) қалыптастырады.

Мицеллалық теория [86] көмірсутектік қосындыларды молекулалар ассоциациясы кезінде мицеллалар қалыптастыратын, күшті ассициирленген сұйық ретінде қарастырады. Мицеллалардың қалыптасуы депрессаторлық әсердің пайда болуынан өте жоғары температурада мұнай жүйесінің көлемінде жүреді.

Температура төмендегенде мицеллалар көмірсутектердің көп бөлігін иммобилизациялайды, бұл жүйенің ерітіндіден қатты фазаның бөлінуіне тәуелсіз жылжымалықтың жоғарылуына алып келеді.

Сольватациялық теория [87] мұнай жүйесінің қатуын парафиндер кристалдарының жан жағында сұйық фазаның сольватты қабыршығының пайда болуымен байланыстырады. Дисперсті бөлшектердің жан жағында иммобилизацияланған, дисперсті жүйе олардың көлемін үлкейтеді, бұл барлық жүйенің ішкі үйкелісін жоғарылатады және оның аққыштығын төмендетеді.

Депрессаторлардың осы немесе басқа да әсер ету механизмін дәлелдеу үшін жүргізілген зерттеулер жалғасуда, сонымен қатар бұл әдіс үшін пайдаланылған аудандар кеңейде. Қазіргі уақытта депрессорлық қосындылардың әсер етуінің мүмкін механизмі жайында мәліметтерді толықтыратын және құбырмен депрессорлық қосындылармен өңделген мұнай жүйесінің ағуы кезінде энергетикалық шығындардың төмендеуін және оның тоқтауынан кейін құбырөткізгішті түсіру кезінде ығысудың басталуын жеңілдетудің түсіндіруге мүмкіндік беретін жаңа ұсыныстар пайд болды.

Жоғарымолекулярлық заттар, мұнай жүйесіне түсіп, ондағы агрегативті комбинацияларды қысады және ығыстырады [88]. Бұл кезде агрегативті комбинацияның бөлшектерінің арасында кеңістікте иммобилизацияланған

сұйық фаза «еріннен ылғалдың сығылуы» тиімділігіне байланысты көлемге бөлінеді. Осындай әдіспен, жүйеде сұйық фазаның қосымша мөлшері пайда болады және тығыз, тұйық қосындылармен оралған, жүйеде тұзусызықты және иілген молекулярлық фрагменттер түрінде тіршілік ететін, агрегативті комбинациялардың аморфты бөлшектері қалыптасады.

Мұндай жүйенің температурасы төмендеген жағдайда агрегативті комбинациялар, отырғызу кернеуінің әсерінен бір-бірімен жақындап, периферия беті бойынша әрекеттеседі, бұл кезде сұйық фаза бөлек бөлшектер арасындағы кеңістікте қалады.

Қарастырылып отырған жағдайда екі жүйе қатады (шартты): тұйық іріленген комбинациялар түріндегі тұйық іріленген агрегативті комбинация түріндегі дисперсті фаза және қосымша түссіз фракциялар мөлшерімен қанықтырылған сұйық дисперсті фаза. Тұйық көлемде, бір-бірімен жақындасып, дисперсті фазаның бөлшектері бірінші кезекте, бастапқы мұнай жүйесінің дисперсті бөлшектеріне құрамы мен конфигурациясы бойынша жақын, өзінің дисперсті фазасымен әсерлеседі. Бірақ та мұндай бөлшектердің дисперсті ортаға өтуі, қоспа молекулаларымен тұрғызылған, шекаралық қабаттың болуы себебінен қиындайды. Осындай әдіспен, бөлшектердің қалыптасуы сұйық дисперсті ортаның жетіспеуі кезінде, агрегативті комбинациядан бөлінген сұйық фракциялардың қатысуысыз жүреді, өз кезегінде, дисперсті ортаның фракцияларының құрамында әсерлеседі және жүйеде бірқатар сұйық фазаны қалыптастырады.

Н-алкандардың кристалдануының басталу температурасынан төмен температураларда олардың депрессатордың молекулаларымен әсерлесуі адсорбция мен өзара кристалдану әсерінен жүреді. Депрессатордың полярлық топтары адсорбцияға, ал алкилдік жақтық тізбектер – аралас кристалдардың қалыптасуына әсер етеді деп саналады [89,90]. Бұл кезде құрылымның қалыптасуы келесі факторлардың әсер етуінің нәтижесінде тоқтатылады:

1) стериялық–көмірсутектік жүйеге түрлендірілген депрессорлық қоспалардың алкилдік топтары немесе оның полярлық топтары (беттік сокристалдану жағдайында), жоғары көлемнің нәтижесінде кристалдардың өсуіне, олардың жақындауына және кеңістіктік қарқасты қалыптасытуға кедергі болады;

2) электрлік–полярлық топтардан тұратын және осының әсерінен донорлық немесе акцептрлік қасиеттерге ие болатын, қосындылар молекулалары, парафин кристалдарына электр зарядын береді. Парафин кристалдарында зарядтың болуы соқтығысудың электрлік күшінің нәтижесінде, олардың қартаюына келергі болады.

Этилен сополимерлері. Берілген топқа төменмолекулярлық олефиндер, этилен және винилацетаттың (ЭВА) сополимерлері, акрилонитрилмен этилен сополимерлері кіреді. ЭВА сополимерінің ингибитор ретіндегі тиімділігі сополимердегі винилацетаттың пайыздық мөлшеріне байланысты: оның жоғары мөлшерде болуы ерігіштікті жақсартуға және кристалдылық дәрежесінің (WAT) төмендеуіне әсерін тигізеді, сонымен қатар полиэтиленнің

құрастырушысы ретінде құрылымдары жағынан жақын парафиндермен бірігіп кристалдануды қамсатасыз етеді.

Парафиннің диспергаторлары. Бұл құбырлар бетінде адсорбцияланатын және құбырлар бітінің сумен суланудың өзгеруінің әсерінен, сонымен қатар, парафиндер кристалы жеңіл кесілетін әлсіз қабатты қалыптастыру жолымен немесе парафиндер кристалдарының адсорбция жолымен және олардың агломерацияға бейімділігін төмендету жолымен беттерде парафиндердің адгезиясын төмендететін беттік-белсенді заттар [91].

Жалбыршақтәрізді полимерлер (гребнеобразные). Ингибиторлардың берілген типі Duffy [92, 93], Chen [94], Soni [95] жұмыстарында кеңінен қарастырылған, әдетте ингибиторлардың құрамына акрилді қышқылдың мономерлері немесе малеиндік ангидриттің қышқылдары кіреді, ал кейде екуі де кіруі мүмкін, олар этилен сополимерлерімен салыстырғанда парафиндердің жоғары ингибирлеу қабілеттілігіне ие. Олардың әсер ету механизмі итеру күшін ендіру жолымен гель құрамына агломерацияға парафиндердің кристалдарының қабілеттілігін төмендетуінен көрінеді [96].

Бұл бірқатар қиындықтарды тудырады – ұзын тізбегі бар парафиндердің тиімді ингибитірлеуін қамтамасыз ету үшін сополимерлерді қажетті ұзындықта ендіру қажет, сополимерлер әртүрлі мұнайлардың табиғатына байланысты болуы қажет.

Өзінің жұмысында Groffe [97] диспергирлеу сипатына ие болатын және анти-жабысу қасиеттеріне ие болатын, P5 парафиндерінің ингибиторын тұрғызды. Ғалымдар, бірелген химиялық реагент, үшөлшемді тордың қалыптасуының алдын алумен парафиндердің кристалдарының өсуіне кедірге болады, және осындай әдіспен, қату температурасын төмендетеді және шикі мұнайдың сипатын жақсартады деп санайды.

Қымбат емес дисперстгі парафиндеріне алкилсульфонаттар, алкил арилсульфонаттар, майлы аминдердің этоксилаттары және басқа да алкоксилирленген өнімдер жатады, бірақ бұл диспергаторлар полимерлі парафин ингибиторларымен араластырусыз пайдалану кезінде шектелген тиімділікті көрсетті. Бірақ та, олардың тұну мен парафиндердің шөгуіне кедергі болатын қабілеттелігіне ие болуына байланысты диспергаторлар полимерлердің функцияларын тиімді пайдалану үшін қолданылады [98].

Полимерлі мұнай фракциялары. Мұнай дистилляттарынан, жоғарыкристалдық газдардың көмегімен алынған, көміртек диоксиді мен этилен сияқты, полярлық экстракттар, сонымен қатар асфальтендерден, шайырдан және ароматикадан тұратын полярлық экстракттар потенциалды қымбат емес мұнайдың аққыштығын жақсартатын қосынды бола алады анықталды.

Venkatesan жұмысы шикі мұнай құрамындағы парафиндік гельдердің қалыптасуына асфальтендердің әсерін зерттеуге арналған. Асфальтендерді қосу парафин-мұнай қоспа үлгісінен гельқалыптасу температурасының депрессиясына алып келетіндігі анықталды. Бірақ, зерттеушілер, білгілі бір шекке жеткен кезде, қосындының ары қарай бөлінуі макроскопиялық фазаның

калыптасу нәтижесінде гравитациялық тұнумен байланысты екендігін анықтады [99].

Kriz, Andersen асфальтендердің парафиндердің кристалдануына әсерін зерттеу кезінде, бұл тиімділіктің, олардың типі мен құрылымына қарағанда депрессия дәрежесіне немесе асфальтендердің флокуляциясына тәуелді екендігін айтты. Асфальтендер өте төмен концентрацияларда жақсы диспергирленген жағдайда, олар парафиндермен жеңіл әсерлеседі және парафиннің құрылымына толық кіре алады. Сонымен қатар, берілген жүйеде парафиндердің кристаллизациялануы үшін олардың құрамында асфальтендердің болуына байланысты жылжымалы күш көбірек қажет болады. Бұл асфальтендердің полимер ретінде әсер ету механизмін көрсетеді [100].

Venkatesan, асфальтендер полярлық топқа жататындығы, сонымен қатар алкилдік тізбектің болатындығын және білгілі бір дәрежеде мұнайда ерігіштікке ие екендігін атап өтті. Депрессорлық сипаттамалармен байланысты және парафинмен бірге тұнудан тұратын, әсер етудің механизмі кристалдардың өсуіне немесе агломерацияның алдын алу үшін парафиндер кристалдарының жабылуына кедірге болады

Нарықта ұсынылатын тиімді депрессорлы-ингибитор қосындылардың түрлерінің өте көп болуына қарамастан, ғылыми әдебиетте мұнайдың химиялық құрамына байланысты олардың пайдаланылуы жайында ұсыныстар жоқ, сондықтан әрбір белгілі жағдайда зертханалық және өндірістік зерттеу жолымен сәйкес қосындылар таңдалады, бұл уақыттың жоғары шығынын қажет етеді.

Полимерлік депрессорлық қосындылардың тиімділігі көп мөлшерде осы қосындылардың молекулаларының құрылымына байланысты болады, әсіресе көмірсутектік тізбектің тармақталу дәрежесі мен ұзындығына, полимердің молекулярлық салмағына, алкилдік алмастырушылардың орналасуы мен табиғатына байланысты болады.

Әрбір мұнай үшін тиімді қосынды бастапқы мұнайдың парафиндер тізбегінің ұзындығымен сәйкес келетін, парафиннің құрылымға ие болуы қажет. Тізбек ұзындығы кристалдану процессінде қосындылардың тиімді қатысуы үшін, және сәйкесінше, қату температурасының төмендеуіне қажет. Тізбек ұзындығы бойынша парафиндердің аз ғана таралуы кезінде қосындылар тиімділігін оның мөлшерін өзгерту арқылы қалпына келтіруге болады [101].

Бірінші бөлімді қорытындылай келе, әдебиеттік және патенттік көздерді сараптамалау кезінде, депрессорлық қосындыларды және асфальттішайырлыпарафиндік шөгінділердің ингибиторларарын алғашқы болып тұрғызуда АҚШ мен Ресей елдері жоғары белсенділікке ие екендігі көрінеді. Бірақ та, өндірісте тұрғызылатын және пайдаланылатын реагенттер кешендік әсерге ие еместігін және қымбат бағалы шикізаттарды пайдалануға негізделгендігін айта кеткен жөн, бұл мұнайдың құнына әсер етеді.

Осыған байланысты, депрессорлық қосындыларды және жоғары ингибиторлар АППШ-ге қабілетті және жоғары реологиялық қасиеттермен сипатталатын, қол жетімді және арзан шикізат негізіндегі, химиялық жүйелерді

тұрғызу, мұнайды игеру мен тасымалдау кезінде экономикалық және технологиялық шығындарды төмендету үшін өзекті шешім болып табылады. Осы жағынан депрессаторларды синтездеу және оларды Қазақстанның жоғарытұтқырлы мұнайы үшін пайдаланылуы бойынша өз үлесін қосқан ғалымдар[102- 109 ].



## 2 ЗЕРТТЕУ НЫСАНДАРЫ ЖӘНЕ ӘДІСТЕРІ

### 2.1 Зерттеу әдістері

Қойылған міндеттерге қол жеткізу үшін физика-химиялық және аналитикалық зерттеу әдістері тандалынып алынған: фотоколориметрия, вискозиметрия, ИҚ-спектроскопиялық сараптама ИҚ-Фурье спектрометрінде Shimadzu IR Prestige-21 ішкі бөлігін көрсететін тақтайшасы бар PikeTechnologies фирмасының Miracle аппаратында анықталды. Элементтік құрамы және құрылымы INCAEnergy (OxfordINSTRUMENTS) рентгенді энергодисперсті микроанализатор, электронды сұйықтық микроскобы ISM-6490LV(IED) және т.б. [110-114].

Мұнай және мұнай өнімдерінің пайдалану қасиеттері: тығыздығы, қату және шекті фильтрлену температурасы, реологиялық қасиеттері, сұйытылған және концентрлі ерітіндісінің тұтқырлығы капиллярлы вискозиметрлер көмегімен [115-126] 298-363К температура шегінде МЕСТ-тарға сәйкес анықталды.

**Парафиндердің мөлшерін анықтау әдістемесі.** Мұнайдағы парафиндерді анықтау МЕСТ 11851-85 бойынша жүзеге асырылады.

Берілген стандарт мұнайдағы парафиндердің салмақтық мөлшерін анықтаудың екі әдісін орнатады (А және Б). А әдісі мұнайдан асфальтты-шайырлы заттарды алдын ала шығаруды, олардың экстракциясын және минус 20°С температурасында ацетон және толуол қоспасымен парафинді бөлумен, оларды адсорбциялауды қарастырады [115].

**Мұнай мен мұнайөнімдерінде шайырдың, парафиндер мен асфальтендердің мөлшерін анықтау әдістемесі.** Асфальтендердің, парафиндердің және шайырдың мөлшерін экстракция әдісін пайдаланумен және МЕСТ 11851-85–ке сәйкес сұйықтықты хроматографияға сәйкес анықтайды [115]. Әдістеме еріткіштерде АШПШ компоненттерінің әртүрлі ерігіштігіне және олардың силикагелге сорбциялық қабілеттілігіне негізделген.

АШПШ – асфальттішайырлыпарафиндік шөгінділердің органикалық бөлігі 1:40 көлемдік қатынасында гептанмен құйылып, тиімді араластырылып және 15-16 сағатқа қараңғы бөлмеге қойылды. Гептанда көмірсутектер және шайыр ериді және гептанның порциясының сүзгісіне шайылатын, асфальтендер тұнады. Асфальтендері бар сүзгіні 80°С температурасында тұрақты салмаққа дейін кептірілді. АШПШ үлгісінің салмағына қатысты асфальтендердің пайыздық мөлшері анықталды.

Қалған көмірсутектер мен шайырды АСКГ маркалы силикагельмен 1:6 (масс) қатынасында араластырады. Бұл қоспаны жақсы адсорбциялануы үшін 6-8 сағат ұстайды. Сүзілген қағаздан патроннан қосындыны Сокслет аппаратына түсіреді. Көмірсутектерді гексанмен түссіз ерітінді пайда болғанға дейін экстрагирлейді. Осыдан кейін шайырды силикагельмен экстракциялауды спиртті-эфирлі қоспамен жалғастырады. Шайыр мен парафиндер ерітінділерінен ерітінділерді айдайды. Органикалық қалдығы бар колбаны кептіру шкафында тұрақты салмаққа дейін кептіреді және оның мөлшерін қалдығы бар колба мен бос колбаның салмағының айырмашылығы бойынша

анықтайды. Әр қалдықтың салмағын АШПШ үлгісінің салмағына келтіріп, оның мөлшерін анықтадық (% масс.) [115].

**Мұнайдағы судың мөлшерін анықтау әдістемесі.** Мұнайдағы судың мөлшерін МЕСТ 2477-65-ке немесе ASTM D4006-ға сәйкес анықтадық. Әдістің маңызы суды ерімейтін еріткішпен мұнай үлгісін жылытуда және концентріленген судың көлемін өлшеуде.

Мұнайдағы судың мөлшерін центрифугамен анықтау әдістемесі.

Әдістің маңызы, тұтқаның айналуы кезінде пайда болатын ортадан тепкіш күштердің әсерінен және жоғары температурада дезмульгаторды мұнайға қосумен мұнайда судың еруі жүреді. МЕСТ 2477-65 бойынша 170°C температурада 3 минут көлемінде тұтқаның айналуы 1000 айн/мин жылдамдықпен жүруі қажет [116,117].

**Мұнайдың аққыштығын жоғалту температурасын өлшеу әдістемесі.** Әдістің маңыздылығы зерттелетін мұнайдың үлгісін 50°C температурада, кейін мұнайдың қату температурасынан төмен температураға дейін суытумен, алдын ала жылытуда. Бұл жағдайда менисктің стандартты ығысуы қату кезінде емес, мұнай үлгісін тұндыру кезінде бақыланады [118].

**Реагенттің депрессорлық тиімділігін бағалау әдістері.** Аққыштықты жоғалту температурасы ASTM 5853 стандарты бойынша анықталады [119]. Мұнай үлгісін 60°C температураға дейін жылытып, оған депрессорлық қосындыны есептелген мөлшерін қосады. Қосындыны берілген температурада 30 минут көлемінде электромеханикалық араластырғышпен араластырады. Осыдан кейін мұнай үлгісін баяу 20°C-қа дейін суытып, өлшеуді жүзеге асырады.

Зерттелетін өнімді пробиркаға құяды және суыту қоспасына түсіреді. Өнім қату температурасын анықтау үшін белгіленген температураға жеткен кезде, сынауықты 45° бұрышта қисайтып, сынауық менискінің ығысуын бақылайды. Мениск түскен жағдайда, әр 4°C сайын температураның төмендеуі бойынша үлгіні шығарып, зерттеуді ары қарай мениск қатқанға дейін жүргізеді. Үлгінің аққыштықты жоғалту температурасын 1 минут көлемінде ығыспайтын мениск бойынша тіркейді.

**Асфальтті-шайырлы-парафиндік шөгінділердің еріткіштерінің ыдырату қабілеттілігін және еріту қабілеттілігін анықтау әдістемесі.** Әдістеме АНК «Башнефть» ААҚ-мен СТ-17-03-02. негізінде тұрғызылған [120], ол термоөңдеуге жатпайтын, АШПШ-ні қиратуға арналған реагент-еріткіштердің тиімділігін бағалауға арналған.

АШПШ шөгінділерінен диаметрі 10-15 мм болатын шариктерді жасап, сымнан жасалған торға орнатады және 25 см көлемдік еріткішке түсіреді. Зерттеуді 6 сағат көлемінде жүргізеді және бұл кезде бірінші нәтижені визуалды бақылаудың негізінде 30 минуттан кейін кестеге ендіреді.

Уақыт біткеннен кейін шөгіндісі бар торды еріткіштен шығарып, өлшейді. Еріткіштің тиімділігін АШПШ -сы бар тордың зерттеуге дейін және кейінгі салмағының айырмашылығы бойынша есептейді.

**Мұнай өнімдерінің тығыздығын ареометрмен анықтау.** Мұнай өнімдерінің тығыздығы МЕСТ 3900-85 бойынша анықталады [121]. Мұнай және сұйық өнімдерінің тығыздығын ареометрде анықталды.

Мұнай және мұнай өнімдері жеке көмірсутектердің және басқа да кейбір қосылыстардың қоспасы болып табылады, сондықтан мұнайдың қасиеттерін зерттеудің және одан мұнай өнімдерін алудың ғылым үшін маңызы зор.

Бұл жұмыста мұнайдың кейбір көрсеткіштері, атап айтқанда: тығыздығы анықталады.

Тығыздық деп заттың көлем бірлігінің массасын атайды. СИ системасындағы тығыздықтың бірлігі  $\text{кг/м}^3$  болып табылады.

Заттың (мұнайдың, мұнай өнімінің) салыстырмалы тығыздығы деп оның массасының осындай көлеммен алынған дистилденген судың  $4^{\circ}\text{C}$ -ғы массасының қатынасына тең. Салыстырмалы тығыздықты  $20^{\circ}\text{C}$ -та анықтайды да,  $\rho_4^{20}$  деп белгілейді. Іс жүзінде тығыздықты  $20^{\circ}\text{C}$ -тан бөлек температурада анықтауға тура келеді, сондықтан тығыздықты Д.И. Менделеев ұсынған формула бойынша  $\rho_4^{20}$ -ға қайта есептеу қажет:

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \gamma(t - 20), \quad (2.1)$$

мұндағы:  $\rho_4^t$  – сынақ температурасы кезіндегі тығыздық,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\rho_4^{20}$  –  $20^{\circ}\text{C}$ -тағы салыстырмалы тығыздық,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\gamma$  - тығыздықты  $1^{\circ}\text{C}$ -қа орташа температуралық түзету;

$t$  - сынақ жүргізілетін температура,  $^{\circ}\text{C}$ .

Заттың (мұнайдың, мұнай өнімінің) салыстырмалы тығыздығы деп оның массасының осындай көлеммен алынған дистилденген судың  $4^{\circ}\text{C}$ -ғы массасының қатынасына тең. Салыстырмалы тығыздықты  $20^{\circ}\text{C}$ -та анықтайды да,  $\rho_4^{20}$  деп белгілейді. Іс жүзінде тығыздықты  $20^{\circ}\text{C}$ -тан бөлек температурада анықтауға тура келеді, сондықтан тығыздықты Д.И. Менделеев ұсынған формула бойынша  $\rho_4^{20}$ -ға қайта есептеу қажет:

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \gamma(t - 20), \quad (2.2)$$

мұндағы:  $\rho_4^t$  – сынақ температурасы кезіндегі тығыздық,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\rho_4^{20}$  –  $20^{\circ}\text{C}$ -тағы салыстырмалы тығыздық,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\gamma$  - тығыздықты  $1^{\circ}\text{C}$ -қа орташа температуралық түзету;

$t$  - сынақ жүргізілетін температура,  $^{\circ}\text{C}$ .

Бұл формула мұнай және мұнай өнімдерінің тығыздығы температураның жоғарылауымен азайып, оның төмендеуімен ұлғаятындығын көрсетеді. Алайда тығыздықты жоғарыда көрсетілген формула бойынша есептеудің нәтижесі мұнай және оның өнімдерінің тығыздығын анықтау  $0^{\circ}\text{C}$ -тан төмен емес және  $50^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары емес температурада жүргізгенде ғана дұрыс болып шығады.

Температуралық түзетуді былай есептеп шығарады:

$$\gamma = 0,001828 - 0,00132\rho_4^{20}. \quad (2.3)$$

Мұнай және мұнай өнімдерінің тығыздығын есептеп шығару үшін басқа да бірқатар формулалар ұсынылған (Крэг формуласы, Баш НИИНП формуласы және т.б.).

Мұнай және сұйық өнімдерінің тығыздығын тәжірибе жүзінде ареометрмен Вестфаль-Мор гидростатикалық таразысымен және пикнометрмен анықтайды.

**Мұнай өнімдерінің тығыздығын пикнометрмен анықтау.** Мұнай өнімдерінің тығыздығы МЕСТ 3900-85 бойынша анықталады [121]. Мұнай және сұйық өнімдерінің тығыздығын пикнометрде анықталды.

Әдіс сыналатын мұнай өнімінің белгілі бір көлемінің массасын бірдей температурада судың дәл көлемінің массасымен салыстыруға негізделген.

Мұнай мен мұнай өнімдерінің тығыздығын оның химиялық құрамына байланысты, яғни мұнай өнімдерінің тығыздығы бойынша реактивті отындар, керосин, кейбір бензиндер нормаланған көрсеткіштер болып табылады. Әр түрлі мұнайлардың тығыздығы 0,7-1,2 дейін өзгеріп отырады. Негізінде мұнайдың көпшілігінің тығыздығы 0,80-0,90 құрайды.

Тығыздық компоненттердің құрылысы мен құрамына, қысым мен сұйықта еріген газдың санына байланысты болады. Көмірсутектердің тығыздығы келесі тәртіппен өседі: нормальды алкандар → нормальды алкендер → изоалкандар → изоалкендер → алкилциклогександар → алкилбензолдар → алкилнафталиндер.

Құрамында арендері көп мұнай өнімдерінің тығыздығы жоғары болады. Жоғары температурада қайнайтын мұнай өнімдерінің тығыздығы жоғары болады.

Бензиннің орташа салыстырмалы тығыздығы 0,750, керосин - 0,800, дизель отыны – 0,850, мазут – 0,950, май – 0,880-0,930 құрайды.

Көбіне зерттелінген мұнайдың тығыздығы 830-960 кг/м<sup>3</sup> құрайды. Мұнайдың тығыздығы төмен болған сайын, оның құрамында асфальтенді шайырлар төмен болады және алифатты қосылыстар жоғары болады.

Мұнайдың тығыздығы, геологиялық тұрғыда мұнайды өндіруде мұнайлы қабаттың тереңдігіне қарай бөлінеді. Көбіне мұнайлы қабаттың тереңдігі жоғары болған сайын, мұнай тығыздыққа ие болады. Мысалы, Ромашка девон мұнайының (енгізу тереңдігі 1700-1800 м) тығыздығы 862,0 кг/м<sup>3</sup>, ал ромашка карбонды мұнайдың (енгізу тереңдігі 1050-1060 м) тығыздығы 890,9 кг/м<sup>3</sup>, Татарстандағы Горский кен орнындағы перм битумының (енгізу тереңдігі 253-286 м) тығыздығы 991,0 кг/м<sup>3</sup>. Тығыздығы төмендігімен (720,5 кг/м<sup>3</sup>) сипатталатын Шығыс Сібірдегі мұнай (енгізу тереңдігі 2569-2601 м) болып есептеледі. Мұнай мен мұнай өнімдеріне арналған 1°С орташа температуралық түзету γ тығыздығын 3-кестеге қара

Кесте 3 - Мұнай мен мұнай өнімдеріне арналған 1°C орташа температуралық түзету γ тығыздығы

Тығыздық $\rho_{4,}^{20}$	Түзету $\gamma$	Тығыздық $\rho_{4,}^{20}$	Түзету $\gamma$
0,6900-0,6999	0,000910	0,8500-0,85499	0,000699
0,7000-0,7099	0,000897	0,8600-0,8699	0,000686
0,7100-0,7199	0,000884	0,8700-0,8799	0,000673
0,7200-0,7299	0,000870	0,8800-0,8899	0,000660
0,7300-0,7399	0,000857	0,8900-0,8999	0,000647
0,7400-0,7499	0,000844	0,9000-0,9099	0,000633
0,7500-0,7599	0,000831	0,9100-0,9199	0,000620
0,7600-0,7699	0,000818	0,9200-0,9299	0,000607
0,7700-0,7799	0,000805	0,9300-0,9399	0,000594
0,7800-0,7899	0,000792	0,9400-0,9499	0,000581
0,7900-0,7999	0,000778	0,9500-0,9599	0,000567
0,8000-0,8099	0,000765	0,9600-0,9699	0,000554
0,8100-0,8199	0,000752	0,9700-0,9799	0,000541
0,8200-0,8299	0,000738	0,9800-0,9899	0,000528
0,8300-0,8399	0,000725	0,9900-1,0000	0,000515
0,8400-0,8499	0,000712		

Тығыздық маңызды химмотологиялық көрсеткіш, яғни отын мен майдың пайдалану қасиеттерін анықтауға болады. Реактивті двигательдерге арналған отындар үшін 20°C-та тығыздығы 755-840 кг/м<sup>3</sup> жоғары болмауы қажет, жылдам жүретін дизельдер 830-860 кг/м<sup>3</sup>, орташа және аз айналатын двигательдерде 930-970 кг/м<sup>3</sup>, газ құбырлы қондырғыда 935 кг/м<sup>3</sup>, қазандық қондырғыда 955-1015 кг/м<sup>3</sup> болуы қажет.

Мұнайдың тығыздығы мен дистиллятты фракцияныңкен келесі өрнек бойынша есептейміз:

$$\rho_{4,}^{20}=2.037n_{D}^{20}-2.112 \text{ (мұнай үшін);}$$

$$\rho_{4,}^{20}=1.9851n_{D}^{20}-2.0666 \text{ (фракция үшін).}$$

Фракция үшін мынадай тәуелділіктер бар, егер олар парафин- нафтенді сипатта болса  $n_{D}^{20}$  мәні 1,50, ал  $\rho_{4,}^{20}$  0,88 жоғары болмаулары қажет.

Ароматты қосылыстармен байытылған фракция үшін:

$$\rho_{4,}^{20}=1,1885 n_{D}^{20}-0,8775.$$

Эксперименттік мәнің осы тәуелділіктен ауытқуы 4% көп болмауы қажет.

БашНИИНП мұнай фракциясының тығыздығын есептеу үшін төмендегі өрнекті қолданамыз:

$$\rho_{4,}^{20}=2,841n_{D}^{20}-3,468.$$

Химиялық құрамы белгісіз жаңа мұнайды зерттеу үшін эксперименттік әдістерді негізге алуымыз қажет.

Мұнайдың (мұнай өнімдерінің) тығыздығы эксперименттік 3 стандартты әдіспен анықталады: ареометр (нефтеденсиметр) мен Вестфаль-Мор және пикнометр. Бұлардың ішінде ареометрлік әдіс өте жылдам, ал пикнометрлік әдіс дәлірек анықтайды.

**Кинематикалық тұтқырлықты анықтау.** Мұнай және мұнай өнімдерінің кинематикалық тұтқырлығы МЕСТ 33-2000 бойынша анықталады [122,123]. Динамикалық тұтқырлықтың өлшем бірлігі - Па·с, іс жүзінде әдетте МПа·с қолданады. Динамикалық тұтқырлықты АКВ-2 және АКВ-4 автоматты капиллярлы вискозиметрлерінде немесе Реотест типті ротациялық вискозиметрде анықтайды.

Кинематикалық тұтқырлық сұйықтықтың динамикалық тұтқырлығының сол температурадағы тығыздығына қатынасы болып табылады. Бұл сұйықтықтың гравитациялық күштердің әсерінен ағуға қарсылығын өлшемі. Кинематикалық тұтқырлықтың өлшем бірлігі –  $\text{м}^2/\text{с}$ , іс жүзінде көбінесе  $\text{мм}^2/\text{с}$  қолданылады. Кинематикалық тұтқырлықты анықтаудың мәнісі – сыналатын сұйықтықтың белгілі бір көлемінің ауырлық күшінің әсерімен ағу уақытын өлшеуде. Мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы ВПЖ-3 капиллярлы вискозиметрінде (капилляр диаметрі 1,2 мм)  $25\pm 1$  немесе  $40\pm 1$  температурада жүргізіледі.

Сынауды ВПЖ-1 типті (нөлден жоғары температураларда өлшеу үшін); ВПЖ-2 және ВПЖ-4 (Пинкевич типті) вискозиметрлерінде (кез келген температурада өлшеу үшін) жүргізеді. Мөлдір емес сұйықтықтардың тұтқырлығын ВНЖ вискозиметрінде; аз мөлшердегі ( $1\text{ см}^3$  көп емес) сұйықтықтың тұтқырлығын ВПЖМ микровискозиметрінде өлшейді.

Шартты тұтқырлық (ШТ) деп  $20^{\circ}\text{C}$ -тағы  $200\text{ см}^3$  зерттелетін сұйықтық-тың осындай мөлшердегі судың ағу уақытына қатынасын айтады. Шартты тұтқырлықтың өлшем бірлігі – шартты градус.

Мұнай және мұнай өнімдерінің тұтқырлығына температура едәуір әсер етеді. Оның төмендеуімен тұтқырлық ұлғаяды. Мұнай өнімдерінің тұтқырлық – температуралық қасиеттері олардың фракциялық және көмірсутектік құрамына байланысты. Тұтқырлығы неғұрлым аз көмірсутектер – алифатты көмірсутектер, неғұрлым көптері – ароматты көмірсутектер.

Отындар мен майлардың пайдалану кезіндегі маңызды көрсеткіші ағындылығы болып табылады. Мотор отындарының, газ-турбинді және қазандық қондырғыларға арналған отындардың ағындылығы едәуір дәрежеде тұтқырлыққа байланысты. Тауарлы отындар мен жағар майларға арналған техникалық талаптарда тұтқырлыққа тиісті шектеулер қойылған. Мысалы, жылдам жүретін дизелдерге арналған отындардың кинематикалық тұтқырлығы  $20^{\circ}\text{C}$ -та  $1,5-6,0\text{ мм}^2/\text{с}$  аралығында болуы тиіс.

Температураның төмендеуімен жоғары тұтқырлықты мұнайлар, табиғи битумдар және қалдық мұнай өнімдері (мазут, гудрон) құрылымдық тұтқырлық деп аталатын тұтқырлық аномалиясын көрсетеді. Бұл кезде олардың ағуының түсірілген кернеуге пропорционал болуы тоқтайды, яғни олардың ньютондық емес сұйықтыққа айналады. Құрылымдық тұтқырлықтың себебі - мұнай және мұнай өнімдерінде шайырлы-асфальтенді заттардың және парафиндердің болуы. Белгілі температурада бұл компоненттер дисперсиялық жүйелердің түзілуіне әкеліп соғады. Ньютондық емес сұйықтықтардың дисперсиялық жүйесін бұзу үшін қажетті күшті серпімділік шегі деп айтады.

Жағар майлар үшін олардың тұтқырлығының температураға байланысты өзгеруін сипаттау үшін тұтқырлық индекcін (ТИ) есептейді. Есептеуді  $40^{\circ}\text{C}$  және  $100^{\circ}\text{C}$ -тағы кинематикалық тұтқырлықтың негізінде жүргізеді.

**Шартты тұтқырлықты ВУН-20 приборында анықтау.** Мұнайдың тұтқырлығы оның тығздығына және фракциялық құрамына байланысты МЕСТ 33-2000 бойынша анықталады [122]. Тұтқырлығы неғұрлым жоғары болған сайын, соғұрлым мұнай ауыр және соғұрлым оның құрамында жеңіл дистилляттар аз болады. Тұтқырлық динамикалық және кинетикалық болып бөлінеді.

Динамикалық тұтқырлық бірлігіне сұйықтықтың ауданы  $1\text{ см}^3$  екі қабатын 1 дин болатын сыртқы күш әсерімен жылдамдығы  $1\text{ см/сек}$  болатын араластыру кезінде оның көрсететін қарсылығын қабылдайды. Динамикалық тұтқырлықтың өлшем бірлігі 1 Пуаз. Динамикалық тұтқырлықтан басқа техникада кинематикалық тұтқырлық деген түсінік кеңінен қолданылады.

Кинематикалық тұтқырлық – бұл берілген сұйықтықтың тұтқырлығының абсолюттік оның сол температурадағы тығыздығына қатынасы. Кинематикалық тұтқырлық бірлігіне 1 стокс қабылданған. 1 стокс – бұл тығыздығы  $1\text{ г/см}^3$  сұйықтықтың бір-бірінен 1 см ара қашықтықта орналасқан ауданы  $1\text{ см}^2$  екі қабатының бір-біріне қатысты  $1\text{ см}^2/\text{сек}$  жылдамдықпен орын ауыстыруына көрсететін қарсылығы 1 дин-ге тең сұйықтықтың тұтқырлығы. СИ системасындағы кинематикалық тұтқырлықтың өлшем бірлігі  $1\text{ м}^2/\text{сек}$ .

Шартты тұтқырлық деп сынау температурасында  $200\text{ см}^3$  сыналатын мұнай өнімінің ВУ тәріздес вискозиметрден ағу уақытының  $200\text{ см}^3$  дистилденген судың  $20^{\circ}\text{C}$  температурадағы ағу уақытына қатынасын айтады. Бұл қатынастың шамасы шартты градуспен көрсетіледі.

**Мұнай өнімдерінің анилин нүктесін АТ-ПХП аппаратында автоматты анықтау.** Анилин нүктесі деп анилин мен сыналатын мұнайөнімінің бірдей көлемі нормальды жағдайда біртекті қоспаға дейін араласатын минимальды температураны айтады МЕСТ 12329, ASTM D 611, ISO 2977 [124].

Ароматикалық көмірсутектерді анилин нүктесі арқылы анықтау анилин мен еріткіштің бірдей көлемінің еріткіштен ароматикалық көмірсутектерді жою және оған дейінгі өзара араласу температурасын анықтаумен негізделген.

Аппаратта электрлі қыздырғыш құбырша көмегімен қыздыру қолданады, температураны қолмен бақылау, сонымен қатар сынақты жүргізу талабына сәйкес айналдырғыштың жылдамдығын сатылы емес бақылауды айтады.

Анилин нүктесін анықтау үшін келесілерді: соңғы нүктесін фотоэлектрлі автоматты анықтау, дыбысты және оптикалық сигнализация қолданады. Аппараттың негізгі құрылысы сынақты жүргізу талаптарына сай келеді, аппарат өте ыңғайлы және де пайдаланған кезде өте сенімді, анилин нүктесін жоғары дәрежелі дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді.

Аппараттың жұмыс істеу принципі мұнайөнімдері мен көмірсутекті еріткіштердің қайнау температурасы бөлме температурасынан жоғары болғанда, сонымен қатар анилин нүктесі қайнау температурасынан төмен және анилин нүктесі қоспаның қату температурасынан жоғары (анилин – сынама)

болған кезде анилин нүктесін анықтайтын әдіске, сонымен қатар ароматикалық көмірсутектерді анықтау әдісіне негізделген.

**Мұнай және мұнай өнімдерінің қату және шекті фильтрлену температурасын (дизель отындарының тұнбалану) анықтау.** Мұнай және мұнай өнімдерінің, қату және шекті фильтрлену температурасын (дизель отындарының тұнбалану) МЕСТ 20287-91 бойынша анықталады [118].

Сынақ жүргізу үшін МЕСТ 20287-91 сәйкес сынаманы дайындаңыз. Сынаманы құйып алу үшін ВН-100 стаканы бос болу керек әрбір анализ жүргізгеннен соң құрамындағы сұйықтықты төгіп тастау керек. Сынаманы дозатордың жоғарғы белгісіне дейін құйыңыз.

Қату температурасын автоматты түрде анықтау системасы кәдімгі тәртіпте МЕСТ 305-82 бойынша дайындалған дизель отындарының физикалық қасиеттеріне негізделген.

Егер де, қыстық дизель отыны ТУ 398.101889-90 бойынша жаздық түріне депрессорлы присадкалар қосылған болса, ол кезде болжамды қату температурасын енгізудің қажеттілігі туындайды.

Мұнай өнімдерін қыс жағдайында тасымалдау және қолдану кезінде төмен температуралардағы қозғалғыштықтың маңызы зор.

Мұнай өнімінің қозғалғыштығын жоғалтуы не тұтқырлығының жоғарылауынан, не парафин мен церезиннің көп түйіршіктерінің пайда болып, оның қоюлануынан болуы мүмкін.

Парафинді ауыр мұнай өнімдерінде температура төмендеген сайын түйіршіктер тор - кристалды қаңқа түзеді. Мұнай өнімінің қатпаған бөлігі тор ішінде орналасады, сөйтіп қозғалғыштығын жоғалтады.

Сыналатын мұнай өнімі тәжірибе жағдайында қоюланатындығы соншалық, ішінде өнімі бар пробирканы 45<sup>0</sup>С бұрышқа еңкейткенде өнім деңгейі 1 мин бойы сол қалпында қалатын температурасы деп аталады.

**Мұнай өнімдері құрамындағы механикалық қоспаларды СИМ-12 анализаторында анықтау.** Мұнай өнімдері құрамындағы механикалық қоспаларды МЕСТ 6370-83 бойынша анықталады [125,126]. Анализатор СИМ-12 түрлі жанар-жағар майлардың құрамындағы механикалық қосылыстардың массалық үлесін пайызбен анықтауға және аталған жанар-жағар майлардың механикалық қоспа мөлшерін оларды сақтайтын қоймалаларда лезде анықтауға арналған.

Анализатор МЕСТ 16851-71 стандарты бойынша автоматтандырылған анализатор қатарына жатады. Егер сынама адам қолымен жүргізілетін болса, онда механикалық қоспалардың пайыздық мөлшерін өлшеу автоматты түрде жүреді.

## 2.2 Зерттеу нысандары

Диссертациялық жұмыста зерттеу нысандары ретінде Құмкөл мұнайы және оның өнімдері, депрессаторларды синтездеуде шикізат ретінде Құмкөл мұнайының гудроны, мақта майы өндірісінің қалдығы – госсипол шайыры және



мономерлермен дизель отының қолданылғандықтан келесі бөлімдерде оларға сипаттама және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері берілген.

### 2.2.1 Құмкөл мұнайы

Синтезделген депресатордың тиімділігін анықтау процесі мұнайдың физика-химиялық және пайдалану қасиеттеріне байланысты болғандықтан Құмкөл мұнайының сипаттамасы беріледі [127-130, 155 б. 69-70, 156 б. 137-139].

Құмкөл мұнайы жеңіл (0,81-0,83 г/см<sup>3</sup>), айтарлықтай жеңіл фракциялары бар және орташа қосылыстары мүлдем жоқ. Парафиннің жоғары болуы мұнайды жерасты және жер үстіндегі мұнай ұңғымаларының қондырғыларының ішкі бөлігінде парафин қабатының пайда болуына әкеліп соғады.

Қосылатын депресатордың концентрациясы және олардың тиімді әсері температураға, құрамы мен парафинді көмірсутектер санына, асфальтен және шайырлар және олардың қатынасына байланысты.

Құмкөл мұнайының физика-химиялық құрамы 4 кестеде келтірілген.

Кесте 4 - Құмкөл мұнайының негізгі реологиялық және физика-химиялық сипаттамалары

Құмкөл мұнайының сипаттамасы	Көрсеткіштері
Тығыздығы 20°C, кг/м <sup>3</sup>	817
Молекулалық массасы	230
Кинематикалық тұтқырлығы, Ст:	
20°C-ғы	7,99
50°C-ғы	3,53
Қату температурасы, °C	12
Қышқылдық саны, мг КОН/1	0,04
Құрамы, %:	
парафиндер	14,44
асфальтендер	1,52
шайыр	7,56
Фракциялық құрамы, %:	
бензинді	13,5
керосинді	23
дизельді	11,5
Жалпы күкірт	0,1
Жалпы азот	0,12
Көміртегі	85,74
Сутегі	13,9
Оттегі	0,14
Ванадий, мкг г	0,3

5-ші кестеде Құмкөл мұнай кенорынының мұнайының фракциялық құрамы көрсетілген.

Кесте 5 - Құмкөл мұнайының фракциялық құрамы

Температурасы, °С	Жеке фракцияның шығуы	% салм, мөлшер	Температурасы, °С	Жеке фракцияның шығуы	% салм, мөлшер
Газ до С4	0,9	0,9	300-310	1,8	47,4
Н.к-62	4,2	5,1	310-320	1,9	49,3
62-70	0,7	5,8	320-330	2,1	51,4
70-85	2	7,8	330-340	2,1	53,5
85-100	3,1	11,1	340-350	1,2	54,7
100-110	2	13,1	350-360	2	56,7
110-120	2,4	15,5	360-370	1,7	58,4
120-130	1,9	17,4	370-380	2,3	60,7
130-140	1,9	19,3	380-390	1,3	62
140-150	1,6	20	390-400	2,4	64,4
150-160	1,7	22,6	400-410	1,2	65,6
160-170	1,4	24	410-420	1,6	67,2
170-180	1,5	25,5	420-430	1,4	68,6
180-190	1,5	27	430-440	1,4	70
190-200	1,6	28,6	440-450	1,4	71,4
200-210	1,4	30	450-460	1,2	72,6
210-220	2,4	32,1	460-470	1,4	74
220-230	1,5	33,9	470-480	1,4	75,4
230-240	0,9	34,8	480-490	1,4	76,8
240-250	1,4	36,2	490-500	1,2	78
250-260	1,5	38	500-520	2,6	80,6
260-270	1,5	39,6	қалдық >520	18,4	99
270-280	2,3	41,6	-	-	-
280-290	1,5	43,4	-	-	-
290-300	2,2	45,6	-	-	-

6-шы кестеде Құмкөл мұнай кенорынының мұнайында кездесетін парафиннің сипаттамалары.

Кесте 6 - Құмкөл мұнайында кездесетін парафиннің сипаттамалары

Көмірсутек	Қайнау температурасы, °С	Құрамы %, салм.	
		фракциясы	мұнай
1	2	3	4
Барлық кездесетін парафинді көмірсутегінің жай күйі		55,7	2,34

Кесте 6 жалғасы

1	2	3	4
Изобутан	-1,7	1,89	0,079
Изопентан	27,9	12,1	0,508
2,2 Диметилбутан	49,37	0,3	0,013
2-Метилпентан	60,3	6	0,252
3-Метилгептан	63,3	4,1	0,172
2-Метилгексан	90,1	1,47	0,061
3-Метилгексан	91,9	1,52	0,064
Барлық кездесетін парафинді изомерлі күйі		27,38	1,149
Барлық парафинді көмірсутегі		83,08	3,489

Осыған байланысты Құмкөл кенорыны мұнайының пайдалану қасиеттерін жақсарту үшін өндіріс қалдықтары және мономерлер негізінде депресаторларды синтездеу және алу технологиясы құрастырылды. Құмкөл мұнайына қосылатын депресаторлардың мөлшері 0,005–тен 0,1% құрайды.

#### 2.2.2 Құмкөл мұнайы базалық майының физика-химиялық қасиеттері

Құмкөл мұнайы базалық майының қолдану қасиеттерін депресаторлар көмегімен жақсарту үшін базалық майдың физика-химиялық және реологиялық қасиеттері 7-ші кестеде берілген [131].

Кесте 7 - Құмкөл мұнайы базалық майының негізгі реологиялық және физикалық-химиялық сипаттамалары

Көрсеткіштер атауы		2 ретті майды іріктеу фракция 420–480°C	3 ретті майды іріктеу фракция 480–500°C
1	2	3	4
Тығыздығы	$\rho_4^{20}$	0,8851	0,9016
Сыну коэффициенті	$n_D^{50}$	1,4780	1,4850
Тұтқырлық, сСт	$\nu_{50}$	14,9	36,7
	$\nu_{100}$	4,1	7,4
Тұтқырлықты–салмақты константа		0,837	0,849
Рефракция интерцепті		1,0475	1,0462
Қату температурасы, °С		27,5	35,0
Орташа молекулалық массасы		340	410
Меншікті дисперсия		140	151
Анилин нүктесі, °С		90	97

Кесте 7 жалғасы

1	2	3	4
Топтық химиялық құрамы, %	парафин-нафтенді көмірсутекті	78,3	72,3
	жеңіл хош иісті көмірсутектер	8,8	9,9
	орташа хош иісті көмірсутектер	5,5	6,2
	ауыр хош иісті көмірсутектер	6,0	8,5
	шайыр	1,4	2,9
Құрылымдық топтық құрамы, %	$C_P$	59	53,5
	$C_N$	30	35,5
	$C_A$	11	11
Тұтқырлығы индексі		–	83
Тұтану температурасы, °С		–	206

Құмкөл мұнайы базалық майының зерттелген үлгілерде көміртектің таралуын талдау екі өнімнің де хош иісті құрылымы кіретін көміртек мөлшері бірдей екендігін көрсетті. Кестеде көрсетілгендей үшінші ретті мұнай іріктеуінің нафтенді құрылымының құрамында көміртек мөлшері көбірек, яғни бұл құрамда топтық химиялық құрамының сыну коэффициенті жоғары нафтенді көмірсутектердің көп мөлшерде болуын айқындайды.

Құмкөл мұнайы базалық майының пайдалану қасиеттерін реттеу үшін депрессаторларды синтездеу және қолдану перспективті және экономикалық тиімді екендігін айқындайды.

Синтезделінген полимерлі депрессорлы қосындылардың тиімділігі құрамында депрессор болған кезде майлардың қату температурасының төмендеуімен және депрессорлы әсерді максималды қамтамасыз ететін қосындылардың концентрациясымен анықталатыны белгілі. Сол себепті жоғары парафинді майларға бұл депрессаторларды қолданудың тиімді шарттарын анықтау қажеттілігі туындайды. Қазіргі таңда, әкелінетін депрессорлық қосындылар өсіп келе жатқан қажеттіліктерде тиімділігі аз және пайдалану шарттары әртүрлі және күрделі болғандықтан отандық мұнай және мұнай өнімдерінің қажеттілігін қанағаттандырмайды.

Яғни құмкөл мұнайының жоғары парафинді майларына депрессорларды енгізудің оңтайлы температурасы 50-70<sup>0</sup>С арасында болуы анықталды.

Көпшілікке белгілі ең тиімді депрессаторлардың шығу тегі табиғи өнімдер және қалдықтар негізінде синтезделінген, яғни олар майдың сұйық шайырлы және мұнай қалдықтарының компоненттері.

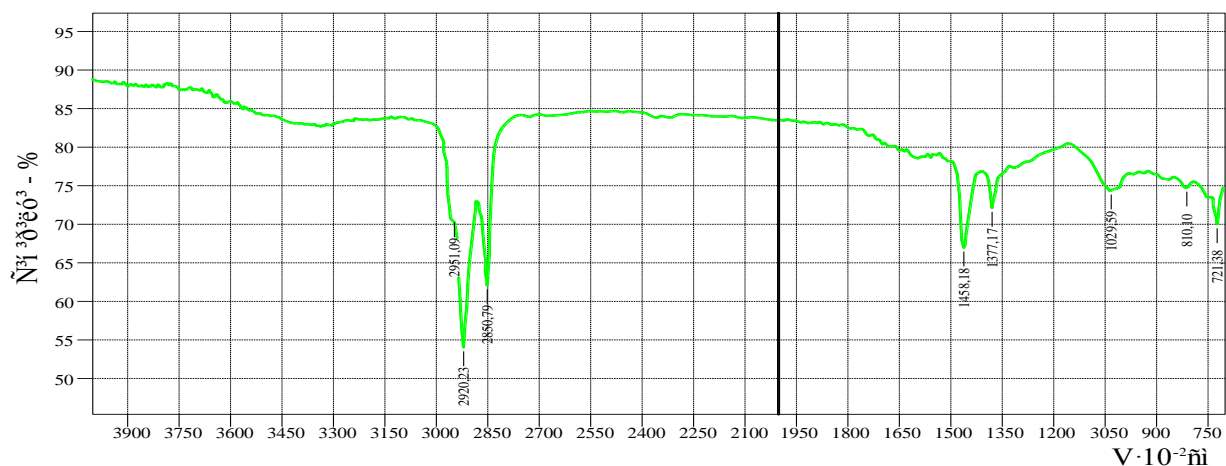
Сол себепті келесі тармақтарда Құмкөл мұнайын тасымалдау қасиеттерін жақсарту және оның өнімдерінің пайдалану қасиеттерін реттеу үшін, мономерлер, мұнай өндірісінің қалдықтары-гудрон және госсипол шайыры (мақта майы өндірісінің қалдықтары, яғни май қышқылдарын вакуумды айдаудан кейін алынған кубты қалдық) негізінде синтезделінген

депрессаторларды синтездеуде қолданылған шикізаттарға сипаттамалар берілген.

### 2.2.3 Құмкөл мұнайының гудроны

Құмкөл мұнайының гудроны – мұнайды атмосфералық қысымда және вакуумда айдағанада 450-600°C температура аралығында (мұнайдың табиғатына байланысты) қалатын қалдық [127,132,133]. Құмкөл мұнайының гудронының шығуы – мұнай массасының 10–нан 45% ға дейінгі бөлігі. Құмкөл мұнайының гудроны – тұтқыр сұйықтық немесе қатты асфальтке керекті, қара түсті өнім. Құмкөл мұнайының құрамында парафинді, нафтенді және ароматты көмірсутектер (45-95%), асфальтендер (3-17%), және де мұнай шайыры (2-38%), асфальтсіздендірілген өнімнің адсорберленетін силикогелі. Кәдімгі гудронның күлділігі 0,5% -дан аз.

Құмкөл мұнайы гудронының сіңірілуінің ИК–спектрында 721, 810, 1029, 1377, 1458, 2850, 2920 және 2951 $\text{cm}^{-1}$  аудандарында шыңдар байқалады. Ол шыңдар C–H, –CH=CH– қосылыстарының, –(CH<sub>2</sub>)– тобының валенттілік және деформациалық тербеліс толқындары сіңірілуі алифатты және циклопарафинді қосылыстарынан тұратындығын 1 суретке сәкес айғақтайды.



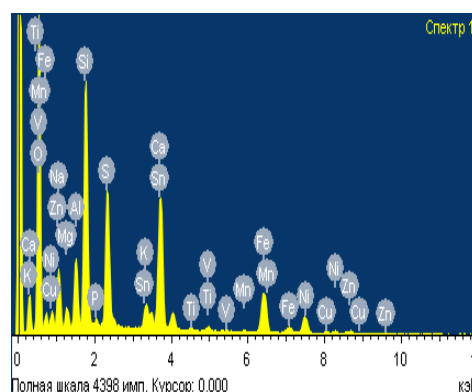
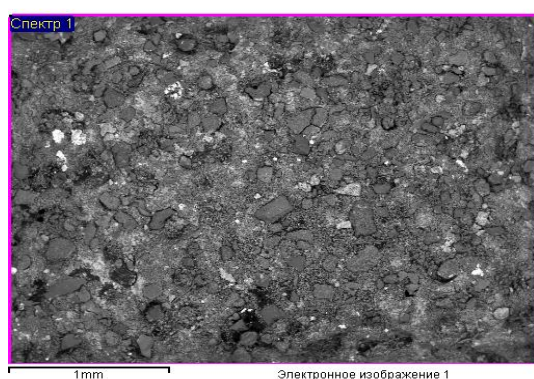
Сурет 1 – Құмкөл мұнайы гудронының сіңірілуінің ИК–спектрі

Құмкөл мұнайының гудронының элементтік құрамы (масса, бойынша %): С - 85-87, Н - 9,3-11,8, S - 0,2-6,3, N - 0,2-0,7, О - 0,08-1,25. Құмкөл мұнайының гудронында мұнайда V - 0,046%, Ni-0,014% металдары кездесуі мүмкін. Құмкөл мұнайы гудронның тығыздығы 0,95-тен 1,03 г/см<sup>3</sup>–ды құрайды, кокстілігі 8-26%, қату температурасы 12-15°C, лап ету температурасы 290-350°C. Құмкөл мұнайының гудронының элементтік және минералдық құрамы 8-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 8 - Құмкөл мұнайының гудронының элементтік және минералдық құрамы

Элементтер	Құрамы, %	Оксидтер	Оксидтер, %
O	48.21		
Na	5.04	Na <sub>2</sub> O	6,79
Mg	1.14	MgO	1,89
Al	3.01	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,69
Si	10.12	SiO <sub>2</sub>	21,65
P	0.31	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,71
S	6.32	SO <sub>3</sub>	15,8
K	1.52	K <sub>2</sub> O	1,83
Ca	8.11	CaO	11,35
Ti	0.21	TiO <sub>2</sub>	0,35
V	0.35	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,51
Mn	0.18	MnO	0,23
Fe	6.99	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,99
Ni	4.04	NiO	5,14
Cu	0.39	CuO	0,49
Zn	0.92	ZnO	1,14
Sn	3.14	SnO <sub>2</sub>	3,55

Микроскопиялық суретте элементті анализ негізінде, алынған өнімның құрылымындағы негізгі фрагменттер болып кремний және натрий оксидтері, депрессатордың функционалды тобымен байланысқан. Құмкөл мұнайы гудронының элементтік құрамы және микроскопиялық суреті 2 суретке сәйкес көрсетілген.



Сурет 2 – Құмкөл мұнайы гудронының элементтік құрамы және микроскопиялық суреті

Құмкөл мұнайының гудронының негізгі сипаттамасы келесі 9-шы кестеде келтірілген

Кесте 9 – Құмкөл мұнайының гудронының сипаттамасы

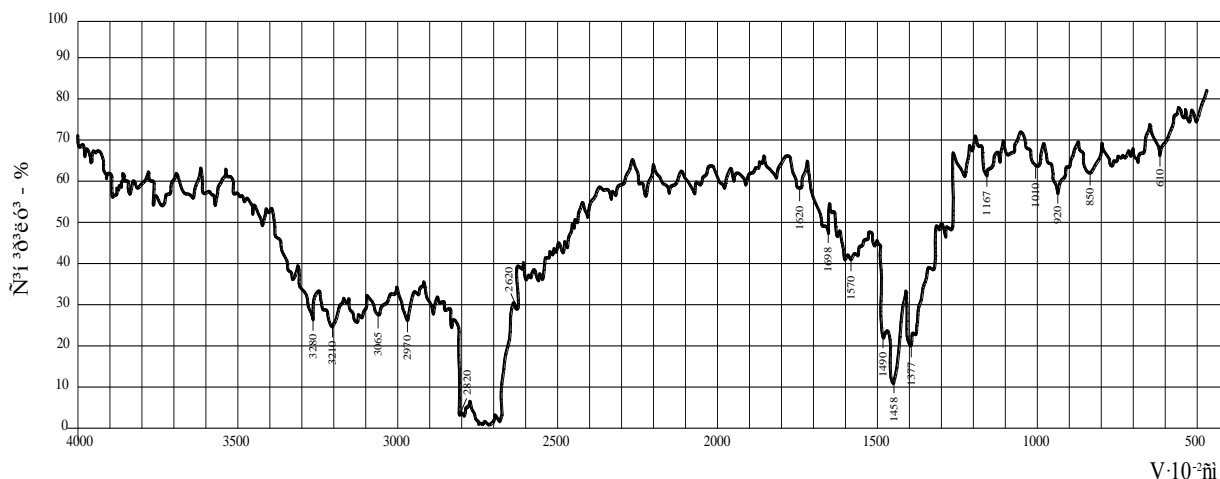
Гудрон шығымы, °С жоғары	Мұнайға шаққанда, %	$p^{20}_4$	Тұтқырлығы, мм <sup>2</sup> /с		Температурасы, °С		Күкүрт, %	Кокстылығы, %
			50°С-та	80°С-та	қағу	лап ету		
200	74,7	0,8649	13,85	6,19	15	130	0,54	1,60
280	60,0	0,8772	20,74	8,92	18	170	0,59	1,75
320	52,9	0,8861	41,34	14,16	22	175	0,67	2,0
350	49,1	0,8902	43,16	14,52	25	180	0,69	2,4
400	38,5	0,8978	55,17	20,37	30	200	0,74	3,0
450	29,7	0,9059	181,7	52,18	34	215	0,81	3,7

#### 2.2.4 Госсиполды шайыр

Госсипол шайыры - мақта майы өндірісінің қалдықтары, яғни май қышқылдарын вакуумды айдаудан кейін алынған кубты қалдық [134-137]. Госсипол шайыры, түсі қоңырдан қараға дейінгі болатын біртекті тұтқыр масса. Госсиполды шайырдың типтік құрамы (Шымкент май комбинаты): 98,29% органикалық зат; 1,71% органикалық емес зат; 100% эфир ерігіш зат; қышқылдық саны 68,5 мг КОН/г; йоддық сан 97 г; сабындану саны 200 мг КОН/г; эфирлік саны 135 мг КОН/г; гидроксилді саны 91%; сабындану кезінде бөлінетін май қышқылдары 52 ден 64% дейін; шикі май қышқылдары және олардың туындылары, қалған бөлігі – госсиполдың конденсация және полимерленуден кейінгі өнімдері және майды алып тастаған кездегі өзгерулері, ең алдымен майды алып тастау қалдықтан май қышқылдарын айдау кезінде болады, 38% майлы емес заттар; 0,2165% фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> есептегенде); кальций тұздарында 8,78% кальций. Госсиполды шайырдың қасиеттері бастапқы шикізатқа, майдың технологиялық бөліну режиміне, алынған май қышқылдарының дистилляция тереңдігіне және т.б. факторларға байланысты.

Госсиполды шайырда 12% құрамында азот бар қосылыстар, 36% госсиполды өзгерту өнімдері және 64% май және оксимай қышқылдар бар. Шайыр құрамында, айтып кеткендей, 64% май қышқылдары бар. Бос май қышқылдарымен қоса ди- және триглицерид құрамында кездесетін байланысқан май қышқылдары бар.

Госсипол шайырының майлы қышқылынан және полиакрилнитрилі негізіндегі депрессаторларға анализ жасау үшін ИҚ-спектроскоп әдісі қолданылады. Госсипол шайырының майлы қышқылынан және полиакрилнитрилі негізіндегі ИҚ-спектрі 3 суретке сәйкес көрсетілген.



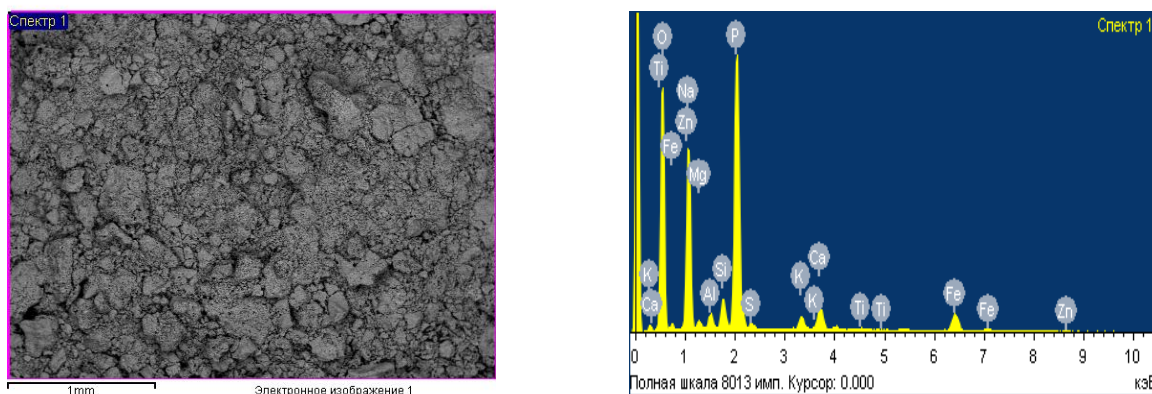
Сурет 3 – Госсипол шайырының сіңірілуінің ИҚ-спектрі

Госсипол шайырының ИҚ-спектрінде көрініп тұрғандай келесі сіңіру амақтары байқалады, олар 850, 920, 1010, 1698  $\text{cm}^{-1}$  сіңірулері С-Н қосылыстарының және  $-\text{CH}_2-$  тобының валентті аутқуларына сай келеді.

ИК-спектрде 1377-1490  $\text{cm}^{-1}$  аралығында сіңірілуі  $-\text{CH}_2-$  және  $-\text{CH}_3-$  топтарының алифатты шынжырлы қосылыстарының барлығын айқындайды.

Госсипол шайырының ИҚ-спекторында 1570-1620  $\text{cm}^{-1}$  аралығында сіңірілуі  $-\text{COOH}$  және 2620-2820  $\text{cm}^{-1}$  де  $-\text{CHO}$  тобының барлығын айқындайды. Бұл сіңірулер госсипол шайырының құрамында майлы карбон қышқылдары және алдегидті қосылыстардан тұратындығын айқындайды.

10-шы кестеде, 4 суретке сәйкес госсипол шайырының элементтік құрамы және микроскопиялық суреті берілген.



Сурет 4 - Госсипол шайырының элементтік құрамы және микроскопиялық суреті



Кесте 10 – Госсипол шайырының элементтік және минералдық құрамы

Элемент	Салмағы, %	Оксидтер	Оксидтер, %
O	43.43	-	-
Na	21.38	Na <sub>2</sub> O	28,82
Mg	0.92	MgO	1,52
Al	1.14	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,15
Si	1.78	SiO <sub>2</sub>	3,80
P	21.68	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	49,67
S	0.52	SO <sub>3</sub>	1,3
K	1.19	K <sub>2</sub> O	1,43

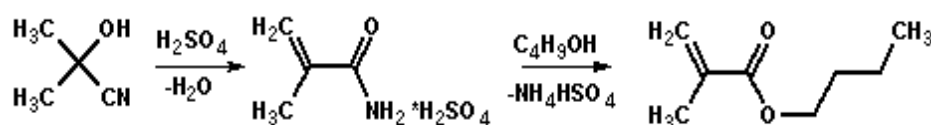
2.2.5 Мономерлер-бутилметакрилат, винилацетат, олефиндер, олейн, себацин, фенилантранил қышқылдары, олейн қышқылының метил эфирі, еріткіштер бензол, толуол және дизельдік отынның сипаттамасы

**Бензол** - (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) иісі бар түссіз сұйық, органикалық химиялық қосылыс. Жай иістендірілген көмірсутек. Бензол бензиннің құрамына кіреді, өндірісте кеңінен қолданылады, дәрілерді, әртүрлі пластмассаны, синтетикалық резинаны және бояғыштарды өндіру үшін бастапқы шикізат болып табылады. Бензол шикі мұнайдың құрамына кіретін болса да, өндірістік масштабта ол оның басқа компоненттерінен синтезделеді. Токсикалық, канцерогенді. Басқа көмірсутектерге ұқсас бензол да жанады және көп күйе бөледі [138,139].

Еру температурасы = 5,5°C, қайнау температурасы = 80,1°C, тығыздығы = 0,879 г/см<sup>3</sup>, молярлық массасы = 78,11 г/моль. Қаныққан көмірсутектерге ұқсас бензол қатты жалынмен жанады. Ауамен жарылысқа қауіпті қоспалар қалыптастырады, сумен қайнау температурасы 69,25°C (91% бензола) болатын азеотропты қоспаны қалыптастырады, бензин мен басқа да органикалық еріткіштермен, эфирмен жақсы араласады. Судағы ерігіштігі 1,79 г/л (при 25°C).

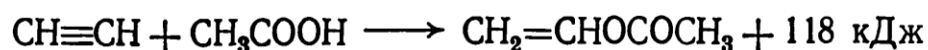
**Бутилметакрилат** – жағымсыз иісті, түссіз сұйық [C<sub>8</sub>H<sub>14</sub>O<sub>2</sub> 140]. Көптеген органикалық еріткіштерде (ацетон, эфир, бензол және т.б.) жақсы ериді және суды нашар ериді. Н-бутилметакрилаттың химиялық қасиеттері молекулада екі кілттік функциялардың – күрделі эфирлі топтар мен екілік байланыстардың болуымен түсіндіріледі. Ол сілтілердің қатысуымен жеңіл сабындалады, сонымен қатар қышқылдық жағдайда және спирттердің қатысуымен перээтерифицирлене алады.

Алынуы. Өндірісте н-бутилметакрилатты келесі схема бойынша ацетонциангидрин мен н-бутанолдан алады:



**Винилацетат** -  $\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$  формуласы бар сілті қышқылының винилдік эфирі, ол эфирлік иісі бар, қайнау температурасы  $72,5^\circ\text{C}$  болатын түссіз сұйықтық [141].

Винилацетатті ацетилен мен сірке қышқылынан катализатордың көмегімен алады:



**Олейндік қышқыл** (ағыл. *oleic acid*) - моноқанықпаған майлы қышқыл. Адам физиологиясында маңызды орын алады. Көптеген өсімдік майларының құрамында болады, атап айтқанда, зәйтүн майының және өсімдік майларының құрамында болады. Адамның тері астындағы майларының құрамына кіреді (салмағы бойынша шашамен барлық майлы қышқылдардың 20-25%-ын құрайды). Олейндік қышқыл  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$  - моноқанықпаған қышқыл. Қанықпаған май қышқылдарының омега-9 тобына жатады [142].

**Олейндік қышқылдың метилдік эфирі** – синонимдері мен шетелдік атаулары: methyl oleate (англ.) метилолеат (рус.)

Заттың типі: органикалық. Сыртқы көрінісі: майлы сұйық. Брутто-формула (Хилла жүйесі):  $\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2$ . Текст түріндегі формула:  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOSH}_3$ . Молекулярлық масса (а.е.м.): 296,5. Еру температурасы (в  $^\circ\text{C}$ ): -19,9. Ерігіштік (г/100 г ерігіште немесе сипаттамасы): су: ерімейді, диэтилендік эфир: араласады, хлороформ: ерігішті, этанол: араласады. Тығыздығы: 0,879 ( $18^\circ\text{C}$ , г/см<sup>3</sup>, заттың жағдайы - сұйық). Булардың еруі (мм.рт.ст.): 10 ( $190^\circ\text{C}$ ) 20 ( $217^\circ\text{C}$ ) [143].

**Полиакрилонитрил (-CH<sub>2</sub>-CH(CN)-)<sub>n</sub>** - акрилонитрил полимері, өнідірісте тығыздығы 1.14-1.17 г/см<sup>3</sup> болатын, молекулярлық массасы 30-100 кДа болатын полимер пайдаланылады. Шынылану температурасы  $\sim 85-90^\circ\text{C}$ , таралуы  $\sim 250^\circ\text{C}$ . Полярлық емес және азполярлы еріткіштерде (көмірсутектер, спирттер) полиакрилонитрил ерімейді, полярлық апротондық еріткіштерде (диметилформамиде, диметилсульфоксиде) ериді, сулы ерітінділерде электролит жоғары иондық күшпен (аммоний, калий, натрий, бромид литий, цинк хлоридінің роданидтерінің 50-70% ерітінділерінде), нитрилді топтың гидролизімен – күшті қышқылдардың сулы ерітінділерінде.

Берік термиялық тұрақты талшықтар өндірісінде кеңінен пайдаланылады, сонымен қатар каучук дивинилнитрилдік өндірісінде сополимер ретінде пайдаланылады [144].

**Стеролдар** – 3 жағдайдағы гидроксильдік топтардан тұратын, стероилден туындыларының, табиғи қосылыстары. Стериондардың құрылымының негізінде стеран тетрациклдық көмірсутегі жатады. Алу көздері бойынша стериндерді келесідей бөлуге болады: зоостериндер (жануарлардан), фитостериндер (өсімдіктерден), микростериндер (саңырауқұлақтардан).

Стериндердің көпшілігі – органикалық еріткіштерде еритін және суда ерімейтін кристалдық заттар [145].

**Себациндік қышқыл** – (декандиодтық қышқыл)  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$  - екінегіздік шектік карбондық қышқыл (лат. sebaceus - түссіз май, сало). Карбондық қышқылдарға тән сипаттамаларға ие барлық химиялық қасиеттерге ие. Себациндік қышқылдың эфирлері мен тұздарын себацинаттар деп атайды.

Өндірісте себациндік қышқылды негізінен зәйтүн майынан алады. Оны сумен жылытқан кезде ( $200-225^\circ\text{C}$ ;  $1,8-2,5$  МПа) глицерин мен  $80-85\%$  рицинолейндік қышқылдан тұратын, карбондық қышқылдан тұрады; соңғысын  $250^\circ\text{C}$ -та сілтімен тарату себациндік қышқылдың бөлінуіне алып келеді (зәйтүн майына есептегенде  $35-40\%$  шығады) [146].

**N-фенилантранилдік қышқыл** -  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHC}_6\text{H}_4\text{COOH}$  ТУ 6-09-3592-74. Синонимдер: дифениламин-о-карбондық қышқыл; дифениламин-2-карбондық қышқыл; о-анилинбензойлдық қышқыл. Молекулалық массасы –  $213,23$ ; тығыздығы –  $1,269$  г/см<sup>3</sup>; еру нүктесі –  $182-187^\circ\text{C}$ ; жану температурасы –  $186,7^\circ\text{C}$ . Сыртқы көрінісі – ақ немесе қанық – ақ кристалдық ұнтақ [147].

**Этиленгликоль** –  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$  – тұтқыр түссіз әлсіз иісі бар және дәмі тәтті сұйық. Қайнау температурасы  $197^\circ\text{C}$ . Гликольдердің қайнау температурасы спирттің қайнау температурасына қарағанда жоғары болады, бұл молекулалардың ассоциациясының (сутекті байланыстардың қалыптасуы) күшеюінің салдары болып табылады. Еру температурасы -  $11,5^\circ\text{C}$ . Тығыздығы -  $1,11$  г/см<sup>3</sup>; Буқалыптасу жылуы -  $191$  ккал/кг. Барлық қатынаста сумен, глицеринмен, біратомдық алифатикалық спирттермен, ацетонмен, мұзды сірке қышқылымен, пиридинмен және фурфуролмен араласады; бензолмен, ксилолмен, толуолмен, хлорбензолмен, хлороформен, төрттікхлорлы көміртектен араласпайды. Этиленгликоль метандық спирттік әсеріне ұқсас, токсикалық әсерге ие.

Этиленгликоль жоғары температурада салыстырмалы түрде тұрақты,  $400^\circ\text{C}$ –та жылытылған пемза астынан өткізу кезінде таралмайды. Гликольдік таралуы  $500-520^\circ\text{C}$ -та басталады, ал  $550^\circ\text{C}$ -та жоғары жылдамдықпен түреді; бірақ осы температурада да этиленгликольдің  $36\%$ -ы таралмайды.

Этиленгликольдің маңызды қасиеті болып оның судың кату тепературасын күшті төмендету табылады. Көлемдік этиленгликольдің  $40\%$ -ынан тұратын, сулы ерітінді  $25^\circ\text{C}$ -та қатады, ал  $60\%$ -дық сулы ерітінді -  $40^\circ\text{C}$ -та қатады. Сондықтан этиленгликоль антифриздерді дайындау үшін пайдаланылады [148, 149].

**Фенол** – (гидроксибензол, карболдық қышқыл)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  - фенолдар класының туындысы. Фенолдың дүниежүзілік өндірісі 2006 жылы  $8,3$  млн тонна/жылды құрады. Өндіру көлемі бойынша фенол химиялық өндіріспен шығарылатын барлық заттардан 33-ші орынды алады және органикалық заттардың ішінен 17-ші орынды алады.

Қазіргі уақытта өндірістік масштабта фенолдық шығару үш әдіспен жүргізіледі:

Кумольдық әдіс. Бұл әдіспен дүниежүзінде шығарылатын фенолдың  $95\%$ -ын алады. Барботаждық тізбектер каскадында кумолды гидропероксидтің (ГПК) қалыптасуымен ауамен каталитикалық емес қышқылдандыруға

ұшыратады. Алынған ГПК, күкірт қышқылымен катализденуі кезінде фенол мен айетонның қалыптасуымен таралады. Одан бөлек, бұл процесстің бағалы өнімі болып  $\alpha$ -метилстирол табылады. Барлық фенолдың шашамен 3%-ын бензойлдық қышқылдың қалыптасуымен, толуолды қышқылдандыру арқылы алады.

**Физикалық қасиеттері.** Боялған заттардың қалыптасуына алып келетін, қышқылданудың себебінен ауада таралатын, түссіз инелік кристалдардан тұрады (бұл хиондардың аралық қалыптасуымен байланысты). Спецификалық иісті (гуаш иісі ыиқты, өйткені гуаштың құрамына фенол кіреді). Суда (100 г суда 6 г), сілті ерітінділерінде, спиртте, бензолда, ацетонда ериді. 5% сулы ерітіндіде – антисептик, медицинада кеңінен пайдаланылады.

**Химиялық құрамы.** Иістендірілген сақиналардың және гидроксильдік топтардың болу себептерінен фенолдың химиялық қасиеттері көрінеді [150].

**$\alpha$ -олефиндер** - бұл альфа ( $\alpha$ )-позицияда немесе негізгі байланыста екілік байланыстың болуымен ерекшеленетін, химиялық формуласы  $C_xH_{2x}$  болатын олефиндердің немесе алкендердің органикалық қосылыстары.

$\alpha$ -олефиндердің екі типі бар: тармақталған және сызықтық (немесе орташа). Көміртектің екінші, үшінші және төртінші атомдарында тармақталған  $\alpha$ -олефиндердің химиялық қасиеті дәл осындай  $\alpha$ -олефиндердің қасиеттерінен ерекшеленеді [151].

**Толуол** -  $C_6H_5CH_3$  метилбензол, иісі бар түссіз жылжымалы қалқымалы сұйық.  $D = 1,4969$ ,  $t_{кип} = 110,6^\circ C$  [152].

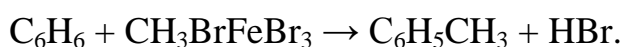
Толуолды алғаш рет П.Пельтье 1835 жылы шайырды айдау кезінде алынған. Ал 1838 жылы А. Девиль Колумбияның Толу қаласынан алып келінген бальзамнан алды.

Түссіз жылжымалы қалқымалы иісі бар сұйықтың, әлсіз наркотикалық әсері бар. Бейорганикалық мөлшерде көмірсутектермен, көптеген спирттермен, жай және күрделі эфирлермен араласады, сумен араласпайды. Жарықтың өту көрсеткіші  $20^\circ C$  болғанда 1,4969-ды құрайды, жанады.

Алу және тазалау. Мұнайдың бензиндік фракцияларының катилитикалық риформингінің өнімі. Селективті экстракциямен және ректификациямен алынады. Сонымен қатар метилциклогексан арқылы гептанның кататитикалық дегидриленуі кезінде жақсы бөлінеді.

Толуолды бензолға ұқсас тазалайды, бірақ концентрленген күкірт қышқылын пайдалану кезінде, толуол бензолдан жеңіл сульфирленетіндігін ескерген жөн, демек реакциялық қоспаның төмен температурасын ұстау қажет ( $30^\circ C$ -тан төмен).

Толуолды бензолсыз Фридель-Крафтс реакциясы бойынша катализатор ретінде темір трибромидін пайдаланумен алуға болады:



**Дизельдік отынның сипаттамасы.** Дизельдік отын өндірісінде мұнайөңдеудің бұл өнімінің ондаған параметрлері мен сипаттамалары

пайдаланылады. Біз, солярканың тұтыну қасиеттеріне әсер ететін, негізгі көрсеткіштерге тоқталамыз, МЕСТ-тар мен регламенттер дизельдік отынның келесі негізгі сипаттамаларын бөледі, ғылыми тілде айтқанда, дизельдік отынның негізгі пайдалану көрсеткіштері [153].

Цетандық сан – қозғалтқыштың қуаттық және экономикалық көрсеткіштерін анықтайды; цетандық санның әдеттегі мәндер диапазоны 40-тан 55 аралығында тербеледі. Бұл сан отынды цилиндрге беру мен оның жалындануына дейінгі уақыт кескінін көрсетеді. Цетандық санның одан жоғары болуы жалындау уақытының аздығын көрсетеді және сәйкесінше, отынның жақсы жануын білдіреді. Цетандық санның жоғары болуы түтіннің экологиялығын жоғарылатады. Бірақ та егер бұл көрсеткіш 60-тан жоғары болса, қозғалтқыштың қуатының жоғарылауы орын алмайды.

Цетандық индекс – дизельдік отынға жоғарылататын қосынды қосқанға дейінгі цетандық сан (есептемелік). Цетан жоғарылатушы қосындылар отынның физикалық және химиялық құрамына әртүрлі әсер етеді, сондықтан да оларды мөлшерден жоғары қосуға болмайды. Құрамның өзгеруінің алдын алу үшін, цетандық сан мен цетандық индекс арасындағы айырмашылық минималды болуы қажет. Дизель отынның негізгі сипаттамаларын 11-ші кестеден қара.

Кесте 11 - Дизель отынның сипаттамасы

Сипаттамасы	Ұсынылатын өлшемдер
Тұтқырлығы	40°C температурада 1,3-тен 5,8 мм/сек аралығында (сантистокс)
Цетандық сан	0°C жоғары кезінде 45°C, төмен болмаған жағдайда t<0°C 42°C-тан төмен болмайды
Күкірттің мөлшері	салмақтық мөлшерде 0,5%-дан жоғары емес
Күкірттің белсенді қосылысы	жұмыстың (50°C) 3 сағатынан кейін n.2 (ISO 4260) жоғары емес
Судың мөлшері	көлемдік мөлшерде 0,05%-дан жоғары емес
Көміртектің күйі	күюдің көлемінің әр 10% -на салмақтық мөлшерде 0,35-тен жоғары емес
Тығыздық	15°C температурада тығыздығы 0,86-дан 0,876 г/м <sup>3</sup>
Қоюлану температурасы	пайдаланудың минималды температурасынан 6°C-ға төмен
Жанбайтын шлактар	салмақтық мөлшерде 0,02%-дан жоғары емес (маймен араластыру кезінде 0,05%)
Тікелей айдау	максималды біртекті және үздіксіз болуы қажет
Майлау көрсеткіштері	3100 г немесе SLBOCLE-дан жоғары, немесе 0,45 мм, 60°C болғанда max

Екінші бөлімге қорытындылай келе физика-химиялық және аналитикалық зерттеу әдістері таңдалынып алынған: фотоколориметрия, вискозиметрия, ИҚ-

спектроскопиялық сараптама ИҚ-Фурье спектрометрінде Shimadzu IR Prestige-21 ішкі бөлігін көрсететін тақтайшасы бар PikeTechnologies фирмасының Miracle аппаратында анықталды. Элементтік құрамы және құрылымы INCAEnergy (OxfordINSTRUMENTS) рентгенді энергодисперсті микроанализатор, электронды сұйықтық микроскобы ISM-6490LV(IED) және т.б қолданылды.

Мұнай және мұнай өнімдерінің пайдалану қасиеттерін: тығыздығын, қату және шекті фильтрлену температурасын, реологиялық қасиеттерін, сұйытылған және концентрлі ерітіндісінің тұтқырлығын капиллярлы вискозиметрлер көмегімен 298-363К температура шегінде МЕСТ-тарға сәйкес анықталды.

Зерттеу нысандары ретінде Құмкөл мұнайы және оның өнімдері, депрессаторларды синтездеуде шикізат ретінде Құмкөл мұнайының гудроны, мақта майы өндірісінің қалдығы – госсипол шайыры және мономерлер қолданылғандықтан осы бөлімде оларға сипаттама және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері берілген.

### **3 ӨНДІРІС ҚАЛДЫҚТАРЫ ЖӘНЕ МОНОМЕРЛЕР НЕГІЗІНДЕ ДЕПРЕССАТОРЛАРДЫ СИНТЕЗДЕУ ӘДІСТЕРІН ҚҰРАСТЫРУ ЖӘНЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

Қазіргі таңда мұнайға, мұнай өнімдеріне және базалық майлар тым әсерлі депрессаторларды синтездеу және қолдану өзекті мәселе болып отыр. Депрессорлы қосындылардың әрекеті парафинді көмірсутектердің кристалдану процесіне әсер етіп тұтқырлығын және қату температурасын төмендету.

Қазақстан экономикасының индустриялды-инновациялық дамуында депрессорлы қосындыларды алу және оларды мұнай өнімдеріне депрессорлы қосынды ретінде пайдалану, әсіресе Құмкөл мұнайы және өнімдеріне қосу айрықша орын алады [154, 155, 156].

Сол себепті бұл бөлімде депрессаторларды мақта майы өндірісінің қалдығы - госсипол шайыры, Құмкөл мұнайын өндеудегі қалдығы - гудрон және мономерлер негізінде синтездеу процестері қарастырылады [157,158].

#### **3.1 Өндіріс қалдықтары – мұнай гудроны және мақта майының госсипол шайыры негізінде депрессаторларды синтездеу және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу**

3.1.1 Өндіріс қалдықтары – мұнай гудроны және мақта майының госсипол шайыры негізінде депрессаторларды синтездеу

**Мақта майы өндірісінің қалдығы - госсипол шайыры және Құмкөл мұнайының өндеудегі қалдығы – гудрон негізінде депрессаторды синтездеу (ДПН-1).** Үш мойынды шеңбер тәрізді, тоңазытқыш және шыны араластырғышпен жабдықталған 500 мл ыдысқа 50 г Құмкөл мұнайының қалдығы-гудрон, 50 г мақта майы өндірісінің қалдығы-госсиполды шайыр және 25 мл 1 пайызды  $H_2SO_4$  сулы ерітіндісі құйылады. Араластырғышты қосып, реакциялық ыдысты сулы моншаның көмегімен реакциялық массаның температурасын  $80-90^{\circ}C$ –қа дейін қыздырылады, процесті біркелкі гомогенді сұйық масса түзілгенге дейін жүргізіледі. Содан соң реакциялық массаны  $95-98^{\circ}C$ –қа дейін көтеріп, оған 35%-дық формалин ерітіндісінен 10 мл қосып 2,5-3,0 сағат поликонденсация процесін қышқыл ортада жүргізіледі. Нәтижеде мұнай гудронының және госсипол шайырының құрамындағы көмірсутектер формалин арқылы поликонденсациялық өнімдер түзеді. Алынған өнімді модификациялау үшін ыдысқа натрий сульфитінің  $Na_2SO_3$  10%-дық ерітіндісінен 10 мл қосып  $70-80^{\circ}C$ -та 0,5-1,0 сағат көлемінде сульфирлеу процесі бірінғай масса түзілгенше жүргізіледі.

**Полиакрилнитрил, мұнай гудроны және госсипол шайыры негізінде депрессаторды синтездеу (ДПН-2).** Үш мойынды шеңбер тәрізді, тоңазытқыш және шыны араластырғышпен жабдықталған 1000 мл ыдысқа 500 мл 5% натрий гидроксидінің сулы ерітіндісі құйылады. Араластырғышты қосып, ыдысқа 50 г полиакрилнитрил (ПАН) ұнтағы қосылады. Араластыру нәтижесінде реакциялық масса біркелкі суспензия түзілген соң, реакциялық ыдысты сулы моншаның көмегімен температураны  $60-70^{\circ}C$ –қа дейін қыздырып, 1 сағат

көлемінде ПАН-ның толық ісіну процесі жүргізіледі. Ісіну процесінен кейін сабындану процесін  $95-98^{\circ}\text{C}$ -та 2,5-3,0 сағат көлемінде жүргізіледі. ПАН-ның сабындану процесі аммиактың бөлінуімен жүреді. Реакция барысында аммиактың көп мөлшерде бөлінуі байқалады (0-30 мин аралығында), ал содан соң аммиактың бөлінуі біркелкі жүреді (30-150 минут). Реакцияның соңында аммиактың бөлінуі төмендейді. Сабындану процесінде реакциялық қоспаның түсі ақ түстен ақшыл сары түске өзгереді (30-40 мин), содан соң ашық-қызылға, ал реакция соңында өнім қою тұтқырлы сары түске айналады. Алынған өнімді модификациялау процесі бірнеше бағытта жүргізіледі: 1) реакциялық массаға 10 г мұнай гудроны қосылады; 2) реакциялық массаға 10 г госсипол шайыры қосылады; 3) реакциялық массаға 10 г мұнай гудроны және 10 г госсипол шайыры қосылады. Модификация процесі  $95-98^{\circ}\text{C}$  температурада 2,5 сағат көлемінде жүргізіледі. Нәтижеде қара түсті тұтқыр гомогенді масса түзіледі.

**Госсипол шайыры негізінде депрессаторды синтездеу (ДПН-3).** Үш мойынды шеңбер тәрізді, тоңазытқыш және шыны араластырғышпен жабдықталған 500 мл ыдысқа 50 г госсипол шайырын саламыз және 250 мл 1% натрий гидроксидінің сулы ерітіндісін қосамыз. Араластырғышты қосып, реакциялық ыдысты сулы моншаның көмегімен реакциялық массаның температурасын  $80-90^{\circ}\text{C}$ -қа қыздырып сабындану процесін 2,5-3,0 сағат көлемінде жүргізіледі. Реакция нәтижесінде госсипол шайырының сабынданбаған бөлігі шөкпеге түседі, ал сабынданған бөлігі ерітіндіге өтеді. Сабынданбаған фракцияларды экстракциялау үшін, вакуум аппараты арқылы 50 мл уайт спиритін қосып, сұйық бөлігі ажыратып алынады. Алынған өнім 60-70% натрий тұзынан және  $\text{C}_{11}-\text{C}_{17}$  құрамы бар қанықпаған май қышқылдарынан тұрады. Бұл өнімге 10 г натрий сульфитін ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) және 10 мл 35%-дық формалиннің ерітіндісін қосып, 1,5-2,0 сағат көлемінде  $70-80^{\circ}\text{C}$  да сульфометилдеу реакциясы жүргізіледі.

**Аминофенол және госсипол шайыры негізінде депрессаторды синтездеу (ДПН-4).** Үш мойынды шеңбер тәрізді, тоңазытқыш және шыны араластырғышпен жабдықталған 500 мл ыдысқа 100 мл аминофенол, 100 мл госсипол шайыры және 20 мл 35%-дық формалиннің ерітіндісін құямыз. Араластырғышты қосып, реакциялық массаға  $\text{NaOH}$  10%-дық ерітіндісінен тамшылатып қосу арқылы  $\text{pH}=10$  дейін жоғарлатып  $80-90^{\circ}\text{C}$ -та поликонденсация реакциясы 2-2,5 сағат көлемінде жүргізіледі. Поликонденсация процесі судың бөлінуімен жүреді, сол себепті процесті бақылау бөлінген судың мөлшеріне қарап анықталады.

**Полиакрилнитрил және госсипол шайыры негізінде депрессаторды синтездеу (ДПН-5).** Үш мойынды шеңбер тәрізді, тоңазытқыш және шыны араластырғышпен жабдықталған 500 мл ыдысқа 10 г полиакрилнитрил (ПАН) салып, 4% натрий гидроксидінің ерітіндісінен 100 г құямыз. Араластырғышты қосып, реакциялық ыдысты сулы моншаның көмегімен реакциялық массаның температурасын  $60-70^{\circ}\text{C}$ -қа қыздырып, 1 сағат аралығында ПАН-ның ісіну процесі жүргізіледі. Содан соң реакциялық массаның температурасын  $90-95^{\circ}\text{C}$ -қа жоғарлатып 2,5-3 сағат аралығында

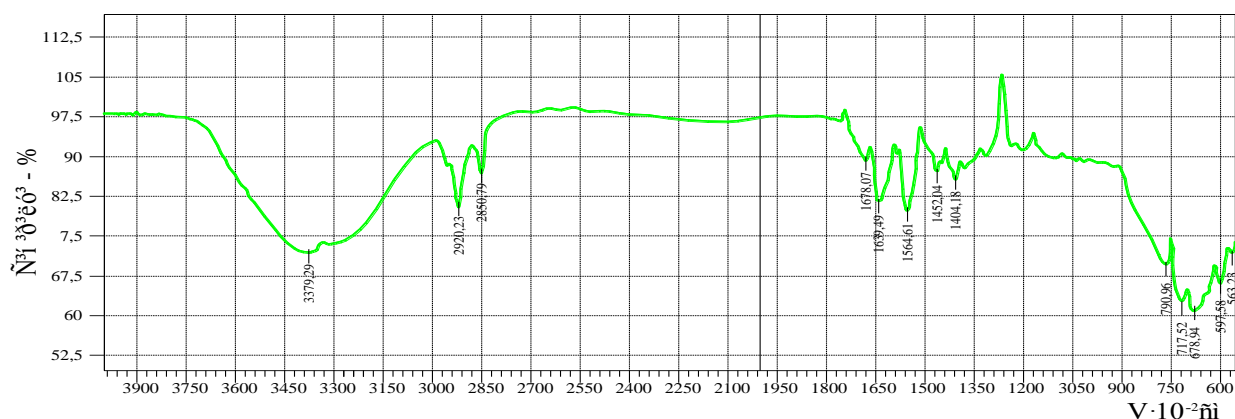


сабындану реакциясы жүргізіледі. Реакция барысында аммиактың көп мөлшерде бөлінуі байқалады (0-30 мин аралығында), ал содан кейін аммиактың бөлінуі біркелкі жүреді (30-150 мин). Реакцияның соңында аммиактың бөлінуі төмендейді. Сабындану процесінде реакциялық қоспаның түсі ақ түстен сарғыш түске өзгереді (30-40 мин), содан соң ашық-қызылға, ал реакция соңында өнім қою тұтқырлы сары түске айналады. Алынған өнімді модификациялау, яғни поликонденсация процесін жүргізу үшін 25 г госсипол шайыры қосылады және реакциялық массаны 95-98<sup>0</sup>С температураға жоғарлатып процесті 2,5 сағат көлемінде жүргізіледі. Реакция нәтижесінде тұтқыр, гель тәрізді, қара-қоңыр түсті, аммиак иісті масса түзіледі. Госсипол шайырының сабынданбаған бөлігін уайт-спиритпен экстрагирленеді. Алынған өнім мұнайды сусыздандыру процесінде дэмульгатор және мұнайды тасымалдауда депрессатор ретінде ұсынылды.

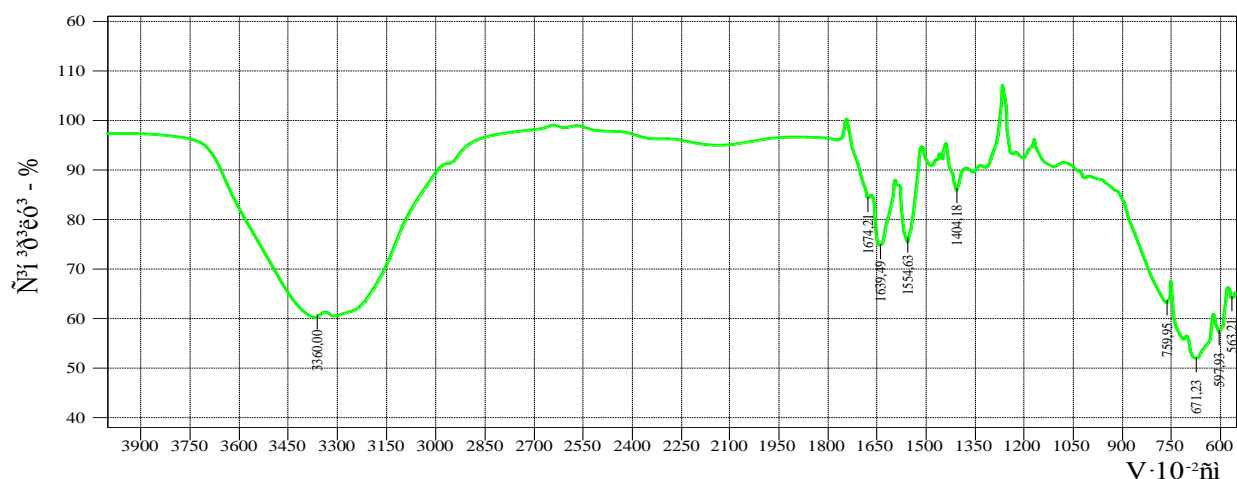
3.1.2 Өндіріс қалдықтары – мұнай гудроны және мақта майының госсипол шайыры негізінде аминоароматты депрессаторлардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу

Мұнай гудроны, госсипол шайыры, аминфенол және полиакрилнитрил негізіндегі депрессаторларға анализ жасау үшін ИҚ-спектроскоп әдісі қолданылады. Мұнай гудроны, госсипол шайыры және полиакрилнитрил негізіндегі ИҚ-спектрі көрсетілген.

Мұнай гудроны, госсипол шайыры 5 суретке және полиакрилнитрил негізіндегі 6 суретке сәйкес депрессаторлардың спектрі 4000-600·см<sup>-1</sup> аралығында зерттелді.



Сурет 5 - Құмкөл мұнайының гудроны және госсипол шайыры негізінде синтезделінген ДПН-1 депрессаторының сіңірілуінің ИҚ-спектрі



Сурет 6 - Құмкөл мұнайының гудроны, госсипол шайыры және полиакрилнитрил негізінде синтезделінген ДПН-2 депрессаторының сіңірілуінің ИҚ-спектрі

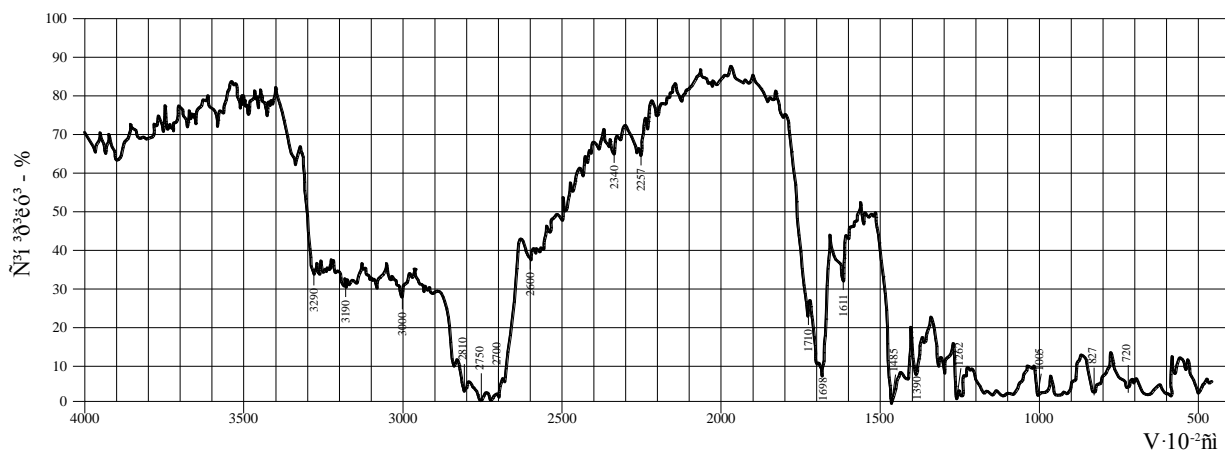
Зерттеліп отырған аймақта бірнеше сіңіру жолақтары пайда болады, олар  $1460 \cdot \text{см}^{-1}$  –  $\text{CH}_3$  тобының тербелісі байқалады. Сіңіру аймақтарының келесі жолақтарында  $2850 \cdot \text{см}^{-1}$  –  $\text{CH}$  валенттілік тербелістері,  $1640\text{-}1580 \cdot \text{см}^{-1}$  және  $3400\text{-}3300 \cdot \text{см}^{-1}$  карбонильді амид тобының, яғни –  $\text{NH}_2$  жазық деформациялық тербелістің пайда болуы амид топтарының жиынтығын көрсетеді. Зерттеліп отырылған аймақта  $800\text{-}600 \cdot \text{см}^{-1}$   $\text{C-C}$  –тобы және  $750\text{-}690 \cdot \text{см}^{-1}$   $\text{C-S}$  тобының, яғни күкіртті байланыстар бар екендігін көрсетеді, ал  $3100\text{-}3400 \text{ см}^{-1}$  жалпақ сіңіру аймағында ассоциацияланған –  $\text{NH}$  тобының байланыстары бар екендігін растайды.

Құмкөл мұнайы, госсипол шайыры және ПАН негізінде синтезделінген депрессаторларда  $2850$  және  $2930 \text{ см}^{-1}$  сіңіру жолақтары жойылып  $3000\text{-}3600 \text{ см}^{-1}$  аралығында жалпақ сіңіру аймағына жылжиды, ол –  $\text{CONH}_2$  тобының байланыстарына тәуелді.

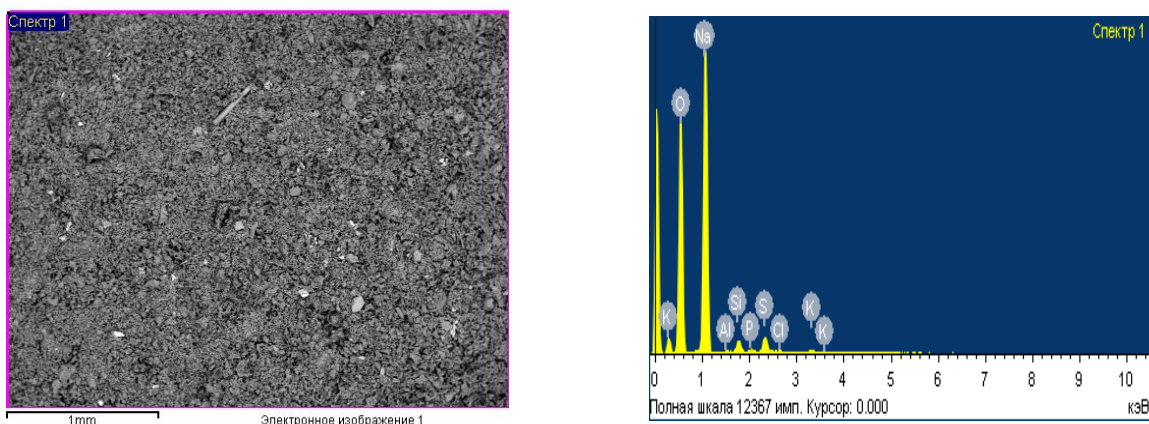
Госсипол шайыры және полиакрилнитрилден алынған депрессатор өнімінің құрамы мен микроскопиялық суретін қарау барысында, госсиполды шайырдың құрамында органикалық бөлімнен бөлек минералды бөлім, яғни фосфоры бар қосылыстар ( $\text{P}_2\text{O}_5\text{-}49,67\%$ ), натрий тұздары ( $\text{Na}_2\text{O}\text{-}28,82\%$ ) және кремний оксидінің аз мөлшері ( $\text{SiO}_2\text{-}3,80\%$ ) болады. Модификациядан кейін оның құрамындағы фосфор азайды, ал натрий тұздары кобейді, сабындану процесі барысында көрінетін –  $\text{COONa}$  тобының бар екендігімен дәлелденеді, ИҚ спектроскопиялық зерттеумен келіседі.

Госсипол шайырынан алынған ДПН-1,2,3,4 депрессаторын Құмкөл мұнайына қосқанда құрылымның өзгергендігін байқауға болады, яғни майда фракциялы аморфты құрылым түзіледі. Ол мұнайда фракциялар ине тәрізді байланыстар арқылы топтасып мұнайдың белсенді орталықтары мен депрессорлардың карбоксил топтары арасында кеңістігіндегі тығыз құрылым түзгендігі байқалады [157 б. 488-491, 158 б. 61-64, -162].

Госсипол шайырының майлы қышқылын синтездеу негізіндегі ДПН-3 депрессаторларына анализ жасауды ИҚ-спектроскоп әдісінде пайда болған сызықтың жиілігі  $1698\text{ см}^{-1}$  валентті аутқуына 7 суретке сәйкес сай келеді және микроскопиялық суретін 8 суретке сәйкес қара.



Сурет 7 - Госсипол шайырынан алынған ДПН-3 депрессаторының сіңірілуінің ИҚ-спектрі

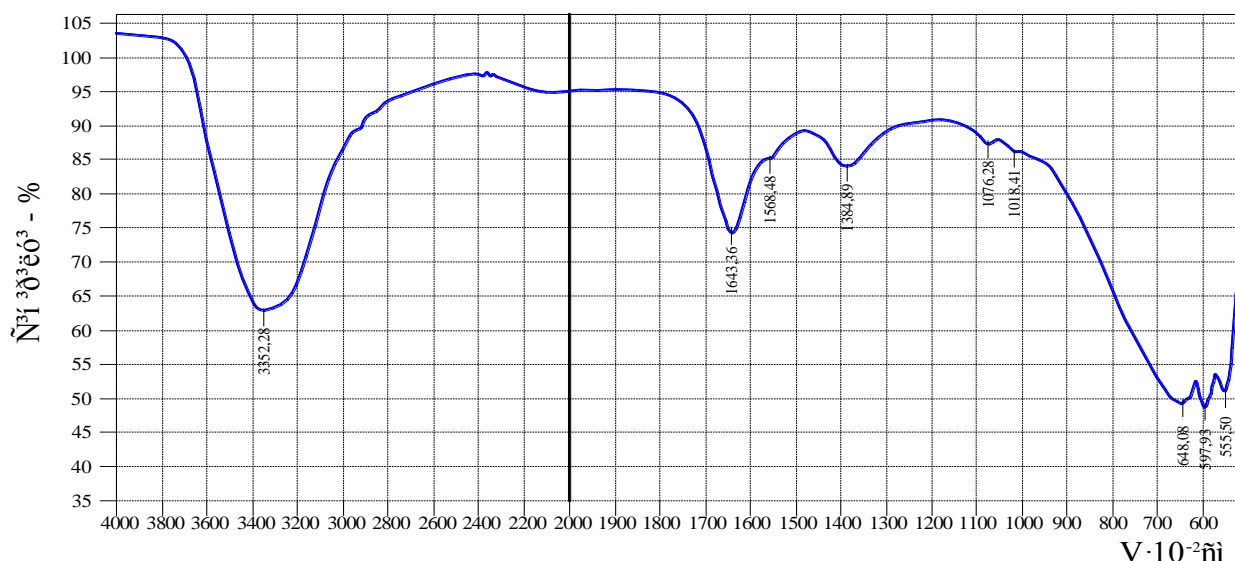


Сурет 8 - Госсипол шайырынан алынған ДПН-3 депрессаторының элементтік құрамы және микроскопиялық түсірілімі

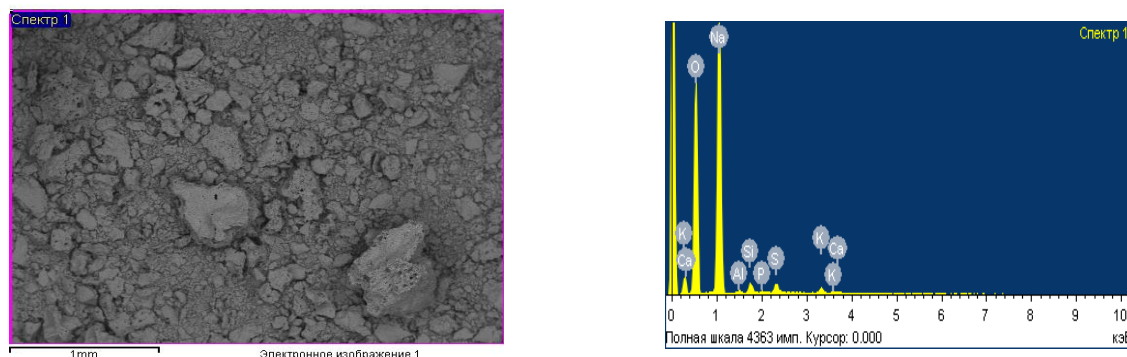
$\text{COONa}$  тобының сіңірілуі бірнеше жиілікте болады  $1500\text{-}1620\text{ см}^{-1}$  және бұл жиіліктер едәуір жақын орналасқан, сызықты жауып тастау барысында  $1500\text{-}1700\text{ см}^{-1}$  шамасында жалпақ сызық пайда болады. Интенсивті сабындануынан кейін сызық үлкейеді және  $1680\text{-}1570\text{ см}^{-1}$  аралығында тарайды, карбонилды тобына байланысты.

Спектрда госсиполды шайыр мен полимер  $1180\text{-}1250\text{ см}^{-1}$  аралығында өзгерісі анық байқалады. Полимердің осы спекторында, осы ауданда иінге ұқсас сызықтың тарағаны көрінеді, эфирлі байланыс қасиетіне сай.

Полиакрилнитрил және госсипол шайыры негізінде синтезделінген ДПН-5 депрессаторының элементтік құрамы, элементтік анализ, ИҚ-спекторскопиялық және электронды микроскопиялық әдістермен құрамы және құрылымы 9 бен 10 суреттерге сәйкес анықталды (кесте 12).



Сурет 9 – Полиакрилнитрил және госсипол шайыры негізінде синтезделінген ДПН-5 депрессаторының сіңірілуінің ИҚ-спектрі



Сурет 10 – Полиакрилнитрил және госсипол шайыры негізінде синтезделінген ДПН-5 депрессаторының элементтік құрамы және микроскопиялық суреті

Полиакрилнитрил және госсипол шайыры негізінде синтезделінген ДПН-5 депрессаторының сіңірілуінің ИҚ-спектрында  $550-790\text{ см}^{-1}$  ауданында  $-(\text{CH}_2)-$  тобының валенттілік тербелістері және  $1350-1450\text{ см}^{-1}$  – симметриялы валенттілік теңестіру  $-\text{COO}-$  тобы сіңірілген. Жалпақ сызықтың сіңірілуі  $3000-3600\text{ см}^{-1}$  ауданында карбоқышқылды топтың сіңірілуі көрінеді.

Жоғарыда айтылғандарға қарап, алынған депрессатордың құрамында май өнімдерінің кешенді қасиеттерін жақсартатын эфирлі және карбоқышқылды топтардың болатындығы байқалады.

Кесте 12 – Полиакрилнитрил және госсипол шайыры негізінде синтезделінген ДПН-5 депрессаторның элементтік және минералдық құрамы

Элементтер	Салмағы, %	Оксидтер	Оксидтер %
O	45.17	-	-
Na	50.14	Na <sub>2</sub> O	67,59
Al	0.35	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,66
Si	1.49	SiO <sub>2</sub>	3,19
P	0.14	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,32
S	1.43	SO <sub>3</sub>	3,57
K	0.94	K <sub>2</sub> O	1,13
Ca	0.35	CaO	0,50

Микроскопиялық суреттер және элементтік анализ нәтижесі алынған өнімдердің құрамында және құрылымдарындағы фрагменттер болып кремний және натрий оксидтері органикалық бөліміндегі депрессаторлардың функционалдық тобымен тікелей байланысқан құрылым түзілгендігі айқын.

### **3.2 Бутилметакрилат, α-олефин, винилацетат, олейн қышқылы, олейн қышылының метил эфирі, стирол, этиленгликоль, фенилантранил және себацин қышқылы негізінде депрессаторларды синтездеу және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу**

Қазіргі таңда Құмкөл мұнайы және одан алынған майлар, дизельді отындардың пайдалану қасиеттерін реттеу әлемдік қажеттіліктің жоғарылағандығы байқалуда, әсіресе дизельді отындардың қыстық сорттарына үлкен қажеттілік туындап отыр. ҚР шығарылатын дизельдік отындардың қату температурасы жоғары болғандықтан қыс мезгілінде қолдану мүлде мүмкін емес. Осы кемшіліктерге сәйкес жаздық дизельді отындарды қыстық отындарға алмастыру үлкен мәселе болып отыр.

Дизельдік отындардың төменгі температуралық қасиеттерін жақсарту және дизельдік отынның қыстық сорттарын алу әдістерінің ішінен ең тиімдісі отынға депссерлорлы қоспаларды қосу болып табылады, ол отынның төменгі температуралық қасиеттерінің жақсаруын және қыстық отын сорттарының артуын қамтамасыз етеді.

ҚР-да дизельдік отынның қыстық сорттарын шығару, отынның лайлану температурасы, қату температурасы, сүзгілеудің шекті температурасын реттеу және лайлану температурасынан төмен температурада сақтау жағдайында седиментациялық орнықтылық сияқты төменгі температуралық қасиеттер бойынша стандарт талатарына сәйкес болуын қамтамасыз ету өзекті мәселе.

Бұл депрессаторлар құрамында ұзын алифатты радикалдар мен полярлы топтары бар депрессорлы және сусыздандырғыш қасиеттерге ие полимерлер.

Депрессаторлардың рессорлық белсенділігі тек оның үлгілері бойынша бағаланады. Депрессаторлардың құрамын өзгерту арқылы оның депрессорлық мүмкіндігін шексіз арттыруға болады. Депрессорлық тиімділікті арттыру, яғни

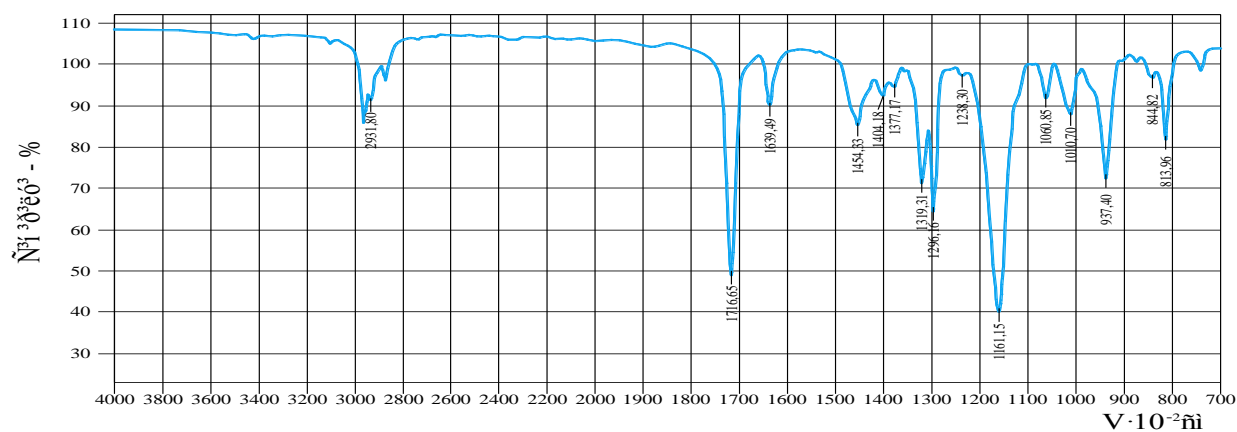
бір ғана мұнайдың пайдалану қасиеттерін реттеумен бірге оның өнімдерінің қасиеттерін жақсарту мүмкіндігі үлкен мәселенің бірі. Депрессаторларды синтездеудің негізгі мақсаты отандық депрессаторларды алу технологиясын құрастыру арқылы көп функционалды бағытта жұмыс атқаратын экономикалық тиімді және рессорлық белсенділігі жоғары сополимерлерді алу. Сол үшін екі немесе үш әр түрлі мономерлерді екі сатылы сополимерлену процесінде әртүрлі қатынасындағы макромолекулалардан тұратын және тізбектегі буындарының ұзындығын арттыру арқылы рессорлық белсенділігі жоғары депрессаторларды синтездеу және алу технологиясы құрастырылды. Сонымен қатар фенилантранил, себацин қышқылдары және этиленгликоль қатысында қышқылдық ортада поликонденсациялау және этирификация процестері жүргізіліп макромолекуласы тармақталған депрессаторларды синтездеу әдістері қарастырылды. Бұл бірнеше мономерлерден синтезделінген макромолекула жиынтығы, яғни осы молекулалық параметрлердің әрқайсысы сополимердің депрессорлық қасиеттерін арттыруға синергетикалық септігін тигізетіндігі анықталды.

Бұл ретте келесі бөлімдерде олефиндер негізіндегі полимеризациялық алкилметакрилатты және ароматты депрессаторларды синтездеу және алу технологиясын құрастыру қарастырылады.

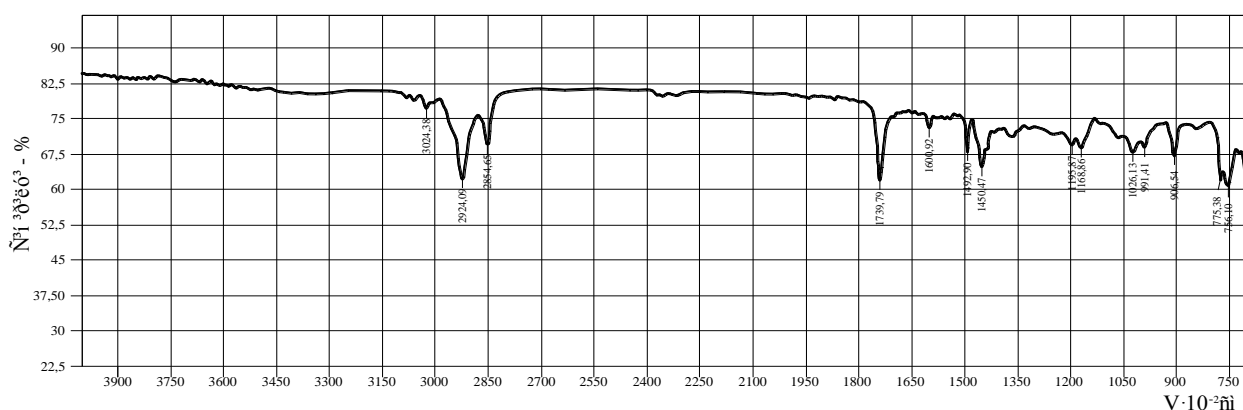
3.2.1 Бутилметакрилат,  $\alpha$ -олефин мен винулацетат негізіндегі депрессаторларды синтездеу.

Әдебиеттерге шолу барысында көрсеткендей соңғы жылдары өнеркәсіпте қолданылатын депрессаторлардың тізімінде экономикалық жағынан тиімдісі винулацетат, акрил, метакрил қышқылдары, алкилакрилаттар және олардың эфирлері негізінде алынған депрессаторлар екендігі белгілі. Алкилметакрилаттарда гомополимеризациялау кезінде пайда болатын қасиеттерге полиметакрилатты қоспалар ие болу үшін алкилметакрилаттардың сополимерлерін алу үшін бірнеше синтез жүргізілді. Түрлі винилді сомономерлерге ие алкилметакрилаттардың сополимерлері мұндай өндірісті технологиялық рәсімдеу қарапайымдылығына және синтездеу процесін жұмсақ режимде жүргізу қызығушылық тудырып отыр. Бутилметакрилаттың гомополимерлену процесін бензойлдың асқын тотығы көмегімен 80-100<sup>0</sup>С температурада үш мойынды шеңбер тәрізді, тоңазытқыш және шыны араластырғышпен жабдықталған 500 мл ыдыста 2-3 сағат төңірегінде жүргізілді[163-165]. Алынған полибутилметакрилаттың құрамын және құрылымын анықтау үшін элементтік талдау және ИҚ-спектроскопиялық әдіс қолданылды. 11 және 12 суреттерге сәйкес бутилметакрилат және полибутилметакрилаттың ИҚ-спектрі берілген.





Сурет 11- Бутилметакрилаттың сіңірілуінің ИҚ-спектрі



Сурет 12 – Полибутилметакрилат сіңірілуінің ИҚ-спектрі

Бутилметакрилат және полибутилметакрилат ИҚ-спектрінде  $1170 \text{ см}^{-1}$  аймақта сіңірілуі С-О-С топтарының тербелістері үшін тән және  $1716 \text{ см}^{-1}$  аймақта С=О тобының алифатты күрделі эфирлеріне жатқызуға болады.  $1385 \text{ см}^{-1}$  сіңірілу жолағының жиілігінде бутилметакрилаттың метил тобымен шынжырлы байланысқан,  $1463, 1462, 1467 \text{ см}^{-1}$  сіңірілу аймағында  $-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CO}$  метилен тобына жатқызуға болады.  $1377 \text{ см}^{-1}$  сіңірілу аймағы алифатты  $\text{CH}_3$  тобының симметриялы деформациялық тербелісін айқындайды.

Еріткіште және балқымада полимеризациялық алкилметакрилатты депрессорлы қоспаларды екі сатылы синтездеу жүргізілді.

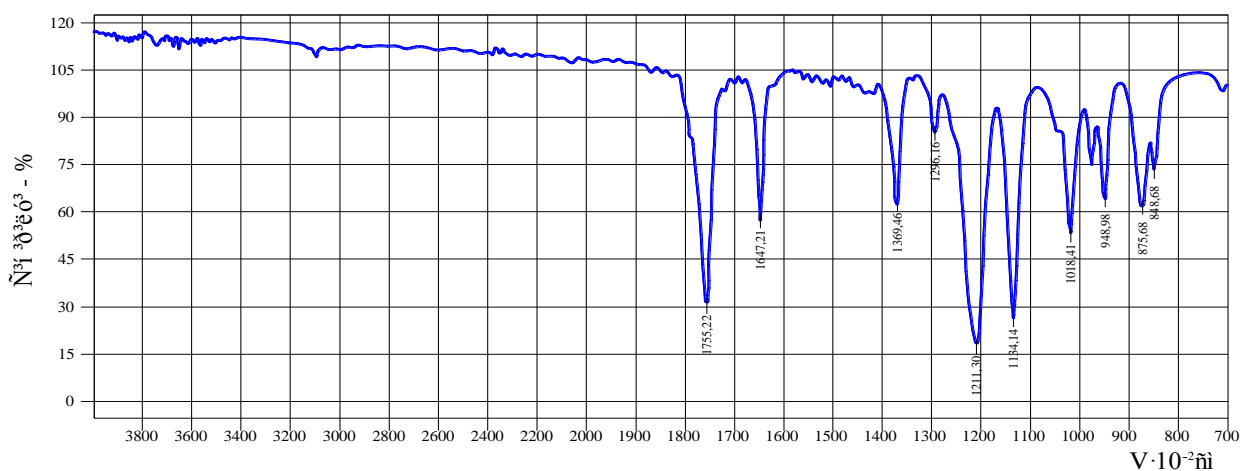
Алкилакрилатты мономерлер ретінде метакрилді қышқылдың бутил эфирі, яғни бутилметакрилат және винилацетат; бутилметакрилатпен  $\alpha$ -олефин қатынасы 1:1; винилацетат, бутилметакрилат және  $\alpha$ -олефин 1:1:1 қатынаста қоспаларының сополимеризациясы.

Сопорлимелену реакциясын үш мойынды шеңбер тәрізді, тоңазытқыш, тамшылатушы үріңке және шыны араластырғышпен жабдықталған 500 мл ыдысқа 100 мл винилацетат, 100 мл бутилметакрилат, немесе бутилметакрилатпен  $\alpha$ -олефин, немесе винилацетатпен  $\alpha$ -олефин құйып, араластырғышты қосып, май құйылған монша көмегімен біртіндеп

қыздырылады. Реакциялық ортаның температурасын  $25^{\circ}\text{C}$ -қа жоғарылатып тамшылатқыш үріңке арқылы бензоилдың асқын тотығынан 0,5% көлемінде қосылады.

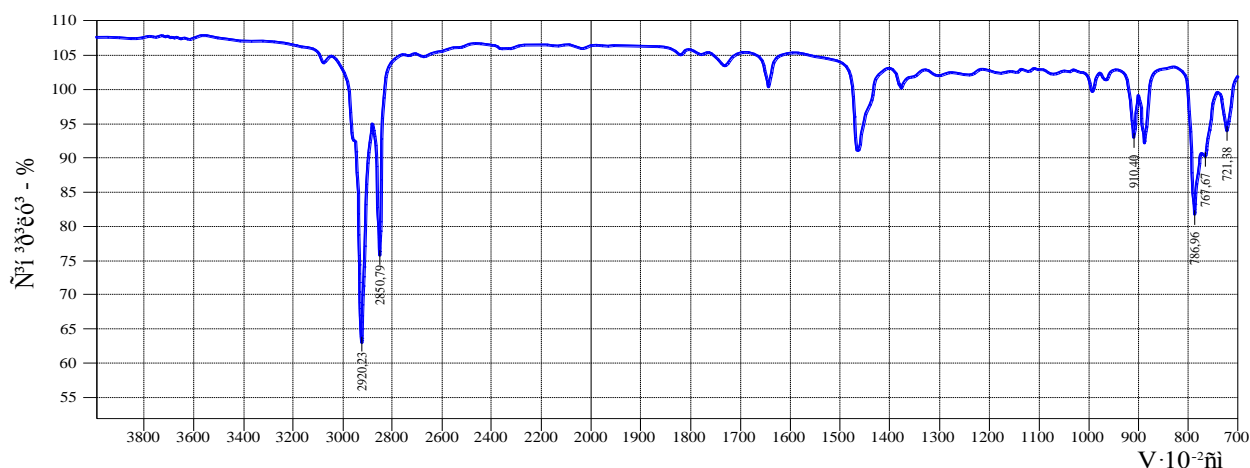
Сополимерлену реакциясының бірінші сатысы, алынған мономерлердің құрамына және қатынасына байланысты әр түрлі уақыт аралығында және температурада жүргізіледі. Сополимерлену реакциясы орташа 4-6 сағат аралығында,  $100\text{-}120^{\circ}\text{C}$  температурада бензоилдың асқын тотығы инициаторы көмегімен жүргізіледі.

Депрессаторларды синтездеудің тиімді шарттары және реакция барысын элементтік анализ, ИҚ-спектроскопиялық және мұнайға қосылғандағы кинематикалық тұтқырлығы және қату температурасының төмендеуіне байланысты алынған мәліметтер көмегімен бақылап отырылды. Ал синтезделінген депрессаторлардың құрамын және құрылысын анықтау және салыстыру үшін бастапқы заттардың, яғни мономерлердің ИҚ-спектрлері мен бірге 13, 14 және 15 суреттерге сәйкес талданды. Виналацетаттың ИҚ-спектрінде  $1800\text{-}1750\text{ cm}^{-1}$  и  $1647\text{ cm}^{-1}$  аймағында  $\text{C}=\text{C}$  байланысына тән сіңірілу жолақтары байқалады. Ал  $1211\text{ cm}^{-1}$  аймағындағы сіңіру жолағын ацетат тобына жатқызуға болады.  $875\text{ cm}^{-1}$ ,  $845\text{ cm}^{-1}$  аумағындағы сіңірілу жолақтарында  $\text{C}-\text{H}$  байланысының деформациялық тербелістері және  $1369\text{ cm}^{-1}$  –  $\text{C}-\text{H}_3$  тобына тән сіңірілу жолағы екендігі айқын.



Сурет 13 - Виналацетаттің ИҚ-спектрі





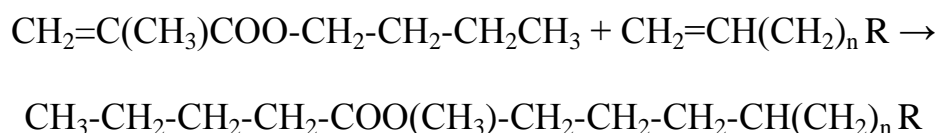
Сурет 14 -  $\alpha$ -олефиннің ИҚ-спектрі

$\alpha$ -олефиннің ИК-спектрінде  $\text{CH}_2=\text{CHR}$ -ге тән,  $721,36 \text{ см}^{-1}$ ;  $910 \text{ см}^{-1}$  аймағында валенттік тербелістер байқалады  $767 \text{ см}^{-1}$  –де сіңіру аймағы сутегі атомының байланыстарын сипаттайды және  $2850\text{-}2920 \text{ см}^{-1}$  аймақтары –СН валенттік тербелістерге тән.

Бутилметакрилат және винилацетат мономерлері және сополимерлерінің спектрлерін зерттеу кезінде қос байланыстар үшін тән жиілікті жұтылу жолақтарының оптикалық тығыздықтары таңдалды.

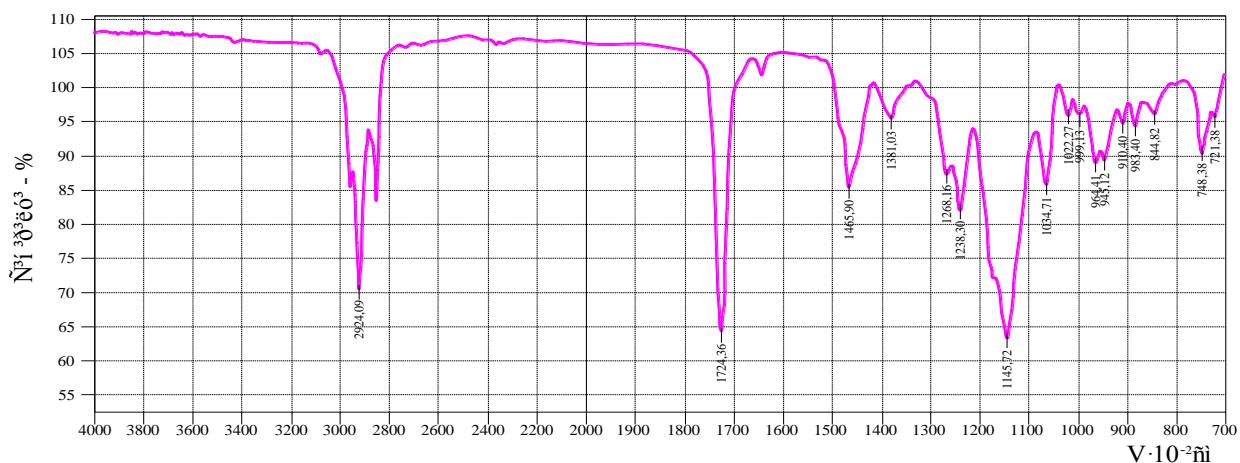
Бутилметакрилаттың  $\alpha$ -олефинмен сополимерленуі, алынған өнімдегі  $1860\text{-}1800$  және  $1650 \text{ см}^{-1}$  аймақтарындағы жұтылу жолақтарының жоғалуымен түсіндіріледі.

Сополимерлену реакциясы нәтижесінде полиалкилметакрилаттардың синтезі келесі реакция бойынша жүреді:



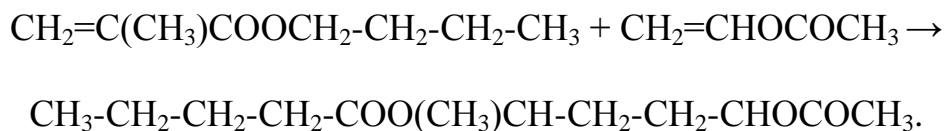
Алынған нәтижелерден, сополимеризация реакциялары қос байланыс бойынша радикалды механизм бойынша жүретіндігі көрініп тұр.  $\text{CH}_2$  және  $\text{CH}_3$  топтары үшін  $2955\text{-}2849 \text{ см}^{-1}$  аралығындағы жұтылу жолақтары тән. Карбонильді топтың ( $>\text{C}=\text{O}$ ) жұтылу жолағы  $1724 \text{ см}^{-1}$  аймағында болады. Метилендік топтың, алифатикалық тізбекпен байланыстырылған жұтылу жолағы  $1456 \text{ см}^{-1}$  аймағында жатады.

Қос байланыстың болуын сипаттайтын,  $1650 \text{ см}^{-1}$  аймағының болмауы, бутилметакрилат сополимері мен  $\alpha$ -олефиндегі барлық қос байланыстар полимеризация реакциясына ұшырағандығын көрсетеді. Бұл алкилметакрилаттың қалыптасуын 15 суретке сәйкес дәлелдейді.

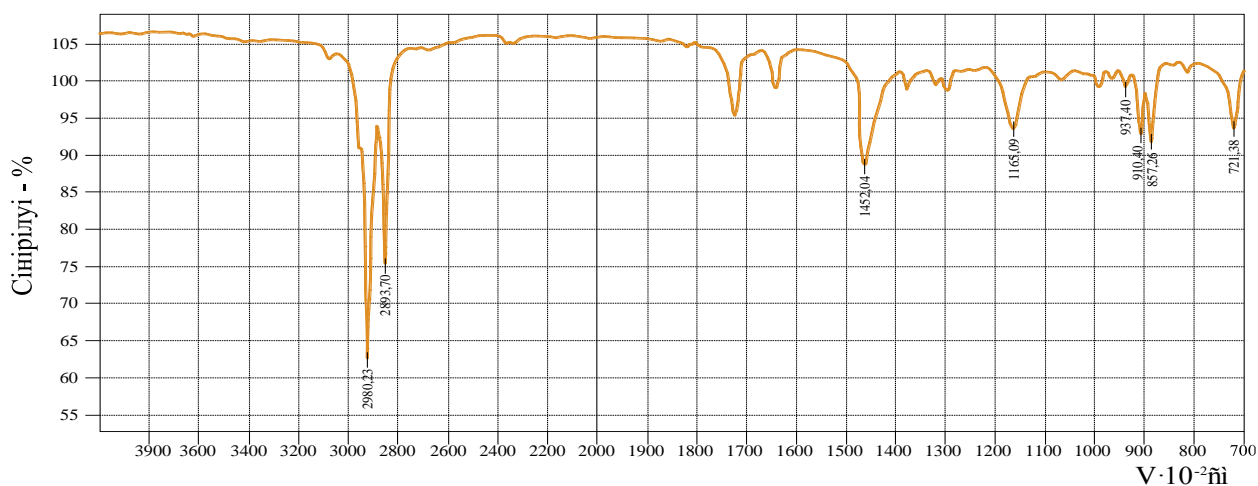


Сурет 15 -  $\alpha$ -олефині мен бутилметакрилаттың сополимерінің ИҚ-спектрі

Винилацетат пен бутилметакрилаттың сополимеризациясын жоғарыда көрсетілген әдіс бойынша жүргізді.

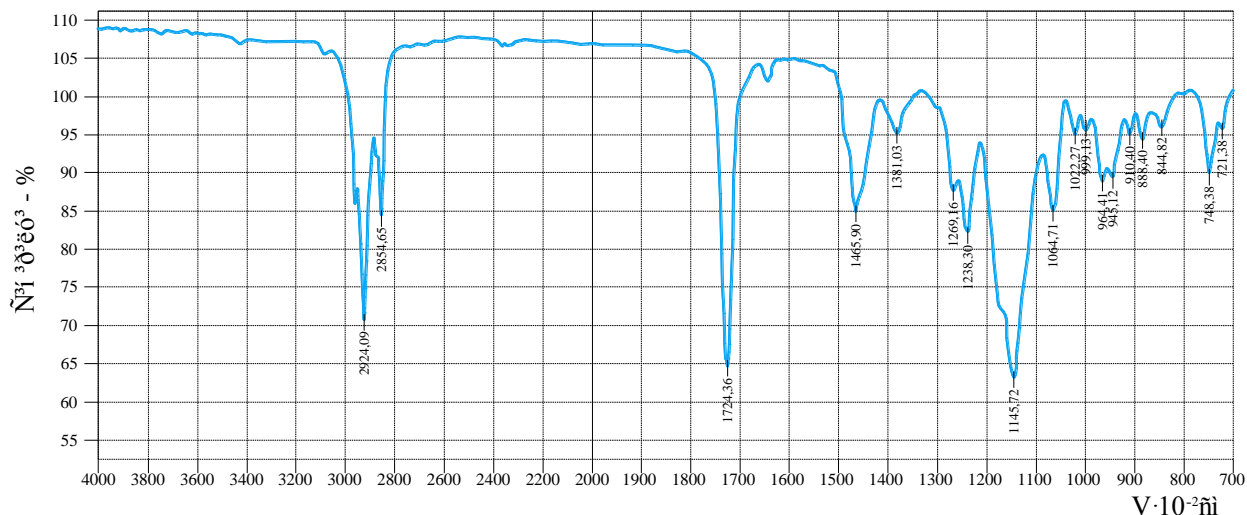


Сополимердің ИҚ-спектрінде 16 суретке сәйкес С-О-С байланысының скелеттік тербелістеріне жататын,  $1165 \text{ см}^{-1}$  аймағы мен алкандар  $(\text{CH}_2)_n$  үшін тән,  $721 \text{ см}^{-1}$  жұтылу аймағы болады. Спектрде сонымен қатар қос байланыстардың валенттік тербелістерінің аймақтары болмайды.



Сурет 16 - Бутилметакрилат пен винилацетаттың сополимерінің ИҚ-спектрі

Сонымен қатар бутилметакрилаттың, винилацетаттың және  $\alpha$ -олефиннің байланыстарының бензоил тотығының қатысуымен сополимеризациясы 17 суретке сәйкес келтірілді. Сополимердің алынған спектрінен, -СО байланыстарына тән жұтылу жолақтары бар екендігі көрінеді.



Сурет 17 - Бутилметакрилаттың, винулацетаттың және  $\alpha$ -олефиннің қосындыларының үштік сополимерінің ИҚ-спектрі

1717-1724  $\text{cm}^{-1}$  аймағындағы сіңіру димерлік жағдай үшін тән,  $\text{C}=\text{O}$  карбоксылды топтың валенттік тербелісі бутилметакрилатты барлық сополимерлерде байқалады.

Бұл сополимерде физика-химиялық қасиеттер анықталған. Өнімді иістендірілген көмірсутектерде, спиртте, кетонда, хлортуынды көмірсутектерде ерітеді.

$\text{C}_{19}$ - $\text{C}_{24}$  көміртекті атомдардың молекуласында болатын,  $\alpha$ -олефинді көмірсутекпен қосылысында модификацияланған бутилметакрилат, винулацетат негізіндегі сополимер, оның мұнай және мұнайөнімдеріне депрессорлық қоспалар ретінде пайдалану мүмкіндігін, атап айтқанда төмен температуралы дизельдік отындардың пайдалану қасиеттерін реттеу және жақсарту мақсатында синтезделінді.

### 3.2.2 Олейн қышқылы, бутилметакрилат, винулацетат негізінде депрессаторларды синтездеу және зерттеу

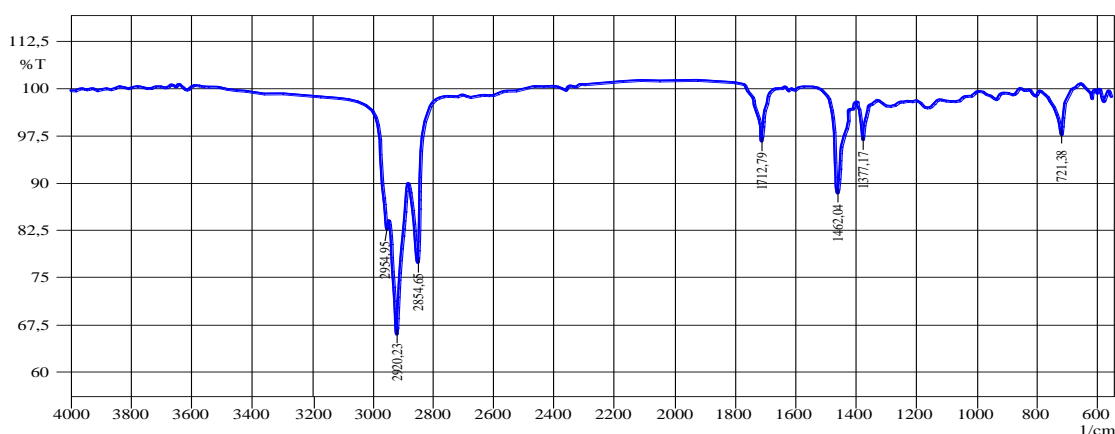
Олейн қышқылы және бутилметакрилаттың сополимерленуі 1:1, 1:2, 2:1-ге тең бастапқы реагенттердің қатынасында сополимеризациясын жүргізу бензоилдың асқын тотығы көмегімен жүзеге асырылды [166].

Сополимерлену реакциясын үш мойынды шеңбер тәрізді, тоңазытқыш, тамшылатушы үріңке және шыны араластырғышпен жабдықталған 500 мл ыдысқа әр түрлі қатынаста: а) 100 мл бутилметакрилатпен 100 мл олейн қышқылы, немесе винулацетат; б) 50 мл олейн қышқылы, 100 мл бутилметакрилат, в) 100 мл олейн қышқылы, 50 мл бутилметакрилат құйып, араластырғышты қосып, май құйылған монша көмегімен біртіндеп қыздырылады. Реакциялық ортаның температурасын  $25^{\circ}\text{C}$ -қа жоғарылатып тамшылатқыш үріңке арқылы бензоилдың асқын тотығынан 0,5% көлемінде қосылады. Сополимерлену реакциясы  $100^{\circ}\text{C}$  температурада 4 сағат көлемінде

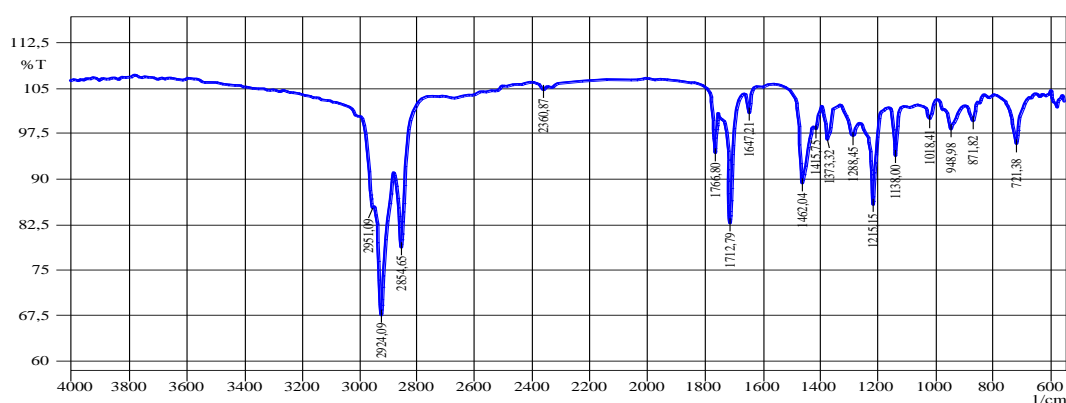
жүргізіледі. Олейн қышқылы және бутилметакрилат негізінде синтезделінген сополимерінің қышқылдық саны және карбоксилды топтардың мөлшері 13-ші кестеде және ИҚ-спектры 18 суретке сәйкес берілген. Олейн қышқылы және винилацетат негізінде синтезделінген сополимердің ИҚ-спектры 19 суретке сәйкес берілген.

Кесте 13 – Бутилметакрилат және олейн қышқылының негізінде синтезделінген депрессатордың физика-химиялық қасиеттері

Көрсеткіштер	Депрессатор құрамы		
	ОК+БМА (1:1)	ОК +БМА (1:2)	ОК +БМА(2:1)
Сыртқы көрінісі	ашық-сары түсті тұтқыр сұйықтық		
Қышқылдық саны, мг КОН/г	76,13	61,68	84,7
Карбоксилды топтардың мөлшері	6,12	4,96	6,8



Сурет 18 – Бутилметакрилат және олейн қышқылы негізінде синтезделінген депрессаторды қосқандағы сіңірілу ИК-спектрі

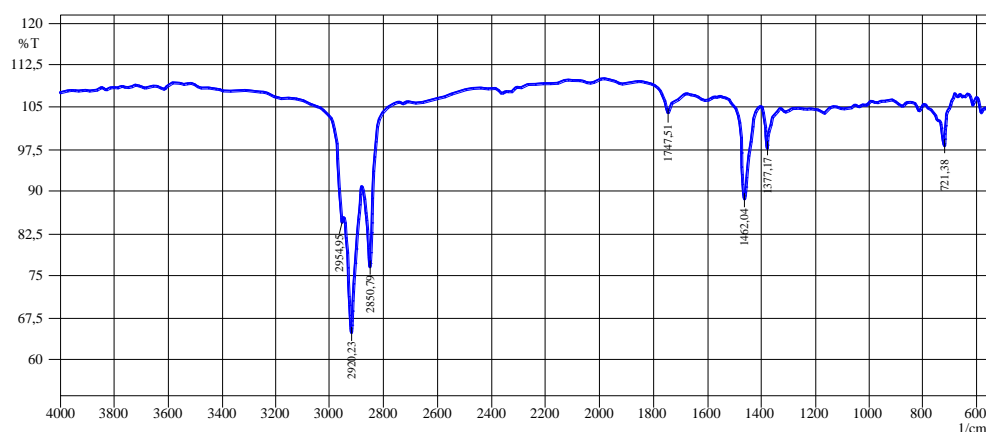


Сурет 19 – Винилацетат және олейн қышқылы негізінде синтезделінген депрессаторды қосқандағы сіңірілу ИК-спектрі

### 3.2.3 Бутилметакрилат және олеин қышқылының метил эфирі негізіндегі депрессаторларды синтездеу және зерттеу

Бутилметакрилат және олеин қышқылының метил эфирі негізіндегі депрессаторларды синтездеу үшін мономерлерді 1:1 қатынаста алынды. Сопорлимелену реакциясын үш мойынды шеңбер тәрізді, тоңазытқыш, тамшылатушы үріңке және шыны араластырғышпен жабдықталған 500 мл ыдысқа 100 мл бутилметакрилат, 100 мл олеин қышқылының метил эфирі құйылады және араластырғышты қосып, тамшылатқыш үріңке арқылы бензоилдың асқын тотығынан 0,5% көлемінде қосылады. Реакциялық ортаны араластырып, май құйылған монша көмегімен біртіндеп қыздыру арқылы температураны 100<sup>0</sup>С-қа дейін жоғарылатып, сополимерлену процесін 8 сағат төңірегінде жүргізіледі. Бутилметакрилат және олеин қышқылының метил эфирі негізінде синтезделінген депрессаторды шартты түрде ДПН-10 деп белгіленді.

Бутилметакрилат және олеин қышқылының метил эфирі негізінде синтезделінген депрессатордың сіңірілу ИК-спектрі 20-Суретте берілген.



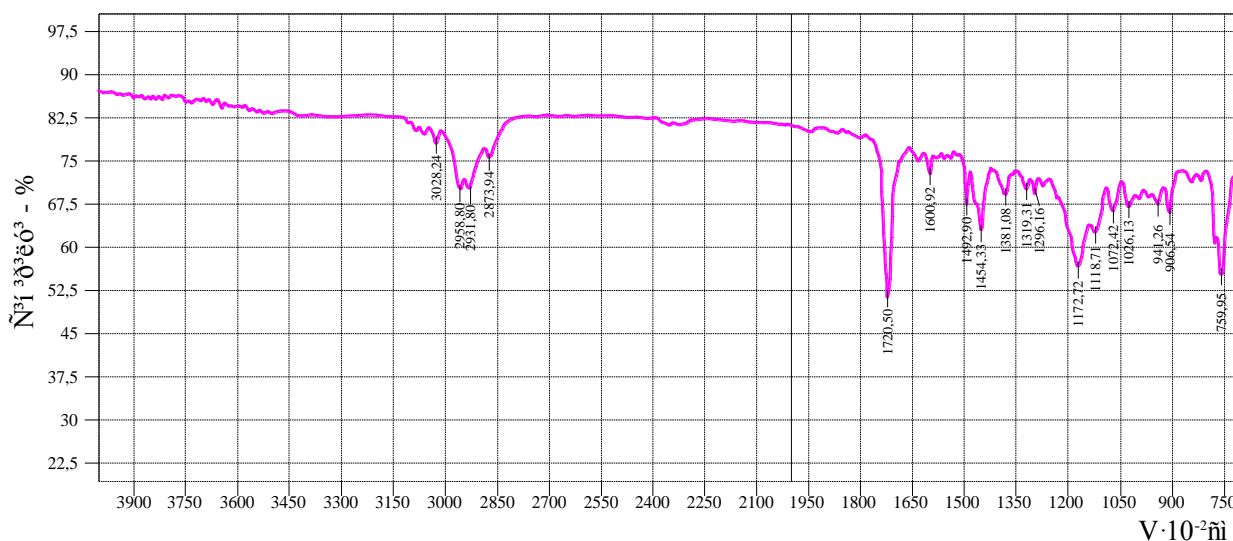
Сурет 20 – Бутилметакрилат және олеин қышқылының метил эфирі негізінде синтезделінген депрессатордың сіңірілу ИК-спектрі

### 3.2.4 Стирол мен бутилметакрилат, стирол мен олеин қышқылының метил эфирі негізінде депрессаторларды синтездеу және зерттеу

Стирол мен бутилметакрилат, стирол мен олеин қышқылының метил эфирі негізінде депрессаторларды синтездеу зертханалық жағдайда үш мойынды шеңбер тәрізді, тоңазытқыш, тамшылатушы үріңке және шыны араластырғышпен жабдықталған 500 мл ыдыста мономерлердің эквимолекулярлық қатынаста алынған мөлшерде жоғарыдағыдай радикалды сополимеризациясы жүргізілді. Стирол, бутилметакрилат және олеин қышқылының метил эфирі негізінде синтезделінген депрессаторды шартты түрде ДПН-9 деп белгіленді [164 б. 404-411].

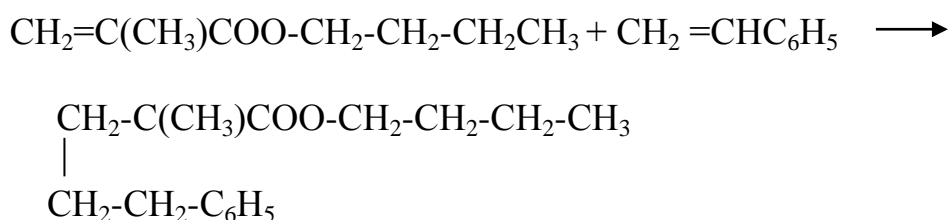
Зерттеулер, берілген жағдайда стиролмен бутилметакрилат немесе олеин қышқылының метил эфирі сополимеризациясын жүргізу кезінде, алынған қосылыс біркелкі құрылым мен біртекті құраммен сипатталатындығын

көрсетті. Өнімділік дәрежесі 95–97%-ды құрайды, бұл дизельдік отында қосынды ретінде пайдалану кезінде оң нәтиже береді. Зерттелетін сополимерлерлердің ИК-спектрінде 21 суретке сәйкес C=C байланыстарының жұтылуының жиілігіне сәйкес, 1640 см<sup>-1</sup> аймақтарында жұтылу жолағы болмайды; бензол сақинасының C=C екілік байланыстарының валенттік тербелістеріне тән - 1600–1620 см<sup>-1</sup> аймақтыр болмайды. Стиролмен олейн қышқылының метил эфирі ИК-спектрінде COOCH<sub>3</sub> топтарына тән, 1433 см<sup>-1</sup> аймағындағы жұтылу жолақтары болады.

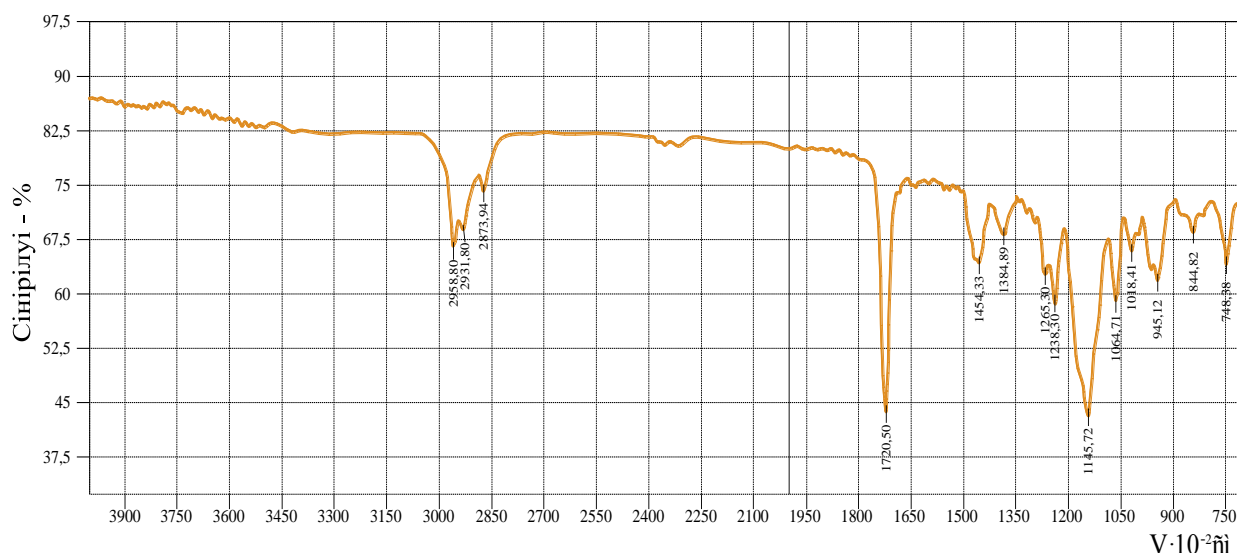


Сурет 21 - Стиролмен бутилметакрилаттың сополимерінің сіңірілу ИҚ-спектрі

Стиролмен бутилметакрилаттың сополимерлену процесі келесі реакция бойынша жүреді:

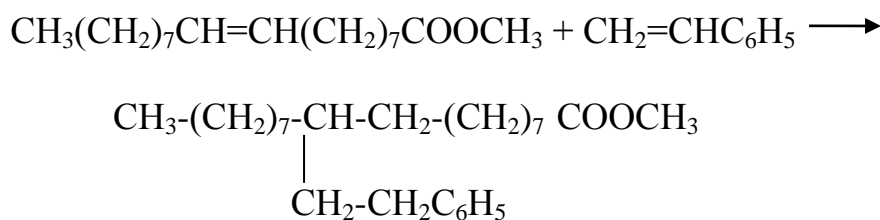


Стиролмен олейн қышқылының метил эфирінің ИҚ-спектроскопиялық суретінен көрініп тұрғандай 22 суретке сәйкес әсерлесуінің нәтижесінде, C=C байланысының жұтылу жиілігіне тән, 1640 см<sup>-1</sup> аймағына жататын, спектрде жұтылу жолақтары жоғалады және жаңа өнім пайда болғандығын айқындайды.



Сурет 22 - Стиролмен олейн қышқылының метил эфирі сополимерінің сіңірілу ІК-спектрі

Нәтижеде реакция келесі бағытта жүреді:



3.2.5 Фенилантранил және себацин қышқылдарымен этиленгликоль қатысында депрессаторларды синтездеу және зерттеу

Аналитикалық зерттеулер нәтижесі көрсеткендей депрессорлық қосындының негізгі тізбек көмірсутектерімен байланысқан тармақталған алкил топтарының ұзындығы артқан сайын, олардың қату температурасын соғұрлым төмендету мүмкіндігі туындайды.

Сол себепті, фенилантранил және себацин қышқылдарын қышқылдық катализаторлардың қатысуымен поликонденсациямен біргелікте этиленгликольмен этирификациялау процестері жүргізілді [166 б. 594-600].

Поликонденсация және этирификация процестері үш мойынды шеңбер тәрізді, тоңазытқыш, тамшылатушы үріңке және шыны араластырғышпен жабдықталған 500 мл ыдыста мономерлердің эквимолекулярлық қатынаста 1:1:1 жүргізілді. Ыдысқа 100 мл фенилантранил және 100 мл себацин қышқылдарын құйып, араластырғышты қосып күкірт қышқылынан 0,5% мөлшерде тамшылатқыш үріңке арқылы қосылады. Реакциялық ортаны араластырып, май құйылған монша көмегімен біртіндеп қыздыру арқылы температураны 90<sup>0</sup>С-қа дейін жоғарылатып, поликонденсация процесін 3 сағат төңірегінде жүргізіледі.



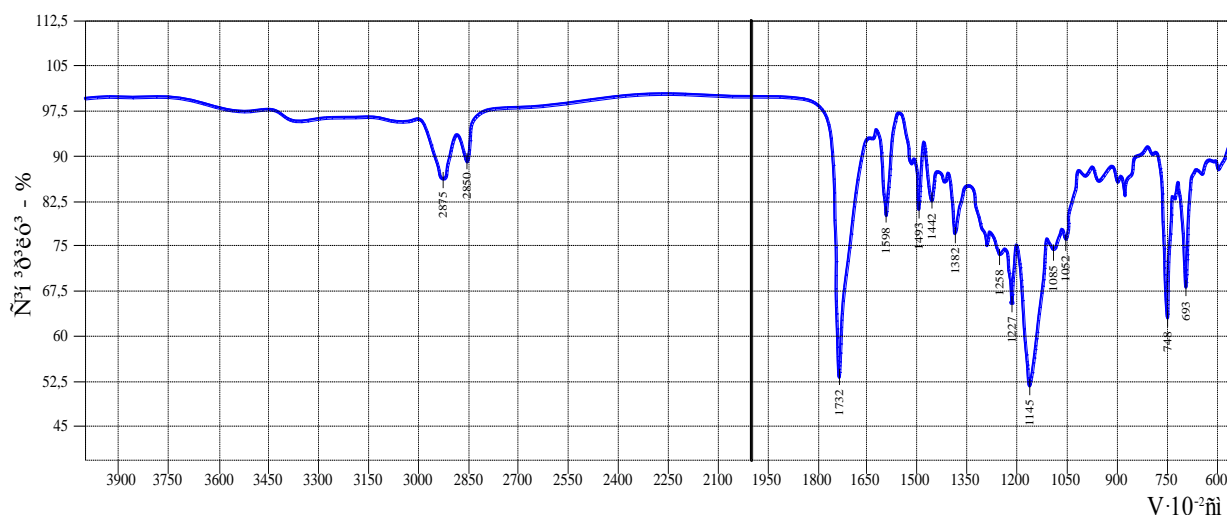
Реакция барысын бөлінген су мөлшері мен қышқылдық санның мөлшерінің негізінде бақыланады. Этирификация процесі поликонденсацияланған өнімге 100 мл этиленгликольден қосып 90<sup>0</sup>С-та 30-45 минут төңірегінде жүргізіледі. Фенилантранилмен себацин қышқылдары және этиленгликоль негізінде синтезделінген депрессаторды шартты түрде ДПН-12 деп белгіленді.

Фенилантранилмен себацин қышқылдары және этиленгликоль негізінде алынған депрессаторлардың кейбір физика-химиялық қасиеттері анықталды, олар 14-ші кестеде келтірілген.

Кесте 14 - Полимердің физика-химиялық қасиеттері

Көрсеткіштердің аталуы	Мәні
Сыртқы көрінісі	қанық-қоңыр түсті қатты зат
Қышқылдық санның мөлшері, мг КОН/г	76,77
Карбоксилді топтың мөлшері, мг КОН/г	6,31
Гидроксилді топтың мөлшері, %	3,25
Ерігіштік	ароматты көмірсутектерде жақсы ериді, спиртке
Механикалық қоспалардың салмақ мөлшері, мас.%, жоғары емес	0,10
Ылғалдың салмақтық мөлшері, %	іздері

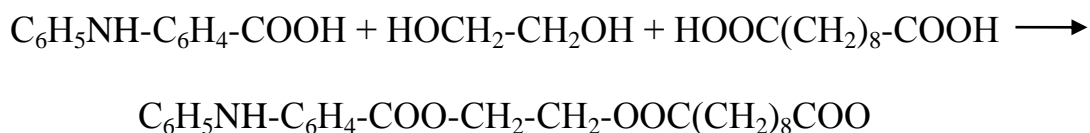
Фенилантранилмен себацин қышқылдары және этиленгликоль негізінде алынған депрессатордың ИК-спектроскопия көмегімен 23 суретке сәйкес зерттелді.



Сурет 23 - Фенилантранил, себацин қышқылдары және этиленгликоль негізінде синтезделінген депрессатордың сіңірілу ИҚ-спектрі



Фенилантранил, себацин қышқылдары және этиленгликоль негізінде синтезделінген депрессатордың сіңірілу ИҚ-спектрде себацин, сонымен қатар фенилантранил қышқылдардың -COOH топтарына тән, 3000-2500 см<sup>-1</sup> аймағындағы, этиленгликольдің -ОН топтарына жататын, 3625 см<sup>-1</sup> және 887 см<sup>-1</sup> аймағындағы сіңіру жолақтары байқалмайды. Олардың орнына қалыптасқан -C=O эфирлік байланыстарға тән, 1732 см<sup>-1</sup> аймағында жұтудың қарқынды сіңіру жолақтары көрінеді. Яғни, этирификация процесінде реакция карбоксил тобы арқылы жүретіндігі байқалды. Демек реакция келесі бағытта жүреді:

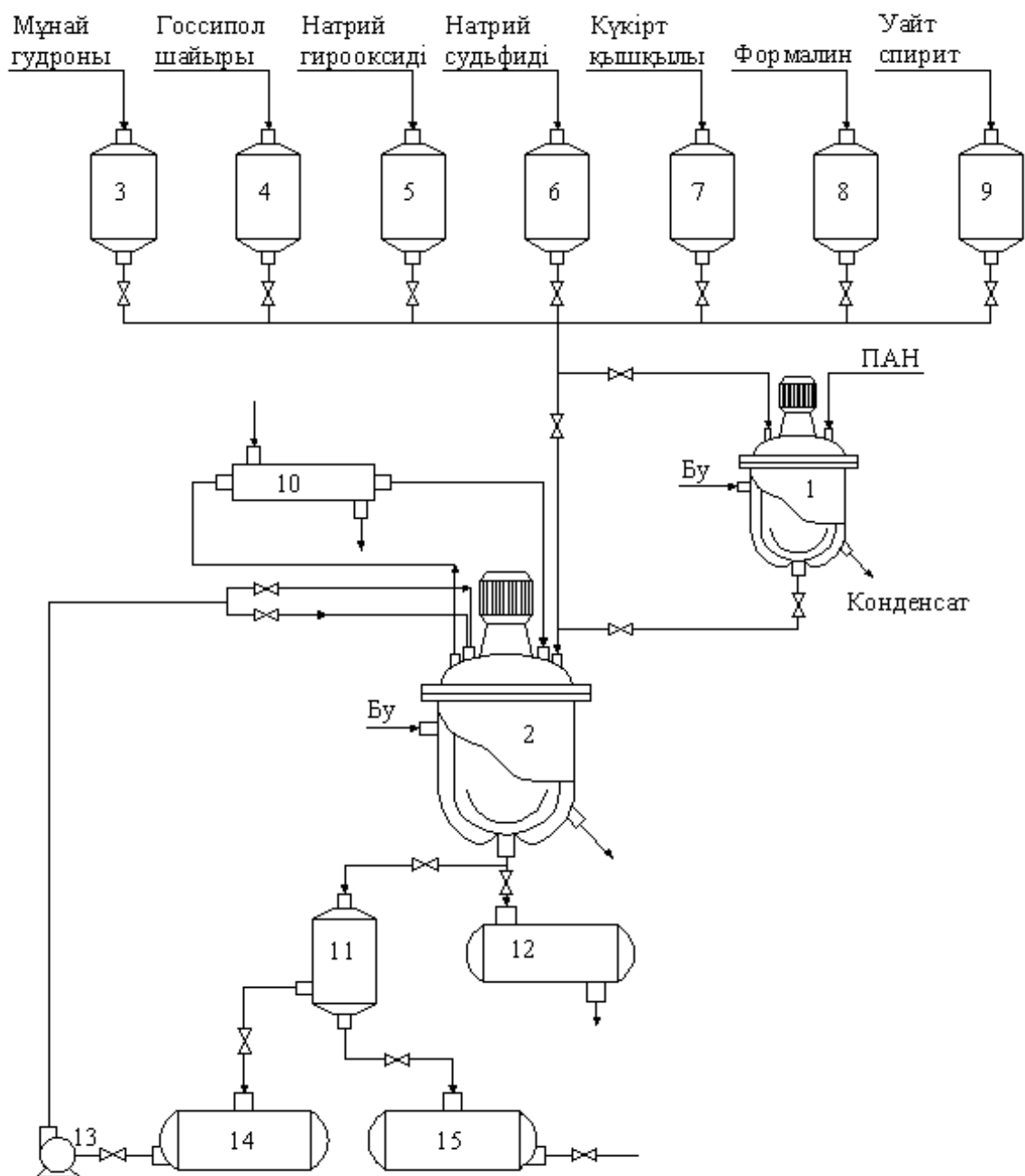


3.3 Өндіріс қалдықтары және мономерлер негізінде синтезделінген депрессаторларды алу технологиясын құрастыру

**Мақта майы өндірісінің қалдығы - госсипол шайыры және Құмкөл мұнайының өндеудегі қалдығы – гудрон негізінде депрессаторды алу технологиясы (ДПН-1).** Реакторға (2) 24 суретке сәйкес (3) ыдыстан 50 кг Құмкөл мұнайының қалдығы-гудрон, ыдыстан (4) 50 кг мақта майы өндірісінің қалдығы-госсиполды шайыр және ыдыстан (7) 2,5 л 1% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> сулы ерітіндісі құйылады.

Араластырғышты қосып, реактордың жейдесіне буу беру арқылы реакциялық массаның температурасын 80-90<sup>0</sup>С–қа дейін қыздырылады, процесті біркелкі гомогенді сұйық масса түзілгенге дейін жүргізіледі. Содан соң реакциялық массаны 95-98<sup>0</sup>С–қа дейін көтеріп, оған ыдыстан (8) 35%-дық формалин ерітіндісінен 10 л қосып 2,5-3,0 сағат поликонденсация процесін қышқыл ортада жүргізіледі. Нәтижеде мұнай гудронының және госсипол шайырының құрамындағы көмірсутектер формалин арқылы поликонденсациялық өнімдер түзеді. Алынған өнімді модификациялау үшін реакторға ыдыстан (6) натрий сульфидінің (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) 10%-дық ерітіндісінен 10 л қосып 70-80<sup>0</sup>С-та 0,5-1,0 сағат көлемінде сульфирлеу процесі біріңғай масса түзілгенше жүргізіледі.

**Полиакрилнитрил, мұнай гудроны және госсипол шайыры негізінде депрессаторды алу технологиясы (ДПН-2).** Реакторға (1) 24 суретке сәйкес ыдыстан (5) 500 кг 5%-ды натрий гидроксидінің сулы ерітіндісі құйылады. Араластырғышты қосып, реакторға (1) 50 кг полиакрилнитрил (ПАН) ұнтағы қосылады. Араластыру нәтижесінде реакциялық масса біркелкі суспензия түзілген соң, реактордың жейдесіне буу беру арқылы температураны 60-70<sup>0</sup>С–қа дейін қыздырып, 1 сағат көлемінде ПАН-ның толық ісіну процесі жүргізіледі. Ісіну процесінен кейін сабындану процесін 95-98<sup>0</sup>С-та 2,5-3,0 сағат көлемінде жүргізіледі. ПАН-ның сабындану процесі аммиактың бөлінуімен жүреді. Реакция барысында аммиактың көп мөлшерде бөлінуі байқалады (0-30 мин аралығында), ал содан соң аммиактың бөлінуі біркелкі жүреді (30-150 минут). Реакцияның соңында аммиактың бөлінуі төмендейді.



1,2 – реакторлар; 3 – мұнай гудронына арналған ыдыс; 4 – госсиполдық шайырға арналған ыдыс; 5 – натрий гидрооксидіне арналған ыдыс; 6 – натрий судьфидіне ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )-ке арналған ыдыс; 7 – күкірт қышқылына арналған ыдыс; 8 – формалинге арналған ыдыс; 9 – уайт спиритке арналған ыдыс; 10 – салқындатқыш; 11 – сепаратор; 12 – дайын өнімге арналған ыдыс; 13 – плунжерлік сорап; 14 – май қышқылдарына арналған ыдыс (сұйық бөлігі); 15 – май қышқылдарына арналған ыдыс (шөкпе бөлігі)

Сурет 24 - Гудрон, госсиполдық шайыр және полиакрилнитрилдің негізіндегі депрессаторларды алудың иілмелі технологиялық сұлбасы

Сабындану процесінде реакциялық қоспаның түсі ақ түстен ақшыл сары түске өзгереді (30-40 мин.), содан соң ашық-қызылға, ал реакция соңында өнім қою тұтқырлы сары түске айналады. Алынған тұтқыр полиэлектролитті, яғни өнімді модификациялау үшін бірінші реактордан (1) екінші реакторға (2) құйылады. Алынған өнімді модификациялау процесі бірнеше бағытта жүргізіледі: 1) реакциялық массаға 10 кг мұнай гудроны (3) қосылады; 2) реакциялық массаға 10 кг госсипол шайыры (4) қосылады; 3) реакциялық массаға 10 кг мұнай гудроны (3) және 10 кг госсипол шайыры (4) қосылады. Модификация процесі 95-98<sup>0</sup>С температурада 2,5 сағат көлемінде жүргізіледі. Нәтижеде қара түсті, тұтқыр, гомогенді масса түзіледі.

**Госсипол шайыры негізінде депрессаторды алу технологиясы (ДПН-3).** Реакторға (2) 24 суретке сәйкес 50 кг госсипол шайырын (4) саламыз және 250 л 1% натрий гидроксидінің (5) сулы ерітіндісін қосамыз. Араластырғышты қосып, реактордың жейдесіне бу беру арқылы реакциялық массаның температурасын 80-90<sup>0</sup>С–қа қыздырып, сабындану процесі 2,5-3,0 сағат көлемінде жүргізіледі. Реакция нәтижесінде госсипол шайырының сабынданбаған бөлігі шөкпеге түседі, ал сабынданған бөлігі ерітіндіге өтеді. Сабынданбаған фракцияларды экстракциялау үшін, вакуум аппараты арқылы 50 л уайт спиритін қосып, сұйық бөлігі ажыратып алынады. Сұйық бөлігін ажыратып алу процесі сепаратор (11) де жүргізіледі. Нәтижеде қоспа екі бөлікке бөлінеді, яғни сұйық және шөкпе. Шөкпе сепаратордың төменгі жағынан ыдыста (15) сақталынады. Сұйық бөлігі ыдыста (14) жиналады, одан ортадан тепкіш сорғыш (13) арқылы реакторға (2) беріледі. Алынған өнім, 60-70% натрий тұзынан және C<sub>11</sub>-C<sub>17</sub> құрамы бар қанықпаған май қышқылдарынан тұрады. Реакторға, яғни өнімге 10 кг натрий сульфитін (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) және 10 л 35%-дық формалиннің ерітіндісін қосып, 1,5-2,0 сағат көлемінде 70-80<sup>0</sup>С та сульфометилдеу реакциясы жүргізіледі.

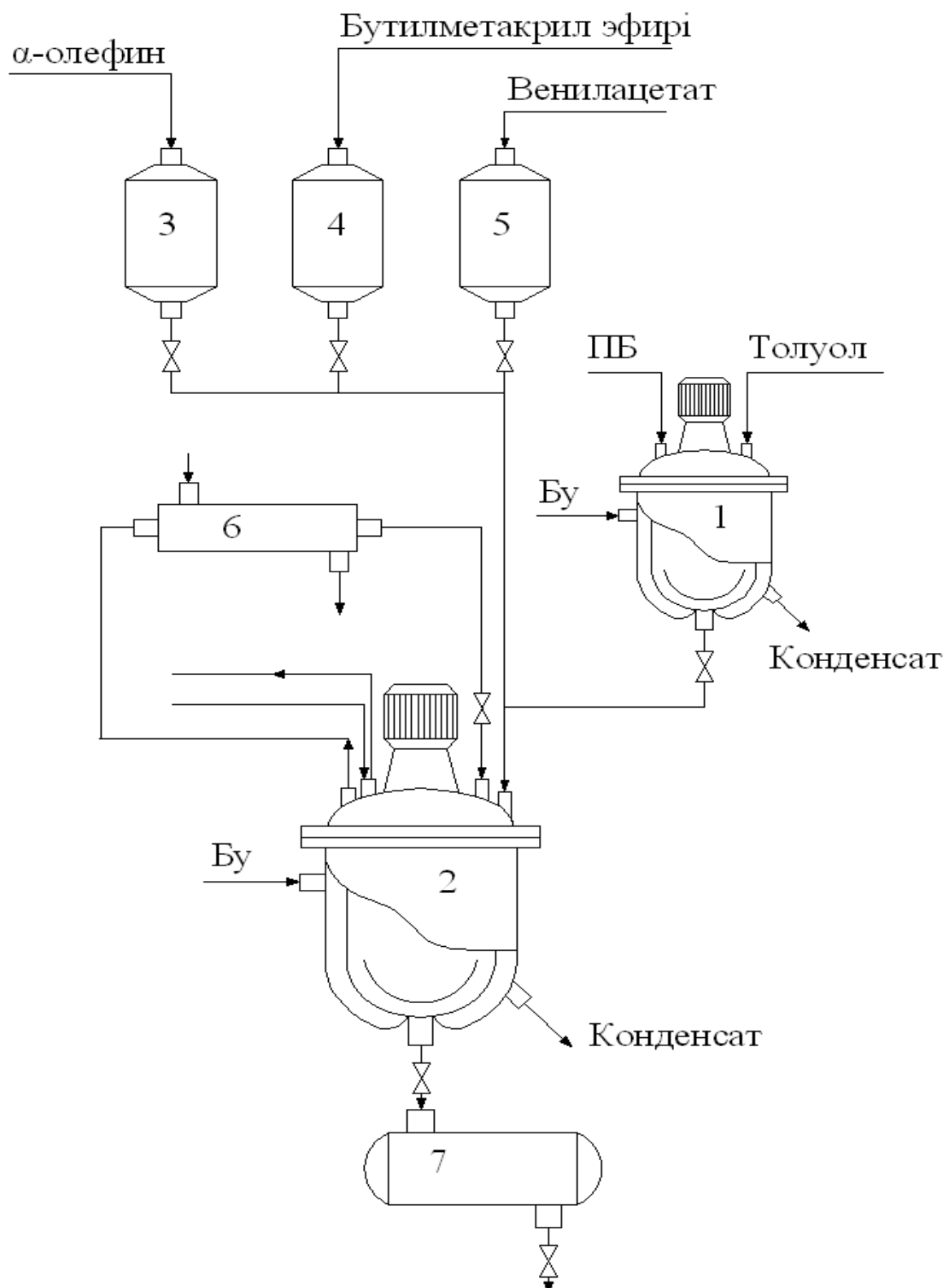
**Аминофенол және госсипол шайыры негізінде депрессаторды синтездеу (ДПН-4).** Үш мойынды шеңбер тәрізді, тоңазытқыш және шыны араластырғышпен жабдықталған 500 мл ыдысқа 100 мл аминофенол, 100мл госсипол шайыры және 20 мл 35%-дық формалиннің ерітіндісін құямыз. Араластырғышты қосып, реакциялық массаға NaOH 10%-дық ерітіндісінен тамшылатып қосу арқылы рН=10 дейін жоғарлатып 80-90<sup>0</sup>С-та поликонденсация реакциясы 2-2,5 сағат көлемінде жүргізіледі. Поликонденсация процесі судың бөлінуімен жүреді, сол себепті процесті бақылау бөлінген судың мөлшеріне қарап анықталады.

**Полиакрилнитрил және госсипол шайыры негізінде депрессаторды алу технологиясы (ДПН-5).** Реакторға (1) 24 суретке сәйкес ыдыстан (5) 500 кг 5%-ды натрий гидроксидінің сулы ерітіндісін құйылады. Араластырғышты қосып, ыдысқа 50 кг полиакрилнитрил (ПАН) ұнтағы қосылады. Араластыру нәтижесінде реакциялық масса біркелкі суспензия түзілген соң, реактордың жейдесіне бу беру арқылы температураны 60-70<sup>0</sup>С–қа дейін қыздырып, 1 сағат көлемінде ПАН-ның толық ісіну процесі жүргізіледі.

Ісіну процесінен кейін сабындану процесін 95-98<sup>0</sup>С-та 2,5-3,0 сағат көлемінде жүргізіледі. ПАН-ның сабындану процесі аммиактың бөлінуімен жүреді. Реакция барысында аммиактың көп мөлшерде бөлінуі байқалады (0-30 мин аралығында), ал содан соң аммиактың бөлінуі біркелкі жүреді (30-150 минут). Реакцияның соңында аммиактың бөлінуі төмендейді. Сабындану процесінде реакциялық қоспаның түсі ақ түстен ақшыл сары түске өзгереді (30-40 мин), содан соң ашық-қызылға, ал реакция соңында өнім қою тұтқырлы сары түске айналады. Алынған тұтқыр полиэлектролитті, яғни өнімді модификациялау үшін бірінші реактордан (1) екінші реакторға (2) құйылады. Алынған өнімді модификациялау, яғни поликонденсация процесін жүргізу үшін 25 кг госсипол шайыры қосылады және реакциялық массаны 95-98<sup>0</sup>С температураға жоғарлатып, процесті 2,5 сағат көлемінде жүргізіледі. Реакция нәтижесінде тұтқыр, гель тәрізді, қара-қоңыр түсті, аммиак иісті масса түзіледі. Госсипол шайырының сабынданбаған бөлігін уайт-спиритпен экстрагирленеді. Алынған өнім мұнайды сусыздандыру процесінде деэмульгатор және мұнайды тасымалдауда депрессатор ретінде ұсынылды.

#### **3.4 Бутилметакрилат, $\alpha$ -олефин және винилацетат негізінде депрессаторларды алу технологиясы**

(2) реакторына араластыру кезінде 25 суретке сәйкес (4) ыдысынан 50 кг бутилметакрилді эфир және (3) ыдысынан 50 кг  $\alpha$ -олефин қосады, одан соң (1) реакторына толуолдың 200 кг еріткішін және онда ерітілген 100 г бензоил асқын тотығының инициаторын қосады. Мономерлер көлем бойынша толығымен таралғанша араластырады және 30 минут бойы 323<sup>0</sup>С дейін қыздырып 30 минут бойы сол температураны ұстап тұрады. Сополимеризация реакциясын 100-120<sup>0</sup>С температурада 4 сағат бойы жүргізеді. Одан соң (2) реакторына мен (5) ыдысынан 50 кг винилацетат қосады. Сополимеризация процесі 120<sup>0</sup>С температурада 2 сағат бойы жүргізіледі. Бұл кезде сополимеризация процесінде реакциялық масса гомогенделеді және тұтқыр сұйық масса алынады. Одан соң дайын өнімді (2) реакторынан (7) ыдысына құяды.



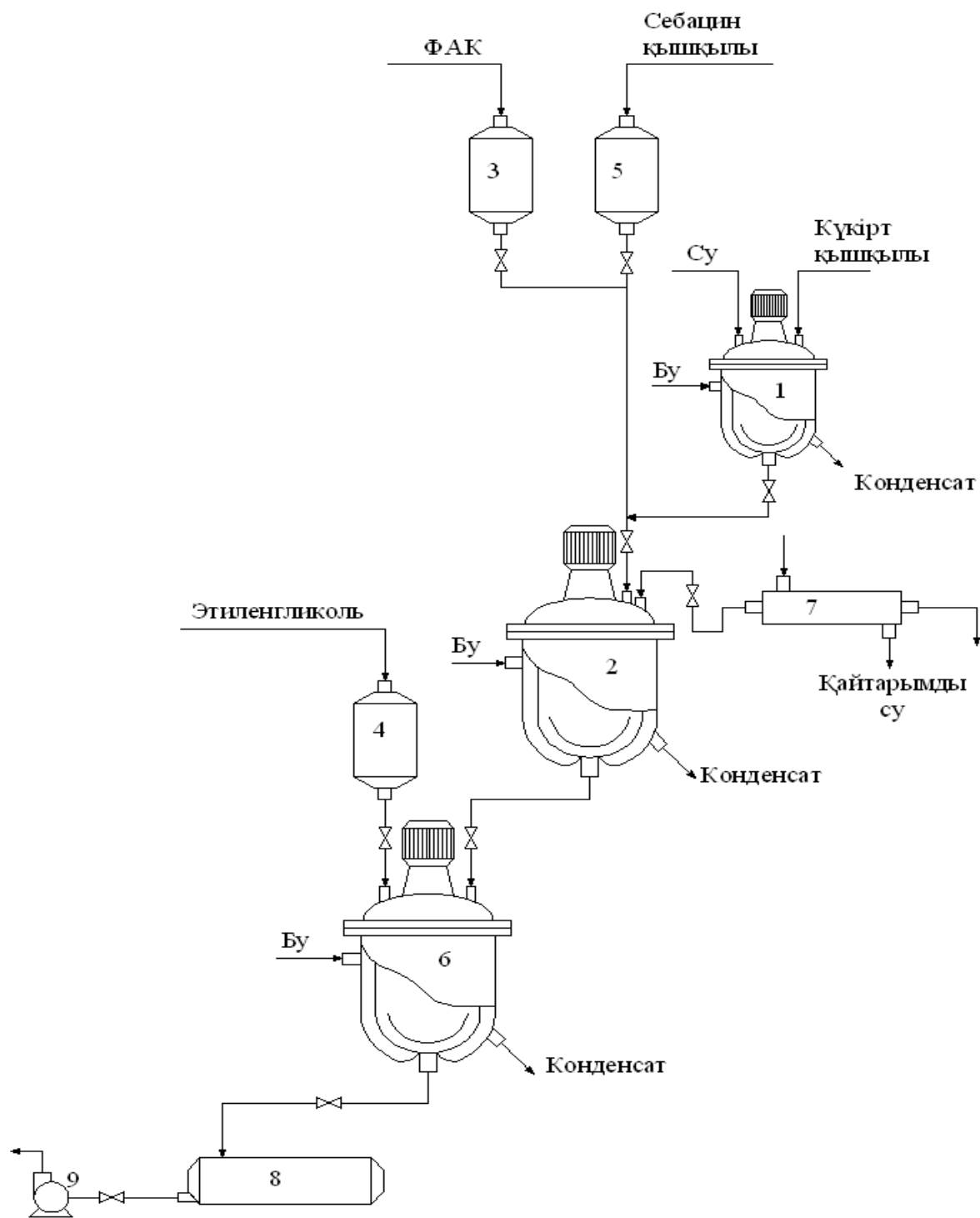
1 - толуол және бензоил асқын тотығының инициаторының реакторы;  
 2 - реактор; 3,4,5 - мономерлер үшін сұйықтар; 6 - суытқыш; 7 - депрессаторға арналған ыдыс

Сурет 25 - Бутилметакрилат,  $\alpha$ -олефин және венилацетат негізінде депрессаторларды алу технологиясы

### **3.5 Фенилантранил және себацин қышқылдарымен этиленгликоль қатысында депрессаторларды алу технологиясы**

Поликонденсация және этерификация процестері қышқылдық, сілтілік ортаға бейім эмальданған реакторда жүргізіледі. Ол реактор тоңазытқыш, араластырғыш және жейдемен 26 суретке сәйкес жабдықталған. Көлемі 500 л реакторға (2) ыдыстан (3), (5) 100 л фенилантранил және 100 л себацин қышқылдары құйылады. Реактордың (2) араластырғышын қосып, алдын ала бірінші реакторда дайындалған, 0,5% концентрациядағы күкірт қышқылынан аз мөлшерде тамшылатып рН=2-ге дейін қосылады. Реакциялық ортаны араластырып, реактордың (2) жейдесіне бу беру арқылы біртіндеп қыздырып температураны 90<sup>0</sup>С-қа дейін жоғарылатып, поликонденсация процесін 3,0 сағат төңірегінде жүргізіледі.

Реакция барысын тоңазытқышта (7) бөлінген су мөлшері мен қышқылдық санның мөлшерінің негізінде бақыланады. Судың бөлінуі тоқтаған соң алынған өнім екінші (2) реактордан алтыншы (6) реакторға өткізіледі. Этерификация процесі екінші (2) реакторда поликонденсацияланған өнімге төртінші (4) ыдыстан 100 л этиленгликольден қосып 90<sup>0</sup>С-та 30-45 минут төңірегінде жүргізіледі. Нәтижеде сарғыш түсті, тұтқыр қою массаға ие болған өнім алынады. Алынған өнім сегізінші (8) ыдыста сақталып, плунжерлік сорап (9) арқылы керекті тасымалдау ыдыстарына құйылады және тұтынушыға жеткізіледі. Фенилантранилмен, себацин қышқылдары және этиленгликоль негізінде синтезделінген депрессаторды шартты түрде ДПН-12 деп белгіленді.



- 1 – күкірт қышқылының ерітіндісін дайындайтын реакторы;  
 2 – поликонденсация реакторы; 3 - фенилантронил қышқылына арналған ыдыс;  
 4 – этиленгликольге арналған ыдыс; 5 – себацин қышқылына арналған ыдыс;  
 6 – этерификация реакторы; 7 – тоңазытқыш; 8 – депрессор қоспасына арналған ыдыс; 9 – плунжерлік сорап

Сурет 26 - ДПН-12 депрессорлы қоспасын алудың технологиялық сұлбасы

Үшінші бөлімді қорытындылай келе депрессаторларды мақта майы өндірісінің қалдығы - госсипол шайыры, Құмкөл мұнайын өндеудегі қалдығы - гудрон және мономерлер негізінде синтездеу процестері қарастырылады. Екі сатылы полимерлену, поликондесациялау және модифицирлеу әдістерін қолдана отырып мұнай гудроны, мақта майының госсипол шайыры және олефиндер мен аминоароматты қосылыстарды мономерлер негізінде көп функционалды қасиеттерге ие, комплексті депрессаторлар синтезделініп, алу технологиялары құрастырылды. Өнімді алуды қамтамасыз ететін оңтайлы процестерімен параметрлері көрсетілді.

Депрессаторларды синтездеу процестерінде сополимеризациялау, поликонденсациялау және модификациялау реакцияға кірісетін компоненттердің, катализаторлармен инициаторлардың қатынастары мен концентрацияға, температура мен уақытқа байланысты тиімді және оңтайлы процестерімен параметрлері анықталды.

Синтезделінген депрессаторлардың физика-химиялық қасиеттерін электронды микроскопия, ИҚ-спектрометрия, элементтік сараптама әдістермен зерттелініп, құрылымы мен химиялық құрамы анықталды және депрессорлы қосындыларды алудағы технологиялық сұлбалар көрсетілді.



#### 4 СИНТЕЗДЕЛІНГЕН ДЕПРЕССАТОРЛАРДЫҢ ҚҰМКӨЛ МҰНАЙЫНЫҢ ЖӘНЕ ӨНІМДЕРІНІҢ ПАЙДАЛАНУ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

##### 4.1 Өндіріс қалдықтары – мұнай гудроны және мақта майының госсипол шайыры негізінде аминокароматты депрессаторлардың Құмкөл мұнайының және өнімдерінің пайдалану қасиеттеріне әсерін зерттеу

Синтезделген депрессаторлардың мұнайдың қату температурасына әсерін анықтау үшін мұнайдың фракциялық құрамы анықталды, олардың мұнайдың қату температурасына әсері зерттелді. Осыған байланысты Құмкөл кенорнының мұнайының фракциялық қасиеттері зерттелді.

15-ші кестеде Шымкент НПЗ (ТОО «ПетроКазахстанОйлПродактс») жағдайында өңделетін, Құмкөл кенорнының зерттелетін мұнайының фракциялық құрамы келтірілген.

Кесте 15 - Құмкөл кенорнының мұнайының фракциялық құрамы

Температура, °С	Фракциялық құрамы, %
100	10
120	13,5
150	21
160	23
180	26,5
200	29,5
220	33
240	36,5
260	40
280	44
300	48

Зерттелетін мұнайдың 48% көлеміндегі барлық жеңіл фракциялардың қосындысы мұнайдың қату температурасының төмендеуіне аз ғана әсер етеді. Мұнайдың қату температурасын төмендету үшін госсиполды-шайыр мен гудрон – майөндірісінің шығымдарының негізіндегі ДПН-1,2 синтезделген депрессаторлары пайдаланылды [157 б. 488-491, 158 б. 61-64].

Депрессаторларды ДПН-1,2 пайдаланумен жүргізілген зерттеулер мұнайдың қату температурасының 12-ден 7<sup>0</sup>С-қа дейін төмендегенін көрсетеді. Депрессаторларсыз мұнайдың қату температурасы 12<sup>0</sup>С-қа тең депрессатор концентрациясына тәуелділігі 16-шы кестеде келтірілген.

Кесте 16 - ГОСТ 20287 Құмкөл мұнайы мен бойынша ДПН-1,2 депрессаторын пайдалану бойынша тәжірибелік берілгендер

Мұнай	Көлем, мл	Депрессатор көлемі, %	Депрессатормен қату температурасы Т, °С	
			ДПН-1	ДПН-2
Құмкөл мұнайы	100	-	12	12
	100	0,005	12	11,5
	100	0,001	11	11
	100	0,05	10	9,5
	100	0,025	9	8,5
	100	0,01	8	8
	100	0,1	7	7,5

Құмкөл мұнайының қату температурасына синтезделген депрессаторлар ДПН-1,2 концентрациясының (0,1-0,005%) әсерін анықтау бойынша жүргізілген зерттеулер, оларды 0,1-ден 0,005%-ға дейін қосу кезінде Құмкөл мұнайының қату температурасының төмендейтіндігін көрсетті.

Ендіру мұнайдың қату температурасын төмендетуге көмектеседі және осындай әдіспен олардың аққыштығы жақсарады және сәйкесінше құбырөткізгіштегі қысым төмендейді және мұнайдың цистернадан төгілуі жақсарады. Осындай әдіспен, ДПН-1,2 сериялы депрессаторының әсер ету тиімділігі асфальтендердің, шайырдың, парафиндер мен мұнайдың мөлшеріне байланысты болатындығы анықталды.

Госсиполды шайыр мен гудрон – майөндірісінің шығымдарының негізіндегі ДПН-3 синтезделген депрессатордың мұнайдың қату температурасының төмендеуіне әсері зерттелді [159 б. 243-249].

Құмкөл мұнайының қату температурасының депрессатор концентрациясына тәуелділігі 17-ші кестеде келтірілген.

Кесте 17 - МЕСТ 20287 бойынша Құмкөл мұнайы мен ДПН-3 депрессаторын пайдалану бойынша тәжірибелік берілгендер

Мұнай	Көлем, мл	Депрессатор көлемі, %	Депрессатормен қату температурасы, Т <sub>қату</sub> °С
			ДПН-3
Құмкөл мұнайы	100	-	12
	100	0,005	9
	100	0,001	8
	100	0,05	7
	100	0,025	6
	100	0,01	6
	100	0,1	7

Депрессаторларды пайдаланумен жүргізілген зерттеулер мұнайдың қату температурасының 12-ден 7<sup>0</sup>С-қа дейін төмендегенін көрсетеді.

Депрессаторларды пайдаланбағанда мұнайдың қату температурасы 12<sup>0</sup>С-қа тең.

ДПН-3 синтезделген депрессатордың концентрациясының (0,1-0,005%) Құмкөл мұнайының қату температурасына әсерін зерттеу, оларды 0,1-0,005% аралығында қосу Құмкөл мұнайының қату температурасын төмендететіндігі көрсетті.

Жоғарыда айтылғандай, ДПН-3 депрессаторын ендіру мұнайдың қату температурасын төмендетуге және осындай әдіспен оның аққыштығын жоғарылатуға, сәйкесінше құбырдағы қысымды төмендетуге және цистерналардан мұнайдың толық ағуын қамтамасыз етеді.

Осындай әдіспен, ДПН-1,2,3 сериялы депрессаторларын әсер ету тиімділігі сонымен қатар мұнайдағы асфальтендердің, шайырдың, парафиндердің мөлшеріне байланысты екендігі анықталды.

Құмкөл мұнайының қату температурасының өзгеруінің ДПН-4 депрессаторының концентрациясына тәуелділігі 18-ші кестеде және А қосымшада келтірілген.

Кесте 18 - МЕСТ 20287 бойынша Құмкөл мұнайы мен ДПН-4 депрессаторын пайдалану бойынша тәжірибелік берілгендер.

Мұнай	Көлем, мл	Депрессатор көлемі, %	Депрессатормен қату температурасы, T <sub>кату</sub> °С
			ДПН-4
Құмкөл мұнайы	100	-	12
	100	0,005	10
	100	0,001	8
	100	0,05	6
	100	0,025	3
	100	0,01	1
	100	0,1	-2

Депрессаторларды пайдаланумен жүргізілген зерттеулер мұнайдың қату температурасының 12-ден -2<sup>0</sup>С-қа дейін төмендегендігін көрсетеді.

Депрессаторларды пайдаланусыз мұнайдың қату температурасы 12<sup>0</sup>С.

Құмкөл мұнайының қату температурасына ДПН-4 синтезделген депрессаторын концентрациясының (0,1-0,005%) әсерін зерттеу, оларды 0,1-0,005%-ға дейін қосу Құмкөл мұнайының қату температурасын төмендететіндігін көрсетті.

Сонымен қатар, ендірілетін депрессаторлардың концентрациясы және оның әсер ету тиімділігі депрессаторларды ендіру температурасына, парафиндік көмірсутектердің мөлшері мен құрамына және асфальтендер мен шайырдың мөлшеріне, сонымен қатар олардың қатынасына байланысты.

Жоғарыда айтылғандай, ДПН-3 депрессаторын ендіру мұнайдың қату температурасын төмендетуге және осындай әдіспен оның аққыштығын жоғарылатуға, сәйкесінше құбырдағы қысымды төмендетуге және цистерналардан мұнайдың толық ағуын қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар біз синтезделген депрессаторлардың ДПМ-4 Құмкөл мұнайының базалық майларының физика-химиялық қасиеттеріне әсерін зерттедік. Зерттелетін майлардан 78% көлемдегі барлық жеңіл фракциялардың қосылысы майлардың қату температурасының төмендеуіне аз ғана әсер ететіндігі белгілі. Майлардың қату температурасын төмендету үшін госсиполды шайырдың қатысуымен сополимердің негізіндегі ДПМ-4 синтезделген депрессаторы пайдаланылды [160 б. 1-6].

Құмкөл мұнайының майларының қату температурасының депрессатор концентрациясына байланысты өзгеру тәуелділігі 19-шы кестеде келтірілген.

Кесте 19 - МЕСТ 20287 бойынша Құмкөл мұнайы мен (ДПМ-4) депрессаторын пайдалану бойынша тәжірибелік берілгендер

Мұнай	Көлем, мл	Депрессатор көлемі, %	ДПМ-4 депрессаторменен қату температурасы, $T_{\text{кату}}^{\circ}\text{C}$	ДПМ-4 депрессаторменен қату температурасы, $T_{\text{кату}}^{\circ}\text{C}$
			420–480 <sup>0</sup> С фракциясының 2-ші майлы айдалуы	480–500 <sup>0</sup> С фракциясының 3-ші майлы айдалуы
Құмкөл мұнайының базалық майы	100	-	27,5	35,0
	100	0,005	19,5	28,9
	100	0,001	14,0	22,7
	100	0,05	9,8	15,0
	100	0,025	4,8	11,5
	100	0,01	1,5	7,0
	100	0,1	-7	-4

Депрессаторларды пайдаланумен жүргізілген зерттеулер 420–480<sup>0</sup>С фракцияларының майларының қату температурасының 27,5-тен -7<sup>0</sup>С-қа дейін, ал 480–500<sup>0</sup>С фракцияларының 35,0 -ден -4<sup>0</sup>С-қа дейін екендігін көрсетті.

420–480<sup>0</sup>С фракцияларының базалық майларының қату температурасы депрессаторларсыз 27,5<sup>0</sup>С-қа, 480–500<sup>0</sup>С фракциялары 35<sup>0</sup>С-қа тең.

ДПМ-4 синтезделген депрессатор концентрациясының (0,1-0,005%) Құмкөл мұнайының базалық майларының қату температурасына әсерін зерттеу, оларды 0,1-0,005%-ға дейін қосу кезінде Құмкөл мұнайының базалық майларының қату температурасы төмендейтіндігін көрсетті.

Сонымен қатар, ендірілетін депрессаторын концентрациясы мен оның әсер ету тиімділігі депрессатордың ендіру температурасына, оның құрамына және

парафиндік көмірсутектердің мөлшеріне, асфальтендер мен шайырдың мөлшеріне, сонымен қатар олардың қатынасына байланысты болады.

#### 4.2 Бутилметакрилат, винилацетат, $\alpha$ -олефин негізінде депрессаторлардың Құмкөл мұнайының және өнімдерінің пайдалану қасиеттеріне әсерін зерттеу

Құмкөл мұнайының 50<sup>0</sup>С температурасында төментемпературалық көрсеткіштер мен кинематикалық тұтқырлығына винилацетат пен бутилметакрилат негізіндегі синтезделген депрессорлық – сополимерлердің депрессатор концентрациясына тәуелділігі (0,001–0,5%) 20-ші кесте зерттелді.

Кесте 20 - 50<sup>0</sup>С температурада Құмкөл мұнайының кинематикалық тұтқырлығы мен төмен температуралық көрсеткіштерінің винилацетат пен бутилметакрилат ДПН–6 (0,001–0,5%) негізіндегі депрессатор концентрациясына байланысты өзгеруі

Депрессатор	Шикі мұнай		
	шикі мұнай, мл	кинематикалық тұтқырлық, $\eta_{кин}$ , мм <sup>2</sup> /с	қату температурасы, $T_{қату}$ , °С
ВА+БМА, %			
-	100	2,57	+16
0,001	100	1,17	-3
0,01	100	1,10	-9
0,1	100	1,08	-5
0,25	100	0,94	-2
0,5	100	1,01	-3

20-ші кестеден, депрессаторларды қосусыз мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы  $\eta_{кин}=2,57$  мм<sup>2</sup>/с, қату температурасы  $T_{қату} = +16^{\circ}\text{C}$  болатындығы көрінеді. Шикі мұнайға (0,001–0,5%) мөлшерінде толуолда ерітілген винилацетат және бутилметакрилат негізіндегі синтезделген депрессаторларды қосу кезінде мұнайдың пайдалану параметрлері өзгереді, демек кинематикалық тұтқырлық  $\eta_{кин}=2,57$  мм<sup>2</sup>/с–тан 0,94 мм<sup>2</sup>/с–қа дейін төмендейді, қату температурасы  $T_{қату} +16^{\circ}\text{C}$ –тан  $-9^{\circ}\text{C}$ –қа дейін төмендейді. Бұл кезде қосылатын депрессаторлардың оптималды концентрациялары 0,001–0,01%–ды құрайды, ал жүйеде ары қарай концентрацияны жоғарылататын болсақ бұл көрсеткіштер өзгермейді. Бұл, концентрацияны жоғарылату пайдалану параметрлерінің жоғалыауына алып келмейтіндігін көрсетеді және жүйедегі оптималды концентрацияны 0,001–0,01% деп қабылдаймыз (Қосымша А).

Сонымен қатар, ДТ–Л–К2 маркалы дизельдік отынның қасиеттеріне концентрацияға байланысты винилацетат пен бутилметакрилат негізіндегі синтезделген депрессаторлардың – сополимерлерінің әсері зерттелді.

ДПН–6 депрессатормен және депрессаторсыз үлгілерді сынау нәтижелері 21-ші кестеде келтірілген.

Кесте 21 - 25<sup>0</sup>С температурасында ДПН–6 депрессатордың концентрациясына байланысты дизельдік отынның төментемпературалық көрсеткіштері мен кинематикалық тұтқырлықтың өзгеруі

Депрессатор	ДТ–Л–К2 (100 мл) маркалы дизельдік отын			
ВА+БМА	ДТ-Л-К2, мл	кинематикалық тұтқырлық, $\eta_{кин}$ , мм <sup>2</sup> /с	лайлану температурасы, $T_{қоюл}$ , °С	қату температурасы, $T_{қату}$ , °С
-	100	3,77	-11	-14
0,001	100	1,21	-22	-29
0,01	100	1,31	-21	-28
0,1	100	1,33	-22	-30
0,25	100	1,42	-21	-29
0,5	100	1,56	-21	-26

Кестеден көріп отырғанымыздай, депрессаторды қосусыз ДТ–Л–К2 (25<sup>0</sup>С) дизельдік отынының кинематикалық тұтқырлығы  $\eta_{кин}=3,77$ -ге, қоюлану температурасы  $T_{қоюл}=-11^{\circ}\text{C}$ -қа, қату температурасы  $T_{қату}=-14^{\circ}\text{C}$ -қа тең. Виналацетат пен бутилметакрилат негізіндегі синтезделген депрессаторларды (толуолда ерітілген) дизельдік отынға (0,001–0,5%) мөлшерінде қосу кезінде дизельдік отынның кинематикалық тұтқырлығы күрт өзгереді, демек кинематикалық тұтқырлық  $\eta_{кин} = 3,77$  мм<sup>2</sup>/с-тен 1,21–1,56 мм<sup>2</sup>/с-қа дейін төмендейді, қоюлану температурасы  $T_{қоюл}$  -11<sup>0</sup>С-тан -22<sup>0</sup>С-қа дейін күрт төмендейді, қату температурасы  $T_{қату}$  -14<sup>0</sup>С-тан -30<sup>0</sup>С-қа дейін төмендейді. Бұл кезде қосылатын депрессаторлардың оптималды концентрациясы 0,001–0,1%-ды құрайды, ал жүйедегі концентрацияны одан ары жоғарылату бұл көрсеткіштерді өзгертпейді. Бұл, концентрацияны жоғарылату пайдалану параметрлерінің жақсаруына алып келмейтіндігін және жүйедегі оптималды концентрацияны 0,001–0,1% деп қабылдау қажеттігін көрсетеді.

Депрессаторлардың мұнай өнімдерінің қату температурасына әсерін түсіндіру кезінде олардың әсер етуінің адсорбциялық механизмі кеңінен тараған, бұл кезде депрессатордың маңызы фазалар туындысын өшіруде және, парафиндер кристаллдарының қартайуының алдын алады. Мұнайөнімдерінің қату температурасына депрессаторлардың әсер етуін түсіндіру кезінде олардың әсер етуінің адсорбциялық механизмі кеңінен таралған, бұл кезде қоспалардың ролі фаза туындалыран басуға бағытталады, және көбіне парафиндердің кристалдарының қартаюының алдын алады. Үлкен көлемді және тармақталған депрессатордың беттік-белсенді молекулалары, парафин кристалдарын адсорбциялап, олардың бір-біріне жақындауына кедергі болады, бұл гельді тұрғызу үшін қажет.

Осындай әдіспен, бастапқы параметрлерінің қатынасы 1:1-ге тең, виналацетатпен бутилметакрилат негізіндегі гомо- және сополимерлік депрессатор зерттелді және синтезделді.

Мұнайдың 50<sup>0</sup>С және дизельдік отынның 25<sup>0</sup>С қату температураларында, кинематикалық тұтқырлыққа депрессатордың концентрациясының әсері зерттелді. Бастапқы компоненттері 1:1 қатынастағы және 0,05 масс.%

концентрациялы қоспа, зерттелген Құмкөл кен орнының мұнайы мен дизельдік отындарында жоғары тиімділікпен сипатталатындығы көрсетілді.

Депрессатор концентрациясының (0,05 до 1,0 масс.%) 50<sup>0</sup>С-та Құмкөлдік мұнайына және 25<sup>0</sup>С-та дизельдік отынның төментемпературалық көрсеткіштері мен кинематикалық тұтқырлығына әсері зерттелді. Концентрациясында 0,001-0,1 масс.% бутилметакрилат пен винилацетат негізіндегі сополимер Құмкөл мұнайының және дизельдік отынның төментемпературалық көрсеткіштері мен кинематикалық тұтқырлығын төмендетуді қамтамасыз ететіндігі анықталды.

Осындай әдіспен, бутилметакрилат пен винилацетат негізіндегі синтезделген сополимерді, Құмкөл мұнайы мен дизельдік отынның жинау, тасымалдау және пайдалану кезінде пайдалану қасиеттерін реттеу үшін пайдалануға ұсынуға болады [164, б. 408,409].

Бутилметакрилат, көміртекті атомдардың C<sub>19</sub>-C<sub>24</sub> молекуласында кездесетін көміртекті α-олефинмен өзгертілген винилацетат негізіндегі сополимерлер мұнайларға депрессатор ретінде пайдалану мүмкіндігін анықтау мақсатында синтезделді, негізінен, дизель отынының төмен температуралық қасиеттерін жақсарту үшін ұсынуға болады.

Дизельді отынға депрессаторды енгізбес бұрын оны құрамында ароматты көмірсутектер бар органикалық еріткіште ерітті. Органикалық еріткіш ретінде толуол, бензол, м-ксилол, кумол пайдаланылды. Енгізілген қоспа массасы 0,1-0,3 масс.%.

Депрессатордың тиімділігін төменгі температуралық қасиеттерінің төмендеуімен бағалап отырды, бағалау арнайы құрал мұнай өнімдерінің төмен температуралық көрсеткіштерін өлшейтін МХ-700 құрал арқылы жүзеге асты. Көрсеткіштерге Құмкөл мұнайының лайлану температурасы, қату температурасы, сүзгілеудің шекті температурасы жатады [162, б. 241-242].

22-ші кестеде келтірілген мәліметтер ұсынылатын депрессаторды пайдалану дизель отынының лайлану температурасы, қату температурасы, сүзгілеудің шекті температурасын төмендетуге септігін тигізетіні көрініп тұр, ең оптималды депрессатор мөлшері 0,1%. Депрессатор мөлшері 0,1 масс.% болғанда лайлану температурасы -13,4<sup>0</sup>С, қату температурасы -21,8<sup>0</sup>С, сүзгілеудің шекті температурасы 14,8<sup>0</sup>С.

Кесте 22 – Дизель отынының төмен температуралық көрсеткіштерінің бутилметакрилат винилацетат және α-олефин негізінде синтезделінген депрессатордың концентрациясына байланысты өзгеруі.

Көрсеткіштер	Депрессаторсыз	Депрессатор мөлшері, масс.%		
		0,1	0,25	0,3
Лайлану температурасы	-11,6	-13,4	-13,1	-13,2
Қату температурасы	-16,0	-21,8	-21,4	-21,3
Сүзгілеудің шекті температурасы	- 12,2	-14,8	-14,6	-14,7

Сентезделген полимерлер дизельдік отынның қысқы сорттарына депрессатор ретінде сыналды. Ұсынылып отырған депрессаторды компоненттерді жоғары температурада және 1,0-1,5 сағат көлемінде араластырылды. Аталған әдіспен депрессатор үлгілері дайындалды. Дизельдік отынның дайындалған үлгілері ұсынылған депрессатордың 0,1-0,3 масс.%-нан тұрады. Дайындалған депрессатордың құрамы 34-ші кестеде келтірілген.

Дизельдік отынға депрессаторды ендіруден бұрын органикалық ерітіндіде ерітеді. Органикалық ерітінді ретінде толуол, бензол, м-ксилол, кумолды пайдаланды. Ендірілетін депрессатордың мөлшері 0,1-0,3 мас.%-ды құрайды.

Депрессатордың тиімділігін бағалауды қоюлану температурасы, қату температурасы Құмкөл кенорнының дизельдік отынының сүзілуінің шектік температурасы сияқты, төментемпературалық көрсеткіштерді төмендету бойынша жүргізілді. Төментемпературалық көрсеткіштерді мұнайөнімдерінің төментемпературалық көрсеткіштерінің өлшегіші МХ-700-де анықтайды

Дайындалған үлгілердің салыстырмалы саналуының нәтижелерінің депрессатормен дизельдік отынның үлгісімен салыстырылуының нәтижелері 23-ші кестеде келтірілген. Зерттеулердің нәтижелері көрсеткендей, ВА+БМА және БМА+  $\alpha$ -олефин негізіндегі сополимерлердің қосындылары диельдік отынның төментемпературалы көрсеткіштеріне аз ғана әсер етеді.

Кесте 23 - Депрессаторлармен дизельдік отынның төмен температуралық көрсеткіштері

Құрамы	Депрессатормөлшері, масс.%	Көрсеткіштер		
		лайлану температурасы $T_{\text{қоюл}}$	қату температурасы, $T_{\text{қату}}$	сүзудің шектік температурасы $T_{\text{сүзу}}$
Депрессаторсыз		-11,6	-16,0	- 12,2
ВА+ БМА	0,1	-11,8	-16,8	-12,4
	0,25	-11,6	-16,5	-12,3
	0,3	-12,1	-17,2	-12,6
БМА+ $\alpha$ -олефин	0,1	-11,3	-15,7	-12,1
	0,25	-11,2	-16,5	-12,3
	0,3	-10,9	-16,9	-13,0
БМА+ВА+ $\alpha$ -олефин	0,1	-13,4	-21,8	-14,8
	0,25	-13,1	-21,4	-14,6
	0,3	-13,2	-21,3	-14,7

Алынған БМА+ВА+ $\alpha$ -олефин сополимерлерінің негізіндегі депрессаторды пайдалану дизельдік отынның құрамындағы депрессатордың концентрациясы 0,1-0,3 масс. % болғанда қату температурасын -21,3 -21,8<sup>o</sup>С-қа төмендейтетіндігін көрсетеді. Максималды депрессия депрессатордың концентрациясы 0,1 масс. % болғанда бақыланады. Оның қатысуы кезінде ең төменгі қату температурасына  $T_{\text{қату}}$  -21,8<sup>o</sup>С-қа жетеді.

Зерттелетін дизельдік отында депрессатордың болуының тиімділіктерін салыстыру, депрессатор үшін жалпы болып, бұл депрессатордың дисперсті орта



мен қатты көмірсутектердің кристалдарының шекарасында төменгі беттік керілумен анықталған, адсорбциялық механизм бойынша жұмыс істейтіндігі табылатындығын көрсетті. Адсорбциялық механизм кезінде қосындының шығыны минималды және парафиндердің кристалдарының бетінде мономолекулярлы қабатты қалыптастыруға жұмсалған шығынмен анықталады.

Тұрғызылған депрессатор ендірілуі қоюлану температурасының, қату температурасының, дизельдік отынның шектік сүзілу температурасының төмендеуіне алып келеді.

#### **4.3 Бутилметакрилат, полибутилметакрилат, винилацетат, олейн, себациндік қышқыл, олейн қышқылының метил эфирі, этиленгликоль, стирол және финилантранилдік қышқыл негізінде депрессаторлардың Құмкөл мұнайының және өнімдерінің пайдалану қасиеттеріне әсерін зерттеу**

Депрессаторды концентрациясына және температураның Құмкөл кенорнының мұнайының тұтқырлығына әсері зерттелді.

Құмкөл мұнайлары жеңіл, азкүкіртті, парафинді және оңай қатады.

Депрессаторды мұнай мен мұнайөнімдерінің реологиялық қасиеттеріне әсер етуінің тиімділігін бағалауды капиллярлы вискозиметрде реометриялық зерттеулер жолымен жүргізді. Бұл кезде депрессатор белсенді затының зерттелетін ортада толық еруі мен біркелкі таралуын қамтамасыз ету қажет. Оны алдын ала сәйкес еріткіште араластырады және ендіргеннен кейін зерттелетін ортаға орналастырады.

Депрессатордың концентрациясының мұнайдың кинематикалық тұтқырлығына әсері зерттелді. Депрессатор концентрациясы 0,05-тен 1,0 масс.%-ға дейін болды.

Мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы капилляр диаметрі 1,2 мм ВПЖ-3 капиллярлы вискозиметрде  $25 \pm 0,1^\circ\text{C}$  температурада өлшенді. Мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы капилляр диаметрі 0,99 мм болатын ВПЖ-2 вискозиметрінде өлшенді.

Майлардың кинематикалық тұтқырлықтарын анықтау МЕСТ 33-2000-ға сәйкес жүргізілді.

24-шы кестеде келтірілген,  $80-100^\circ\text{C} +1\%$  бензойлдің асқын тотығын инициатор негізінде алған гомополимерлі бутилметакрилатты ДПН-5 деп атадық және осы алынған депрессаторды қысқы дизель отынына енгіздік. Синтезделінген депрессатор қысқы дизель отынның пайдалану депрессиялық қасиетіне төмендеуіне әсер етті. Бұл кезде полибутилметакрилат үшін 0,1 масс.% депрессатор мөлшері оптималды болып табылады. Депрессатор мөлшері 0,1 масс.% болған кезде депрессия температурасы сәйкесінше -  $6,1^\circ\text{C}$  болады. Осындай әдіспен, тәжірибелердің нәтижесінде, депрессатор ретінде синтезделген полибутилметакрилатты пайдалану дизельдік отынның сапасын жоғарылататындығын көрсетеді [165, б. 149].

Кесте 24 – Полибутилметакрилат ДПН-5 депрессаторының қатысуымен дизельдік отынның төментемпературалық көрсеткіштері

Депрессатор	Депрессатор мөлшері, масс. %	Лайлану температурасы, °С	Қату температурасы, °С	Сүзілудің шектік температурасы, °С	Депрессия температурасы, °С
Депрессаторсыз	-	-11,6	-20,3	-12,2	-
Полибутилметакрилат	0,2	-10,8	-26,2	-11,7	-5,9
	0,1	-10,9	-26,4	-12,0	-6,1
	0,05	-10,6	-25,9	-11,7	-5,6

Полиметакрилатты депрессаторларға, алкилметакрилаттардың гомополимеризациясы кезінде жетпеген қасиеттерді беру үшін, алкилметакрилаттардың сополимерлерін алу үшін бірқатар синтездер жүргізілді, демек тек қана жоғарыпарафиндік мұнайларға қатысты емес, сонымен қатар жоғарыпарафиндік мұнай мен мұнайөнімдеріне қатысты депрессорлық қасиеттерге жету үшін.

Сополимерлік немесе үштік сополимерлер үшін, депрессатордың құрамын өзгерту мүмкіндіктері кең көлемде, өйткені сополимерлер әртүрлі өлшемдік, құрылымдық және құрамдық макромолекулалардан тұрады. Осы құрамдардың әрқайсысы сополимерлердің депрессорлық қасиеттерін түсіндіреді. Синтезделген депрессорлық депрессатордың тұтқырлықты қасиеттерге тиімділігінің салыстырмалы зерттеулерін жүргізу кезінде депрессатордың олардың ұұрылымы мен химиялық құрамына тәуелділігі орнатылды.

Олейндік қышқылдың сополимерінің негізіндегі депрессаторы мен бутилметакрилат қатынасының әсері, сонымен қатар олардың негізіндегі депрессатор концентрациясының мұнайдың тұтқырлық қасиеттеріне әсері зерттелді.

Сополимердің 1:1, 1:2 және 2:1 қатынасы және 0,05-тен 0,1 масс.% концентрациясы зерттелді. Зерттеулер нәтижесінен, Құмкөл кенорнының мұнайлары үшін бастапқы өнімнің 1:1-ге тең қатынасында депрессаторды пайдалану, олардың мұнайдағы концентрациясының төмендеуіне алып келеді және 0,05 масс.% концентрациясы оптималды болып табылады, бұл кезде кинематикалық тұтқырлықтың төмендеуі жүреді және 35,4%-ды құрайды 25-ші кесте. 1:2 қатынасында да тұтқырлықтың аз ғана төмендеуі бақыланады, ол депрессатор концентрациясына аз тәуелді және орташа 1,36%-ды құрайды. Бастапқы компоненттердің 2:1 қатынасында 0,05 масс.% концентрациясында тұтқырлықтың төмендеуі 29,5%-ға тең болады [165, б. 150, 151].

Кесте 25 - ДПН-13 депрессаторды 40°C пайдалану кезіндегі Құмкөл мұнайының кинематикалық тұтқырлығының өзгеруі

Қосынды концентрациясы, масс %	$\nu$ , мм <sup>2</sup> /с	$\Delta \nu$ ,%
Бастапқы мұнай	24,211	-
ОҚ+БМА (1:1)		
0,05	15,638	35,4
0,1	15,864	34,5
0,20	15,896	34,34
0,5	16,128	33,39
1,0	16,163	33,24
ОҚ+БМА (1:2)		
0,05	23,882	1,36
0,1	24,09	0,50
0,20	23,477	3,03
0,5	23,626	2,42
1,0	-	-
ОҚ+БМА (2:1)		
0,05	17,069	29,50
0,1	17,337	28,39
0,20	17,937	25,91
0,5	18,020	25,57
1,0	17,198	28,97

Осындай әдіспен, тәжірибелік нәтижелер, Құмкөл кенорнының мұнайы үшін ОҚ+БМА депрессаторын компоненттерінің тиімді қатынасы депрессатор мөлшері 0,05 масс.% болғанда 1:1 болатындығын көрсетеді, өйткені тек осындай қатынас кинематикалық тұтқырлықтың 35,4%-ға төмендеуін береді.

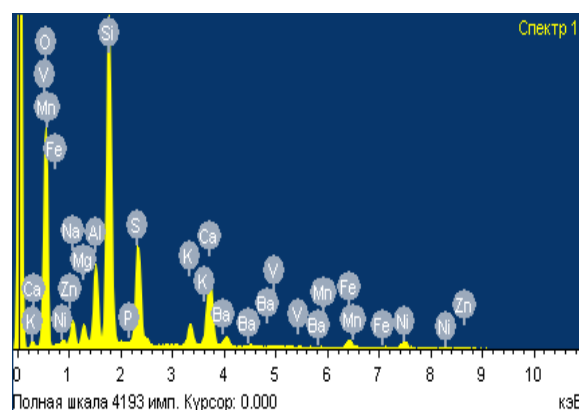
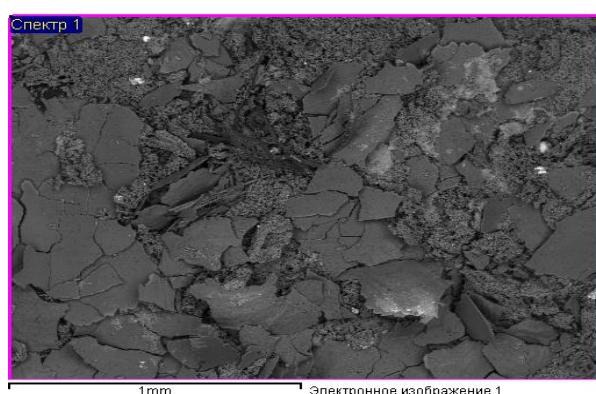
Зерттеулердің нәтижелері, барлық зерттелетін депрессатор алынған мұнайда жоғары тиімділікпен сипатталатындығын көрсетті. Осындай әдіспен, зерттеулер нәтижелері мұнайдың реологиялық қасиеттерін жақсарту үшін ОҚ+БМА негізіндегі сополимерлер мұнайды игеру және тасымалдау жүйесінде пайдаланыла алады.

Сонымен қатар, минималды концентрацияда ОҚ-БМА сополимері мұнайдың тұтқырлығының максималды төмендеуін қамтамасыз етеді, бұл оптималды сипаттамасы болып табылады және сополимердің белсенділігін көрсетеді.

Төменде Құмкөл мұнайына бутилметакрилат және олейн қышқылы негізінде синтезделінген депрессаторды қосқандағы элементтік 26-ші кестеде минералдық құрамы және элементтік құрамымен құрылымының микроскопиялық суреті 27 суретке сәйкес беріледі.

Кесте 26 – Құмкөл мұнайына бутилметакрилат және олейн қышқылы негізінде синтезделінген депрессаторды қосқандағы элементтік және минералдық құрамы

Элементтер	Салмақтық, %	Оксидтер	Оксидтер %
O	46.61		
Na	2.77	Na <sub>2</sub> O	3.73
Mg	1.48	MgO	2.45
Al	5.07	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.58
Si	20.61	Si O <sub>2</sub>	44.08
P	0.26	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.60
S	7.58	SO <sub>3</sub>	18.95
K	1.99	K <sub>2</sub> O	2.4
Ca	7.58	Ca O	10.60
V	0.25	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.36
Mn	0.12	MnO	0.16
Fe	1.85	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.64
Ni	2.62	NiO	3.33
Zn	0.89	ZnO	1.11
Ba	0.32	BaO	0.36



Сурет 27 - Құмкөл мұнайына бутилметакрилат және олейн қышқылы негізінде синтезделінген депрессаторды қосқандағы элементтік құрамы және құрылымының микроскопиялық суреті

Синтезделген сополимерлердің Құмкөл кен орнының мұнайынан алынған И-40 маркалы майдың тұтқырлықтық қасиеттерге әсерін зерттеу жүргізілді. Құмкөл кен орнының мұнайынан алынған майдың негізгі физико-химиялық сипаттамалары 27-ші кестеде келтірілген.

Кесте 27 - И-40 маркалы майының физика-химиялық сипаттамалары

Көрсеткіштердің аталуы	Нормалар	Нақты
40 <sup>0</sup> С кезіндегі кинематикалық тұтқырлық, мм <sup>2</sup> /с, шегінде	61-75	73,92
Қату температурасы, <sup>0</sup> С, жоғары емес	минус 15	минус 15
Ашық тиглда анықталатын, жарылу температурасы, <sup>0</sup> С, төмен емес	220	228
%-дағы күйе, жоғары емес	0,005	болмайды
Судың мөлшері,%, жоғары емес	іздер	іздер
Механикалық қоспалардың мөлшері, жоғары емес	болмайды	болмайды
Қышқылдық сан, 1 г майға мг КОН, жоғары емес	0,05	0,017
Күкіртті мұнайдан майлардағы күкірттің салмақтық мөлшері, %, жоғары емес	1,1	0,85
ЦНТ колориметріндегі түс, бірл. ЦНТ жоғары емес	3,0	3,0
Селективті тазалау майларындағы еріткіштің мөлшері	болмайды	болмайды
Тотығуға қарсы тұрақтылық:		
а) тотыққан майдың қышқылдық санының жоғарылауы, 1 г майға мг КОН, жоғары емес	0,4	0,11
б) шайырдың жоғарылауы, %, жоғары емес	3,0	2,27
20 <sup>0</sup> С-тағы тығыздық, г/см <sup>3</sup> , жоғары емес	0,900	0,883

Депрессатор концентрациясын 0,05-тен 1,0 масс.%-ға дейін өзгерттік. Тұтқырлықты ВПЖ-2 (капилляр диаметрі 0,93 мм) және ВПЖ-3 (капилляр диаметрі 1,2 мм) капиллярлы вискозиметрде 25 және 40<sup>0</sup>С температурада анықтадық.

И-40 маркалы майдың үлгісі 27-шы кестеде мен ұсынылып отырған депрессатормен үлгісінің салыстырмалы зерттеулері 28-ші және 29-ші кестелерде келтірілген. Барлық зерттелген композициялық депрессаторлар зерттеліп отырған майдың тұтқырлығының мәнін төмендеткендігін көрсетеді.

28-ші кестеден көрініп тұрғандай 0,05-1,0 мас.% концентрациясында депрессорды пайдалану майдың кинематикалық тұтқырлығын 16-25%-ға төмендететіндігін көрсетті.

Кесте 28 - 25<sup>0</sup>С температурада ДПН-13 депрессаторды концентрациясына байланысты майдың кинематикалық тұтқырлығының өзгеру тәуелділігі

Депрессатор құрамы	Майдың кинематикалық тұтқырлығы, (мм <sup>2</sup> /с) 25 <sup>0</sup> С кезінде					
	депрессатор концентрациясы, % масс.					
	-	0,05	0,1	0,20	0,5	1,0
Депрессаторсыз май	156,33	-	-	-	-	-
ОК +БМА (1:2)	-	150,684	144,480	138,270	131,049	-
ОК +БМА (1:1)	-	117,95	124,72	121,34	120,34	118,57
ОК +БМА (2:1)	-	125,85	124,16	123,6	119,64	120,77

Барлық зерттеліп отырған депрессаторларды пайдалану сонымен қатар 25°C температурада майдың тұтқырлығын төмендетуге оң әсерін тигізеді. Бастапқы компоненттерінің әртүрлі қатынасымен ОК+БМА сополимерлерінің депрессорлық қасиеттерін зерттеу кезінде, майдағы концентрациясы 0,05 мас.% қатынастағы ОК+БМА негізіндегі сополимер ғана кинематикалық тұтқырлықты 24,6%-ға максималды төмендетуді қамтамасыз ететіндігін көрсетеді, бұл депрессатор шығынының жоғарылауына алып келеді. Сәйкесінше, бастапқы компоненттерінің қатысымен ОК+БМА сополимері - майдың тұтқырлығын төмендетудегі бір нұсқасы.

ОК+БМА депрессаторын (1:1) 40°C температурада майдың кинематикалық тұтқырлығының өзгеруін зерттеу кезінде де тұтқырлықты орташа 5-16%-ға төмендетеді 29-ші кесте.

Кесте 29 - 40°C температурада қоспаның ОК+БМА депрессаторын (1:1) байланысты майдың кинематикалық тұтқырлығының өзгеру тәуелділігі

Депрессатор құрамы	Майдың кинематикалық тұтқырлығы, (мм <sup>2</sup> /с) 40°C болғанда					
	депрессатор концентрациясы, %масс.					
	-	0,05	0,1	0,25	0,5	1,0
Депрессаторсыз май	73,9211	-	-	-	-	-
ОК+БМА (1:1)	-	70,684	63,561	64,078	63,308	-

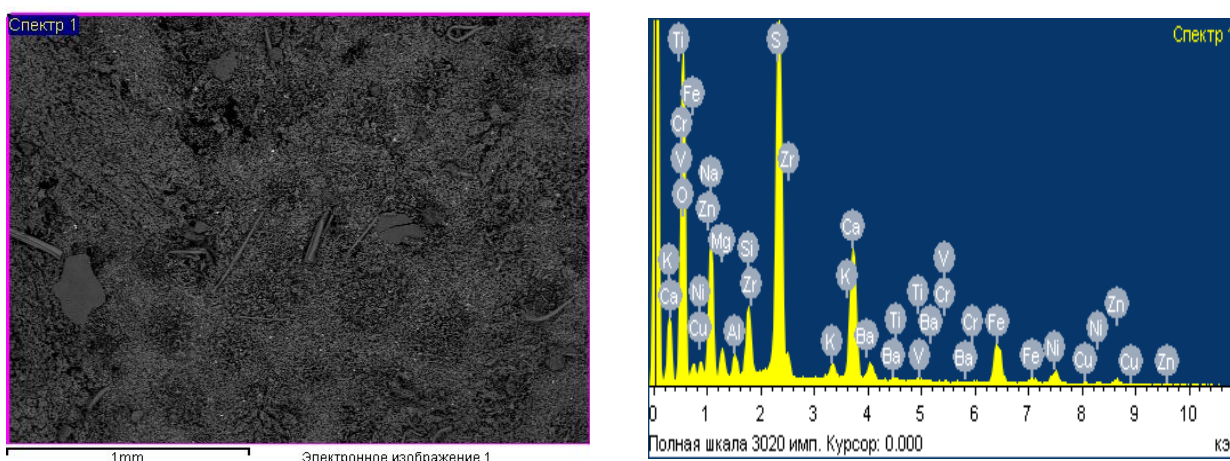
Осындай әдіспен, бастапқы реагенттерінің қатынасы 1:1, 1:2, 2:1 болатын олейндік қышқылмен бутилметакрилат негізіндегі сополимерлі депрессатор зерттелді және синтезделді. 25 және 40°C температурада депрессаторлардың концентрациясының майдың кинематикалық тұтқырлығына әсері зерттелді. Бастапқы компоненттерінің қатынасы (1:1) және 0,05 масс.% концентрацияда қоспа зерттелетін май мен Құмкөл кен орнының мұнайының құрамында жоғары тиімділікпен сипатталатындығы көрсетілді.

Депрессатор концентрациясының мұнайдың кинематикалық тұтқырлығына әсері зерттелді. Депрессатор концентрациясы 0,05-тен 1,0 масс.%-ға дейін мөлшерде зерттелінді. 1:1 қатынастағы олейндік қышқыл мен бутилметакрилат негізіндегі сополимер 0,05 мас.%-дың майдың және мұнайдың кинематикалық тұтқырлығының 35,4%-ға төмендеуін қамтамасыз ететіндігі анықталды. Осындай әдіспен, бутилметакрилат пен олейндік қышқылдың негізіндегі синтезделген сополимерді Құмкөл кен орнының мұнайын игеру, жинау және тасымалдау жүйесінде, сонымен қатар И-40 маркалы майдың кинематикалық тұтқырлығын төмендету үшін ұсынуға болады [165, б. 150-152].

Төменде Құмкөл мұнайына винулацетатпен және олейн қышқылы негізінде синтезделінген депрессаторды қосқандағы 30-ші кестеде минералдық құрамы және элементтік құрамымен, құрылымының микроскопиялық суреті беріледі 28 суретке сәйкес беріледі.

Кесте 30 – Құмкөл мұнайына винилацетат және олейн қышқылы негізінде синтезделінген депрессаторды қосқандағы элементтік және минералдық құрамы

Элементтер	Салмақтық, %	Оксидтер	Оксидтер %
O	43.27	-	-
Na	11.30	Na <sub>2</sub> O	15.23
Mg	1.76	MgO	2.92
Al	1.05	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.98
Si	2.94	Si O <sub>2</sub>	6.29
S	16.18	SO <sub>3</sub>	40.45
K	0.77	K <sub>2</sub> O	0.93
Ca	9.01	Ca O	12.60
Ti	0.17	TiO <sub>2</sub>	0.28
V	0.15	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.22
Cr	0.14	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.20
Fe	7.01	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.24
Ni	3.15	NiO	4.00



Сурет 28 - Құмкөл мұнайына винилацетат және олейн қышқылы негізінде синтезделінген депрессаторды қосқандағы элементтік құрамы және құрылымының микроскопиялық суреті

Бензолда ерітілген олейндік қышқыл винилацетат +1% бензойлдің асқын тотығы негізіндегі синтезделген депрессаторларды (0,001–0,5%) мөлшерде дизельдік отынға қосу кезінде дизельдік отынның пайдалану параметрлері күрт өзгереді, демек кинематикалық тұқырлық  $\eta_{кин}=4,16$  мм<sup>2</sup>/с-тан 1,24мм<sup>2</sup>/с-қа дейін, лайлану температурасы  $T_{лай}=-5^{\circ}\text{C}$ -тан  $-14^{\circ}\text{C}$ -қа дейін, қату температурасы  $T_{қату}$   $-8^{\circ}\text{C}$ -тан  $-18^{\circ}\text{C}$ -қа дейін төмендейді. Бұл кезде қосылатын депрессаторлардың оптималды концентрациялары 0,001–0,1%-ды құрайды, ал жүйеде концентрацияны ары қарай жоғарылату кезінде бұл көрсеткіштер

өзгермейді. Бұл концентрацияны жоғарылату пайдалану параметрлерінің жақсаруына алып келмейтіндігін және оптималды концентрацияны 0,001–0,1% деп қабылдау қажет екендігін көрсетеді 31-ші кесте.

Кесте 31 - 20<sup>0</sup>С-температурада олейндік қышқыл мен винилацетат (0,001 – 0,5%) негізіндегі депрессатордың концентрациясына байланысты ығысудан кейінгі ДТ-Л-К2 гидротазартылған маркалы дизельдік отынның төментемпературалық көрсеткіштері мен кинематикалық тұтқырлығының өзгеруі

Депрессатор	ДТ–Л–К2 п/см (100 мл) маркалы дизельдік отын			
ДПН-14	ДТ-Л-К2	кинематикалық тұтқырлық, $\eta_{кин}$ , мм <sup>2</sup> /с	лайлану температурасы, $T_{кою}$ , °С	қату температурасы, $T_{кату}$ , °С
-	100 мл	4,16	-5	-8
0,001	100 мл	1,24	-15	-18
0,01	100 мл	1,29	-13	-15
0,1	100 мл	1,27	-13	-16
0,25	100 мл	1,30	-14	-17
0,5	100 мл	1,28	-14	-17

**Бутилметакрилат, стирол және олейн қышқылының метил эфири негізіндегі дизельдік отынның төмен температуралық қасиеттерін зерттеу.** Алынған полимерлер дизельдік отынға депрессатор ретінде зерттелді. Бұл кезде базалық отын ретінде мұнайлы жазғы немесе қысқы дизельдік отында немесе екінші фракциялық құрамды газконденсатты дизельдік отында пайдалануға болады.

Мұнай мен мұнайөнімдері үшін депрессаторының құрамы келесідей, мас. %: белгілі құрылымды сополимер 15-17, иістендірілген көмірсутек 35-33, қосымша еріткіштер – қалғаны.

Дизельдік отынның төментемпературалық қасиеттеріне мұнайөнімдеріне ендірілетін депрессаторының әсері зерттелді. Депрессатор құмкөл кенорнының мұнайынан алынған қысқы дизельдік отынға 0,0125-0,2 мас. % мөлшерде ендірілді.

Төменде Құмкөл мұнайына винилацетатпен және олейн қышқылы негізінде синтезделінген депрессаторын қосқандағы элементтік 32-ші кестеде минералдық құрамы және элементтік құрамымен құрылымының микроскопиялық суреті беріледі 29 суретке сәйкес беріледі.

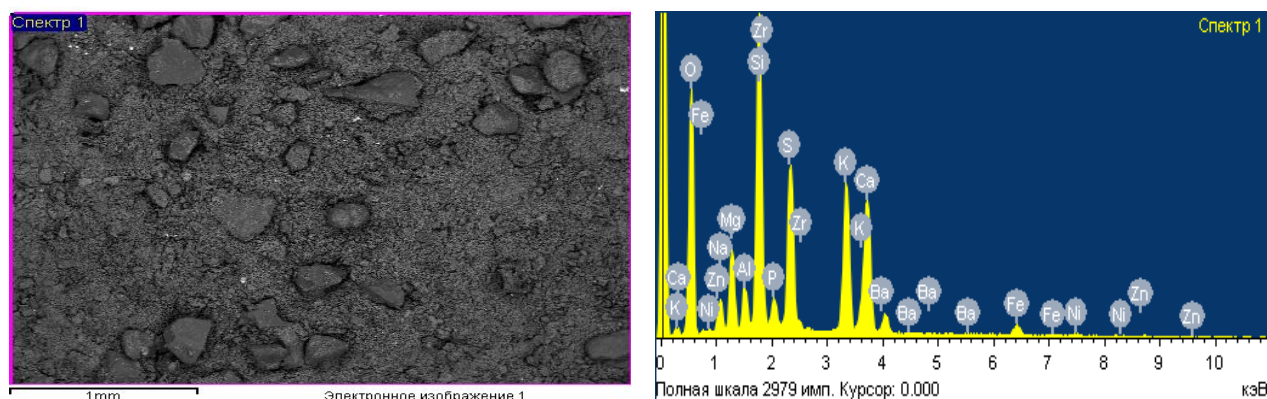
Кесте 32 – Құмкөл мұнайына стирол және олейн қышқылының метил эфири негізінде синтезделінген депрессаторын қосқандағы элементтік және минералдық құрамы

Элементтер	Салмақтық, %	Оксидтер	Оксидтер %
1	2	3	4
O	45.49	-	-
Na	2.46	Na <sub>2</sub> O	3.32



Кесте 32 жалғасы

1	2	3	4
Mg	4.21	MgO	6.98
Al	1.89	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.57
Si	13.14	Si O <sub>2</sub>	28.11
P	1.43	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.28
S	8.42	SO <sub>3</sub>	21.05
K	9.49	K <sub>2</sub> O	11.43
Ca	9.81	Ca O	13.72
Fe	1.82	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.72
Ni	0.59	NiO	0.75
Zn	0.28	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.35
Zr	0.67	ZnO	0.90
Ba	0.29	BaO	0.32



Сурет 29 - Құмкөл мұнайына стирол және олейн қышқылының метил эфирі негізінде синтезделінген депрессаторының қосылғандағы элементтік құрамы және құрылымының микроскопиялық суреті

Сонымен қатар концентрациясы 0,0125-тен 0,2 масс.%-ға дейін болатын, дизельдік отынның 11 үлгісі дайындалды. Дайындалған дизельдік отынның үлгілерінің депрессорлы қосындыны дизельдік отынның үлгісімен салыстырылуы 33-шы кестеде келтірілді.

Кесте 33 – Дизельдік отынның төмен температуралық көрсеткіштерінің депрессатор концентрациясына байланысты өзгеруі

Депрес-сатормен	Депрессатор мөлшері, масс.%	Қоюлану температурасы, °C	Қату температурасы, °C	Сүзудің шектік температурасы, °C	Депрессия температурасы, °C
1	2	3	4	5	6
Депрес-саторсыз	-	-11,6	-20,3	-12,2	-

### Кесте 33 жалғасы

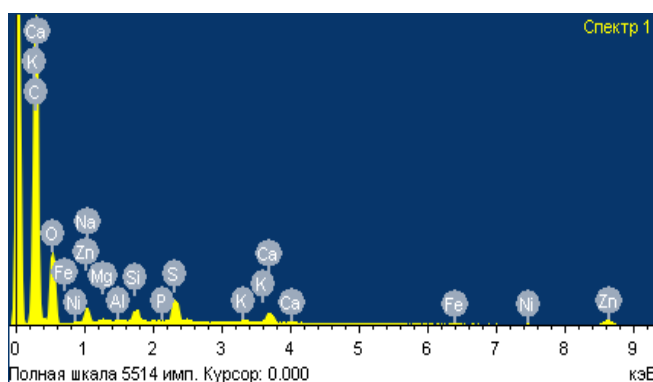
1	2	3	4	5	6
Полибутил- метакрилат	0,2	-10,8	-26,2	-11,7	-5,9
	0,1	-10,9	-26,4	-12,0	-6,1
	0,05	-10,6	-25,9	-11,7	-5,6
МЭОК+ стирол	0,2	-11,2	-25,4	-11,8	-5,1
	0,1	-10,9	-26,3	-11,7	-6,0
	0,05	-10,8	-26,1	-13,0	-5,8
БМА+ стирол	0,2	-11,1	-22,4	-11,7	-2,1
	0,1	-11,0	-23,5	-11,9	-3,2
	0,05	-11,2	-24,7	-11,9	-4,4
	0,025	-11,1	-25,4	-11,9	-5,1
	0,0125	-11,0	-25,8	-11,9	-5,3

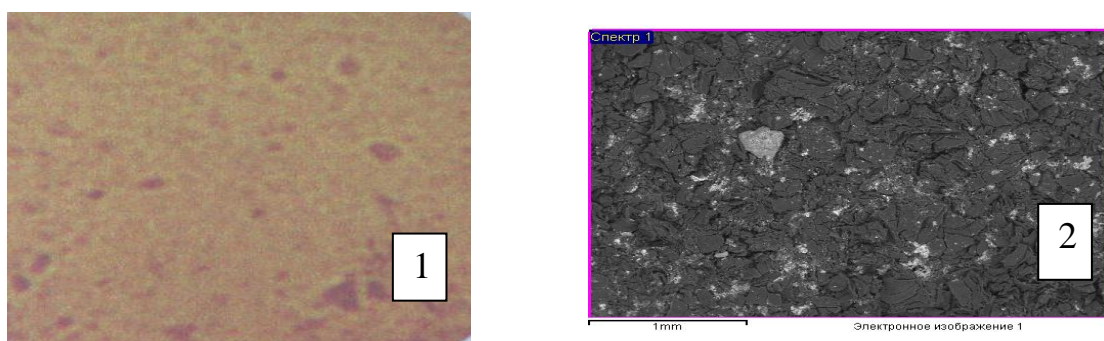
33 кестеде келтірілген, синтезделген депрессаторды пайдалану дизельдік отынның кату температурасын төмендетуге әсер ететіндігін дәлелдейді. Сонымен қатар, бұл кезде оптималды болып 0,1 масс.%-дық Полибутилметакрилат және стирол мен олейндік қышқылдың метакрилдік эфирінің негізіндегі депрессатор болып табылады. 0,1 масс.% қосындының болуы кезінде депрессия температурасы сәйкесінше -6,1°C және -6,0°C болады. Стирол мен бутилметакрилат сополимерінің негізіндегі қосынды үшін оптималды болып депрессия температурасы -5,3°C болатын 0,0125 масс.%-дық қосынды болады.

Осындай әдіспен, зерттеулер нәтижесінде, синтезделген полимерлерді депрессатор ретінде пайдалану қысқы дизельдік отынның сапасын жақсартуға көмектеседі.

#### 4.4 Фенилантранил, себацин қышқылы және этиленгликоль қышқылы негізінде депрессаторлардың Құмкөл мұнайының және өнімдерінің пайдалану қасиеттеріне әсерін зерттеу

Фенилантранилдік қышқыл, этиленгликоль және себациндік қышқыл негізіндегі синтезделген депрессаторын Құмкөл кен орынының мұнайына қосқандағы пайдалану қасиеттеріне әсер ету механизмін анықтау үшін, депрессорлы қосындының қатысуымен және қатысуысыз минералогиялық құрам мен микроқұрылымы 30 суретке сәйкес зерттелді [167].





Сурет 30 - Фенилантранилдік қышқыл, этиленгликоль және себациндік қышқыл депрессатордың қатысуымен (2) және қатысуысыз (1) Құмкөл мұнайының үлгісінің минералогиялық құрамы және микроқұрылымы

Кесте 34 - Фенилантранилдік қышқыл, этиленгликоль және себациндік қышқыл депрессаторының қатысуымен Құмкөл мұнайының үлгісінің минералогиялық құрамы

Элемент	Масс. %	Оксид	Масс. %
C	70.81	-	-
O	23.15	-	-
Na	0.35	Na <sub>2</sub> O	0,47
Mg	0.13	MgO	0,21
Al	0.08	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,15
Si	0.51	SiO <sub>2</sub>	1,1
P	0.03	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,069
S	1.08	SO <sub>3</sub>	2,7
K	0.18	K <sub>2</sub> O	0,22
Ca	0.75	CaO	1,05
Fe	0.14	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,20
Ni	0.14	NiO	0,18
Zn	2.65	ZnO	3,3

Құмкөл мұнайының құрамында 30 суретке сәйкес полимерлік депрессаторлардың қатысуымен және қатысуысыз микроқұрылымын зерттеулер, бастапқы мұнайда парафиндік көмірсутектердің кристалдары мұнайдың барлық көлемі бойынша біртегіс таралғандығын және тығыз құрылымдық торды қалыптастыратындығын көрсетеді, бұл ұяшықтарда мұнайдың сұйық фазасы ұсталады. ДПН-12 депрессаторын қосу кезінде, Құмкөл мұнайының мұнай-газ фазалар бөлігінде беттік кернеу жоғарылайды, парафиндік көмірсутектердің кристалдары өзінің формасын өзгертеді және ромбалық формалы формасыз кристалдар қалыптасады. Мұндай құбылыс мұнайдың шайырлы-асфальтенді заттарының қосынды молекулаларымен байланысуымен түсідіріледі. Осының нәтижесінде депрессордың алкилдік және

эфирлік топтары жоғарыпарафиндік мұнайдың реологиялық қасиеттеріне әсерін күшейтеді.

Сонымен қатар, ДПН-12 депрессаторын қосу Құмкөл мұнайының мұнай-су фазалар шекарасында беттік кернеудің жоғарылауына алып келетіндігі, мұның көмірсутектердің парафиндерінің кристалдарының формасының өзгеруіне алып келетіндігі анықталды, демек локализацияланған сипаттағы ромбалық формалы кристалдардың қалыптасуы бақыланады. Мұндай құбылыс мұнайдың шайырлы-асфальтендік заттарының қоспа молекулаларымен байланысуымен түсіндіріледі. Осының нәтижесінде депрессатордың алкилдік және эфирлік топтарының жоғарыпарафиндік мұнайдың реологиялық қасиеттеріне әсері жоғарылайды.

Қосындының молекуласының көлемдік әрекетінің нәтижесінде жоғары беттік-функционалдық топтардың әсерінен жеке ассоциаттар мен мицеллаларды қалыптастырады, олар орташа көмірсутектердің мицеллаларының сольватациясына әсер етеді. Дисперсті жүйелердің суытылған мұнайларында кристалданған құрылым локализацияланған сипатта болады, және конденсациялау кезінде бір-бірімен байланыстырылған ірі, әлсіз кешендер тұрғызылады. Локализацияланған құрылым кеңістіктік қаңқаның қалыптасуына кедергі болады. Осының әсерінен оның кинематикалық тұтқырлығы, қату және қоюлану температурасы төмендейді.

Осындай әдіспен, қышқыл катализаторлардың қатысуымен 90°C температурада фенилантронилдік қышқылдың, диэтиленгликолдің және себациндік қышқылдың негізінде поликонденсация және этерификация реакциясымен полимерлік депрессаторлар синтезделеді.

Фенилантронилдік қышқылдың, этиленгликолдің және себациндік қышқылдың (ДПН–12, бензолда ерітілген) негізіндегі сополимерлер-депрессаторының 100 мл шикі мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы мен төментемпературалық көрсеткіштеріне 50°C температурада концентрацияға (0,001–0,5%) байланысты әсері зерттелді 35-ші кесте.

Кесте 35 - Құмкөл кен орнының шикі мұнайының төментемпературалық көрсеткіштері мен кинематикалық тұтқырлығының 50°C температурада ДПН–12 (0,001–0,5%) депрессаторының концентрациясына байланысты өзгеруі

Депрессатор ДПН–12	Шикі мұнай (100 мл)		
	шикі мұнай, мл	кинематикалық тұтқырлық, $\eta_{кин}, \text{мм}^2/\text{с}$	қату температурасы, $T_{қату}, \text{°C}$
-	100	3,43	+9
0,001	100	1,15	+5
0,01	100	1,10	+5
0,1	100	1,07	+6
0,25	100	0,99	+4
0,5	100	1,02	+4

Кестеден, шикі мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы депрессаторды қосусыз  $\eta_{кин}=3,43$  мм<sup>2</sup>/с-қа, қату температурасы  $T_{кату}=+9^{\circ}\text{C}$ -қа тең екендігі көрініп тұр. Шикі мұнайға финилантранилдік қышқылдың, этиленгликольдің және себациндік қышқылдың (бензолда ерітілген ДПН-12) негізіндегі депрессатор-сополимерлердің (0,001–0,5%) мөлшерінде қосу кезінде Құмкөл кен орнының мұнайының пайдалану параметрлері күрт өзгереді, демек кинематикалық тұтқырлық  $\eta_{кин} = 3,43$  мм<sup>2</sup>/с-тан 1,15–0,99 мм<sup>2</sup>/с-қа дейін, ал қату температурасы  $T_{кату} = +9^{\circ}\text{C}$  –тан  $+4^{\circ}\text{C}$ -қа дейін төмендейді. Бұл кезде қосылатын депрессорлы қосындының оптималды концентрациялары 0,001–0,1%-ды құрайды, ал жүйеде концентрацияны ары қарай жоғарылату бұл параметрлерді өзгертпейді. Бұл, концентрацияны жоғарылату пайдалану параметрлерінің жақсаруына алып келмейтіндігін және жүйедегі оптималды концентрацияны 0,001–0,1% деп санау қажет екендігін көрсетеді.

Сонымен қатар финилантранилдік қышқылдың, этиленгликольдің және себациндік қышқылдың (бензолда ерітілген ДПН-12) негізіндегі депрессатор-сополимерлердің гидротазартылған ДТ–Л–К2 маркалы дизельдік отынның төментемпературалық көрсеткіштері мен кинематикалық тұтқырлыққа әсері зерттелді. ДПН-12 депрессаторының қатысуымен және қатысуысыз дизельдік отынның үлгілерін зерттеу нәтижелері 36-ші кестеде келтірілген .

Кесте 36 - ДПН–12 (0,001–0,5%) депрессаторының концентрациясына байланысты гидротазартылған ДТ–Л–К2 маркалы дизельдік отынның төментемпературалық көрсеткіштері мен кинематикалық тұтқырлығының өзгеруі

Депрессатор	ДТ–Л–К2 п/см (100 мл) маркалы дизельдік отын			
ФАК	ДТ-Л-К2, мл	кинематикалық тұтқырлық, $\eta_{кин}$ , мм <sup>2</sup> /с	қоюлану температурасы, $T_{кою}$ , °C	қату температурасы, $T_{кату}$ , °C
-	100	4,07	-13	-15
0,001	100	1,24	-15	-18
0,01	100	1,23	-13	-24
0,1	100	1,23	-13	-17
0,25	100	1,32	-23	-25
0,5	100	1,36	-18	-25

Кестеден, ДТ–Л–К2 маркалы дизельдік отынның кинематикалық тұтқырлығы депрессорлы қосындыны қосусыз  $\eta_{кин}= 4,07$ -ге, қоюлану температурсы  $T_{кою}= -13^{\circ}$ -қа, қату температурасы  $T_{кату}= -15^{\circ}\text{C}$ -қа тең екендігі көрініп тұр. Дизельдік отынға финилантранилдік қышқылдың, этиленгликольдің және себациндік қышқылдың (бензолда ерітілген ДПН-12) негізіндегі депрессатор-сополимерлердің (0,001–0,5%) мөлшерінде қосу кезінде дизельдік отынның пайдалану қасиеттері күрт өзгереді, демек кинематикалық

тұтқырлық  $\eta_{кин} = 4,07$  мм<sup>2</sup>/с-тан 1,23–1,36 мм<sup>2</sup>/с-қа дейін, қоюлану температурасы  $T_{кою} = -13^{\circ}\text{C}$ -тан  $-18^{\circ}\text{C}$ -қа дейін, қату температурасы  $T_{кату} = -15^{\circ}\text{C}$ -тан  $-25^{\circ}\text{C}$ -ға дейін төмендейді. Бұл кезде қосылатын депрессаторлардың оптималды концентрациясы 0,001–0,5%-ды құрайды, ал жүйеде концентрацияны ары қарай жоғарылату пайдалану параметрлерінің жақсаруына алып келмейді және жүйедегі оптималды концентрация деп 0,001–0,1%-ды қабылдаймыз [166, б. 594-600].

Сополимерлік, немесе үштік сополимерлер үшін депрессатор құрамының өзгеру мүмкіндігі кең, өйткені сополимерлер әртүрлі өлшемді, құрамды және құрылымды макромолекулалардан тұрады. Осы құрамдардың әрқайсысы сополимердің депрессорлық қасиетін түсіндіреді. Синтезделген депрессатордың тұтқырлықты қасиеттерге салыстырмалы зерттеулерін жүргізу кезінде депрессатордың тиімділігінің олардың құрылымы мен химиялық құрамына тәуелділігі анықталды.

Зерттеулер нәтижесі 37-ші кестеде, барлық зерттелетін депрессаторлар зерттелген мұнайда жоғары тиімділігімен сипатталатындығын көрсетті. ОҚ+БМА және МЭОҚ+СТ негізіндегі сополимерлер мұнайдың реологиялық қасиеттерін жақсартуда тиімділігі мен шығымы бойынша басқа қоспаларға қарағанда жоғары және мұнайды алу және тасымалдау жүйесінде пайдаланыла алады.

Кесте 37 - Мұнайдың кинематикалық тұтқырлығының  $25^{\circ}\text{C}$  температурасында депрессатор мөлшеріне байланысты өзгеруі

Депрессатор құрамы	Мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы, (мм <sup>2</sup> /с) $25^{\circ}\text{C}$ болғанда					
	депрессатор концентрациясы, % масс.					
	-	0,05	0,1	0,20	0,5	1,0
Мұнай	24,211	-	-	-	-	-
ОҚ+БМА (1:1)	-	15,638	15,864	15,896	16,128	16,163
БМА+ВА+СТ	-	20,776	20,904	20,923	21,079	21,615
ФАҚ+ЭГ+СБҚ	-	19,2756	19,3903	19,498	19,569	19,067
МЭОҚ+СТ	-	17,502	17,208	17,176	17,630	17,935

Бұл кезде ОҚ+БМА сополимерінің минималды концентрациясында, мұнайдың тұтқырлығының минималды төмендеуі қамтамасыз етіледі, бұл оптималды сипаттама болып табылады және сополимердің белсенділігін сипаттайды.

Кинематикалық тұтқырлықтың  $40^{\circ}\text{C}$  38-ші кестеде температурада синтезделген депрессатордың мөлшеріне байланысты өзгеруін анықтау кезінде, барлық зерттелген қоспалардың  $40^{\circ}\text{C}$  температурада кинематикалық тұтқырлықтарының өзгеруі аз ғана екендігі анықталды.

Кесте 38 -  $40^{\circ}\text{C}$  температурада депрессатордың мөлшеріне мұнайдың кинематикалық тұтқырлығының өзгеруінің тәуелділігі

Депрессатор құрамы	Мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы, мм <sup>2</sup> /с при 40°С					
	депрессатор концентрациясы, %масс.					
	-	0,05	0,1	0,25	0,5	1,0
Қоспасыз мұнай	12,584	-	-	-	-	-
ОҚ+БМА (1:1)	-	10,52	10,52	10,53	10,53	-
БМА+ВА+СТ	-	10,838	10,696	-	10,620	10,500
ФАҚ+ЭГ+СБҚ	-	10,34	10,625	10,85	10,93	12,21
МЭОҚ+СТ	-	10,663	10,696	11,765	11,020	11,121

Синтезделген полимерлердің Құмкөл кенорнының мұнайынан алынған, И-40 маркалы майдың тұтқырлықты қасиеттеріне синтезделген полимерлердің әсерін зерттеу жүргізілді.

Депрессаторлардың концентрациясы 0,05-тен 0,3 масс.% аралығында алынды. Тұтқырлықты 25 және 40° С температурада ВПЖ-2 капиллярлы вискозиметрде (капилляр диаметрі 0,93 мм) және ВПЖ-3 (капилляр диаметрі 1,2 мм) анықтады.

Үлгілердің салыстырмалы зерттеулерінің нәтижелері төменде кестеде келтірілген. 39-ші кестеде келтірілген, барлық зерттелген композициялық қосындылар зерттелетін майдың 25°С-та тұтқырлықтарының мәнін төмендетуге көмектеседі [166].

Кесте 39 - 25°С температурада И-40 маркалы майдың кинематикалық тұтқырлығын депрессаторлардың концентрациясына байланысты өзгеру тәуелділігі

Депрессатор құрамы	Майдың кинематикалық тұтқырлығы, мм <sup>2</sup> /с при 25°С					
	депрессатор концентрациясы, %масс.					
	-	0,05	0,1	0,20	0,5	1,0
Май	156,33	-	-	-	-	-
ОҚ +БМА (1:2)	-	150,68	144,48	138,27	131,05	-
ОҚ +БМА (1:1)	-	117,95	124,72	121,34	120,34	118,57
ОҚ +БМА (2:1)	-	125,85	124,16	123,6	119,64	120,77
ФАҚ+ЭГ+СБҚ	-	138,26	130,93	129,24	124,16	116,82
БМА+ВА+СТ	-	148,4	144,5	138,0	137,14	129,2
МЭОҚ+СТ	-	137,7	133,75	133,75	-	-

Кестеден көрініп тұрғандай, 0,05-0,10 мас.% концентрацияда депрессатордың пайдалану майлардың кинематикалық тұтқырлықтарын 16-25%-ға төмендетуге көмектеседі.

Барлық зерттелетін депрессаторлардың пайдалану 25°С температурада майдың тұтқырлығын төмендетуге оң әсер етеді. Бастапқы компоненттерінің қатынасы әртүрлі болатын ОҚ+БМА сополимерлерінің депрессорлық қасиеттерін зерттеу кезінде, тек қана 0,05 мас.%-дық концентрациялы майда (1:1) қатынасында кинематикалық тұтқырлықтың максималды төмендеуі 24,6% қамтамасыз етіледі. Сәйкесінше, бастапқы берілгендері (1:1) болатын ОҚ+БМА

сополимері – майдың тұтқырлығын төмендететін қосындылардың бір нұсқасы. 1,0% концентрациялы ФАҚ+ЭГ+СБҚ негізіндегі үштік сополимер кинематикалық тұтқырлықты 25,3%-ға төмендетеді.

40°C температурада майдың кинематикалық тұтқырлығын өзгеруін зерттеу кезінде сополимерлер орташа 5-16%-ға төмендетеді 40-ші кесте.

Кесте 40 - 40°C температурада И-40 маркалы майдың кинематикалық тұтқырлығын депрессаторлардың концентрациясына байланысты өзгеру тәуелділігі

Депрессатор құрамы	Майдың кинематикалық тұтқырлығы, мм <sup>2</sup> /с 40°C-та					
	депрессатор концентрациясы, % масс.					
	-	0,05	0,1	0,25	0,5	1,0
Қосындысыз май	73,9211	-	-	-	-	-
ФАҚ+ЭГ+СБҚ	-	62,460	68,967	66,701	66,325	-
ОҚ+БМА (1:1)	-	70,684	63,561	64,078	63,308	-

Осындай әдіспен, синтезделген қосындыларды пайдаланудың тиімділігі бойынша берілген, депрессия тиімділігі, дизельдік отынның төмен температуралық сипаттамаларын жақсарту үшін пайдаланылатын, барлық зерттелген депрессорлық қосындыларда бақыланатынын көрсетеді. Бұл оларды кату температурасын төмендету үшін пайдалану мүмкіндігін көрсетеді.

Төртінші бөлімді қорытындылай келе алынған синтезделген депрессорлы қосындыларды Құмкөл мұнайы және оның өнімдеріне әр түрлі концентрацияда (0,001-0,5%) мөлшерінде және температурада (25-60°C) аралығында қосу арқылы, олардың физика-химиялық, реологиялық, пайдалану қасиеттеріне әсері зерттелініп, мұнайдың, дизельдік отынның, майдың пайдалану параметрлері күрт өзгеретіндігі анықталды. Нәтижеде депрессаторларды Құмкөл жоғарыпарафиндік мұнайды тасымалдау кезінде, депрессиясын төмендету мақсатында, мұнай мен майдың тұтқырлықтық қасиеттерін төмендету үшін және дизельдік отындармен майлардың пайдалану қасиеттерін, яғни тұтқырлықтары және кату температурасының төмендеткіштері ретінде қолдану мүмкіндіктері анықталды.



## ТҰЖЫРЫМ

1 Екі сатылы полимерлену, поликондесациялау және модифицирлеу әдістерін қолдана отырып мұнай гудроны, мақта майының госсипол шайыры және аминофенол, полиакрилонитрил, бутилметакрилат,  $\alpha$ -олефин, винилацетат, стирол, олейн қышқылы, олейн қышқылының метил эфирі, фенилантранил және себацин қышқылы, этиленгликоль мономерлері негізінде көп функционалды қасиеттерге ие, комплексті депрессаторлар синтезделініп, алу технологиялары құрастырылды. Өнімді алуды қамтамасыз ететін оңтайлы процестерімен параметрлері көрсетілді.

2 Депрессаторларды синтездеу процестерінде сополимеризациялау, поликонденсациялау және модификациялау реакцияға кірісетін компоненттердің, катализаторлармен инициаторлардың қатынастары мен концентрацияға, температура мен уақытқа байланысты тиімді және оңтайлы процестерімен параметрлері анықталып және экономикалық тұрғыдан тиімді шарттары айқындалды.

3 Синтезделінген депрессаторлардың физика-химиялық қасиеттерін электронды микроскопия, ИК-спектрометрия, элементтік сараптама әдістермен зерттелініп, құрылымы мен химиялық құрамы анықталды.

4 Алынған депрессаторларды Құмкөл мұнайы және өнімдеріне әр түрлі концентрацияда (0,001-0,5% мөлшерінде) және температурада (25-60<sup>0</sup>С) қосу арқылы, олардың физика-химиялық, реологиялық, пайдалану қасиеттеріне әсері зерттелініп, мұнайдың, дизельдік отынның, майдың пайдалану параметрлері күрт өзгертіндігі анықталды. Нәтижеде депрессаторларды Құмкөл мұнайын тасымалдауда және дизельдік отындармен майлардың пайдалану қасиеттерін, яғни тұтқырлықтары және қату температурасының төмендеткіштері ретінде қолдану мүмкіндіктері анықталды.

5 Депрессаторлардың мұнай және мұнайөнімдерінің құрылымына әсерін элементтік сараптама, электронды микроскопия және ИК-спектрометрия әдістерімен зерттеу нәтижесінде, құрылым түзу механизмі, кристалдану дәрежесі және кристалдар бетінде қорғау барьерін қалыптастырудан тұратындығы анықталды, бұл қорғау депрессаторларды синтездеу кезінде бірнеше мономерлерді қолдану нәтижесінде түзілген жаңа өнімнің депрессорлық тиімділігі құрылымына және химиялық құрамына тәуелділігі анықталды.

6 Макромолекуланың негізгі тізбегімен байланысқан бірнеше мономерлердің құрамдас алкильді топтардың ұзындығы мен жоғары молекулярлық салмақтың әсерінен синергетикалық процестің тиімділігі артатындығы анықталды және ол мұнай мен сұйық фазаларды қоршап алу нәтижесінде бір-бірімен әлсіз байланысқан кристалдық құрылымның қалыптасуын қамтамасыз етеді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Алиева А.И. Исследования реологических свойств высокопарафинистых нефтей. – Известия Академии Наук Азербайджана. – 2003. - №3. – С. 88-93.
- 2 Тугунов П.И., Новоселов В.Ф. Транспортирование вязких нефтей и нефтепродуктов по трубопроводам. – М: Недра, 1973. – 88 с.
- 3 Надиров Н.К., Тугунов П.И., Брот Р.А. Трубопроводный транспорт вязких нефтей. – Алматы: Наука, 1985. - 264 с.
- 4 Махмотов Е.С. Влияние природных и композиционных депрессантов на поведение Кумколь-Акшабулакской нефтесмеси (транспортируемой по магистральным трубопроводам Республики Казахстан) // Нефть, газ и бизнес. - 2010. - № 7/8. - С. 97-105.
- 5 Алдыяров Т.К., Махмотов Е.С., Сагитов В.Б., Алексеев С. Г., Дидух А.Г. Восприимчивость нефтей к тепловой и депрессорной обработке // Нефть и газ. - 2010. - №4. - С.76-86.
- 6 Тугунов П.И., Новоселов В.Ф. Транспортирование вязких нефтей и нефтепродуктов по трубопроводам. – М: Недра, 1973. – 88с.
- 7 Панов Ю.Е. Технология перекачки высоковязких нефтей, включая северные районы // Обз. Инф-ция ВНИИ орг-ции, упр-я, экономики нефтегазовой пром-ти. - 1987. - №12/96. - С. 1-36.
- 8 Яценко И.Г., Полищук Ю.М. Особенности физико-химических и реологических свойств парафинистых нефтей // Нефть и газ - 2011. - №5 – С. 59-68.
- 9 Сазонов О.В. Опытные-промышленные испытания депрессорной присадки ЕСА 4242 на высокопарафинистой мангышлакской нефти // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1975. - № 12. - С. 3-5.
- 10 Губин В.Е. О некоторых изменениях микроструктуры высокопарафинистой нефти под действием асфальто-смолистых добавок // Тр.ВНИИ по сбору и подготовке и транспорту нефти и нефтепродуктов. – 1972. – Вып. 10. – С. 26-31.
- 11 Тугунов П.И. Нестационарные режимы перекачки нефтей и нефтепродуктов. – М.: Недра, 1984. – 224 с.
- 12 Канзафаров Ф.Я., Васильев А.С., Ганиева Л.М. Предотвращение асфальтосмолопарафиновых отложений в скважинах ингибитором на основе ТПС // Нефтяное хозяйство. – 1991. - № 3. - С. 31-32.
- 13 Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г., Юфин В.А., Яковлев Е.И. Трубопроводный транспорт нефти и газа. – М.: Недра, 1988. – 368 с.
- 14 Уэнг С.Л., Фламберг А., Кикахбай Т. Выбор оптимальной депрессорной присадки // Нефтегазовые технологии. – 1999. – № 3. – С. 90-92.
- 15 Беккер Л.М., Конради В.В., Короткое В.П., Туманян Б.П., Челинцев С. Н. Применение депрессорной присадки при трубопроводном транспорте смесей высокозастывающих нефтей северных месторождений Тимано-Печорской нефтегазовой провинции // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. 1994. - № 11. - С. 11-12.

- 16 Блейхер Э.М., Челинцев С. Н., Мингалимов Х.Я., Конради В.В. Результаты опытной перекачки высокопарафинистых нефтей Коми АССР // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1979. - № 10. - С. 3-5.
- 17 Бурова Л.И., Дмитриева Н.А., Пономарев М.С., Тертерян Р.А., Блейхер Э.М., Челинцев С.Н. Выбор присадки к высокозастывающим нефтям Туркмении // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1977. - № 5. - С. 6-9
- 18 Иванов В.И., Тертерян Р.А., Челинцев С. Н. К вопросу о механизме действия депрессорной присадки к высокопарафинистым нефтям // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1982. - № 6. - С. 7-8
- 19 Ларионов С. В., Челинцев С. Н. Выбор оптимальной концентрации депрессорной присадки при изотермической перекачке парафиносодержащих нефтей и газового конденсата // Нефтепромысловое дело и транспорт нефти. - 1984. - №11. – С. 18-19.
- 20 Сазонов О.В., Сквородников Ю.А., Скрипников Ю.В., Антонова Т.В. Технология введения депрессорных присадок в высокопарафинистые нефти // Нефтяное хозяйство. - 1976. - № 1. - С. 45-46.
- 21 Сазонов О.В., Сквородников Ю.А., Антонова Т.В. Экспериментальное исследование стабильности реологических свойств высокопарафинистой мангышлакской нефти, обработанной депрессорной присадки // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1976. - № 2. - С. 6-7.
- 22 Махмотов, Е.С. Разработка и исследование синтетических депрессорных присадок к высокопарафинистым нефтям и нефтесмесям Республики Казахстан // Нефть, газ и бизнес. - 2010. - № 7/8. - С. 106-111
- 23 Сквородникова Т.К., Тугунов П.И. Реологические параметры высокопарафинистых нефтей, обработанных полимерной добавкой // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1976. - №4. – С.3-5.
- 24 Сквородников Ю.А. Повышение эффективности применения депрессорных добавок к парафинистым нефтям. - М.: Нефтяное хозяйство, 1978 - № 6. - С. 49-51.
- 25 Сквородников Ю.А., Сазонов О.В. Скрипников Ю.В. Новый способ применения депрессорных присадок при перекачке высокопарафинистых нефтей // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1977. - № 3. - С. 9-11.
- 26 Скрипников Ю.В., Нурутдинова Р.А., Пиядин М.Н. Способы улучшения реологических свойств нефтей Коми АССР // Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. - 1976. - Вып. 14. - С. 10-15.
- 27 Скрипников Ю.В., Сквородников Ю.А., Антонова Т.В., Фролова Л.А. Применение присадок при перекачке высокопарафинистых нефтей // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1973. - № 2,- С. 3-6.
- 28 Гареев М.М., Несын Г.В. Результаты ввода в поток нефти присадки для снижения гидравлического сопротивления // Нефтяное хозяйство. – 1992. - № 10. - С. 30-31.

29 Фукс Г.И. Вязкость и пластичность нефтепродуктов. - М.: Гостоптехиздат, 1951. - 271 с.

30 Челинцев С. Н. Перекачка высокозастывающих парафинистых нефтей с присадками - стимуляторами потока. - М.: Недра, 1978. - 330 с.

31 Челинцев С. Н. О механизме действия нефтяного полимерного депрессора // О деятельности НИИ, проектных институтов и вузов по разработке новых прогрессивных технических решений и их внедрение в производство: тез. докл. зональной науч.-техн. конф. - 1979. - Т. 1. - С. 138-139.

32 Мамытбеков Г.К., Кожобеков С. С. Совершенствование методов синтеза депрессорных присадок для аномальных нефтей // Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии: междунар. науч.-практ. конф. - Алматы, 2008. - С. 227-231.

33 <http://www.legat-barnaul.ru/production/prisadki-dmn/dmn-opitnie-dannie>.  
Опытные данные по присадке ДМН-2005. 14.06.2017.

34 Митусова Т.Н., Полина Е.В., Калинина М.В. Современные дизельные топлива и присадки к ним. - М.: Техника, ООО «Тума Групп», 2002. - 64 с.

35 Данилов А.М. Применение присадок в топливах. - М.: Мир, 2005. - 288 с.

36 Гришина И.Н. Физико-химические основы и закономерности синтеза, производства и применения присадок, улучшающих качество дизельных топлив. - М.: Нефть и газ, 2007. - 230 с.

37 Ечевский Г.В. Переработка углеводородного сырья с целью получения моторных топлив с помощью одностадийного процесса БИМ // Наука и технологии в промышленности. - № 2. - 2002. - С. 62-64.

38 Данилов А.М. Присадки и добавки. Улучшение экологических характеристик нефтяных топлив. - М.: Химия, 1996. - 232 с.

39 Туманян Б.П. Научные и прикладные аспекты теории нефтяных дисперсных систем. - М.: Техника, 2000. - 336 с.

40 Саблина З.А., Присадки к моторным допливам. - М.: Химия, 1977. - 258 с.

41 Башкатова С. Т. Присадки к дизельным топливам. - М.: Химия, 1994. - 256 с.

42 Энглин Б.А. Применение жидких топлив при низких температурах. - М.: Химия, 1980. - 208 с.

43 Башкатова С. Т, Присадки к дизельным допливам. - М.: Химия, 1994. - 256 с.

44 Митусова Т.Н., Оптимизация качества дизельного топлива с целью расширения его ресурсов: тематический обзор. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1988. - 78 с.

45 Овчинникова Т.Н., Опыт освоения производства дизельных топлив с депрессорными присадками в АОТ „Ярославнефтеоргсинтез“: тематический обзор. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1997. - 54 с.

- 46 Митусова Т.Н., Сафонова Е.Е., Брагина Г.А., Бармина Л.В. Дизельные топлива и присадки, допущенные к применению в 2001-2004 гг. // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2006. - №1. – С. 12-14.
- 47 Митусова Т.Н., Современные дизельные топлива и присадки к ним. – М.: Техника, 2002. - 64 с.
- 48 Тертерян Р.А., Депрессорные присадки к топливам, нефтям и маслам. - М.: Химия, 1990. - 238 с.
- 49 Главати О.Л. Физикохимия диспергирующих присадок к маслам. – Киев: Наукова Думка, 1989. – 184 с.
- 50 Мастобаев Б.Н. История применения химических реагентов и технологий в трубопроводном транспорте нефти и нефтепродуктов: дисс. ... докт. техн. наук: 07.00.10 / УГНТУ. – Уфа, 2003. – 360 с.
- 51 Ахмедов А.И., Фарзалиев В.М., Алигулиев Р.М. Полимерные присадки к маслам. – Баку: Элм, 2000. – 175 с.
- 52 Агаев С. Г., Шевелева М.Г, Синтез и исследование сложноэфирной депрессорной присадки ТюИИ77М // Нефтепереработка и нефтехимия. - 1994. - № 4. - С. 31-33.
- 53 Агаев С. Г., Березина З.Н., Шевелева М.Г. Получение опытных партий депрессорной присадки ТюИИ 77М // Химия и технология топлив и масел. - 1994. - № 9. - С. 10-11.
- 54 Виппер А.Б. Об исследовании механизма действия присадок к нефтяным маслам // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2007. - № 1. - С. 35-37.
- 55 Ахмедов А.И., Исмайлова Н.Д., Рустамова С.Н. Многофункциональные полимерные присадки к смазочным маслам // ХТТМ. 1984. - №9. - С. 43-46.
- 56 Кулиев А.М, Химия и технология присадок к маслам и топливам. - М.: Химия, 1985. - 312 с.
- 57 Сюняев З.И., Сюняев Р.З., Сафиева Р.З. Нефтяные дисперсные системы. – М.: Химия, 1990. – 226 с.
- 58 Поканова Ю.В. Новые иониты и адсорбенты из нефтяного сырья. - Л., 1981. - 53 с.
- 59 Джилберт Э.Е. Сульфирование органических соединений. - М.: Химия, 1969. – 415 с.
- 60 Карабаев Ж.А., Капустин В.М., Танашев С.Т., Сакибаева С.А. Интенсификация процесса вакуумной дистилляции мазута кумкольской нефти путем регулирования фазовых переходов нефтяных дисперсных систем // Химия и технология топлив масел. – 2013. - №3(577). - С. 33-37.
- 61 Лосиков Б.В. Нефтепродукты свойства, качество, применение: справочник. – М.: Химия, 1966. - 776 с.
- 62 Trenkel M.E. Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Efficiency in Agriculture. – Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2010. – 160 p.
- 63 Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г. Трубопроводный транспорт нефти и газа. - М.: Недра, 1988. - 368 с.

- 64 Тугунов П.Н., Новоселов В.Ф. Транспортирование вязких нефтей и нефтепродуктов по трубопроводам. - М.: Недра, 1973. - 88 с.
- 65 Сазонов О.В., Усманов В.Г. Экспериментальные исследования течения по трубопроводу застывшей высокопарафинистой нефти с кольцевым пристенным слоем из маловязкой нефти // Актуальные вопросы трубопроводного транспорта нефти: сб. науч. тр. - Уфа, 1986. - с. 61-65.
- 66 Герасименко Л.Н. Приготовление транспортабельной смеси нефтей в трубопроводе // Актуальные вопросы трубопроводного транспорта нефти: сб. науч. тр. - Уфа, 1986. - С. 66-72
- 67 Челинцев С.Н. Исследование воздействия противотурбулентной присадки на низкотемпературные свойства высокозастывающей нефти // М.: РГУ нефти и газа, НТС «Магистральные и промысловые трубопроводы: проектирование, строительство эксплуатация, ремонт». 2000. - №4. - С. 114-122.
- 68 Агапкин В.М., Челинцев С.Н. Перекачка высоковязких и застывающих нефтей и нефтепродуктов за рубежом // РНТС Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1974. - № 4 – С. 88-92.
- 69 Крейн С.Э., Липштейн Р.Д. Присадки, улучшающие эксплуатационные свойства масел. - М.: Гостоптехиздат, 1949. - 66 с.
- 70 Скрипников Ю.В., Сквородников Ю.А., Антонова Т.В., Фролова Л.А. Применение присадок при перекачке высокопарафинистых нефтей // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1973. - № 2. - С. 3-6.
- 71 Челинцев С.Н. Перекачка высокозастывающих парафинистых нефтей с присадками - стимуляторами потока. - М.: Недра, 1978. – 330 с.
- 72 Bilderback C. A., Dougall L.A. Complete Paraffin Control in Petroleum Production // Journal of Petroleum Technology. - 1969. - Vol. 21. - P. 1151-1156.
- 73 Губин В.Е., Сквородников Ю.А., Скрипников Ю.В. Методика гидравлического расчета трубопровода при изотермическом режиме течения высокопарафинистых и вязкопластичных нефтей // Уфа: ВНИИСПТнефть.- 1974. - 28 с.
- 74 Жузе Т.П. Механизм действия присадок, вызывающих понижение температуры застывания парафинистых нефтепродуктов. - М.: Коллоидный журнал, 1951. - Т. 13. - № 1. - С. 27-37.
- 75 Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам. – М.: Химия, 1972. - 360 с.
- 76 Черножуков Н.И., Крейн С. Э., Лосиков Б.В. Химия минеральных масел. - М.: Гостоптехиздат, 1959. - 110 с.
- 77 Черножуков Н.И., Картинин Б.Н. О механизме действия депрессорных присадок // В кн.: О механизме действия депрессорных присадок. - М.: Химия, 1969. – 193 с.
- 78 Александрова Э.А., Гришин А.П., Петрова А.А. Исследования температуры начала кристаллизации и структурного застывания растворов парафинов // Известия вузов, Серия Нефть и газ. - 1971. - № 6. - С. 41-45.

79 Гришин А.П., Ребиндер П.А., Александрова Э.А., Маркина З.Н. О кристаллизации, структурном застывании и гистерезисе в растворах парафина с добавками поверхностно-активных веществ // ДАН СССР. - 1970. – Т. 194, № 4. - С. 850-853.

80 Петрова А.А., Шахпаронов М.И., Гришин А.П. О механизме действия депрессоров // Вестник Московского университета, Серия Химия. - 1966. - № 3. - С. 18-23.

81 Тертерян Р.А., Башкатова С. Т. Депрессорные присадки к дизельным топливам. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1987. - 66 с.

82 Мамытбеков Г.К., Кожабеков С. С. Совершенствование методов синтеза депрессорных присадок для аномальных нефтей // Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии: междунар. науч.-практ. конф. – Алматы, 2008. – С. 227-231.

83 Сковородников Ю.А., Емков А.А., Бриль Д.М. О взаимодействии депрессорных присадок с поверхностно-активными веществами // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1974. - № 6. - С. 3-5.

84 Егоров А.В., Васин М.А., Николаев В.Ф. Экспресс-метод оценки эффективности и оптимальных дозировок депрессорных присадок к парафинистым нефтям // Вестник Казанского технологического университета. - 2011. - № 11. - С. 85-87.

85 Pric R.C. Flow Improvers for Waxy Crudes. // Journal of the Institute Petroleum. - 1971. – Vol. 57. - № 554. – P. 106-109.

86 Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. - М.: Химия, 1972. – 360 с.

87 Туманян Б.П. К вопросу о механизме действия депрессорных присадок в высокозастывающих нефтяных системах // Трубопроводный транспорт нефти. - 1996. - № 5. - С. 21-24.

88 Gilby G.W. The use of ethylene – vinyl acetate copolymers as flow improvers and wax deposition inhibitors in waxy crude oil // Chemical oil and proc.: Symp. Manchester. –1983. – P. 108–123.

89 Энглин Б.А. Применение жидких топлив при низких температурах. - М.: Химия. - 1980. - 208 с.

90 Kelland M.A. Production Chemicals for the Oil and Gas Industry // CRC Press. - 2009. - P. 201.

91 Duffy D.M., Rodger P.M. Modeling the activity of wax inhibitors: a case study of poly (octadecyl acrylate) // J. Phys. Chem. - 2002. - № 106. - P. 11210-11217.

92 Duffy D.M., Moon C, Rodger P.M. Computer-assisted design of oil additives: hydrate and wax inhibitors // Mol. Phys. - 2004. - № 102. - P. 203-210.

93 Chen X., Tsang Y., Zhang H.Q., Chen T.X. Pressure-wave propagation technique for blockage detection in subsea flowlines // SPE Annual Technical Conference and Exhibition. Anaheim. - 2007. - P. 210.

94 Soni H.P., Bharambe D.P. Performance-based design of wax crystal growth inhibitors // Energy Fuels. - 2008. - № 22. - P. 3930-3938.

95 Jang Y.H., Blanco M., Creek J., Tang Y., Goddard W.A. Wax Inhibition by comb-like polymers: support of the incorporation-perturbation mechanism from molecular dynamics simulations // J. Phys. Chem.. - 2007. - № 1. - P.13173-13179.

96 Groffe D., Groffe P., Takhar S., Andersen S.I., Stenby E.H., Lindeloff N. A wax inhibition solution to problematic fields: a chemical remediation process // Petrol. Sci. Technol. - 2001. - № 19. - P. 205-217.

97 Al-Sabagh A.M., El-Kafrawy A.F., Khidr T.T., El-Ghazawy R.A., Mishrif M.R. Synthesis and evaluation of some novel polymeric surfactants based on aromatic amines used as wax dispersant for waxy gas oil // J. Dispersion Sci. Technol. - 2007. - № 28. - P. 976-983.

98 Venkatesan R., Ostlund J., Chawla P., Wattana P., Nyden M., Fogler H.S. The Effect of asphaltenes on the gelation of waxy oils // Energy Fuels. - 2003. - № 17. - P. 1630-1640.

99 Kriz P., Andersen S.I. Effect of asphaltenes on crude oil wax crystallization // Energy Fuels. - 2005. - № 19. - P. 948-953.

100 Иннов. пат. 20691 РК. Депрессорно-ингибиторная присадка для высокопарафинистых нефтей / Луезов А.Б., Махмотов Е.; опубл. 15.01.09. Бюл. - № 1. - 2 с.

101 Махмотов Е.С. Депрессорная активность природных депрессантов // Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности систем транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: тез. докл. междунар. науч.-практич. конф. - Уфа. 2008. - С. 145-146.

102 Пирогов А.Г., Махмотов Е.С. Депрессорные присадки к нефтям // Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности систем транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: тез. докл. междунар. науч.-практич. конф. - Уфа, 2008. - С. 147-148.

103 Ауезов А.Б., Жумадилова Г.Т., Караваева Б.А., Габсаттарова Г.А., Бижанов Ж.А., Махмотов Е.С. Природные депрессанты из числа казахстанских нефтей и их активная составляющая // Нефть и газ. - 2004. - № 4. - С. 84-90.

104 Махмотов Е.С. Депрессорные присадки к нефти. А.: Вестник КазНТУ -2010. - С. 619-637.

105 Предпат. 0268.1 РК. Депрессорная присадка для высокопарафинистых нефтей и нефтепродуктов и способ ее получения / Бойко Г.И., Любченко Н.П., Шайхутдинов Е.М., Маймаков Т.П.; опубл. 07.11.06, Бюл. № 1. - 2 с: ил.

106 Предпат. 0267.1 РК. Депрессорная присадка для высокопарафинистых нефтей и нефтепродуктов и способ ее получения / Бойко Г.И., Любченко Н.П., Шайхутдинов Е.М., Маймаков Т.П.; опубл. 07.11.06, Бюл. № 7. - 2 с: ил.

107 Махмотов Е.С. Влияние природных и композиционных депрессантов на поведение Кумколь-Акшабулакской нефтесмеси (транспортируемой по магистральным трубопроводам РК) // Нефть, газ и бизнес. - 2010. - №7. - С. 86-96.

108 Предпат. 14332 РК. Способ получения депрессорной присадки к высокопарафинистым нефтям/ Ауезов А.Б., Саяхов Б.К., Кожабеков Д.Б., Махмотов Е., Жумадилова Г.Т., Габсаттарова Г.А., Тапалова О.Б.; опубл.



05.05.04. Бюл. № 5. – 4 с.

109 Алдыяров Т.К. О возможности применения депрессорных присадок для регулирования реологических параметров западноказахстанской нефти // Нефтяное хозяйство. 2013. -№2. – С. 98-101.

110 Збинден Р. ИК-спектроскопии высокополимеров. – М.: Мир, 1966. – 361 с.

111 Ляликов Ю.С. Физико-химические методы анализа. – М.: Химия, 1974. – 596 с.

112 Кудереева Л.А., Сакибаева С.А., Журавлев Г.Н. Методика выполнения измерений надмолекулярной структуры полимеров на растровом электронном микроскопе JSM – 6490 LV: методическая инструкция. – Шымкент: ЮКГУ им. М. Ауезова, 2012. – 22 с.

113 Глеуова С.Т., Журавлев Г.Н. Методика исследований формы частиц порошковых неорганических материалов на электронном микроскопе JSM – 6490 LV: методическая инструкция. – Шымкент: ЮКГУ им. М. Ауезова, 2012. – 24 с.

114 МЕСТ 11851-85 Мұнай. Парафинді анықтау әдісі.

115 МЕСТ 2477-65 (ASTM D4006). Мұнайдағы су құрамын анықтау.

116 ASTM D4006: Standard Test Method for Water in Crude Oil by Distillation.

117 МЕСТ 20287-91. Мұнай өнімдері. Аққыштықты жоғалту және қату температурасы;

118 ASTM D 5853. Standard Test Method for Pour Point of Crude Oils.

119 СТ-17-03-02. Асфальттішайырлыпарафинді шөгіндіні еріткішпен еріту және ыдырату әдісі.

120 МЕСТ 3900-85. Мұнай және мұнай өнімдері. Тығыздықты ареометрмен және пикнометрмен анықтау.

121 МЕСТ 33-2000. Мұнай өнімдері. Мөлдір және мөлдір емес сұйықтар. Кинематикалық тұтқырлықты анықтау және динамикалық тұтқырлықты есептеу.

122 ASTM D445-01: Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (the Calculation of Dynamic Viscosity).

123 МЕСТ 12329, ASTM D 611, ISO 2977. Мұнай өнімдерінің анилин нүктесін АТ-ПХП аппаратында автоматты анықтау

124 МЕСТ 6370-83. Мұнай, мұнайөнімдері және қоспалар. Механикалық қоспаларды анықтау әдісі;

125 МЕСТ 10577-78. Мұнайөнімдері. Механикалық қоспаларды анықтау әдісі;

126 Надиров Н.К. Нефть и газ Казахстана: в 2-х частях. – Алматы: Ғылым, 1995. - Ч. 1-2. – 320 с.; 400 с.

127 Айдарбаев А.С. Теория и практика разработки нефтяного месторождения Кумколь. – Алматы: Ғылым, 1999. – 275 с.

128 Махмотов Е.С., Сигитов В.Б., Исмурзип О.Б., Кондратьев В.В., Боранбаева Л.Е. Физико-химические и реологические параметры нефтей

Республики Казахстан: справочник на 3-х языках (казахский, русский и английский). - Алматы: Жибек жолы, 2008. - Ч. 1. - 629 с.

129 Жанадилов Н.Ж. Гудрон негізінде полиэлектролиттерді алу технологиясын құрастыру: дисс. ... техн. ғыл. магистрі: 6M073900 / М.Әуезов ат. ОҚМУ. – Шымкент, 2016. - 78 с.

130 Карабаев Ж.А. Разработка технология производства светлых и масляных фракций из малосернистых нефтей: дисс. ... докт. фил. (Ph.D): 6D072100 / КазНУ им. аль-Фараби. – Алматы, 2015. – 137 с.

131 Рыбак Б.М. Анализ нефти и нефтепродуктов. - М.: Химия, 1962. – 888 с.

132 МЕСТ 783-53. Гудрон масляный. Технические условия.

133 Надиров К.С., Сакибаева С.А., Бимбетова Г.Ж. Поверхностно-активные вещества на основе госсиполовой смолы и их использование. - Шымкент: Алем, 2013. - 188 с.

134 Надиров К.С. Получение госсипола и его производных при переработке семян и масла хлопчатника. – Шымкент: Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауезова, 2012. – 115 с.

135 Иннов. пат. 26788 РК. Деэмульгатор для обезвоживания и обессоливания сырой нефти/ Надиров К.С., Каракулова Г.И., Бимбетова Г.Ж., Сакибаева С.А.Тасанбаева Н.Е., Танашев С.Т., Сырманова К.К., Бейсенбаев О.К., Еркебаева Г.Ш., Дауренбек Н.М., Орынбасаров А.К., Искаков Ж. О., Дмитриев И.А.; опубл 28.03.13.

136 Надиров К.С. Бимбетова Г.Ж. Сакибаева С.А. Каракулова Г.И. Получение поверхностно-активных веществ на основе омыляемой фракции госсиполовой смолы для обезвоживания сырой нефти // Научно-технологическое развитие нефтегазового комплекса: докл. восьмых междунар. науч. надировских чтений. – Алматы, 2010. - С. 448-451.

137 Гордон А., Форд Р. Спутник химика. - М.: Мир, 1976. - 541 с.

138 Большая советская энциклопедия // гл. ред. А.М. Прохоров. - 3-е изд. - М.: Советская энциклопедия, 1969-1978.

139 Энциклопедия полимеров. - М.: Советская энциклопедия, 1974. - Т. 2. - 1032 с.

140 Моисеев И.И. Комплексы в жидкофазном окислении олефинов. - М.: Наука, 1970. – 238 с.

141 Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. - Л.: Химия, 1977. – 170 с.

142 Справочник химика. - Л. -М.: Химия, 1964. - Т.2. – 853 с.

143 Энциклопедия полимеров. - М.: Советская энциклопедия, 1972. - Т. 1. – 1224 с.

144 Химический энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1983. - 792 с.

145 Фрейдлин Г.Н. Алифатические дикарбоновые кислоты. - М.: Химия, 1978. - 259 с.

- 146 Большая Энциклопедия Нефти и Газа, [ngpedia.ru/id83562p1.html](http://ngpedia.ru/id83562p1.html). 19.06.2017.
- 147 Краткая химическая энциклопедия / под ред. И.Л. Кнуныц. - М.: Советская энциклопедия, 1967. - Т. 5. - 1184 с.
- 148 Петров А. А., Бальян Х.В., Проценко А.Т. Органическая химия: учебник для вузов // под ред. М.Д. Стадничука - 5-е изд., перераб и доп. - СПб.: Иван Федоров, 2002. – 624 с.
- 149 Бюлер К., Пирсон Д. Органические синтезы / пер. с англ. - М.: Мир, 1973. - Ч. 1. – 622 с.
- 150 Харлампович Г.Д., Чуркин Ю.В. Фенолы. - М.: Химия, 1974. - 376 с,
- 151 Роберте Д.Д., Касерио М.К. Основы органической химии / пер. с англ., – М.: Мир, 1978. - Т. 1. - 842 с.
- 152 ГОСТ 14710-78. Толуол нефтяной. Технические условия.
- 153 Товарные нефтепродукты, их свойства и применение: справочник // под ред. Н.Г. Пучкова. - М.: Химия, 1971. - 414 с.
- 154 Туремуратов Р.С., Бейсенбаев О.К., Дауренбек Н.М. Исследование реологических свойств нефтей Южно-Тургайского прогиба в присутствии депрессатора // Нефтегазопереработка-2013: матер. междунар. науч.-практ.конф. – Уфа, 2013. – С. 173.
- 155 Туремуратов Р.С., Дауренбек Н.М., Бейсенбаев О.К. Исследование реологических свойств нефтей в присутствии депрессатора // Развитие науки, образования и культуры независимого Казахстана в условиях глобальных вызовов современности: тр. междунар. науч.-практ.конф., посв. 70-летию Южно-Казахстанского Государственного университета им. М.Әуезова. – Шымкент, 2013. - С 69-70.
- 156 Бейсенбаев О.К., Туремуратов Р.С., Иса А.Б. Исследование влияния депрессатора на основе госсиполовой смолы на некоторые физико–химические свойства парафинистых нефтей // Стратегия объединения: Решение актуальных задач нефтегазового и нефтехимического комплексов на современном этапе: матер, VII междунар. пром.-экон. Форума. – М., 2014. - С. 137-139.
- 157 Weisenbaev O.K., Isa A.B., Turemuratov R.S., Botabaev N.E., Daurenbekova K.P. The recovery of depressant based on the gossypol resin and flux oil (DPN-1.2) // Journal of Applicable Chemistry. – 2015. – Vol. 4(2). - P. 488-491.
- 158 Бейсенбаев О.К., Иса А.Б., Жанадилов Н. Туремуратов Р.С. Исследование возможности синтеза депрессаторов на основе ароматических углеводородов // Инновационные подходы в инженерии – основа развития экономики Казахстана: сб. тр. междунар. науч.-практ.конф., посв. 20–летию ассамблеи народов Казахстана, 15–летию образования Казахстанского университета дружбы народов. – Шымкент, 2015. - С. 61-64.
- 159 Туремуратов Р.С., Бейсенбаев О.К., Ивахненко А.П., Жанадилов Н. Мұнай қалдықтары және мұнай өнеркәсібінің қалдықтары (ДПМ-3) негізінде жасалған депрессаторларды алу // ҚазҰТЗУ хабаршысы. - Алматы, 2016. - №2(114). – С. 243-249.

160 Beisenbaev O.K., Turemuratov R.S., Isa A.B., Iskendirov B.Zh., Ivakhnenko A.P. Synthesis and Properties of Depressators Based on Sopolymers in the Presence of Gossypol Pitch // *Oriental Journal of Chemistry*. – 2015. - Vol. 31, №(3). - P. 1-6.

161 Nadirov K., Zhantasov M., Bimbetova G., Kolesnikov A., Sadyrbayeva A., Orynbasarov A., Kutzhanova A., Turemuratov R.S., Botabaev N., Zhantasova D. Examination of optimal parameters of oxy-ethylation of fatty acids with a view to obtaining demulsifiers for deligufaction in the system of skimming and treatment of oil // *Chimica Oggi – Chemistry Today*. – 2016. - Vol. 34, № 1. - P. 72-76.

162 Туремуратов Р.С., Бейсенбаев О.К., Ивахненко А.П., Жанадилов Н. Исследования депрессаторов на основе олефинов // *Вестник КазНИТУ*. - Алматы, 2016. - №2(114). – С. 238-243.

163 Туремуратов Р.С., Бейсенбаев О.К., Иса А.Б., Искендилов Б.Ж. Исследование присадок на основе гомополимеров и сополимеров для дизельных топлив // *Вестник ЕНУ*. – Астана, 2016. - №4(113). – С. 538-542.

164 Бейсенбаев О.К., Ивахненко А.П., Туремуратов Р.С., Сейдулла Ш.С. Получение и исследование влияния депрессатора на основе бутилметакрилата и винилацетата на низкотемпературные характеристики и вязкостные свойства нефти и дизельных топлив Кумкольского месторождения // *Вестник КазНИТУ*. – Алматы, 2017. - №2(120). – С. 404-411.

165 Бейсенбаев О.К., Туремуратов Р.С., Сейдулла Ш.С., Ивахненко А.П. Получение и исследование физико-химических свойств депрессаторов высокопарафинистых нефтей Кумкольского месторождения на основе бутилметакрилата и олеиновой кислоты // *Вестник КазНИТУ*. – Алматы, 2017. - №3(121). - С. 147-154.

166 Бейсенбаев О.К., Ивахненко А.П., Туремуратов Р.С., Сейдулла Ш.С., Дауренбекова К.П. Исследование физико-химических свойств депрессаторов на основе фенилантраниловой кислоты, этиленгликоля и себациновой кислоты для Кумкольской нефти и дизельных топлив на его основе // *Вестник КазНИТУ*. – Алматы, 2017. - №3(121). - С. 594-600.

## ҚОСЫМША А

Ф.7.07-15



АКТ *№591* *14.06.2017*

### проведения промышленных испытаний депрессаторов «ДПН-4» и «ДПН-6»

Мы, нижеподписавшиеся, главный инженер Ким Д., лаборант Малдыбаев А.Б. - представители ТОО «Авангард мұнай» с одной стороны, ответственный исполнитель НИР д.т.н., профессор Бейсенбаев О.К., д.т.н., исполнитель, профессор Надилов К.С., исполнитель, докторант Туремуратов Р.С., представители Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауэзова с другой стороны, настоящим актом подтверждаем, что по результатам научно-исследовательской работы: «Разработка технологии получения депрессаторов высокопарафинистых нефтей на основе олефинов и аминоксидных соединений», полученных на кафедре «Нефтепереработка и нефтехимия» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауэзова были проведены промышленные испытания депрессаторов «ДПН-4» и «ДПН-6» на предприятии ТОО «Авангард мұнай».

Новые депрессорные присадки разработаны с целью расширения ассортимента депрессаторов для снижения температуры вязкости, температуры застывания, улучшения реологических свойств при подготовке и транспортировке нефти и нефтепродуктов Кумкольского месторождения. В испытаниях проверены два композиционных состава.

1. Депрессатор на основе аминифенола и госсипола (ДПН-4) состав, мл: Аминифенола -100мл; госсиполовая смола (ОСТ 1-114-73) -100мл; формалин 35% -20мл; гидроксид натрия 10% до pH -10.
2. Депрессатор на основе винилацетата и бутилметакрилата (ДПН-6) состава, мас. %: винилацетата -50; бутилметакрилата -50; перекись бензоила -0,5.

### Результаты

В таблицах 1,2,3 приведены результаты промышленных испытаний депрессаторов серии «ДПН» для улучшения реологических свойств сырой нефти и дизельного топлива месторождения «Кумколь».



Таблица -1. Изменения кинематической вязкости и низкотемпературных показателей Кумкольской нефти при 50<sup>0</sup>С в зависимости от концентрации депрессатора ДПН – 6 на основе винилацетата и бутилметакрилата ( 0,001 – 0,5 % ).

Депрессатор	Сырая нефть		
ВА + БМА %	Сырая нефть	Кинематическая вязкость, $\eta_{кин}$ , мм <sup>2</sup> /с	Температура замерзания, $T_z$ , °С
-	100мл	2,57	+16
0,001	100мл	1,13	-4
0,01	100мл	1,07	-9
0,1	100мл	1,03	-6
0,25	100мл	0,96	-2
0,5	100мл	1,01	-4

Таблица – 2. Изменения кинематической вязкости и низкотемпературных показателей дизельного топлива в зависимости от концентрации присадки ДПН – 6 при температуре 25<sup>0</sup>С

Депрессатор	Дизельное топливо ДТ – Л – К2			
ВА + БМА	ДТ-Л-К2	Кинематическая вязкость, $\eta_{кин}$ , мм <sup>2</sup> /с	Температура помутнения, $T_p$ , °С	Температура замерзания, $T_z$ , °С
-	100 мл	3,77	-11	-14
0,001	100 мл	1,21	-19	-29
0,01	100 мл	1,31	-21	-27
0,1	100 мл	1,33	-22	-30
0,25	100 мл	1,45	-22	-29
0,5	100 мл	1,56	-21	-25

Таблица 3 – Изменения низкотемпературных показателей Кумкольской нефти при 25<sup>0</sup>С в зависимости от концентрации депрессатора ДПН – 4 на основе аминифенола и госсиполовой смолы в присутствии формалина.

Сырая нефть	Объем, мл	Депрессатор, %	Нефть с депрессатором, $T_z$ , °С
			ДПН-4
Кумкольская нефть	100	-	12
	100	0,005	10
	100	0,001	9
	100	0,05	5
	100	0,025	3
	100	0,01	0
	100	0,1	-2

Полученные результаты показывают, что:

- без добавки депрессаторов (ДПН-6) кинематическая вязкость нефти равна 2,57 мм<sup>2</sup>/с, температура застывание Тз = +16°С. При добавлении синтезированных депрессаторов на основе винилацетата и бутилметакрилата растворенных в толуоле в количестве (0,001 – 0,5%) на сырую нефть (20 мл) резко изменяются эксплуатационные параметры нефти, т.е. кинематическая вязкость от 2,57 мм<sup>2</sup>/с снижается до 1,01 мм<sup>2</sup>/с, температура застывание Тз снижается от +16°С до -9°С. При этом оптимальное концентрация добавляемых депрессаторов составляет 0,001 – 0,25%, а дальнейшее увеличение концентрации в системе эти показатели почти не изменяются. Это свидетельствует о том, что увеличение концентрации не приводит к улучшению эксплуатационных параметров и оптимальной концентрации можно считать 0,001 – 0,1% в системе.

- без добавки депрессаторов (ДПН-6) кинематическая вязкость дизельного топлива марки ДТ – Л – К2 (25°С) равна 3,77 температура помутнение Тп = -11°С, температура застывание Тз = -14°С. При добавлении синтезированных депрессаторов на основе винилацетата и бутилметакрилата растворенных в толуоле на дизельное топливо (20 мл) в количестве (0,001 – 0,5%) резко изменяются эксплуатационные параметры дизельного топлива, т.е. кинематическая вязкость от 3,77 мм<sup>2</sup>/с снижается до 1,21 – 1,56 мм<sup>2</sup>/с, температура помутнение Тп резко снижается от -11°С до -21,-22°С, температура застывание Тз снижается от -14°С до -26 , -29°С. При этом оптимальная концентрация добавляемых депрессаторов составляет 0,001 – 0,1%, а от дальнейшего увеличения концентрации в системе эти показатели почти не изменяются. Это свидетельствует о том, что увеличение концентрации не приводит к улучшению эксплуатационных параметров и оптимальной концентрацией можно считать 0,001 – 0,1% в системе.

- без добавки депрессаторов (ДПН-4) температура застывание Тз = +12°С. При добавлении синтезированных депрессаторов на основе аминифенола и госсиполовой смолы в присутствии формалина (0,005 – 0,1%) на сырую нефть (100 мл) изменяется эксплуатационные параметры нефти, т.е. температура застывания Тз снижается от +12°С до -2°С. При этом оптимальная концентрация добавляемых депрессаторов составляет 0,001 – 0,25%, а при дальнейшем увеличении концентрации в системе эти показатели почти не изменяются. Это свидетельствует о том, что увеличение концентрации не приводит к улучшению эксплуатационных параметров и оптимальной концентрацией можно считать 0,005 – 0,1% в системе.

- новые депрессаторы серии «ДПН-4» и «ДПН-6» по низкотемпературным показателям Кумкольской нефти и дизельного топлива не уступают известным образцам депрессаторов и могут быть использованы для промышленной подготовки и транспортировки Кумкольской нефти.

**Выводы и предложения:** предложенные депрессаторы серии «ДПН-4» и «ДПН-6» по реологическим свойствам не уступают известным образцам, по себестоимости ниже, так как получаются из гудронов дистилляции жирных кислот хлопкового масла и могут быть использованы при промышленной подготовке и транспортировке нефти, а также улучшения низкотемпературных показателей и реологических свойств Кумкольской нефти и дизельного топлива.

От ЮКГУ им. М.Ауэзова

От ТОО «Авангард мұнай»

Ответств. исполнитель НИР, д.т.н. профессор

 Бейсенбаев О.К.

Главный инженер

 Ким Д.

Исполнитель д.х.н., профессор

 Надиров К.С.

Лаборант

 Малдыбаев А.Б.

Исполнитель докторант

 Туремуратов Р.С.