N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 1, Number 439 (2020), 90 – 98 **https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.11**

UDC 528.1

M. Nurpeisova[1], Zh. Bekbassarov[2], A. Kenesbayeva[1], K. Kartbayeva[1], U. Gabitova[3]

[1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;
[2]Almaty University of Energy and Communication, Almaty, Kazakhstan;
[3]Institute of Geological Sciences named after K. I. Satbayev, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru, sz.bekbassarov@mail.ru,
agna68@mail.ru, kura_2008@bk.ru, umil@bk.ru

COMPLEX EVALUATION OF GEODYNAMIC SAFETY IN THE DEVELOPMENT OF HYDROCARBON RESERVES DEPOSITS

Abstract. The article is devoted to the study of geodynamic processes occurring during the development of hydrocarbon deposits in the western region of Kazakhstan.

To perform the work, an integrated research method was used, including: conducting repeated geodetic observations of the deformations of the undermined areas with the help of modern geodetic instruments; assessment of the influence of various factors on the process of subsidence of the earth's surface by theoretical calculation of the subsidence of the roof of the reservoir; taking into account the influence of the intensity of development of deposits on the displacement of the earth's surface; conclusions on the nature of geodynamic processes in the territory under consideration.

Innovative methods of conducting geodynamic monitoring using modern geodetic instruments have been substantiated and proposed, which makes it possible to increase the reliability of determining the parameters of the earth's subsidence in order to ensure maximum safety of developing oil and gas fields.

Keywords: hydrocarbon deposits, the earth's surface, subsidence, roof of stratum, geostatic pressure, geodynamic polygon, geodesic monitoring.

Introduction. Large-scale development of oil and gas resources leads to intensive movements of the earth's surface, which leads to bending of wells, rupture of oil and gas and water pipelines, destruction of railways and roads. All this is a consequence of changes in the geodynamic regime of the geological environment due to large-scale development of the subsoil, which is confirmed by the results of experimental studies of the movement of the earth's surface in the Caspian zone.

Geodynamic processes in the development of hydrocarbon deposits are quite widely represented in numerous publications in the world's leading scientific journals. A significant part of the work is devoted to such issues as the forecast and monitoring of deformations of the earth's surface and of man-made seismic phenomena [1].

Various methods are used to calculate subsidence of the earth's surface in oil and gas fields. Some of these methods are similar to those used in coal and ore deposits and use functions of single influence of elementary volume taken on the earth's surface [2,3].

Research methods. Integrated research method was used in the work, including: conducting and analyzing the results of instrumental observations of earth surface displacement, theoretical calculation of roof subsidence, methods of numerical experiment and evaluation of stressed state of massif.

The content of the work. Integrated geodynamic monitoring was performed at the Tengiz deposit located in Atyrau region of Republic of Kazakhstan. Tengiz oil and gas deposit was discovered in 1979, and the first oil refining and production complex was opened in 1991. Massive deposits of this field are located at a depth of 3.8 to 5.4 km. The forecasted reserves of the field amount to 3 billion 133 million tons of oil and 1.8 trillion. M^3 of gas.

During movement of the earth's surface monitoring in the area of oil and gas production, following specific requirements arise: 1) raising public awareness of results; 2) raising efficiency of observations; 3) economic efficiency of researches. From this position goal has been set, idea has been justified, and tasks of researches of the Department of Surveying and Geodesy of the Satbayev Universuty at the Tengiz fields have been formulated.

Geodetic observations. At «Tengiz» GDP, the leveling of the II class was carried out with a digital laser gradienter of LEICA WILD NA 3003. The principle of leveling is based on the processing of the encoded signal. Advantages of such a system are the simplicity of measurement, the absence of read and write errors, the automatic calculation of heights during measurement and data recording [4].

High-precision releveling was carried out in two cycles, sometimes according to the forecast of seismologists additional measurements were made, the results of which are shown in figure 1.

The figure shows the results of the leveling definitions for 2015, which indicate:

1) Continuity of the processes of deformation of the earth's surface, and along with this the deformation is unevenly in time;

2) Maximum rates of deformation observed in 2008-2016 and confined to fault zones.

Repeated geodetic measurements were also carried out by electronic total stations of Leica TS110, TS120 and the results of determining the subsidence of the frames were compared with the results of leveling.

The processing of satellite observations was carried out according to the LGO program (Leica, Switzerland), included in the set of GPS receivers, and the adjusted coordinates and heights of all network points in a given local coordinate system were obtained. To assess GDP deformations of the earth's surface, the horizontal and vertical displacements of 9 workstations on the pipeline profile line are analyzed.

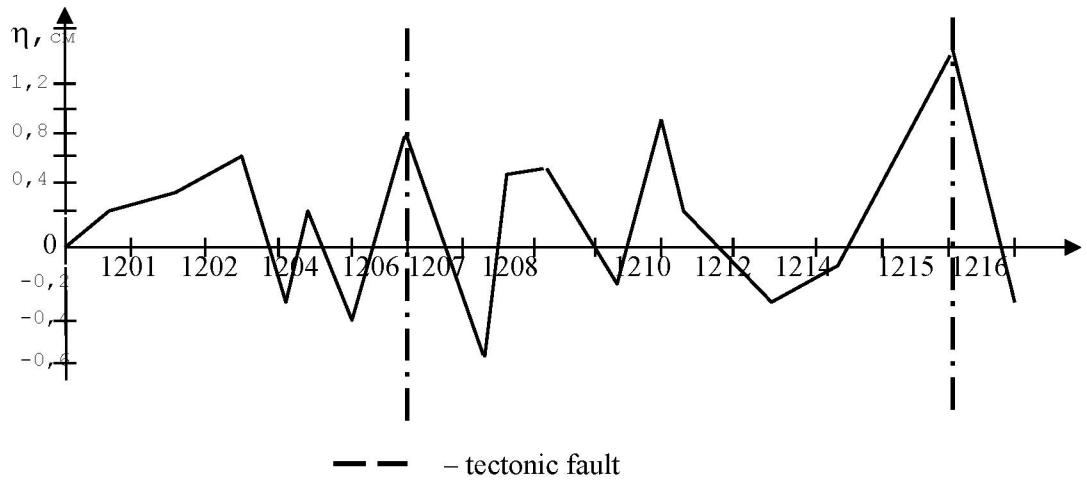

Figure 1 – Graphs of the benchmark displacement of «Tengiz» GDP

Analyzing the satellite measurements from November, 2008 to June, 2016 there were no horizontal displacements of the points.

To analyze the accuracy of measurements made by GPS receivers, the main satellite network was measured by an electronic total station TS 1201 (Leica). A comparative analysis of the measurements performed (table 1) shows that the accuracy of GPS measurements practically coincides with the accuracy of measurements by total station.

Thus, repeated leveling measurements were carried out with the help of laser levels, total stations and GPS equipment at the Tengiz.

Figure 2 shows the graph of the benchmark movements of «Tengiz» GDP levelling net for the period 2008-2016 and 1992-2016 on the profile 1–3, consisting of 25 benchmark.

Profile 1-3 runs across the polygon from north to south, crossing the central part of the polygon. In the period 2008-2016 benchmark displacements were from 2 mm to 8 mm., and for the period 1992-2016. η_{max} = 2.9 cm.

Table 1 – Comparative analysis of satellite and linear measurements

From the point	To the point	S-GPS (network scheme)	NS 1201	dS	Relative error
1	2	2359.266	2359.265	0.001	1/1947000
2	4	2606.720	2606.714	0.006	1/429000
2	3	1220.430	1220.428	0.002	1/663000
1	4	2276.461	2276.465	-0.004	1/625000
1	3	2840.789	2840.796	-0.007	1/386000
4	3	1962.898	1962.896	0.002	1/1002000
Standard error				0.005	

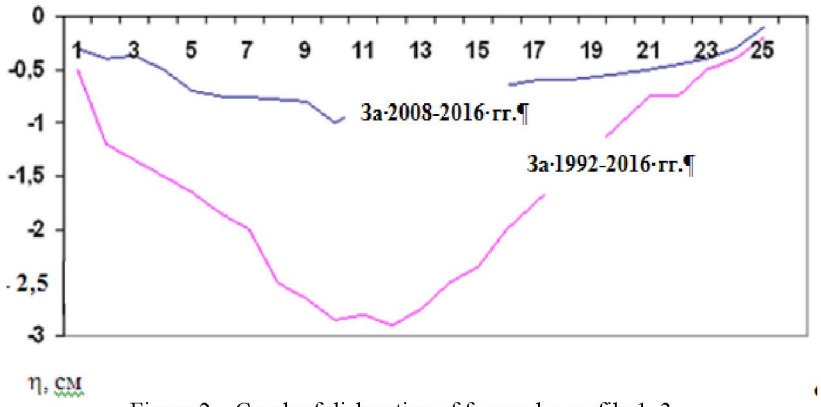

Figure 2 – Graph of dislocation of frames by profile 1–3

Theoretical researches. To correctly predict the subsidence of the earth's surface (SES), it is necessary to know the technogenic component of the total vertical SES.

According to the types of reservoirs being developed, changes in its elastic properties and vertical compression of the oil reservoir framework, the fields under consideration are divided into two groups: granular and fractured cavernous reservoirs. According to the hypothesis of the hydrostatic stressed state advanced by A.Heim, stress state of the earth's crust at any of its points is a function of the depth of occurrence of rocks. Heim believed that the stresses in the earth's crust should be distributed according to the hydrostatic law, i.e.

$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \rho H \tag{1}$$

where σ_x, σ_y – normal horizontal stresses; σ_z – vertical normal stress; ρ – the volume weight of rocks; H – the depth of the surface.

Taking the hypothesis of hydrostatic stress state, the magnitude of the vertical compression of the reservoir can be determined by the following formula

$$\partial\eta = \frac{1}{3}h\left[\beta_{ск} d(\sigma - P) + \beta_{ТВ} dP\right] \tag{2}$$

where $\beta_{ск}$ – index of volume compression of reservoir skeleton; σ- the average normal stress, MPa; h – the height of the reservoir, m; P – reservoir pressure, MPa; $\beta_{ТВ}$ – compressibility factor collectors solid phase; dP – drop in reservoir pressure, MPa.

As can be seen from the formula (2) the basic parameters characterizing the volume compression of collectors are the value of volumetric strain and the magnitude of the reservoir pore volume strain of solid phase collectors.

For the calculation of subsidence earth's surface features different formulas. S.Avershin derived equation for SES calculation [5]:

$$\frac{\partial\eta}{\partial z} = a(z)\frac{\partial^2\eta}{\partial x^2}, \tag{3}$$

In equation of R. Muller [6] factor adopted by Z are linearly dependent:

$$\frac{\partial \eta}{\partial z} = a(z)\left[\frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2}\right], \tag{4}$$

All equations η – JPG quantity; a (z) – coefficient characterizing the change in the properties of rocks in the vertical; x, y, z – rectangular coordinates.

Most accurately reflects the actual occurrence of reservoir conditions is considered to be the equation (4), but here it is necessary to determine three values (x, y, z).

For the SES calculation in terms of oil and gas deposits, we introduce a cylindrical coordinate system (figure 3). Center field roof we accept as the origin of the system.

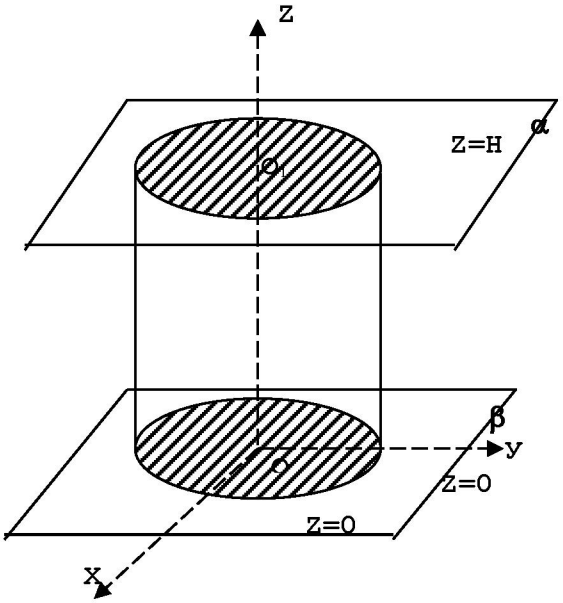

Figure 3 – Cylindrical coordinate system:
α - plane of the earth's surface; β - flat seam roof; H- the depth of the reservoir; r - the radius of the formation.

Plats lies at a depth H and its radius is r. Subsidence of seam roof (SSR) does not extend beyond the circle of radius r c centered at the origin. In this coordinate system, the equation (4) becomes a parabolic form:

$$\frac{\partial \eta}{\partial z} = \left[\frac{\partial^2 \eta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \eta}{\partial r}\right] \cdot a(z), \tag{5}$$

After deciding the type of equation (5) was obtained by calculating formula:

$$\theta_{i,K+1} = \frac{1}{2}\theta_{i,K} + \frac{1}{4}\left(\theta_{i-1,K} - \theta_{i+1,K}\right) + \frac{1}{8i}\left(\theta_{i-1,K} - \theta_{i+1,K}\right), \tag{6}$$

where $\theta_{i,K}$ – approximate value of subsidence; i – step number (range) horizontally; K – step number vertically.

Calculations were carried out both in fissured-cavernous and granular reservoir for a period of time beginning development to 2010 on the fields of Kazakhstan. Note that on the deposits of granular reservoirs shear roof subsidence rate were equal to zero. Maximum roof subsidence on fissured-cavernous (pore) collectors was observed by the deposit Makat (64 mm) from 1974 to 1976. The reason for high rate of roof subsidence on this deposit is a significant reservoir pressure decline and large capacity of developed reservoir.

If we compare the fields by the roof subsidence indicators for the period of operation, we should single out the Tengiz field, where the maximum value of SSR is q = 58 mm or V = 12 mm/year for 5 years. Despite the fact that the depth the reservoir of the Tengiz field is huge (m = 1500 m) compared to other deposits, the value of the average subsidence of the roof subsidence in 5 years is only 12 mm. This small value is due to the maintenance of reservoir pressure at the initial level (insignificant drop of 2.6 MPa), as well as by the elastic properties of the reservoir.

Since the extraction of fluids is carried out from great depths, and the maximum roof subsidence is only 60 mm in five years, it is first necessary to theoretically test whether there is any place of land subsidence at all. For this purpose, the minimum depth of occurrence of the deposit of the considered deposits is taken to be H = 3500 m and the maximum value of SSR is ≈60 mm.

The problem reduces to determining the subsidence of the point 0_1, located at a distance of 3500 m from the point 0 (figure 6). To solve such a problem it is necessary to calculate successively the subsidence of points along the 00_1 axis, which are from point 0 at distances of 500.0; 1000.0; 1500.0 and 3500.0 m.

Carrying out calculations using formula (6) is a very complex and time-consuming task. Therefore, express calculation methodology of has been created with the aim of operational forecasting of the SSR and SES. Based on the results of theoretical calculations, the graph-analytical dependence of the SSR on the depth of the developed reservoir is obtained (figure 4).

$$\theta_{exp} = 0{,}015 ln(0{,}01 \cdot H) \tag{7}$$

Figure 4 shows that with increasing depth of fluids production reservoir pressure increases, hence, the value of SSR are greater than in shallowness. When impact of mining development on SES is considered with increasing depth of development the magnitude of the deformations alternately decreases [7].

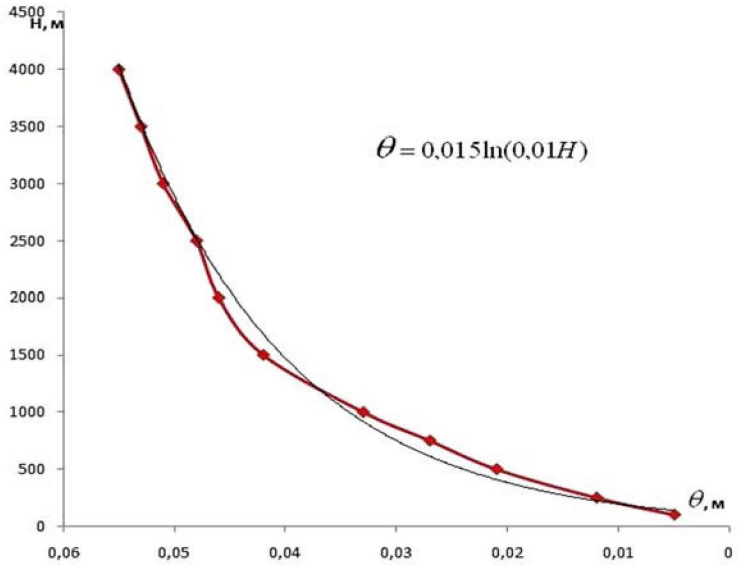

Figure 4 – Dependency graph of SSR on the depth H

According to this truth for SES prediction based SSR and depth of development and received graphoanalitical dependence (figure 5), where the horizontal axis represents the SES.

Thus, to predict SES depending on the SSR and the depth of development, a graph-analytic dependence of two types is recommended: exponential (logarithmic) and linear.

$$\eta_{\text{SES } exp} = -14{,}5 * ln * (0{,}0002H) \tag{8}$$

with error of 6.8% and a linear

$$\eta_{\text{SES } lin} = 45{,}5 - 0{,}0127H \tag{9}$$

with error of 29.8%, i.e., logarithmic dependence accurately predicts subsidence of the earth's surface and is easier to make calculations.

As seen from the graph, on the earth's surface at a depth H = 4 km of 6 mm is passed magnitude roof subsidence is 60 mm.

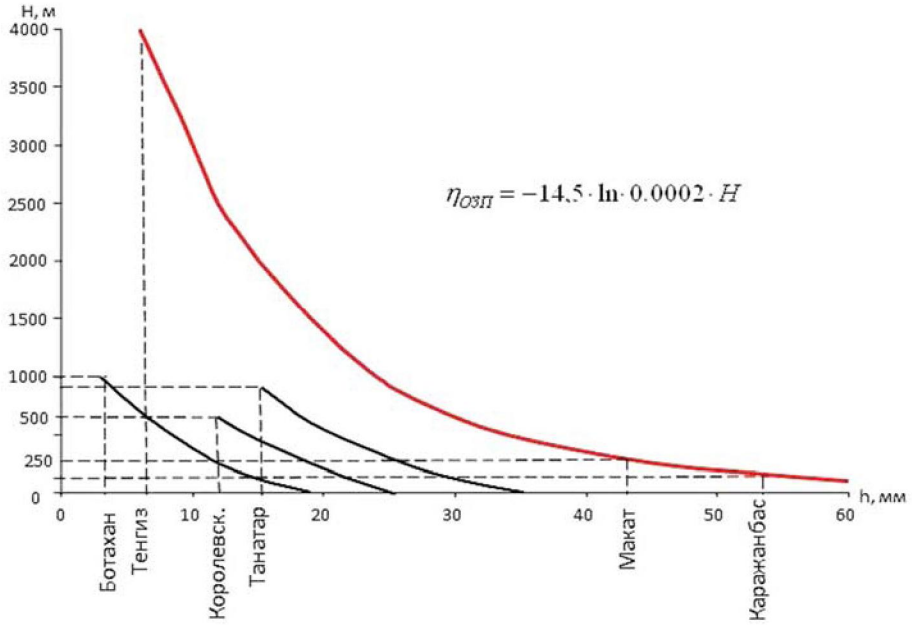

Figure 5 – Graph predict of SES depending on SSR and the depth of the development of the H

On the Kenkiyak, Kulsary, Oryskazgan and other deposits, where the development depth is more than 1000 m, and the SSR on the day surface is not transmitted at all, i.e. SES will be zero. In contrast to these, in the Makat, Tanatar, Korolevskoye, Tengiz and Botakhan deposits, the technogenic SES are 43, 18, 12, 6, 4 mm, respectively.

Numerical experiment of the field displacement process. There are various methods for calculating the subsidence of the earth's surface, but in our opinion, a more universal approach to the modeling of dynamic processes is a method based on the use of cellular automata [8].

We made forecast of the strain – stress state of mountain massif. The reservoir lies at considerable depth and is represented by fairly strong limestone, deposit is characterized by abnormally high reservoir pressure. The complex salt-dome tectonics, as well as the asymmetrical nature of the area of lowering the initial reservoir pressure, necessitated the development of a volumetric finite element model (figure 6) Productive carbonate rocks were the main “base” layer.

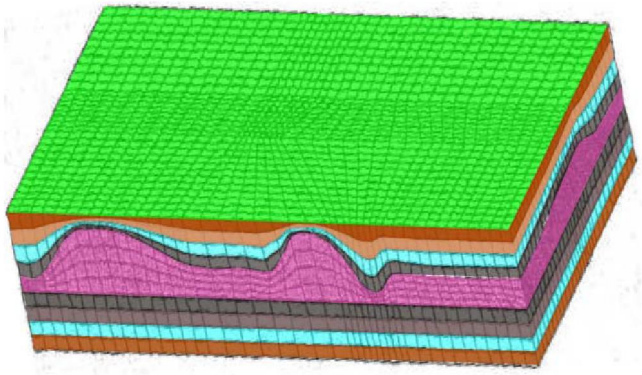

Figure 6 – Volumetric model of an oil field site

Results discussion. Technique of conducting repeated observations of the points of GDP has been improved, including complex geodesic observations: (high-precision digital leveling electronic tacho-meters and GPS-technology) which will improve the accuracy and efficiency of determining of earth's surface subsidence and the effectiveness of monitoring due to the computerization of field and office of surveying and geodetic works.

Currently, instrumental geodynamic studies conducted in a number of regions have shown that in many cases localized seismic manifestations and accidents are directly or indirectly associated with

anomalous changes in the current strain - stress state of the earth's surface. The technogenic geodynamic phenomena are necessarily confined to the areas of the influence of technogenic loads created in the production areas.

Conclusions.

1. Method for calculating the subsidence of the roof of stratum has been developed to predict the earth's surface subsidence from the subsidence of the roof of the formation, novelty of which is the theoretical provision of interaction between the deformations of the formation's roof and the earth's surface with technological parameters.

2. A numerical model was developed and implemented to assess the intensity of anthropogenic seismic phenomena during oil and gas production based on the use of a special rock model taking into account the complete deformation diagram along the section planes. In the future, all information on the laws of the process of displacement of the earth's surface is used to ensure industrial safety of subsoil use.

М. Б. Нұрпейісова[1], Ш. Ш. Бекбасаров[2],
А. Кенесбаева[1], Қ. Т. Қартбаева[1], У. Габитова[3]

[1]Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан;
[2]Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан;
[3]Қ.И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазақстан

КӨМІРСУТЕК ШИКІЗАТ КЕН ОРЫНДАРЫН ИГЕРУДІҢ ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІН КЕШЕНДІ БАҒАЛАУ

Аннотация. Мақала батыс Қазақстан аймақтарында көмірсутегі шикізат кенорнын игеру кезінде болатын геодинамикалық үдерістерді зерттеуге арналған. Сейсмоактивті аумақтарда пайдалы қазбалардың кен орындарын көлемді және белсенді игеруді мысал ете отырып, жер бетінің қозғалысын кешенді мониторинг жасау нәтижелері көрсетілген.

Жұмысты орындау үшін, зерттеудің кешенді әдісі қолданылған және оған: заманауи геодезиялық аспаптар көмегімен игеріліп жатқан аумақтың деформациясына геодезиялық бақылаулар жүргізу; шатыр жабындарының шөгуін теориялық есептеу жолымен жер бетінің шөгу үдерісіне әртүрлі факторлардың әсерін бағалау; жер бетінің жылжуына кен орындарын игеру қарқындылығының әсерін есептеу; қарастырылған аумақта геодинамикалық үдерістің сипаттамасы туралы қорытынды жасау кіреді.

Орындалған жұмыстың құрамы. Кешенді геодинамикалық бақылау Қазақстан Республикасының Атырау облысында орналасқан Теңіз кен орнында жүргізілді. II классты нивелирлеу LEICA WILD NA 3003 сандық лазерлік асаптың көмегімен кен орнында орындалды. Нивелирлеу принципі кодталған сигналды өңдеуге негізделген.

2015 жылғы нивелирлеу нәтижелері мыналарды көрсетеді:

1) жер бетіндегі деформация процестерінің үздіксіздігін, сонымен бірге уақыт өте деформация біркелкі болмайтындығын;

2) 2008-2016 ж. ығысулардың ең жоғары мөлшері байқалғандығын және жер жарылымдары аймақтарымен шектелген.

Leica TS110, TS120 жалпы станцияларымен бірнеше рет геодезиялық өлшеулер жүргізілді және шатырдың шөгуін анықтау нәтижелері нивелирлеу нәтижелерімен салыстырылды. Серіктік бақылауларды өңдеу GPS қабылдағыштарының жиынтығына кіретін LGO бағдарламасына сәйкес жүзеге асырылды (Лейка, Швейцария) және осы жергілікті координаттар жүйесіндегі барлық желілік нүктелердің түзетілген координаттары мен биіктіктері алынды. Жердің жалпы ішкі өнімінің деформациясын бағалау үшін 9 жұмыс станциясының көлденең және вертикалды ығысулары талданды.

2008 жылғы қарашадан 2016 жылғы маусымға дейін серіктік өлшеулерді талдағанда нүктелердің көлденең ығысуы болған жоқ. GPS қабылдағыштарымен жүргізілген өлшеулердің дәлдігін талдау үшін негізгі серіктік желі TS 1201 тахеометрімен өлшенді (Leica). Өлшеулердің салыстырмалы талдауы көрсеткендей GPS өлшеу дәлдігі тахеометрдің дәлдігімен бірдей.

Жер бетінің ығысуын есептеу Қазақстанның кен орындарында игеру басталған уақыттан 2010 жылға дейін кезеңде жарықты-кавернозды және түйіршіктелген коллекторда да жүргізілді. Түйіршіктелген коллекторлар кен орындарында шатырдың жылжу жылдамдығы нөлге тең болды. Жарықты-кавернозды (кеуекті) коллекторлардағы шатырдың барынша шөгуі Мақат кен орнында (64 мм) 1974 жылдан 1976 жылға дейін байқалды. Бұл кен орнында шатырдың шөгуінің жоғары жылдамдығының себебі қабаттық қысымның едәуір төмендеуі және игерілген қабаттың үлкен сыйымдылығы болып табылады.

Егер кен орындарын пайдалану кезеңінде шатырдың шөгу көрсеткіші бойынша салыстырсақ, біз Теңіз кен орнын бөліп алуымыз керек, мұнда шатырдың шөгуінің максималды мәні q = 58 мм немесе V = 12 мм/жыл

5 жыл ішінде құрайды. Теңіз кен орны шоғырының тереңдігі басқа кен орындарымен салыстырғанда (m = = 1500 м) үлкен екеніне қарамастан, 5 жыл ішінде шатырдың орташа шөгуінің шамасы небәрі 12 мм-ді құрайды.

Тау массивінің кернеулі жағдайына болжам жасалды. Коллектор едәуір тереңдікте орналасқан және өте күшті эктас болып табылады, кен орны жоғары қабаттық қысыммен сипатталады. Күрделі тұзды-күмбезді тектоника, сондай-ақ бастапқы қабаттық қысымның төмендеуі аймағының асимметриялық сипаты соңғы элементтердің көлемді моделін әзірлеу қажеттігіне себепші болды. Негізгі "базалық" қабаттар өнімді карбонатты жыныстар болды.

Қорытынды. Мұнай және газ кенорындарын игеру қауіпсіздігін және экономикалық тиімділігін қамтамасыз ету мақсатында, жер бетінің шөгу параметрлерін анықтауды тездетіп және сенімділігін жоғарылатуды, заманауи геодезиялық аспаптарды пайдаланып, геодинамикалық мониторинг жүргізудің инновациялық әдістері ұсынылған және негізделген.

Түйін сөздер: көмірсутек өнімдері, жер беті, шөгу, қабат шатыр, қабаттық қысым, геодинамикалық полигон, геодезиялық мониторинг.

М. Б. Нурпеисова[1], Ш. Ш. Бекбасаров[2],
А. Кенесбаева[1], К. Т. Картбаева[1], У. Габитова[3]

[1]Сатпаев Университет, Алматы, Казахстан;
[2]Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан;
[3]Институт геологических наук им. К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Аннотация. Статья посвящена изучению геодинамических процессов, происходящих при разработке месторождений углеводородов в западном регионе Казахстана. Представлены результаты комплексного мониторинга деформации земной поверхности на примере участков интенсивного и масштабного освоения недр в сейсмоактивных районах.

Для выполнения работ использован комплексный метод исследований, включающий: выполнение повторных геодезических наблюдений за деформациями подрабатываемых территорий с помощью современных геодезических приборов; оценку влияния различных факторов на процесс оседания земной поверхности путем теоретического расчета оседаний кровли пласта; учет влияния интенсивности разработки месторождений на смещения земной поверхности; выводы о характере геодинамических процессов на рассматриваемой территории.

Состав выполненных работ. Комплексный геодинамический мониторинг проводился на месторождении Тенгиз, расположенный в Атырауской области Республики Казахстан. На территории месторождения было выполнено нивелирование II класса с помощью цифрового лазерного нивелира LEICA WILD NA 3003. Принцип нивелирования основан на обработке кодированного сигнала.

Результаты определения нивелирования за 2015 год указывают:

1) непрерывность процессов деформации земной поверхности, причем наряду с этим деформация происходит неравномерно во времени;

2) максимальные скорости деформации наблюдаются в 2008-2016 гг. и ограничены зонами разломов.

Повторные геодезические измерения также проводились электронными тахеометрами Leica TS110, TS120, и результаты определения оседания кровли сравнивались с результатами нивелирования.

Обработка спутниковых наблюдений проводилась в соответствии с программой LGO (Leica, Швейцария), включенной в набор приемников GPS, и были получены скорректированные координаты и высоты всех точек сети в данной локальной системе координат. Для оценки деформаций земной поверхности проанализированы горизонтальные и вертикальные смещения 9 рабочих станций на линии профиля трубопровода.

При анализе спутниковых измерений с ноября 2008 года по июнь 2016 года горизонтальных смещений точек не было. Для анализа точности измерений, выполненных приемниками GPS, основная спутниковая сеть измерялась электронным тахеометром TS 1201 (Leica). Сравнительный анализ выполненных измерений показывает, что точность измерений GPS практически совпадает с точностью измерений тахеометром.

Расчеты смещений земной поверхности проводились как в трещинно-кавернозном, так и в гранулированном коллекторе за период времени начала разработки до 2010 года на месторождениях Казахстана. На месторождениях гранулированных коллекторов скорость оседания кровли сдвига была равна нулю. Максимальное оседание кровли на трещинно-кавернозных (пористых) коллекторах наблюдалось на месторождении

Макат (64 мм) с 1974 по 1976 год. Причиной высокой скорости оседания кровли на этом месторождении является значительное снижение пластового давления и большая емкость развитого пласта.

Если сравнить месторождения по показателям оседания кровли за период эксплуатации, мы должны выделить месторождение Тенгиз, где максимальное значение оседания кровли составляет q = 58 мм или V = = 12 мм/год в течение 5 лет. Несмотря на то, что глубина залежи месторождения Тенгиз огромна (m = 1500 м) по сравнению с другими месторождениями, величина среднего оседания кровли за 5 лет составляет всего 12 мм. Это небольшое значение обусловлено поддержанием пластового давления на начальном уровне (незначительное падение 2,6 МПа), а также упругими свойствами пласта.

Сделан прогноз напряженно-напряженного состояния горного массива. Коллектор находится на значительной глубине и представлен довольно сильным известняком, месторождение характеризуется аномально высоким пластовым давлением. Сложная соляно-купольная тектоника, а также асимметричный характер области понижения начального пластового давления обусловили необходимость разработки объемной модели конечных элементов. Основными «базовыми» слоями были продуктивные карбонатные породы.

Заключение. Обоснованы и предложены инновационные методы выполнения геодинамического мониторинга с использованием современных геодезических приборов, что позволяет повысить достоверность и оперативность определения параметров оседания земной поверхности, с целью обеспечения максимальной безопасности и экономической эффективности освоения нефтегазовых месторождений.

Ключевые слова: месторождения углеводородов, земная поверхность, оседание, кровля пласта, пластовое давление, геодинамический полигон, геодезический мониторинг.

Information about authors:

Nurpeisova M., Kazakh National Research Technical University named after K.I.Satbayev, Almaty, Doctor of Technical Sciences, professor; marzhan-nurpeisova@rambler.ru; https://ordcid.org/0000-0003-0412-8469

Bekbasarov Sh., Almaty University of Energy and Communication, Almaty, Doctor of Technical Sciences, professor; sz.bekbassarov@mail.ru; https://ordcid.org/0000-0002-8892-2506

Kenesbayeva A., Kazakh National Research Technical University named after K.I.Satbayev, Almaty, PhD doctoral student; agna68@mail.ru; https://ordcid.org/0000-0002-0869-5762

Kartbayeva K., Kazakh National Research Technical University named after K.I.Satbayeva, Almaty, PhD doctoral student; kura_2008@bk.ru; https://ordcid.org/0000-0001-9922-7210

Gabitova U., Institute of Geological Sciences named after K.I.Satbayev, Almaty, researcher; umil@bk.ru; https://ordcid.org/0000-0002-1475-7050

REFERENCES

[1] Sidorov V.A. Forecast and control of the geodynamic situation in the regions of the Caspian Sea in connection with the development of the oil and gas potential//M.: Nauchniy Mir, 2006. 13 p.

[2] Maznitsky C. Improving the forecast of oil and gas mineral resources of Ukraine and Belarus. Kiev, Naukova Dumka, 1989. P. 101-106

[3] Zholtaev G.Zh., Nalibayev M.I. Geodynamic model and oil and gas potential of the North Torgai Basin // News of the National Academy of Sciences of Kazakhstan. A series of geology and technical sciences. 2018. N 3. P. 113-121.

[4] Zholtaev G.Zh., Iskaziyev K.O., Abaydyldaev B.K. Paleozoic sediments – potential reserve of reserves fulfillment and expansion of the raw material base of the oil and gas industry in Mangyshlak // News of the National Academy of Sciences of Kazakhstan. A series of geology and technical sciences. 2018. N 5. P.163-171. https://doi.org/10.32014/2018.2518-170X.22

[5] Avershin S.G. The movement of rocks in underground mining. M.: Ugletekhizdat, 1994. 245 p.

[6] Muller R.A. The influence of mine workings on the deformation of the earth's surface. L.: Ugletekhizdat, 1978. 150 p.

[7] Nurpeisova M.B., Rysbekov K.B., Kirgizbaeva G.M. Innovative methods for conducting integrated monitoring at geodynamic sites. Almaty: KazNRTU, 2015. 265 p.

[8] Nurpeisova M.B., Kenesbayeva A. Forecast of technogenic hazards of the earth's surface// The Mining Journal of Kazakhstan. 2018. N 11. P. 5-8.