

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД С ОСЛОЖНЕНИЯМИ, ВОЗНИКАЮЩИМИ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН

Ермолина Александра Викторовна, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: aleksandra_sh@list.ru

Инженерно-геологические особенности горных пород играют важную роль при строительстве любых объектов и особенно в нефтяной и газовой отраслях. Это обусловлено тем, что при строительстве скважин нарушается природное геодинамическое равновесие. В связи с этим возникают различные геологические осложнения, такие как: осыпи, обвалы, открытые фонтаны, смятие колонн, сужение ствола скважин, кавернообразование и желобообразование, прихваты бурового инструмента и др. Все эти осложнения обусловлены физическими и прочностными свойствами горных пород, которые необходимо знать при проектировании скважин и разработке месторождений. Кроме того, при освоении и разработке месторождений нефти и газа в процессе отбора флюидов, закачки промышленных стоков, закачки воды или другого агента, падения пластового давления и температуры происходят изменения в массиве горных пород, меняются физические свойства и инициируются различные химические процессы, вызывающие появление осадков с другими свойствами. Поэтому изучение горных пород с точки зрения инженерной геологии имеет большое значение, и тема является актуальной.

Ключевые слова: горные породы, скважина, нефть, газ, буровой раствор

RELATIONSHIP OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES ROCKS WITH COMPLICATIONS ARISING DURING DRILLING WELLS

Yermolina Aleksandra V., post-graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: aleksandra_sh@list.ru

Engineering-geological features of rocks play an important role in the construction of any facilities, and particularly in the oil and gas industries. This is because in the construction of wells disturbed natural geodynamic equilibrium; therefore, there are various geological complications such as: landslides, avalanches, outdoor fountains, columns collapse, narrowing of the borehole, cavernosometry and zheloboobraznogo, clamps drilling tools and etc. All of these complications are due to the physical and strength properties of rocks that you need to know when designing wells and field development. In addition, if exploration and development of oil and gas fields in the selection process fluids, pumping of industrial waste water, pumping of water or other agent, falling reservoir pressure and temperature changes in the rock mass, changing the physical properties and triggers various chemical processes causing the appearance of precipitation with other properties. Therefore, the study of rocks from the point of view of engineering Geology is very important and the topic is relevant.

Keywords: rocks, well, oil, gas, drilling fluid

В пределах юго-западной части впадины функционирует Астраханский газохимический комплекс с множеством инженерных сооружений, существуют подземные хранилища, полигоны захоронения промстоков, ведется интенсивный отбор флюидов и строительство скважин. Все вышеперечисленные объекты усиливают техногенную нагрузку на недра и способствуют формиро-

ванию глубинных инженерно-геологических процессов: гипсового и соляного карстов, активизации разломов, оседанию земной поверхности, усилению денудационных процессов, конвергенции камер, изменению напряженного состояния массива горных пород. Наибольшее влияние на нарушение природного равновесия массива горных пород оказывают процессы бурения скважин и отбор флюидов.

Скважина – это инженерное сооружение значительной протяженности в горном массиве. Процесс бурения скважины сопровождается нарушением естественного состояния горных пород породоразрушающим инструментом и влиянием бурового раствора (проникновение раствора по порам, каналам и трещинам в породе; выщелачивание, растворение, увлажнение пород), изменением прочностных свойств, деформацией массива горных пород, изъятием некоторого количества массы горной породы. Вскрытие горного массива нарушает установившееся состояние равновесия, и около скважины формируется локальное поле с максимальной концентрацией напряжений на ее стенке. При этом породы претерпевают различные деформации от хрупкого разрушения до вязкопластического течения. Неизбежным следствием этого нарушения являются различные инженерно-геологические процессы как своеобразная реакция геологической среды на техногенную нагрузку [4].

Развитие этих процессов определяется, в первую очередь, свойствами пород: минералогическим и химическим составами, внутренним строением, пористостью, трещиноватостью, составом цемента, размерами минеральных зерен, прочностью, упругостью, пластичностью, глубиной залегания, пластовой температурой и давлением, величиной и временем нагрузки и многими другими факторами.

При освоении недр Астраханского свода наиболее характерными и труднопреодолимыми инженерно-геологическими процессами являются:

- обвалы и осыпи терригенных пород в верхней части литосферы;
- газоводопроявления из апшеронских песчаников;
- катастрофические поглощения в гипсо-ангидритах кепрока;
- коагуляция буровых растворов;
- интенсивное растворение солей бишофита, карналлита, сильвина, сопровождаемое образованием каверн и желобов;
- пластическое течение солей и глин;
- интенсивные рапопроявления с аномальными давлениями из межсолевых пластов и линз;
- рекристаллизация солей бурового раствора;
- нефтегазопроявления из филипповских отложений;
- катастрофические поглощения при вскрытии зон трещиноватости.

Перечисленные выше осложнения приводят, с одной стороны, к частым авариям, недобурированию скважин до проектной глубины, их ликвидации, удорожанию и увеличению сроков строительства, с другой – оказывают достаточно высокое воздействие на приповерхностные слои литосферы (загрязнение почв, грунтов, поверхностных, грунтовых и подземных вод и открытых водоемов нефтепродуктами, буровым шламом, буровыми сточными водами, химреагентами).

В связи с этим изучение различных аспектов антропогенного воздействия на соленосную толщу наряду с геологическими факторами позволяет выявить причины возникающих осложнений, дать опережающий прогноз участков возможных инженерно-геологических процессов [9, 10].

Осыпи и обвалы глинистых пород. При вскрытии глинистых пород верхней части литосферы воздействие буровой жидкости на них, наряду с минеральным составом, естественной влажностью и пористостью, приводит к изменению прочностных свойств. Это объясняется следующими обстоятельствами. Глины – полиминеральные породы, имеющие в своем составе определенное количество коллоидных частиц. Эти частицы при взаимодействии с водой или фильтратом бурового раствора способны к гидратированию, диспергированию и изменению физико-механических свойств. Присутствие в породах минералов группы монтмориллонита, обладающих высокой дисперсностью, набухаемостью, способствует увеличению их объема в воде в 15–20 раз. Минералы группы гидрослюд без примесей монтмориллонита при взаимодействии с водой не проявляют признаков набухания. Как свидетельствуют данные анализов, глины палеогенового возраста характеризуются монтмориллонитово (преобладает)-гидрослюдистым составом, недонасыщенным состоянием, что и объясняет их осыпание и обвалы. Следует отметить, что интенсивные осыпи и обвалы глин отмечены лишь в последние годы освоения месторождения. Ранее данные отложения вскрывались без осложнений.

Разрушение пород в приствольной зоне и проявление горного давления приводит к процессам хрупкого разрушения (кавернообразование) или вязкопластического течения – сужение ствола.

Кавернообразование, желобообразование. Главной причиной кавернообразования служит растворение, размыв калийно-магниевых солей фильтратом бурового раствора. Интенсивность растворения идет быстрее в кровле и подошве пласта, так как в этих местах неупругое деформирование сопровождается разрыхлением и измельчением пород. Критерием оценки устойчивости солей следует считать их растворимость (табл. 1), определяемую химическим составом, и пластовую критическую температуру, при которой они теряют свою прочность. При температуре ниже критической и напряжениях, действующих в соляном массиве, меньших, чем статистическая прочность соли, возможно растворение этих солей с образованием каверн и желобов.

Наличие в разрезе солей калийно-магниевого состава, обладающих высокой растворимостью, приводит к насыщению бурового раствора этими солями. В результате раствор превращается в многосолевую сложную систему, в которой на контакте с разнородными по составу породами происходят сложные фазовые превращения. Эти превращения обусловлены стремлением системы к термодинамически устойчивому состоянию.

Таблица 1

Растворимость солей в воде

Название солей	Растворимость соли, г/л, при температуре, °С	
	20	100
Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,2	0,162
Галит NaCl	36	39,1
Сильвин KCl	37	56,7
Карналлит $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	205	334
Бишофит $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	320	880

Кристаллогидраты бишофита и карналлита, обладая наибольшей неустойчивостью, растворяются в кровле пласта. При этом образуются узкие каверны длиной 60–80 см, фиксируемые на кавернограммах. В изолированной каверне

соль более интенсивно растворяется на контакте с жесткими пластами и одновременно кристаллизуется в своей средней части. При этом образуется ядро, похожее на язык внедрения. Интенсивность процесса усиливается за счет разности температур [2]. Особенно сильную рекристаллизацию (20 % от веса раствора) хлоридов калия и магния из насыщенных растворов вызывает карналлит ($\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) и бишофит ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). При насыщении раствора бишофитом с увеличением температуры растворимость последнего увеличивается. В этом случае дополнительно растворяется 0,05 м³ бишофита и 0,05 м³ сильвина на кубический метр раствора, что в пять раз меньше галита [3]. Осложнения такого типа имели место при проходке соленосных отложений в скважинах 1,6 Астраханских, 113, 9926, 436, 1 Кордонной, 2 Цвелевской, 3 Шар-Царынской [4, 5].

Желобообразование – процесс одностороннего продольного кавернообразования в стенке открытого ствола в виде желобообразного овала при наличии глины, аргиллита, мергелей и соли в разрезе скважины. Причиной служат первоначальная влажность, перепад давления, а также потеря устойчивости ствола вследствие нарушения напряженного первоначального состояния. Во избежание растворения калийно-магниевых солей при бурении соленосной толщи применяют высокоминерализованный глинистый раствор с плотностью от 1,7 до 2,3 г/см³.

Течение солей и глин под действием горного давления. Как отмечалось выше, на устойчивость хемогенной толщи большое влияние оказывает пластовая критическая температура, т.е. температура, при которой соли теряют свою прочность. Критические температуры для наиболее распространенных солей приведены в таблице 2 [1].

Таблица 2

Критические температуры некоторых солей

Наименование солей	Плотность, г/см ³	Критическая температура, °С
Галит NaCl	2,13–2,15	200
Сильвин KCl	1,98	150
Бишофит $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,56	110
Кизерит $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	2,57	45

Если пластовая температура выше критической, а напряжения, действующие в массиве соленосной толщи, превышают статическую прочность соли, возможно сужение ствола, т.е. течение солей.

На основании исследований А.Ф. Иоффе выявлено, что с повышением температуры от 20 до 100–150 °С увеличивается прочность и пластичность соли. Увеличение влажности каменной соли от 0,04 до 0,3 % приводит к снижению прочности в 2 раза. Установлено, что между пределом текучести и прочностью каменной соли в условиях одноосного сжатия существует определенная связь:

$$\sigma_t = (0,25 - 0,35) \cdot \sigma_0 \quad \text{для температуры,}$$

$$\sigma_t = ((0,32 - 0,36) \cdot \sigma_0) \quad \text{для влажности,}$$

где σ_t – предел текучести, σ_0 – прочность на одноосное сжатие.

Влияние влажности на реологические свойства каменной соли в значительной степени больше, чем температура.

Течение (подвижки) солей в пределах Астраханского свода впервые были зафиксированы при бурении скважины 1 Пионерской, по результатам проводимого каждые два месяца акустического каротажа. Скорость движения соли удалось установить с помощью кавернометрии и в скважине 3 Заволжской. На глу-

бине 3000 м скорость течения равна 0,64 см/сут. При глубине 3500 м она увеличивается почти в два раза и составляет 1,44 см/сут., т.е. с углублением на 500 м скорость течения соли увеличивается почти вдвое. При незначительной ($1,3 \text{ г/см}^3$) плотности бурового раствора сужение ствола довольно интенсивное [14].

Многолетними исследованиями установлено, что в пределах Астраханского свода соль начинает течь с глубины 3000 м. Этот процесс вызван наличием глинистых частиц между кристаллами соли. Данные частицы, впитывая воду или фильтрат бурового раствора, создают благоприятные условия для скольжения кристаллов под воздействием геостатического и гидростатического давлений.

Наряду с течением солей, в процессе бурения отмечается заполнение ствола скважин 9926, 4436, 823, 1 Правобережная пластичными, вязкими глинами (пластическая вязкая деформация), залегающими в нижней и средней частях соленосной толщи. Способность данных пород течь подобно соли объясняется их химическим составом.

Устойчивость стенок скважин, сложенных глинистыми породами, в значительной мере определяется показателями набухания (степенью, скоростью и периодом набухания), давлением набухания, величинами структурно-адсорбционных деформаций и предельного напряжения сдвига (p_m) образующихся систем глина – жидкость и другими факторами. На устойчивость глинистых пород сильно влияет величина водоотдачи бурового раствора, обуславливающая степень и глубину их увлажнения. Чем выше водоотдача, тем менее устойчивы глинистые породы при прочих равных условиях [10].

Горные породы, слагающие стенки скважин, испытывают напряженное состояние. В отличие от неглинистых горных пород, мало изменяющих прочность в случае контакта их с водными растворами, в слабоувлажненных глинистых породах при их смачивании возникают дополнительные напряжения, обусловленные набуханием. Это способствует разупрочнению глинистых пород. Следовательно, увлажненность глинистых пород – один из основных факторов, влияющих на устойчивость стенок скважин.

При использовании буровых растворов на водной основе происходит фильтрация жидкости в пласт. С течением времени в пристволенной части скважины поры глинистых пород заполняются водным фильтратом, давление которого становится близко к гидростатическому давлению столба бурового раствора. Перепад давлений на участке пристволенная зона – скважина приближается к нулю, сохраняя свое значение только по мере удаления от этой зоны. С уменьшением перепада давления создаются более благоприятные условия для набухания глинистых частиц. Набухание сопровождается развитием давления на окружающие частицы, которые естественно могут при потере сцепления уплотняться (если пористость достаточно велика) или перемещаться в сторону наименьших сопротивлений, т.е. в скважину. Как движущая сила, вызываемая давлением набухания («расклинивающее давление» по Б.В. Дерягину), так и величина перемещения глинистых частиц зависят от геологических условий (пористости, перемятости, трещиноватости, слоистости, величины перепада давлений, величины зоны пониженного перепада давлений), степени и скорости набухания [6–8, 15].

Эти и другие факторы обуславливают изменение стабильности стенок скважины (кавернообразование) или сужение ствола с последующим обрушением. В сланцеватых глинистых породах набухание происходит по плоскостям спайности и сланцеватости в отличие от однородных глин, набухание

которых происходит по всему объему массы частиц. По данным анализа образцов кернов установлено, что межсоловые глинистые образования Астраханского свода представляют собой пестроцветную аморфную пластическую глину, сложенную в основном алевропелитом, который изменяет форму даже под действием собственного веса. Электронно-микроскопическими исследованиями образцов выявлено, что в составе пород имеется:

- изометрично-пластинчатая гидрослюда, сильно измененная;
- смешано-слоистые образования типа гидрослюда-монтмориллонит;
- гидрослюда щепковидная, аутигенная;
- каолинит псевдогексагональный, окатанный.

Алевропелиты в пресной и минерализованной воде почти мгновенно разрушаются, превращаясь в глинистую массу. Данная масса, насыщая буровой раствор, изменяет его свойства. Способность глин к набуханию связана с гидрофильным характером глинистых частиц, свойствами минералов группы натриевого монтмориллонита адсорбировать молекулы воды. В результате набухания происходит снижение прочности и увеличение сжимаемости – модуль деформации, угол внутреннего трения и сцепления снижается в несколько раз. Соль растворяется, а наличие аномально-высоких пластовых давлений заставляет глину под перепадом давлений течь в ствол скважины. Предел текучести глин аналогичного химического состава Днепровско-Донецкой впадины не превышает 2,0–4,0 МПа. В пределах Астраханского свода установлено, что при плотности бурового раствора 1,96–1,98 г/см³ данное явление не отмечается [13, 16].

Влияние примесей глины на ползучесть каменной соли изучалось на образцах соли Припятской впадины. Анализ полученных данных показал, что равномерная примесь глины снижает пластические свойства каменной соли. Примеси, действуя как «шипы», препятствуют скольжению, увеличивая предел текучести и прочности соли. Однако, с увеличением содержания глины, последняя вместо шипов играет роль смазки по плоскости скольжения и тем самым облегчает процесс деформирования. Следовательно, проявление горного давления в каменной соли с равномерно распределенной примесью глины до 4–8 % и влажности до 0,08 % будет менее интенсивным, чем в чистых разностях каменной соли. Если глина залегает в толще соли в виде прослоев или пластов, то сопротивление деформированию и разрушению такой смешанной породы будет определяться механическими свойствами более слабых глинистых пород. Значительное влияние на переход глин в предельное состояние оказывает влажность.

Использование существующей хорошо разработанной теоретической и аппаратной базы зондирования методов изучения грунтов в массиве (статического, динамического и сейсмического зондирования) в комбинации с высокоточными лабораторными динамическими испытаниями на современной аппаратуре соответствует и общим принципам инженерных испытаний.

Динамическое трехосное сжатие и динамические стабилометры являются самыми распространенными устройствами для таких испытаний дисперсных грунтов [12].

По итогам этого анализа самым перспективным среди широко используемых полевых методов нам представляется статическое зондирование зондом 2 типа. Данный метод позволяет отдельно измерять удельное сопротивление грунта под наконечником зонда и на участке боковой поверхности зонда. Все это обусловлено следующими причинами: 1) это широко приме-

няющийся в практике российских и зарубежных инженерных изысканий метод; 2) этот метод относительно нетрудоемкий и недорогой, использующийся в значительных объемах при инженерно-геологической разведке; 3) в зарубежной практике этот метод уже применяется, в том числе и для оценки сейсмической разжижаемости грунтов.

Список литературы

1. Лиманский Е. Н. Инженерно-геологическая типизация пород покровного чехла Прикаспия / Е. Н. Лиманский // Геология, география и глобальная энергия. – 2006. – № 2. – С. 57–67.
2. Мюллер Л. Инженерная геология. Механика скальных грунтов / Л. Мюллер. – Москва : Мир, 1971. – 256 с.
3. Петтиджон Ф. Дж. Осадочные породы : пер. с англ. / Ф. Дж. Петтиджон. – Москва : Недра, 1981. – 751 с.
4. Прошляков Б. К. Литология / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. – Москва : Недра, 1991. – 444 с.
5. Прошляков Б. К. Литология и литолого-фациальный анализ / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. – Москва : Недра, 1981. – 284 с.
6. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза : в 3 т. / Н. М. Страхов. – Москва : Академия наук СССР. – 1960. – Т. 1. – 211 с.
7. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза : в 3 т. / Н. М. Страхов. – Москва : Академия наук СССР. – 1960. – Т. 2. – 573 с.
8. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза : в 3 т. / Н. М. Страхов. – Москва : Академия наук СССР. – 1962. – Т. 3. – 549 с.
9. Страхов Н. М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. – Москва : Гостеолтехиздат, 1963. – 535 с.
10. Твенхофел У. Х. Учение об образовании осадков / У. Х. Твенхофел. – Москва – Ленинград : ОНТИ, 1936. – 916 с.
11. Ушивцева Л. Ф. Анализ инженерно-геологических процессов при строительстве скважин на Астраханском своде / Л. Ф. Ушивцева // Разведка и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений : сборник статей Астраханского научно-исследовательского и проектного института газа. – Астрахань : Факел, 2005. – С. 60–64.
12. Ушивцева Л. Ф. Влияние геологических особенностей межсоловых отложений на выбор мероприятий по повышению надежности крепи скважин / Л. Ф. Ушивцева // Газовая промышленность. – 2011. – № 1. – С. 59–63.
13. Ушивцева Л. Ф. Влияние инженерно-геологических особенностей соляных массивов на формирование техногенеза в недрах Астраханского свода / Л. Ф. Ушивцева // Серия приложений к журналу «Наука и техника в газовой промышленности». – Астрахань : Газпром промгаз, 2005. – С. 55–119.
14. Ушивцева Л. Ф. Литолого-фациальные особенности нижнепермской галогенной формации юго-западной части Прикаспийской впадины кунгурских галогенных отложений Прикаспийской впадины / Л. Ф. Ушивцева // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2003. – № 1. – С. 14–17.
15. Ушивцева Л. Ф. Роль природных факторов в формировании техногенеза при освоении недр / Л. Ф. Ушивцева // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2005. – № 5. – С. 213–217.
16. Ушивцева Л. Ф. Химический состав и физико-механические свойства пород кунгурской соленосной формации Астраханского свода / Л. Ф. Ушивцева // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2003. – № 4. – С. 17–22.

References

1. Limansky Ye. N. Inzhenerno-geologicheskaya tipizatsiya porod pokrovnogo chekhla Prikaspiya [Engineering-geological typification of breeds of an integumentary cover Prikaspiya]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2006, no. 2, pp. 57–67.
2. Müller L. *Inzhenernaya geologiya. Mekhanika skalnykh gruntov* [Engineering geology of the Mechanic of rocky soil], Moscow, Mir Publ., 1971. 256 p.
3. Pettidzhon F. Dzh. *Osadochnye porody* [Sedimentary breeds], Moscow, Nedra Publ., 1981. 751 p.
4. Proshlyakov B. K., Kuznetsov V. G. *Litologiya* [Litology], Moscow, Nedra Publ., 1991. 444 p.

5. Proshlyakov B. K., Kuznetsov V. G. *Litologiya i litologo-fatsialnyy analiz* [Litology and litologo-facial analysis], Moscow, Nedra Publ., 1981. 284 p.
6. Strakhov H. M. *Osnovy teorii litogeneza* [Bases of the theory of a litogene], Moscow, USSR Academy of Sciences Publ. House, 1960, vol. 1. 211 p.
7. Strakhov H. M. *Osnovy teorii litogeneza* [Bases of the theory of a litogene], Moscow, USSR Academy of Sciences Publ. House, 1960, vol. 2. 1960. 573 p.
8. Strakhov H. M. *Osnovy teorii litogeneza* [Bases of the theory of a litogene], Moscow, USSR Academy of Sciences Publ. House, 1960, vol. 3, 1962. 549 p.
9. Strakhov N.M. *Tipy litogeneza i ikh evolyutsiya v istorii Zemli* [Types of a litogene and their evolution in the history of Earth], Moscow, Gosgeoltekhizdat Publ., 1963. 535 p.
10. Tvenkhofel U. Kh. *Uchenie ob obrazovanii osadkov* [The doctrine about formation of rainfall], Moscow – Leningrad, ONTI Publ., 1936. 916 p.
11. Ushivtseva L. F. Analiz inzhenerno-geologicheskikh protsessov pri stroitelstve skvazhin na Astrakhanskom svode [The analysis of engineering-geological processes at construction of wells on Astrakhan anticline]. *Razvedka i osvoenie neftyanykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy : sbornik statey Astrakhanskogo nauchno-issledovatel'skogo i proektnogo instituta gaza* [Investigation and Development of Oil and Gas Condensate Fields. Proceedings of the Astrakhan Gas Research and Design Institute], 2005, pp. 60–64.
12. Ushivtseva L. F. Vliyanie geologicheskikh osobennostey mezhsolveykh otlozheniy na vybor meropriyatiy po povysheniyu nadezhnosti krepki skvazhin [Influence of geological features of intersalt deposits on the choice of actions for increase in reliability fix wells]. *Gazovaya promyshlennost* [Gas Industry], 2011, no. 1, pp. 59–63.
13. Ushivtseva L. F. Vliyanie inzhenerno-geologicheskikh osobennostey solyanykh massivov na formirovanie tekhnogeneza v nedrakh Astrakhanskogo svoda [Influence of engineering-geological features of salt massifs on formation of a tekhnogenez in a subsoil of Astrakhan anticline]. *Seriya prilozheniy k zhurnalu «Nauka i tekhnika v gazovoy promyshlennosti»* [Series of the annex to the “Science and Technology in the Gas Industry”], Astrakhan, Gazprom promgaz Publ., 2005, pp. 55–119.
14. Ushivtseva L. F. Litologo-fatsialnye osobennosti nizhneperskoy galogennoy formatsii yugo-zapadnoy chasti Prikaspiyskoy vpadiny kungurskikh galogennykh otlozheniy Prikaspiyskoy vpadiny [Lithofacies of feature of a nizhnepersky halogen formation of a southwest part of Caspian basin of the Kungur halogen deposits of Caspian basin]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [Southern Russian Bulletin of the Geology, Geography and Global Energy], 2003, no. 1, pp. 14–17.
15. Ushivtseva L. F. Rol prirodnykh faktorov v formirovanii tekhnogeneza pri osvoenii neдр [A role of natural factors in formation of a tekhnogenez at development of a subsoil]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [Southern Russian Bulletin of the Geology, Geography and Global Energy], 2005, no. 5, pp. 213–217.
16. Ushivtseva L. F. Khimicheskiy sostav i fiziko-mekhanicheskie svoystva porod kungurskoy solenosnoy formatsii Astrakhanskogo svoda [Chemical composition and physicommechanical properties of breeds of the Kungur saliferous formation of Astrakhan anticline]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [Southern Russian Bulletin of the Geology, Geography and Global Energy], 2003, no. 4, pp. 17–22.