

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-1491.91>

Volume 5, Number 443 (2020), 141 – 150

UDC 691.16

CSCSTI 67.15.49

R.A. Narmanova¹, V.K. Bishimbaev², A.S. Tapalova¹, N.O. Appazov¹¹Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan;²Research Centre of Salt technology, Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: roza_an@mail.ru, bishimbaev@gmail.com, anipa52@mail.ru, nurasar.82@mail.ru

POLYMER ADDITIVE EFFECT ON THE STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE ORGANIC PART OF OIL BITUMINOUS ROCK

Abstract. The article presents the results of gas chromatographic analysis method of the organic part of oil bituminous rock and the results from the analysis of the molecular weight distribution of atactic polypropylene carried out using reverse gel-permeation chromatography. The research results of the structural and mechanical properties of the bitumen part of oil bituminous rock (OBR) of the Iman-Kara deposit, atactic polypropylene (APP) and compositions based on them, carried out on the instrument Reotest 2.1, are also presented herein.

It has been determined that the organic part of OBR of the Iman-Kara deposit mainly consists of oxygen-containing organic compounds with additions of heteroatomic structures (sulfur, haloids and nitrogen) with a weight fraction of 53.97%.

According to the chromatogram of the molecularly-mass distributed atactic polypropylene, it is found that the average time of fraction maximum yield is 11.4 minutes, the corresponding value of logarithm of the average molecular weight $Lg(M)$ equals to 5.5. Accordingly, the average molecular weight of fraction M is 400.

The change patterns of the rheological properties of the organic part of OBR, atactic polypropylene and compositions based on them are described. It has been established that the addition of APP to the organic part of OBR creates a disperse system in which the particles of a polymer additive that are swollen due to oily components are dispersed in the bitumen medium. At the same time, mechanical properties such as elasticity and heat resistance of the organic part of oil bituminous rock are improved. These properties can be shown only with the optimum quantity of APP, when their concentration is such that they form an uninterrupted net structure. The influence patterns of APP on the structure of the organic part of OBR defined in the process of experiments can also be used in further experiments during development of various types of waterproofing materials and coatings.

Key words: oily bituminous rocks, asphaltenes, atactic polypropylene, rheology, structure formation, heat resistance, composition.

Introduction. It is known that oil bitumen is a material widely used in all countries of the world in various building technologies.

In the context of limited crude oil production and price volatility in world markets, the issues of processing not only the main mineral raw materials, but also the search for the use of secondary resources, production wastes for the real sector of economy is most relevant. From this perspective, resource saving is one of the priority tasks of the economy for many countries.

The papers of authors[1-12]are dedicated to the issue of processing oil-containing raw materials, methods for evaluation and calculation of the economic effect of investment on the processing of unused, cheaper and affordable types of raw materials, secondary material resources, including production wastes, and to determine the profitability and search for the break-even production capacity of various technologies.

Given that in the foreseeable future, the need for resources of oil products, namely, oil bitumen will undoubtedly grow, the importance of oil bituminous rocks (OBR) will perhaps rise steadily. Considerable

reserves of OBR are concentrated in Kazakhstan and it can be considered as a multi-purpose raw material, as a complex raw material of the third millennium [13].

In this regard, of continuing interest is the study of curing processes of OBR with various modifying additives and production wastes and their physical and mechanical properties research, for the purpose of further use as components in the composition of waterproofing construction materials.

The study object in this paper are OBRs of the Iman-Kara deposit (Atyrau Oblast) and atactic polypropylene (APP).

It is known from literary sources [13] that the organic part of oil bituminous rock of the Iman Kara deposit is heavy and viscous. Gasoline and light kerosene fractions are practically absent in OBR. Perhaps it depends on the oxidation of OBRs themselves, since they embed shallow. The saturation with bitumen of OBR of the Iman-Kara deposit is on average 18.9 wt%. The organic part of OBR of the Iman-Kara contains asphaltenes 12.5 wt %, resin – 36.4%, and the oil content is 51.1 wt %.

Atactic polypropylene is a material obtained when producing polypropylene as a co-product. According to its characteristics, this type of polypropylene belongs to thermoplastics. The ring-and-ball softening point is 112°C, the depth of needle penetration at 25°C, 0.1 mm – 40.0, the density is 850 kg/m³.

Atactic polypropylene has a number of useful properties and can be used in various production spheres. Although atactic polypropylene is considered waste material, it has many useful properties that can be used in various industrial fields. It is a soft, plastic and elastic material similar to rubber. It has high flow state – it can take different forms: from liquid buttery to thicker waxy. According to the authors [14-16], polypropylene is well combined with bitumen in almost all proportions, has high impact resistance and gives these properties to bitumen-polymer compositions, therefore, to the obtained construction materials. Bitumen-polymer compositions obtain the best properties, when atactic polypropylene forms a continuous network in the composition, which is achieved with its optimal content.

Based on the above, it follows that the use of APP as components in the compositions of various waterproofing construction materials would avoid disposal and convert it from wastes into useful raw material.

Materials and methods. The organic composition of oil bituminous rock has been analyzed on an Agilent 7890A/5975C chromatograph/mass spectrometer (USA). Before analysis, the organic part of the rock has been extracted using hexane.

Chromatographic conditions: gas chromatograph 7890A with mass-selective detector 5975C of Agilent company; mobile phase (carrier gas) – helium; evaporator temperature is 3500°C, flow discharge (Split) is 500:1; column thermostat temperature, beginning 70°C, temperature rise is 4°C per minute, final temperature is 290°C, kept at this temperature for 30 minutes, total analysis time is 80 minutes; ion mode of the mass detector is by electron impact method. A capillary chromatographic column HP-5MS has been used, the column length is 30 m, the internal diameter is 0.25 mm, the stationary phase – dimethylpolysiloxane (95%) and phenyl polysiloxane (5%).

According to the results of chromatographic analysis, it can be judged that the main part of oil bituminous rock mainly consists of oxygen-containing organic compounds with additions of heteroatomic structures (sulfur, halogens and nitrogen) with a weight fraction of 53.97% (table 1, figure 1).

Table 1 - Results of gas chromatographic analysis of the organic part of oil bituminous rock

Alkanes, wt %	Naphthenes, wt %	Arenes, wt %	Other compounds, wt %
16.50	10.85	18.68	53.97

The molecular weight distribution of atactic polypropylene has been studied using reverse gel-permeation chromatography on a Shimadzu HPLC Prominence-20 (Japan).

A sample of atactic polypropylene was dissolved in tetrahydrofuran at a concentration of 1 wt %. The obtained solution was filtered off on a syringe filter.

Chromatographic conditions: stationary phase – Shim-pack GPC-80M Shimadzu, column size – 300x8 mm, mobile phase - tetrahydrofuran, elution rate 1.0 ml/min, detection – refraction, thermostat temperature – 30°C, injection volume – 20 µl. The chromatogram is shown in figure 2.

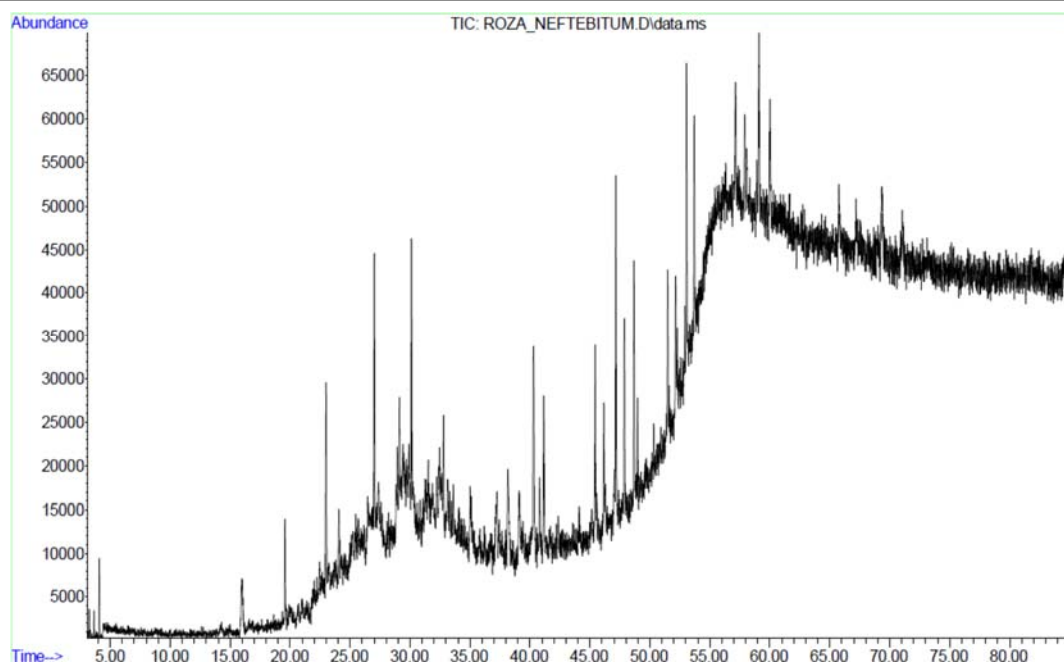


Figure 1 - Chromatogram of the organic part of oil bituminous rock

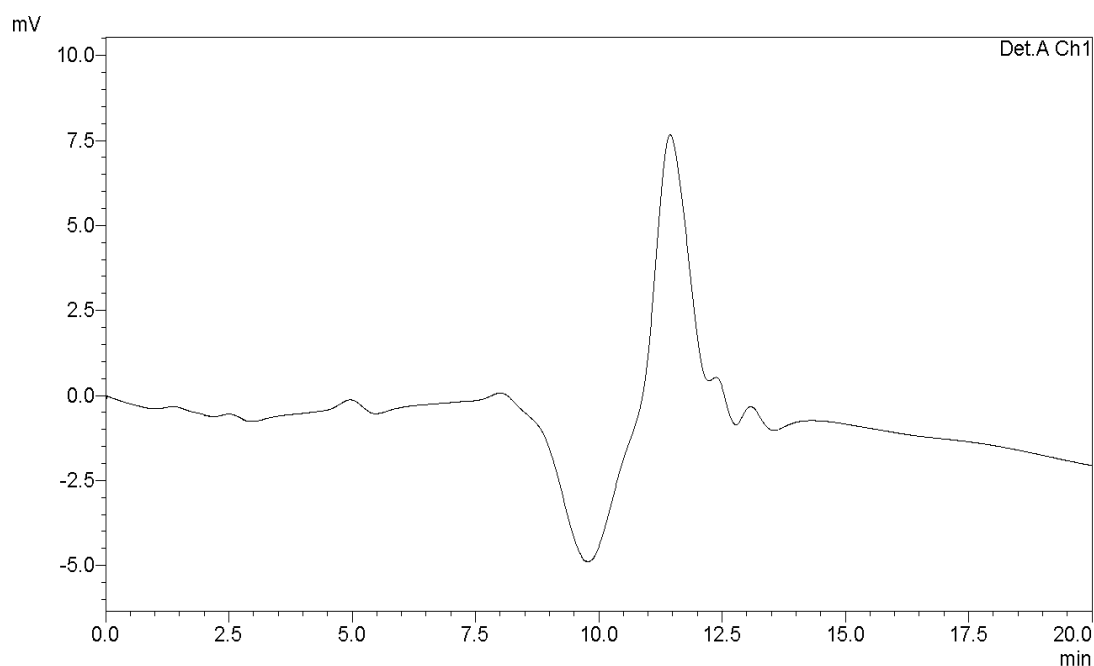


Figure 2 - Chromatography of molecularly-mass distributed atactic polypropylene

The average molecular weight has been determined by defining the corresponding value at an average time of fraction maximum yield. According to the chromatogram, the average time of fraction maximum yield is 11.4 minutes, the corresponding value of logarithm of the average molecular weight $L_g(M)$ was 5.5 (figure 3). Accordingly, the average molecular weight of fraction M is 400.

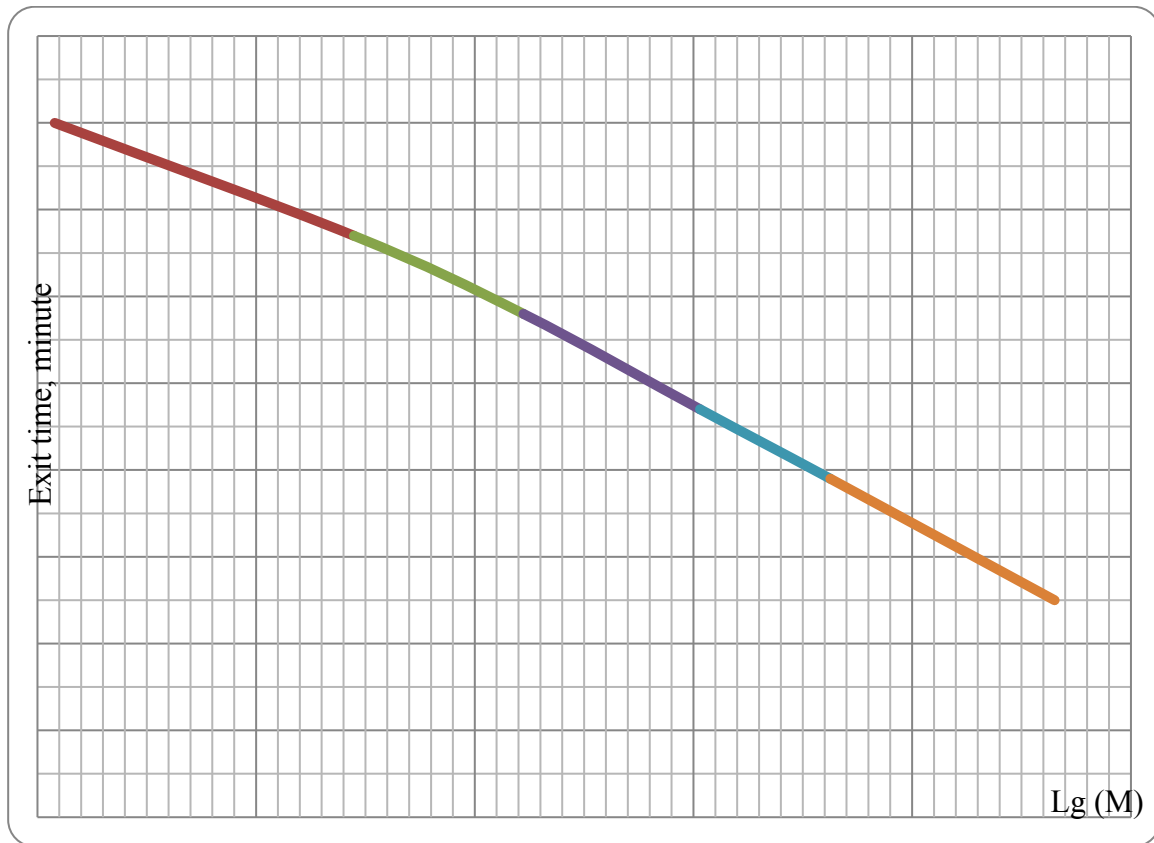


Figure 3 - Defining the corresponding value at an average time of fraction maximum yield

Thus, taking into account that the materials studied belong to rheologically complex, elastoplastic systems, which are characterized both by strength and viscosity properties, further studies were directed to:

- justification of the structuring role of atactic polypropylene, significantly expanding the range of physico-chemical and physico-technical properties of the organic part of OBR;
- change patterns of the rheological properties of the organic part of oil bituminous rock when they are combined with polymer additives.

On the instrument Reotest 2.1, the structural and mechanical characteristics for the organic part of OBR of the Iman-Kara deposit, APP, have been determined according to the pure shear scheme at temperatures of 20°C, 60°C, 90°C.

Results and discussion. As a result of experimental work, complete rheological flow curves were obtained) $lgD=f(p)$, $lg\eta = f(p)$, which made it possible to determine the rheological characteristics for describing the structural and mechanical properties of primary components (Table 1).

The organic part of OBR of the Iman-Kara deposit at 20°C has η_0 - 590.1, η_m – 14.5 Pa·s.

It is known that an increase in the amount of oils reduces the bitumen viscosity, and with an increase in the amount of asphaltenes in bitumen, its viscosity and heat resistance increase.

At a temperature of 90°C, the organic part of OBR of the Iman-Kara deposit has a viscosity equal to $\eta_0=3.1$ P·s and it is a Newtonian liquid, which is apparently caused by the maximum dissolution of individual particles and the almost complete destruction of the structural network due to the kinetic energy of thermal motion. The high sensitivity of OBRbitumen to elevated temperature is due to the high content of oils and resins. In contrast to the organic part of oil bituminous rock, atactic polypropylene has a higher degree of structuredness and its viscosity at a temperature of 90°C is $\eta_0=114.6$ Pa·s, $\eta_m=1.35$ Pa·s., which allows using it as a structure forming additive, strengthening the structure of the organic component of OBR and the obtaining composition.

Selection of the optimal ratio between the components of the “organic part of OBR:APP” has been carried out using the second-order rotatable design for two variables: X_1 – consumption of the organic part of OBR and X_2 – consumption of APP. The variation levels of technological factors under study are given in table 2.

Table 2 – Variation levels of technological factors

Name of factors under study	Code	Variation levels				
		-1.41	-1	0	+1	+1.41
Consumption of the organic part of OBR, %	X1	83.3	62.8	55.5	48.1	45.4
Consumption of APP, %	X2	16.7	37.2	45.5	51.9	54.6

The softening point, viscosity and depth of needle penetration are taken as the optimization parameters. The experimentation plan and the results obtained during its implementation are presented in Table 3. As a result of statistical processing of experimental data obtained during the implementation of the plan, the quantitative dependence of the studied properties of the “organic part of OBR:APP” system is derived from the variable factors under examination.

Table 3 – Rheological characteristics of the organic part of OBR and atactic polypropylene

Item No.	Components	$t, ^\circ\text{C}$	P_{k1}, Pa	P_{k2}, Pa	$\eta_0, \text{Pa}\cdot\text{s}$	$\eta_m, \text{Pa}\cdot\text{s}$	$1/\eta_0 \cdot 10^{-2}$	$1/\eta_m$	η_0/η_m	$\eta_0 - \eta_m$	$K_t \cdot 10^{-2}$
1	Organic part of OBR, Iman-Kara	20	399	70309	590.1	14.50	0.200	0.609	49.7	575.6	8.35
		60	576	-	18.7	3.20	5.360	0.309	5.8	15.4	
		90	16	-	3.1	0.40	32.700	2.281	7.3	2.6	
2	APP	60	1683	13441	671.0	1.50	0.649	435.710	669.5	113.3	9.15
		90	269	471	114.6	1.30	0.872	0.740	84.9		

Table 4 – Plan and results of experimentation the results of mathematical planning were verified by experimental studies.

Item No.	Variation level				Organic part of OBR, g	APP, g	Organic part of OBR:APP ratio	Softening point, $^\circ\text{C}$	$\eta_0, \text{Pa}\cdot\text{s}$	$\eta_m, \text{Pa}\cdot\text{s}$	$K_{t, 60-90} \cdot 10^{-2}$	Depth of needle penetration, mm
	In coded variables		In natural variables									
	X1	X2	X1	X2								
1	+1	+1	48.1	51.9	48.1	51.9	1 : 1.1	126	1010	2.57	9.48	21
2	-1	+1	62.8	51.9	62.8	51.9	1 : 0.83	122	898	1.94	9.49	23
3	+1	-1	48.1	37.2	48.1	37.1	1 : 0.77	120	791	1.70	9.35	23
4	-1	-1	62.8	37.2	62.8	37.2	1 : 0.6	110	751	1.35	9.06	27
5	+1.41	0	45.4	45.5	45.4	45.5	1 : 1	126	1009	2.30	9.48	20
6	-1.41	0	83.3	45.5	83.3	45.5	1 : 0.55	90	730	1.2	9.08	29
7	0	+1.41	55.5	54.6	55.5	54.6	1 : 1	126	1003	2.25	9.48	20
8	0	-1.41	55.5	16.7	55.5	16.7	1 : 0.4	45	724	1.35	9.10	39
9	0	0	55.5	45.5	55.5	45.5	1 : 0.8	121	993	1.94	9.49	23
10	-1.41	-1.41	83.3	16.7	83.3	16.7	1 : 0.2	24	147	2.09	7.04	51

The study of APP effect on the bitumen structure of OBR was carried out on compositions prepared according to the ratios given in Table 3, where the content of APP varied from 0.2 to 1.1 wtfr. %.

The study of the physical and mechanical properties of the composition show that adding APP to the organic part of OBR from 0.2 to 1.1wtfr. %increases the softening point of the asphalt-binder from 24 to 121°C, the depth of needle penetration decreases from 51 to 21 mm (Figure 4, Figure 5).

A further increase in the content of APP in the system changes the abovementioned figures slightly. To identify the advantages of the structure of the two-component “bitumen OBR:APP” system, rheological studies have been conducted at temperatures of 60°C. The rheological characteristics presented in Table 3 show that with the addition of APP into OBR bitumen, the strength of the system structure increases.

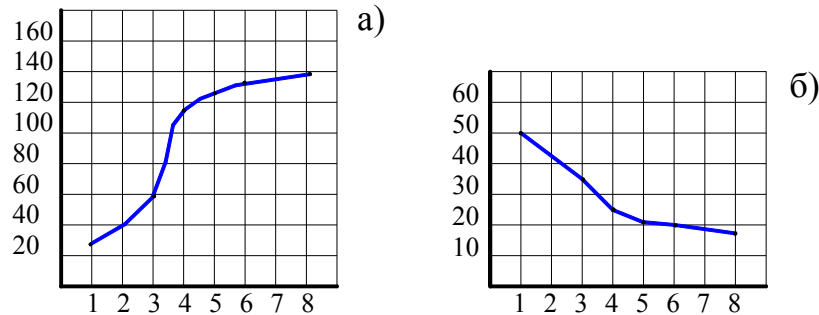


Figure 4 – The effect of the amount of atactic polypropylene additives on standard properties of the organic part of OBR (Iman-Kara):
Abscissa axis – the content of APP, % (x10); ordinate axis: on a – softening point, °C, on b – depth of needle penetration, mm

The viscosity of the undestroyed structure “ η_0 ” for all systems under study changes more sharply than the viscosity of the destroyed structure “ η_m ” in the same temperature range. The strongest structure is formed at the ratios of “OBRbitumen:APP” system – 1:0.8 and 1:1. At the same time, the obtained composition has the best structure compared to the structure of OBR bitumen and its viscosity approaches the viscosity of oil bitumen BN 90/10, as indicated by the following data. For the composition of OBRbitumen:APP” $\eta_0 = 993$ Pa·s for OBR bitumen (Iman-Kara) $\eta_0 = 18.66$ Pa s, while for bitumenBN 90/10 it equals $\eta_0 = 1073$ Pa s.

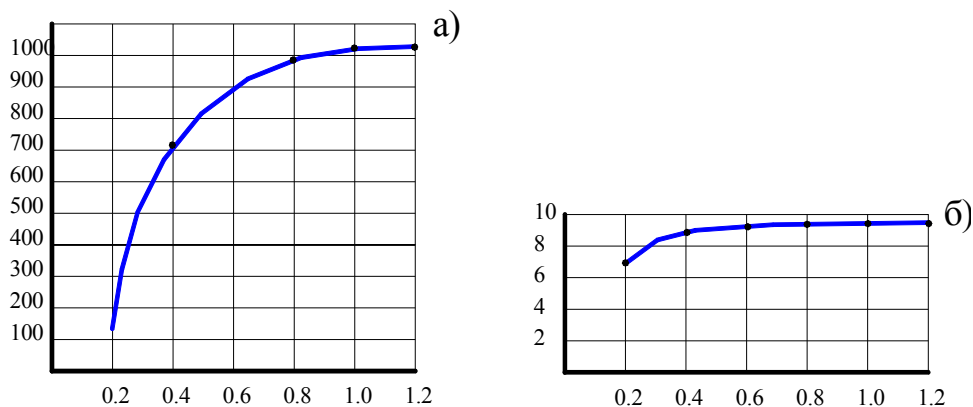


Figure 5 – The change in viscosity (a) and heat resistance (b) of the organic part of OBR depending on the content of APP:
Abscissa axis – the content of APP, wtfr.%; ordinate axis: on a – viscosity, Pa·s, on b – coefficient of heat stability(x10⁻²), °C

The almost constant value of the heat sensitivity coefficient (9.1×10^{-2} - 9.49×10^{-2}) in the temperature range 60-90°C indicates the thermal stability of the obtained system. The rise of the elastic limit Pk_1 and the yield limit Pk_2 with an increase in APP concentration indicates the existence of stronger links in the

system that form the spatial structure, that is, about the stability of the system structure. With the increase of APP concentration, the structuredness degree of the system increases, that is characterized by the ratio η_0/η_m and the difference η_0/η_m .

The formation of strong structure in the compositions is associated with the development in the volume of OBR bitumen of the structural network, the nodes or centers of origin of which are the APP particles.

At the same time, it is believed that with an increase in the degree of volumetric filling of the bitumen disperse medium with a polymer additive, the formation of the structure takes place in two stages:

- the first – an intensive change in the properties of the system and, as a rule, its hardening;
- the second – stabilization of the hardened structure and the elastoplastic properties of the system.

Conclusions. Thus, the conducted studies allowed to characterize the structural and mechanical properties of the organic part of oil bituminous rock of the Iman-Kara deposit and atactic polypropylene, which could become components of the predicted compositions of waterproofing materials. The patterns of effect of APP on the structure of the organic part of OBR defined during the experiments can also be used in further experiments during development of various types of waterproofing materials and coatings.

Р.А. Нарманова¹, В.К. Бишимбаев², А.С. Тапалова¹, Н.О. Аппазов¹

¹Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан;
²Тұз технологиясының ғылыми-зерттеу орталығы, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

ПОЛИМЕРЛІ ҚОСПАНЫҢ МҰНАЙ-БИТУМДЫ ЖЫНЫСТАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТІНЕ ӘСЕРІ

Аннотация. Мақалада мұнай-битумды жыныстардың (МБЖ) органикалық құрамын газды-хроматографиялық әдіспен зерттеудің нәтижелері және атактикалық пропиленнің молекулалық-массалық бөлінуін кері гель-өткізу хроматография арқылы анықтау нәтижелері келтірілген. Хроматографиялау жағдайы: Agilent фирмасының 5975С масс-селективті детекторлы 7890А газды хроматографы; қозғалмалы фаза – гелий; буландырғыш температурасы 350⁰С, ағынның бөлінуі (Split) 500:1; бағана термостанының температурасы, басталуы 70⁰С, температура минутына 4⁰С-ге көтеріледі, соңғы температура 290⁰С, бұл температурада 30 мин ұсталады, анализдің жалпы уақыты 80 мин.; масс-детектордың ионизация режимі – электрондық соққы әдісі. HP-5MS капиллярлы хроматографиялық бағанасы қолданылды, бағана ұзындығы 30 м, ішкі диаметрі 0,25 мм, қозғалмайтын фаза – диметилполисилоксан (95%), фенилполисилоксан (5%).

Иман-Қара кенішіндегі мұнай-битумды жыныстарының органикалық құрамы, негізінен, гетероатомды құрылымды қоспалары бар оттекті қосылысты органикалық қоспалардан тұрады (күкірт, галоидтар, азот). Бұл қоспаның массалық үлесі – 53,97%.

Shimadzu HPLC Prominence-20 (Жапония) қондырғысында қайтымды гель-өткізгіш хроматография көмегімен жүргізілген атактикалық полипропиленнің (АПП) молекулалық-массалық таралуды зерттеу нәтижелері келтірілген. Атактикалық полипропиленнің молекулалық-массалық бөлінуінің хроматограммасына сәйкес төмендегі көрсеткіштер анықталды: фракциялардың максималды шығуының орташа уақыты 11,4 мин. Бұл көрсеткішке сәйкес фракциялардың орташа молекулалық массасының Lg(M) логарифмі 5,5 тең болады. Сәйкесінше, «М» фракциясының орташа молекулалық массасы 400-ді құрайды.

Атактикалық полипропилен қоспасының мұнай-битумды жыныстың органикалық бөлігінің физика-механикалық қасиетіне әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. 0,2 мен 1,1 массалық үлес аралығында полимерлік қоспаны қосқанда мұнай-битумды жыныс битумды құрамының жұмсару температурасын, тұтқырлығын, температураға тұрақтылығын арттырады, иенің ену тереңдігі төмендейді.

Сонымен қатар, «Реотест 2.1» қондырғысы арқылы Иман-Қара кенішінің мұнай-битумды жыныстары органикалық құрамының, атактикалық пропиленнің құрылымдық-механикалық қасиетін зерттеу нәтижелері және мұнай-битум жыныстарының битумдық бөлігінің полимер қоспасымен араластырылғаннан кейінгі реологиялық қасиеттерінің өзгеру заңдылықтарын анықтау нәтижелері келтірілген. Бастапқы компоненттер мен олардың негізінде алынған композициялар үшін толық реологиялық қисықтары келтірілген $lgD = f(p)$, $lg\eta = f(p)$.

Мұнай-битумды жыныстардың органикалық құрамының, атактикалық полипропиленнің және осы материалдардың негізінде дайындалған композициялардың реологиялық қасиеттерінің өзгеру заңдылықтары сипатталған.

Реологиялық сипаттамаларға қарай отырып, мұнай-битумды жыныстың органикалық бөлігіне атактикалық полипропиленді ендіру жүйе құрылымының беріктігін арттыратынын байқауға болады. Ең мықты құрылым МБЖ:АПП - 1:0,8 және 1:1 қатынастағы жүйесінде түзіледі. Бұл жағдайда алынған композиция мұнай-битумды жыныс битумына қарағанда жоғары құрылымға ие және оның тұтқырлығы БН 90/10 мұнай битумының тұтқырлығына жақындайды.

Мұнай-битумды жыныстың органикалық бөлігіне атактикалық полипропиленді қосқанда полимерлі қоспаның бөлшектері майлы компоненттердің есебінен ісініп битумды жүйеге дисперсияланып дисперсті жүйе түзеді. Бұл жағдайда мұнай-битумды жыныстың органикалық бөлігінің серпімділік, термотұрақтылық тәрізді механикалық қасиеттері жақсарайды. Бұл қасиеттер тек атактикалық полипропиленнің оңтайлы құрамында байқалады, өйткені бұл концентрацияда олар үздіксіз торлы құрылым түзеді.

60-90°C температура аралығында термотұрақтылық коэффициентінің тұрақты шамасы ($9,1 \times 10^{-2}$ - $9,49 \times 10^{-2}$) алынған композицияның термиялық тұрақтылығын көрсетеді. Атактикалық полипропилен концентрациясын жоғарылатқанда R_{k1} серпімділік және R_{k2} аққыштық шегінің жоғарылауы жүйеде кеңістіктік құрылым түзетін берік байланыстардың түзілгендігін, яғни жүйе құрылымының тұрақтылығын көрсетеді. Атактикалық полипропилен концентрациясы өскен сайын жүйенің құрылымдалуы да жоғарылай түседі, ол η_0/η_m қатынасымен және η_0 - η_m айырмашылығымен сипатталады.

Атактикалық полипропиленді мұнай-битумды жыныстардың органикалық құрамымен араластыру нәтижесінде полимер түйіршіктері органикалық заттың құрамындағы май компонентімен қанықтырыла отырып, дисперстік жүйе құрайды және осы арқылы битумды материалдың ыстыққа төзімділігін, қаттылығын жақсартады. Бұл қасиеттерге атактикалық полипропиленнің ұтымды қатынасында, яғни ұтымды құрылым түзетін концентрациясында ғана қол жеткізуге болады. Эксперимент нәтижесінде анықталған заңдылықтарды, яғни атактикалық полипропиленнің мұнай-битум жыныстарының органикалық бөлігімен құрылымтүзгіштік рөлін алдағы уақытта әртүрлі гидроизоляциялық материалдар мен жабын алу технологиясында қолдануға болады.

Түйін сөздер: мұнай-битум жыныстары, асфальтендер, майлар, атактикалық полипропилен, хромотография, тұтқырлық, жұмсару температурасы, реология, құрылымтүзгіштік, жылуға төзімділік, композиция.

Р.А. Нарманова¹, В.К. Бишимбаев², А.С. Тапалова¹, Н.О. Аппазов¹

¹Кызылординский университет имени КORKYТ АТА, Кызылорда, Казахстан;

²Научно-исследовательский центр солевых технологий, Нур-Султан, Казахстан

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ ДОБАВКИ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ НЕФТЕБИТУМИНОЗНОЙ ПОРОДЫ

Аннотация. В статье приведены результаты газо-хроматографического метода анализа органической части нефтебитуминозной породы и результаты анализа молекулярно-массового распределения атактического полипропилена, проведенной с помощью обратной гель-проникающей хроматографии. Условия хроматографирования: газовый хроматограф 7890А с масс-селективным детектором 5975С фирмы Agilent; подвижная фаза (газ носитель) – гелий; температура испарителя 350°C, сброс потока (Split) 500:1; температура термостата колонки, начало 70°C, подъем температуры 4°C в минуту, конечная температура 290°C, при этой температуре удерживается 30 мин, общее время анализа 80 мин; режим ионизации масс-детектора методом электронного удара. Использовали капиллярную хроматографическую колонку HP-5MS, длина колонки 30 м, внутренний диаметр 0,25 мм, неподвижная фаза – диметилполисилоксан (95%), фенилполисилоксан (5%).

По результатам хроматографического анализа можно судить, что основная часть нефтебитуминозной породы (НБП) в основном состоит из кислородсодержащих органических соединений с примесями гетероатомных структур (сера, галоиды и азот) с массовой долей 53,97.

Приведены результаты исследований молекулярно-массового распределения атактического полипропилена (АПП), который проведен с помощью обратной гель-проникающей хроматографии на приборе Shimadzu HPLC Prominence-20 (Япония). Согласно хроматограмме молекулярно-массово распределенного атактического полипропилена установлено, что среднее время выхода максимума фракции является 11,4 мин, соответствующее значение логарифма средней молекулярной массы $Lg(M)$, составила 5,5. Соответственно, средняя молекулярная масса фракции M составляет 400.

Приведены результаты исследования влияния добавки атактического полипропилена на физико-механические свойства органической части нефтебитуминозной породы. Отмечено, что с добавлением полимерной добавки от 0,2 до 1,1 мас. долей % повышается температура размягчения, вязкость, теплоустойчивость битумной составляющей нефтебитуминозной породы, снижается глубина проникания иглы.

Также приведены результаты исследований структурно-механических свойств битумной части нефтебитуминозной породы месторождения Иман Кара, атактического полипропилена и композиций на их основе, проведенной на приборе «Реотест 2.1». Для исходных компонентов и композиций на их основе получены полные реологические кривые течения $lgD=f(p)$, $lg\eta=f(p)$.

Реологические характеристики показывают, что с введением атактического полипропилена в органическую составляющую нефтебитуминозной породы повышается прочность структуры системы. Наиболее прочная структура образуется при соотношениях системы "битум НБП:АПП" – 1:0,8 и 1:1. При этом полученная композиция имеет наилучшую структуру по сравнению со структурой битума нефтебитуминозной породы и вязкость его приближается к вязкости нефтяного битума БН 90/10.

Установлено, что добавление атактического полипропилена в органическую часть нефтебитуминозной породы создает дисперсную систему, в которой частицы полимерной добавки, набухшие за счет масляных компонентов, диспергируют в битумной среде. При этом улучшаются механические свойства, как упругость, термостойкость органической части нефтебитуминозной породы. Эти свойства могут проявляться только при оптимальном количестве атактического полипропилена, когда их концентрация такова, что они образуют непрерывную сетчатую структуру.

Практически постоянная величина коэффициента термочувствительности ($9,1 \times 10^{-2}$ - $9,49 \times 10^{-2}$) в интервале температур 60-90°C свидетельствует о термической устойчивости полученной композиций. Повышение предела упругости R_{K1} и предела текучести R_{K2} с увеличением концентрации атактического полипропилена указывает на существование в системе более прочных связей, образующих пространственную структуру, то есть об устойчивости структуры системы. С увеличением концентрации атактического полипропилена повышается и степень структурированности системы, характеризуемая соотношением η_0/η_m и разностью $\eta_0 - \eta_m$.

Проведенные исследования позволили охарактеризовать структурно-механические свойства органической части нефтебитуминозной породы месторождения Иман-Кара и атактического полипропилена, которые могли бы стать составляющими компонентами прогнозируемых составов гидроизоляционных материалов. Установленные в процессе экспериментов закономерности влияния атактического полипропилена на структуру органической части нефтебитуминозной породы также могут быть использованы в дальнейших экспериментах при разработке различных видов гидроизоляционных материалов и покрытий.

Ключевые слова: нефтебитуминозная порода, асфальтены, атактический полипропилен, реология, структурообразование, теплостойкость, композиция.

Information about authors:

Narmanova Roza Abdibekovna, Candidate of Technical sciences, Professor, Leading research of the laboratory of engineering profile of the Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan; roza_an@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5672-7418>

Bishimbayev Valikhan Kozykeevich, Doctor of Technical sciences, Professor, Research Centre of Salt technology, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan; bishimbaev@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-6149-5279>.

Tapalova Anipa Seidalievna, Candidate of Technical sciences, Professor of Department Biology, geography and chemistry of the Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan; anipa52@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7556-2380>.

Appazov Nurbol Orynassaruly, Candidate of Chemical sciences, Professor, Director of Institute of Chemical research and technology of the Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan; nurasar.82@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8765-3386>.

REFERENCES

- [1] Nadirov N.K. (2001) High viscosity oils and natural bitumens. In 5 vol. Non-traditional processing methods. V.3. Gylm: Almaty, Kazakhstan. ISBN 9965-00-042-5 (in Russian)
- [2] Kiyamova A.M., Kayukova, G.P., Romanov G.V. (2011) Composition of the high-molecular-mass components of oil- and bitumen-bearing rocks and their hydrothermal transformation products // Petroleum Chemistry. 51: 231-242. ISSN: 1555-6239 (Online), ISSN: 0965-5441 (Print). doi: 10.1134/S0965544111030078.
- [3] Bishimbayev V.K., Narmanova R.A., Shalbolova U.Zh. (2017) Breakeven efficient production of cold hydraulic insulating mastic // Oil and gas. 1(97): 59-66. ISSN: 2708-0080 (Online), ISSN: 1562-2932 (Print). (in Russian)
- [4] Egorov O.I., Chigarkina O.A. (2015) Development of the oil and gas complex of Kazakhstan in the conditions of industrial and innovative transformations. Journal "Industry of Kazakhstan". 4: 19-23. ISSN 1608-8425. (in Russian)
- [5] Abdibattayeva M., Bisenov K., Rysmagambetova A., Itzhanova K. (2016) Sgem in Integrated oil waste processing with using solar energy. 16th International Multidisciplinary Scientific Geoconference (SGEM 2016). Albena, Bulgaria. P.443-450.
- [6] Bissenov K.A., Uderbayev S.S., Saktaganova N.A. (2016) Physicochemical Analysis of Structure of Foamed Concrete with Addition of Oil Sludges // Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences. 7(4): 1701-1708.

[7] Montayev S.A., Zharylgapov S.M., Bisenov K.A., Shakeshev B.T., Almagambetova M.Z. (2016) Investigating Oil Sludges and Their Application as Energy Efficient and Modifying Component in Ceramic Pastes // *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences*. 7(3): 2407-2415. ISSN: 0975-8585.

[8] Shalbolova U., Narmanova R., Elpanova M. (2012) Methodical peculiarities of tariff setting at oil transportation via main pipelines // *Actual problems of economics*. 138: 540-555. ISSN: 1993-6788

[9] Suerbaev K.A., Chepaikin E.G., Appazov N.O., Dzhiembaev B.Z. (2012) Hydroalkoxycarbonylation of isobutylene with polyhydric alcohols in the presence of catalytic systems based on palladium compounds and tertiary phosphines // *Petroleum Chemistry*. 52(3): 189-193. ISSN: 1555-6239 (Online), ISSN: 0965-5441. doi: 10.1134/S0965544112030127

[10] Appazov N.O., Seitzhanov S.S., Zhunissov A.T., Narmanova, R.A. (2017) Synthesis of Cyclohexyl Isovalerate by Carbonylation of Isobutylene with Carbon Monoxide and Cyclohexanol in the Presence of Pd(PPh₃)(4)-PPh₃-TsOH and Its Antimicrobial Activity // *Russian Journal of Organic Chemistry*. 53(10): 1596-1597. ISSN: 1608-3393 (Online), ISSN: 1070-4280. doi: 10.1134/S1070428017100189.

[11] Yespanova I.D., Zhusupova L.A., Tapalova A.S., Appazov N.O. (2018) Microwave activation of addition of 1-hexene and butanoic acid reaction // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan-Series Chemistry and Technology*. 1: 63-69. ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)

[12] Nadirov N.K. (2001) High viscosity oils and natural bitumens. In 5 vol. Characteristics of deposits. Principles for resource assessment. V.5. Gylym: Almaty, Kazakhstan. ISBN 9965-00-042-5 (in Russian)

[13] Hossain Z., Bairgi B. (2017) Viability of the Use of Nanoclay-Modified Asphalt Binders in Roofing Shingles. // *Construction Research Congress 2018: Infrastructure and Facility Management*: 750-759. ISBN:978-0-7844-8129-5.

[14] Kunic R., Orel B., Krainer A. (2011) Assessment of the Impact of Accelerated Aging on the Service Life of Bituminous Waterproofing Sheets // *Journal of Materials in Civil Engineering*. 23(12): 1746-1754. ISSN 1943-5533 (Online), ISSN 0899-1561 (Print). doi: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000326.

[15] Lopes J.G., Correia J.R., Machado M.X.B. (2011) Dimensional stability of waterproofing bituminous sheets used in low slope roofs. *Construction and Building Materials*. 25(8): 3229-3235. ISSN 1879-0526 (Online), ISSN 0950-0618. (Print). doi: 10.1016/j.conbuildmat.2011.03.009

[16] Wang X.F., Yuan Y.Q. (2011) Asphalt Overlaying Cement Pavement Structure with APP Modified Asphalt Felt Controlling Reflective Crack // *Advances in Building Materials Research*. ISSN:1022-6680. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.168-170.1218.