ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА

© А.А.Фейзуллаев, Э.Б.Велиева, Г.Г.Мамедова, 2013

ОБ ИЗМЕНЕНИИ СВОЙСТВ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ФЛЮИДОВ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ ИХ ЗАЛЕЖЕЙ

А.А.Фейзуллаев, Э.Б.Велиева, Г.Г.Мамедова

Институт геологии НАН Азербайджана
AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А

В статье дан обзор мирового опыта наблюдений за изменением свойств углеводородных флюидов на длительно разрабатываемых месторождениях, приведены результаты анализа промысловых данных по месторождению Гала Абшеронского нефтегазоносного района Азербайджана, а также изменения состава и свойств газа и конденсата на pVT-установке в процессе дифференциального снижения давления. В результате обобщения и анализа всей этой информации делается вывод относительно характера изменения свойств углеводородных флюидов в процессе разработки нефтяных, газоконденсатных и газовых месторождений.

Введение. Обзор состояния проблемы

В процессе разработки большинства залежей нефти и газа свойства добываемой продукции в той или иной степени изменяются. Это может происходить вследствие как продвижения к забоям скважин новых порций нефти и газа из удаленных участков, характеризующихся иными свойствами этих флюидов, так и физико-химических изменений свойств нефтей и газов под влиянием внедряющейся в залежь воды. Однако одним из главных факторов, способствующих изменению свойств и фазового состояния углеводородов (УВ), является изменение в процессе разработки залежей пластовых давлений и температуры, приводящее к нарушению термодинамического равновесия в системе порода-флюид.

Мировой опыт показывает, что утяжеление нефтей в процессе разработки *нефтяных месторождений* является наиболее характерным случаем. Это может быть связано как с потерей легких фракций нефти при дегазации, вызванной падением пластового давления, так и с окислением нефти при взаимодействии ее с закачиваемыми или пластовыми водами. Не исключено появление более тяжелых нефтей из периферийных приконтактных зон. Более тяжелая остаточная нефть может быть обусловлена и так называемым эффектом гидродинамической хроматографии – разделением нефти на легкие и тяжелые фракции и отставанием последних при движении (Быков, 1981).

В качестве примера можно привести месторождение Узень, в котором в период 1967-2002 гг. осуществлялся многостадийный процесс разработки. Вначале применяемый упругий режим разработки сменился режимом разгазирования пластовой нефти, который затем перешел в водонапорный режим, при котором выработка запасов осуществляется до настоящего времени (Нуршаханова, 2005).

Обводнение залежей при разработке с поддержанием пластового давления путем закачки воды сопровождалось снижением газосодержания и увеличением содержания асфальто-смолистых веществ из-за процесса окисления нефти закачиваемой водой, содержащей до 10 мг/л кислорода.

Установлено также, что нефть, оставшаяся на дренированных участках, за 30-летний период разработки месторождения Узень претерпела более существенные изменения в сравнении с нефтью на недренированных или слабодренированных участках (Нуршаханова, 2005).

В серии работ (Сорокин, Сорокин, 2001; 2003; 2004; Сорокин и др., 1998;1999) отражено влияние процесса разработки залежи на значения физико-химических свойств добываемой нефти месторождений Западной Сибири. Анализируя немногочисленные данные исследований свойств пластовой нефти, авторам удалось получить результаты, которые в определенной мере освещают проблему изменения компонентного состава продукции нефтяных скважин в процессе их эксплуатации.

Так, было установлено закономерное изменение во времени в нефтяном газе содержания азота и диоксида углерода. Однако закономерного изменения в содержании других компонентов нефтяного газа в исследуемый период разработки месторождений не было установлено (Сорокин, Сорокин, 2004).

На рис. 1 приведены примеры, характеризующие изменение во времени содержания отдельных углеводородных компонентов подвижной нефти по скважинам пласта $П_1$ Северо-Даниловского месторождения. Исследовался компонентный состав проб нефти на скважинах, эксплуатировавшихся фонтанным способом в безводный период, дебиты скважин составляли 80-120 т/сут. Диапазоны изменения физико-химических свойств глубинных проб нефти следующие: газосодержание – 45-122 $м^3/т$, плотность подвижной нефти при пластовых условиях – 658-793 $кг/м^3$, молярная масса – 108-148 кг/кмоль, динамическая вязкость – 0,9-1,63 мПа*с, давление насыщения нефти газом – 4,7-16 МПа (Сорокин, Сорокин, 2005).

В результате анализа полученных данных установлено, что наибольшие изменения происходят у абсолютных значений метана и суммы компонентов C_{6+}. Содержание метана за период исследований в подвижной нефти уменьшается с 38 до 23%, а суммы компонентов C_{6+} за это время по этим скважинам возрастает: с 51 до 62%. Абсолютные значения концентрации этана, пропана, суммы бутанов и суммы пентанов изменяются в меньшей степени.

Таким образом, результаты анализа свойств нефти по исследованному фонду скважин в безводный период их эксплуатации позволили установить, что техногенное воздействие на нефтяную залежь приводит к изменению компонентного состава подвижной нефти. Причем в процессе разработки содержание метана в составе подвижной нефти уменьшается, содержание этана, пропана, суммы бутанов, суммы пентанов меняется незакономерно и по абсолютной величине незначительно, содержание суммы компонентов C_{6+} закономерно растет. Содержание диоксида углерода в процессе разработки залежи имеет тенденцию к возрастанию, а свободного азота – к снижению.

Одним из факторов, определяющих изменение физико-химических свойств нефти в процессе разработки залежи, являются процессы, спровоцированные техногенным воздействием на пласт с целью увеличения его нефтеотдачи. Техногенные процессы выводят нефть из состояния термодинамического равновесия с породой, пластовой водой и т.д. К техногенным методам воздействия на пластовую нефть можно отнести, например, закачку в пласт воды, водяного пара, ПАВ и др.

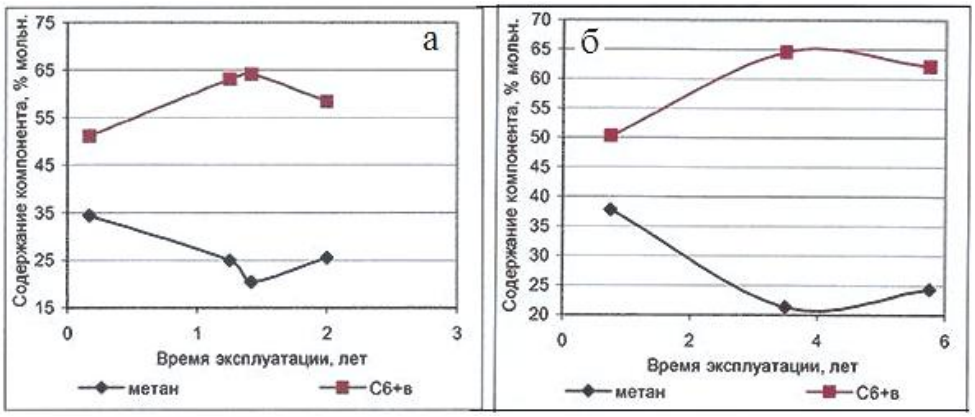


Рис. 1. Содержание углеводородных компонентов в пробах нефти скв. 6183 (а) и скв. 6205 (б) Северо-Даниловского месторождения

С началом гидродинамического воздействия на пластовую нефть она неизбежно разделяется на две составляющие: подвижную нефть, которая может быть добыта в процессе разработки залежи, и остаточную нефть, которая остается в залежи в силу различных причин. Пластовая нефть выходит из начального состояния термодинамического равновесия, характеризующегося определенными значениями внутренней энергии системы пластовая жидкость – поверхность коллектора; между подвижной и остаточной составляющими пластовой нефти начинаются процессы перераспределения компонентов (Сорокин, Сорокин, 2004; Шерстюк, 2011).

К изменению состава нефти и растворенного газа в процессе разработки при нагнетании в пласт воды приводит также избирательное растворение ряда компонентов в воде (Быков, 2001; Проблемы освоения…, 2003).

Для месторождений, в которых нефти содержат большое количество парафина, выделение растворенного газа вследствие снижения пластового давления, как и снижение пластовой температуры вследствие закачки холодной воды, могут привести к выделению парафина из растворенного состояния в свободную твердую фазу. Результат этого процесса — уменьшение содержания парафина в добываемой нефти и снижение ее плотности. Выпавший в пласте парафин приводит к резкому ухудшению условий фильтрации нефти и снижению коэффициента нефтеотдачи.

Тепловая обработка забоев скважин и тепловые методы воздействия на нефтяные пласты с парафинистой нефтью обычно приводят к увеличению содержания парафина в добываемой продукции (http://www.kazedu.kz/referat/183823).

Процессы подземной дегазации, вызванные снижением пластового давления ниже давления насыщения нефти газом, приводят к изменению состава *попутно добываемого газа*. В соответствии с особенностями растворимости газов в нефти при снижении пластового давления в залежи первыми переходят в свободную газовую фазу наименее растворимые азот и метан, затем при еще большем снижении давления освобождаются этан, пропан, бутан и др., а в конечной стадии дегазации – углекислота и сероводород. Поэтому попутные газы могут особенно резко изменить свой состав при разработке залежи в режиме истощения. Увеличение содержания CO_2 в составе попутного газа может быть вызвано его выделением не только из нефти, но и из водорастворенного газа. Рост содержания CO_2 за счет его выделения из пластовых вод проявляется при сильном обводнении продукции на заключительной стадии разработки (Быков, 2001).

Изменение содержания метана в попутном газе было установлено в процессе разработки Туймазинского месторождения (Шейх-Али и др., 1999). По одной информации содержание метана в газе к более поздней стадии разработки уменьшается, по другой – возрастает (Шейх-Али, Юлбарисов, 2003).

В нефтяных залежах с газовой шапкой, содержащей много газоконденсата, при снижении давления конденсат выпадает в жидкую фазу и смешивается с нефтью, в результате чего добываемая жидкая продукция характеризуется постепенным уменьшением плотности и увеличением выхода светлых фракций.

При разработке чисто *газовых залежей* обычно не наблюдается сколько-нибудь существенных изменений содержания основных его компонентов. Только на заключительных стадиях отбора газа при резко сниженном пластовом давлении его состав несколько обогащается компонентами, ранее находившимися в растворенном состоянии в погребенной и пластовой водах, например, двуокисью углерода и сероводородом. В связи с высокой растворимостью этих газов в воде их общее количество в погребенной воде может превышать запасы в свободной фазе, и при большом снижении пластового давления выделение этих газов из воды приводит к заметному возрастанию их содержания в составе добываемого газа. В частности, содержание сероводорода к концу разработки некоторых газовых залежей увеличилось в 2-4 раза (http://www.kazedu.kz/referat/183823).

Следует также учитывать, что в пустотном пространстве коллекторов многих газовых залежей помимо погребенной воды содержится связанная нефть, в которой кислые компоненты газов (CO_2 и H_2S) также хорошо растворяются. Поэтому связанная нефть газовых залежей может быть дополнительным

источником обогащения газов углекислотой и сероводородом на заключительной стадии разработки (Чаловский, 2000).

По мере освоения больших глубин увеличивается количество открываемых газоконденсатных месторождений в условиях высоких давлений и температур (Zhang, Wheaton, 2000; Vo, Horne, 2011).

Газоконденсатные флюиды отличаются по поведению от обычных газов, особенно для слабопроницаемых пород-резервуаров.

Газовый конденсат в пластовых условиях представляет собой однофазный флюид. Он состоит главным образом из метана и его короткоцепочечных гомологов, но также содержит длинноцепочечные компоненты. При определенной температуре и давлении этот флюид разделяется на две фазы: газ и жидкость, которую называют ретроградным конденсатом.

Из мировой практики известно, что большинство газовых и газоконденсатных месторождений разрабатывается в режиме истощения пластовой энергии (Катц и др., 1965; Грищенко и др., 1982; Абасов, Оруджалиев, 1989 и др.). Когда давление в резервуаре уменьшается и проходит через точку росы, формируется жидкая фаза, количество которой увеличивается с падением давления. Система достигает точки ретроградного конденсата, однако в связи с тем, что давление продолжает уменьшаться, жидкость повторно испаряется (Fan et al., 2005).

Результаты исследований, выполненных C.Shi (2009) и H.X.Vo, R.N.Horne (2011), показывают, что газоконденсатный состав, являясь функцией фазовой характеристики и цикла продуктивности, в течение истощения залежи изменяется значительно.

Изменение состава флюида в резервуаре – это результат комбинации свойств конденсатной фазы и относительной проницаемости пород. Эта комбинация приводит к тому, что тяжелые компоненты концентрируются в выпавшей жидкости, в то время как состав мигрирующей газовой фазы становится легче (Shi, 2009).

Изменение со временем состава газоконденсатной смеси вблизи скважины показали и теоретические модели H.R.Zhang и R.J.Wheaton (2000).

Числовое моделирование (Roussennac, 2001) также показало, что из-за разницы в миграционной способности газовой и конденсированной фаз (эффект относительной фазовой проницаемости) состав жидкости изменяется. В конечном итоге состав смеси около ствола скважины становится более богатым тяжелыми компонентами (Vo, Horne, 2011).

Количество жидкой фазы зависит не только от температуры и давления, но и от состава флюида. Сухой газ имеет незначительное содержание тяжелых компонентов для образования жидкости в резервуаре и даже вблизи ствола скважины.

Существование двухфазного флюида в газоконденсатной залежи и эффект относительной фазовой проницаемости могут вызвать изменение таких физических свойств жидкостей, как поверхностное натяжение, вязкость и т.д. (El-Banbi et al., 2000).

Изменения состава газоконденсатной смеси наблюдались на многих месторождениях (Shi, 2009; Vo, Horne, 2011 и др.). В качестве примера на рис.2 показано изменение компонентного состава в устье двух скважин на газоконденсатном месторождении Kekeya в Китае (Shi, 2009). Как следует из этого рисунка, в течение добычи давление понижалось, тяжелые компоненты выпадали из газоконденсатной смеси. В результате содержание метана у ствола скважины увеличилось, а сумма тяжелых УВ – уменьшилась.

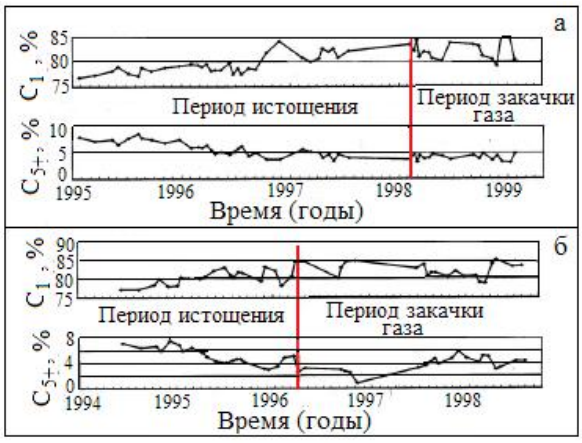


Рис. 2. Изменение компонентного состава газоконденсатного флюида в двух скважинах (К233-а и К243-б) месторождения Kekeya, Китай (Shi, 2009)

Хотя изменения состава газоконденсатной залежи в процессе ее разработки наблюдались на многих месторождениях, однако их природа в литературе рассматривается очень редко (Vo, Horne, 2011).

В связи с этим является актуальным всестороннее изучение механизма фазовой конденсации системы в процессе дифференциального снижения давления в условиях, близких к пластовым.

Результаты исследований

В Азербайджане специальный мониторинг за изменением физико-химических свойств и фазового состояния углеводородов в процессе разработки месторождений практически не проводился.

Авторы статьи, используя имеющуюся информацию по нефтегазовому месторождению Гала на Абшеронском полуострове, разработка которого началась в 1932 году, рассмотрели изменение во времени (данные на 1935 и 1987 гг.) соотношения между газовой и жидкой фазами углеводородов (газового фактора).

Анализ показал, что со временем в процессе разработки месторождения текущие (на 1987 г.) значения газового фактора уменьшились относительно начальных (на 1935 г.) (рис.3).

Если рассматривать относительные значения газового фактора (отношения текущих значений к начальным) в зависимости от относительных значений пластовых давлений (рис.4), то можно отметить их обратную взаимосвязь: минимальным относительным значениям давления соответствуют максимальные относительные значения газового фактора.

В прогнозе изменения состава и свойств газа при разработке *газоконденсатной залежи* большое значение имеют экспериментальные исследования в условиях высоких температур и давлений.

Ниже приводятся результаты исследований по изменению состава и свойств газа и конденсата на pVT-установке в процессе дифференциального снижения давления. Эксперименты проводились на специально собранной установке, которая состояла из модели пласта, pVT-бомбы и вспомогательных узлов (Мамедова, 2010).

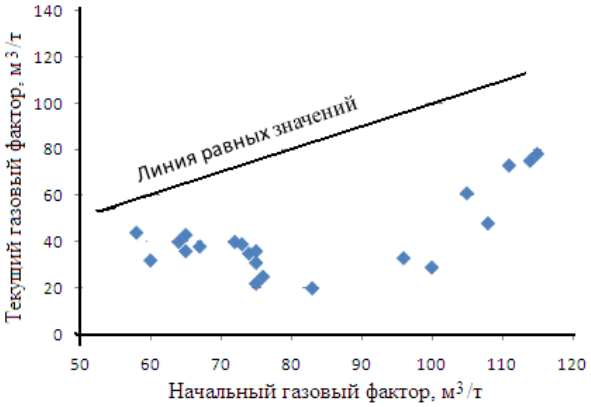


Рис. 3. График зависимости между начальными (на 1935 г.) и текущими (на 1987 г.) газовыми факторами на месторождении Гала

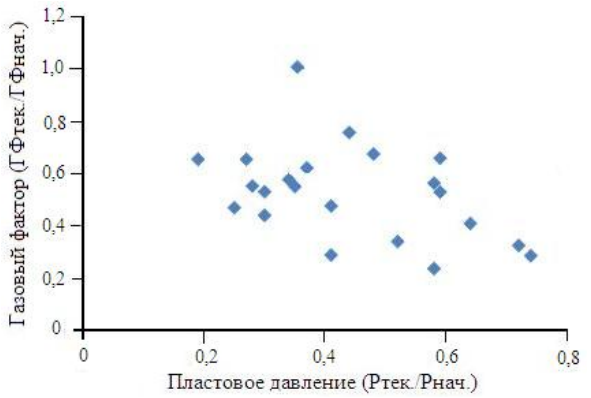


Рис. 4. Зависимость относительных величин газового фактора (отношения текущих значений к начальным) от относительных величин пластовых давлений на месторождении Гала (начальные данные относятся к 1935 г., а текущие – к 1987 г.)

Было проведено 25 экспериментов, в которых пористость пласта (m), количество остаточной воды (φ), температура пласта (t), плотность конденсата (ρ) изменялись соответственно в интервале: m − 0-40%; φ − 0-40%; t − 70-110°C; ρ − 720-800 кг/м^3.

Эксперименты проводились по дифференциальному истощению газоконденсатной залежи, на каждой ступени снижения давления измерялись составы добываемых газов, состоящих из газов сепарации и дегазации (если их количество было достаточным для проведения физико-химических анализов). При этом вначале давление в системе поднималось выше давления начала конденсации, затем оно ступенчато снижалось от 30,0-24,0 до 12,0-6,0 МПа.

Анализ состава газов проводился по стандартной методике на серийном хроматографе марки ЛХМ-8 (Мамедова, 2010).

В таблице 1 приведены экспериментальные данные по составу и свойствам добываемого газа в процессе истощения газоконденсатной залежи.

Анализ данных таблицы показал, что падение давления сопровождается повышением содержания метана и этана в составе газа дегазации, и наоборот, уменьшением содержаний метана и C_{5+} в газе сепарации, что отражает динамическое равновесие УВ компонентов в системе жидкая-газовая фазы.

Наиболее контрастное изменение в составе газа дегазации и плотности УВ газов наблюдается при падении пластового давления до 15 МПа и ниже. Такое резкое изменение параметров УВ газа при падении ниже 15 МПа, по всей вероятности, связано с изменением соотношения между давлением насыщения и пластовым давлением – падением пластового давления ниже давления насыщения.

В таблице 2 приведены сведения о полученных экспериментальных данных на каждом шаге снижения давления при выполнении процесса дифференциального истощения залежи.

Таблица 1

Сведения о составе газов сепарации/дегазации
при дифференциальном истощении газоконденсатной залежи

Ступени давления, МПа	30-25		25-20		20-15		15-10		10-5	
Состав газов	Сепарация	Дегазация	Сепарация	Дегазация	Сепарация	Дегазация	Сепарация	Дегазация	Сепарация	Дегазация
C_1	92,7	81,16	92,65	81,12	91,9	82,26	91,51	85,50	91,27	86,59
C_2	4,5	4,19	4,3	4,64	4,55	5,69	4,61	8,275	4,785	8,38
C_3	1,23	3,38	1,27	3,96	1,37	4,97	2,05	2,213	2,456	2,688
C_{4i}	0,28	2,08	0,36	2,17	0,46	1,17	0,42	1,061	0,449	0,224
C_{4n}	0,52	3,95	0,57	3,23	0,71	1,4	0,12	0,342	0,159	0,318
C_{5i}	0,12	1,65	0,16	1,72	0,16	1,62	0,21	0,776	0,123	0,279
C_{5n}	0,11	1,25	0,17	1,29	0,13	1,24	0,13	0,455	0,046	0,14
C_{6+}	0,05	1,86	0,07	1,35	0,07	1,14	0,04	0,973	0,008	0,801
CO_2	0,49	0,48	0,45	0,52	0,65	0,51	0,91	0,402	0,708	0,58
Плотность кг/м^3	0,732	0,981	0,734	0,902	0,741	0,902	0,740	0, 797	0,745	0,789

Таблица 2

Сведения о полученных результатах при дифференциальном истощении залежи

Газоконд. фактор (10^3 м^3/м^3)	Ступени давления (МПа)	Колич-во добыв. конденсата (10^{-6}м^3)	Колич-во добыв. газа (10^{-3} м^3/м^3)	Газоконд. фактор (10^{-3} м^3/м^3)	Плотность добыв. конденсата (кг/м^3)	Колич-во оставшегося в бомбе PVT конденсата (10^{-6}м^3)	Колич-во оставшегося в бомбе PVT газа (10^{-3}м^3)	Отношен. добыв. конденсата к начальн. (%)	Газоконд. фактор в бомбе (10^{-3} м^3/м^3)
4,46	30-25	3,5	15,6	5,2	745,2	28,6	104,2	10,9	3,6
5,16	25-20	3,2	16,5	5,5	733,2	25,4	87,8	9,97	3,4
8,25	20-15	2,4	19,8	9,9	721,8	23,0	68	7,48	3,0
19,33	15-10	2,2	23,2	11,6	708,1	21,8	46,8	3,74	2,1
47,17	10-5	0,6	28,3	47,2	686,2	21,2	18,5	1,87	0,87

Как видно из таблицы 2, по мере снижения давления наблюдается рост количества добываемого газа и уменьшение количества добываемого конденсата и его плотности.

Более наглядно характер изменения параметров газоконденсатной смеси в процессе экспериментов просматривается на представленных ниже рис. 5-7.

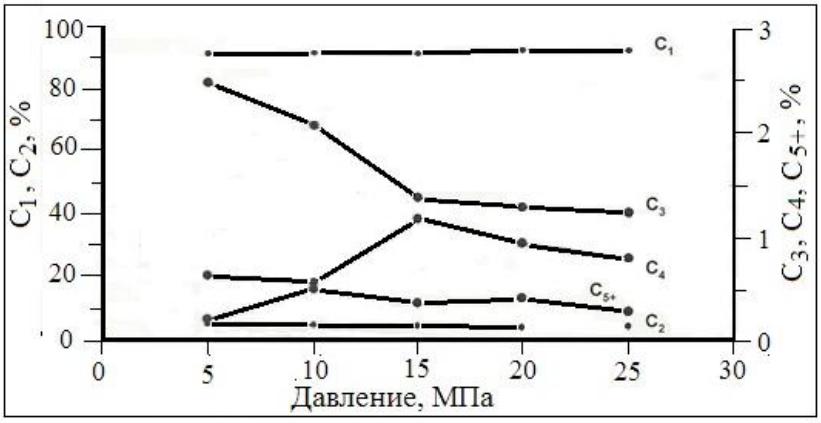


Рис. 5. Изменение углеводородного состава добываемого газа от давления в процессе дифференциального истощения газоконденсатной залежи

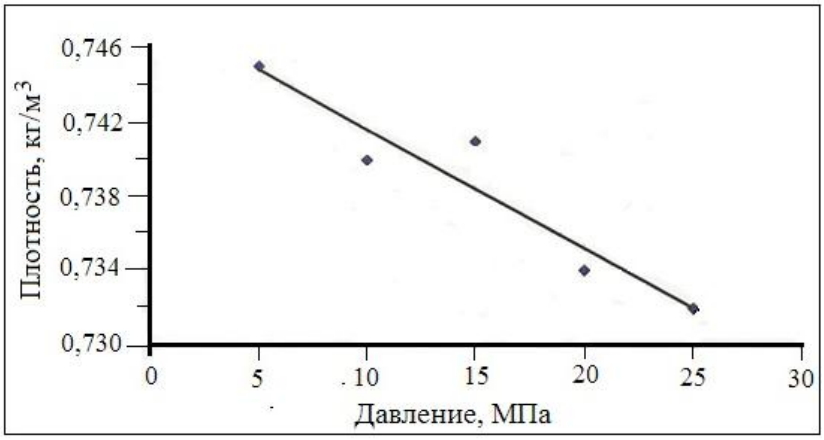


Рис. 6. Зависимость плотности добываемого газа от давления насыщения

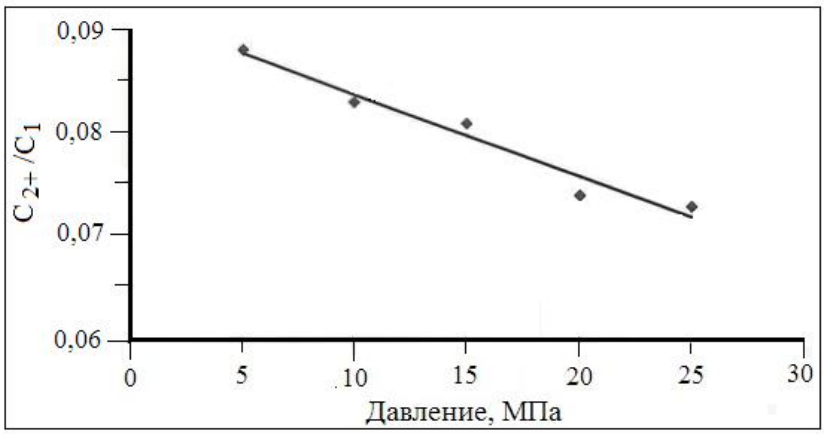


Рис. 7. Изменение коэффициента жирности (C_{2+}/C_1) от давления

Считается, что отношение конденсата к газу является важным индикатором гетерогенности резервуара, которая существенно влияет на продуктивность скважины (Zhang, Wheaton, 2000).

На рис. 8 показано изменение конденсатосодержания добытой смеси на различных шагах изменения давления в процессе дифференциального истощения газоконденсатной залежи. Из этого рисунка видно, что по мере падения давления в залежи конденсатосодержание добываемой смеси убывает.

Следует отметить, что за начальное значение конденсатосодержания в экспериментах принималось 200 г/м^3 или 267,83 см^3/м^3. На первом шаге при снижении давления от 30,0 МПа до 25,0 МПа конденсатосодержание газоконденсатной смеси уменьшается с 267,83 до 224,36 см^3/м^3. Очевидно, что это является следствием начала процесса конденсатовыделения из системы при давлении 30,0-25,0 МПа. В связи с тем, что в первую очередь конденсируются сравнительно более тяжелые углеводороды, плотность выделившегося (в резервуаре, скважине) конденсата увеличивается по сравнению с начальной его плотностью, в то время как плотность конденсата в добываемом газе по мере падения давления уменьшается (рис.9).

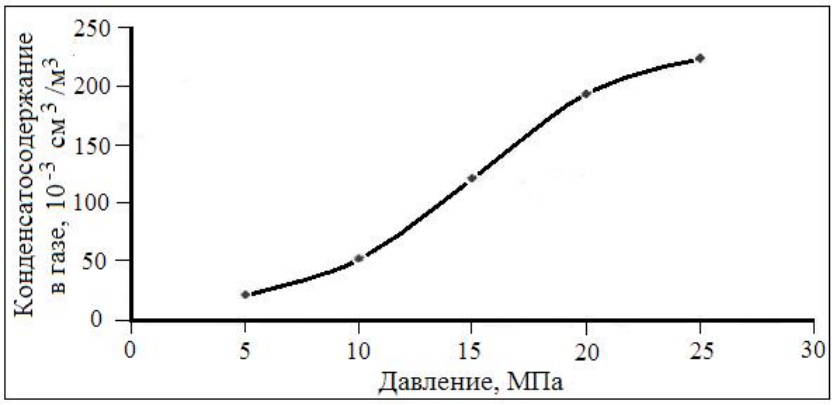


Рис. 8. Тенденции изменения конденсатосодержания в газе в зависимости от давления

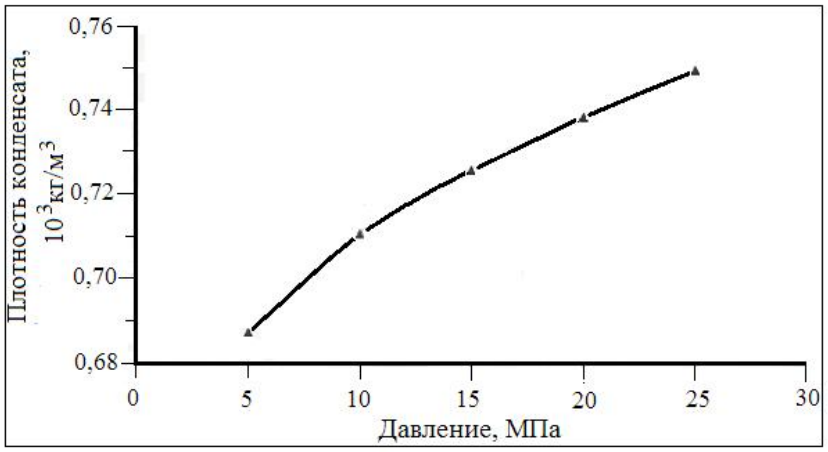


Рис. 9. Изменение плотности конденсата в добываемом газе в зависимости от давления

Заключение

Сбор, обобщение и анализ литературных данных, а также результатов проведенных экспериментальных исследований позволяют сделать нижеследующие основные выводы:

– наиболее характерное изменение свойств нефти в процессе разработки залежи – это снижение газосодержания и утяжеление остаточной нефти;

– нефть, оставшаяся на дренированных участках, претерпевает более существенные изменения в сравнении с нефтью на недренированных или слабодренированных участках;

– в нефтяных залежах с газоконденсатной шапкой при снижении давления конденсат выпадает в жидкую фазу и, смешиваясь с нефтью, приводит к постепенному уменьшению ее плотности и увеличению выхода светлых фракций;

– в попутном газе при разработке нефтяной залежи наблюдается закономерное изменение во времени содержания азота и двуокиси углерода;

– в процессе эксплуатации газоконденсатной залежи содержание легких УВ в газе возрастает, а более тяжелых – уменьшается; газоконденсатный фактор увеличивается, содержание конденсата и его плотность в добываемой смеси снижаются.

– при разработке чисто газовых залежей существенного изменения состава отбираемого газа, как правило, не наблюдается; увеличение в составе газа CO_2 и сероводорода может наблюдаться лишь на заключительных стадиях отбора газа.

– различные виды техногенного воздействия на пласт с целью увеличения продукции также приводят к изменению состава нефти за счет перераспределения компонентов между подвижной и остаточной ее составляющими.

ЛИТЕРАТУРА

АБАСОВ, М.Т., ОРУДЖАЛИЕВ, Ф.Г. 1989. Газогидродинамика и разработка газоконденсатных месторождений. Недра. Москва. 262с.

БЫКОВ, Н.Е. (под ред.). 2001. Справочник нефтепромысловой геологии. Недра. Москва. 525с.

БЫКОВ, Н.Е. 1981. Справочник по нефтепромысловой геологии. 529с.

ГРИЩЕНКО, А.И., ЛЕОНТЬЕВ, И.А., НЕПОМНЯЩИЙ, Л.Я. 1982. Прогнозное изменение компонентного состава по зонам УКПГ Оренбургского месторождения. В кн.: *Разработка и эксплуатация глубокозалегающих залежей Прикаспийской впадины.* Недра, Москва, 64-73.

КАТЦ, Д.Л., КОРНЕЛЛ, Д., КОБАЯШИ, Р.И. 1965. Руководство по добыче, транспорту и переработке природного газа. Недра. Москва. 676с.

МАМЕДОВА, Г.Г. 2010. Экспериментальное исследование влияние пористой среды на изменения углеводородного состава добываемого газа в процессе истощения газоконденсатной залежи. *Известия НАН Азербайджана. Науки о Земле*, 1, 83-88.

НУРШАХАНОВА, Л.К. 2005. Анализ методов воздействия и оценка изменения свойств нефти в процессе разработки месторождения Узень. Автореф. дис… канд. техн. наук. Рос. Гос. Унив. нефти и газа им. И.М.Губкина. Москва. 19с.

ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ Уренгойского комплекса. 2003. Недра. Москва. 464 с.

СВОЙСТВА НЕФТИ И ГАЗА В ЗАЛЕЖАХ И МЕСТОРОЖДЕНИЯХ, закономерности их изменения. http://www.kazedu.kz/referat/183823.

СОРОКИН, А.В., СОРОКИН, В.Д. 2001. Изменение свойств газонасыщенных нефтей в процессе разработки залежей. В кн.: *Основные направления научно-исследовательских работ в нефтяной промышленности Западной Сибири.* СибНИИНП, Тюмень, 83-89.

СОРОКИН, В.Д., СОРОКИН, А.В. 2003. Анализ изменений физико-химических свойств нефти в процессе разработки месторождений Западной Сибири. В кн.: *Основные направления научно-исследовательских работ в нефтяной промышленности Западной Сибири.* СибНИИНП, Тюмень, 132-142.

СОРОКИН, А.В., СОРОКИН, В.Д. 2004. Исследование процесса изменчивости физико-химических свойств пластовой нефти при разработке месторождений Западной Сибири. Вектор-Бук. Тюмень. 237с.

СОРОКИН, А.В., СОРОКИН, В.Д. 2005. Изменение компонентного состава подвижной нефти в результате воздействия техногенных процессов. *Вестник недропользователя*, 15, 1-7.

СОРОКИН, А.В., СОРОКИН, В.Д., ТЕРЕШИНА, Т.В. 1999. Механизмы изменения плотности газонасыщенной нефти в процессе разработки залежи. В кн.: *Основные направления научно-исследовательских работ в нефтяной промышленности Западной Сибири.* СибНИИНП, Тюмень, 122-130.

СОРОКИН, А.В., СОРОКИН, В.Д., ЯРОСЛАВЦЕВ, К.В. 1998. Зонально-временное изменение свойств нефтей Северо-Харампурского и Южно-Харампурского месторождений. В кн.: *Основные направления научно-исследовательских работ в нефтяной промышленности Западной Сибири*. СибНИИНП, Тюмень, 172-179.

ЧАЛОВСКИЙ, И.П. (под ред.). 2000. Спутник нефтегазопромыслового геолога: Справочник. Недра. Москва. 376с.

ШЕЙХ-АЛИ, Д.М., ГАЛЕЕВА, Р.К., ЛЕВАНОВ, Ю.Б. 1999. Изменение газового фактора и содержания азота и метана в газе в процессе разработки Туймазинского месторождения. В кн.: *Современные инструментальные физико-химические и гидродинамиче-*

ские методы исследований пластовых флюидов, пород и продуктивных пластов. 97, 104-107.

ШЕЙХ-АЛИ, Д.М., ЮЛБАРИСОВ, Э.М. 2003. Изменение свойств нефти и газового фактора при разработке нефтяных месторождений. *Интервал*, 1(48), 30-35.

ШЕРСТЮК, С.Н. 2011. Изменение состава и свойств высоковязких нефтей Усинского месторождения при использовании физико-химических методов увеличения нефтеотдачи. Автореф. дис… канд. хим. наук. Институт химии нефти Сибирского отделения РАН. Томск.

EL-BANBI, A.H., CAIN W.D., SEMMELBECK, M.E. 2000. Investigation of well productivity in gas-condensate reservoirs. Presentation at SPE/CERI Gas Technology Symposium, Calgary, Canada, SPE 59773.

FAN, L., HARRIS, B., JAMALUDDIN, A., KAMATH, J., MOTT, R., POPE, G., SHANDRYGIN, A., WHITSON, C. 2005. Understanding gas-condensate reservoirs. *Oilfield Review*, Schlumberger, Winter 2005/2006, 14-27.

ROUSSENNAC, B. 2001. Gas condensate well testing analysis. M.S.Thesis. Stanford University. California.

SHI, C. 2009. Flow behaviors of gas condensate wells. Ph.D. Dissertation. Stanford University. California. 165p.

VO, H.X., HORNE, R.N. 2011. Composition variation during flow of gas-condensate wells. Project Number 07122-29.FINAL. Appendix to Final Report to RPSEA (Research Partnership to Secure Energy for America). Stanford University. September. 186p.

ZHANG H.R., WHEATON R.J. 2000. Condensate banking dynamics in gas condensate fields: changes in produced condensate to gas ratios. International Oil and Gas Conference and Exhibition in China, 7-10 November, Beijing, China, 16p.

Рецензент: член-корр. НАН Азербайджана Б.А.Багиров

© Ад.А.Алиев, И.С.Гулиев, Г.Д.Етирмишли, Н.П.Юсубов, 2013

ИЗВЕРЖЕНИЕ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА ЛОКБАТАН 20 СЕНТЯБРЯ 2012 г.: НОВЫЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА ВОСПОЛНЯЕМОСТИ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ

Ад.А.Алиев[1], И.С.Гулиев[1], Г.Д.Етирмишли[2], Н.П.Юсубов[1]

1 – *Институт геологии НАН Азербайджана*
AZ 1143, Баку, просп. Г. Джавида, 29А

2 – *Республиканский центр сейсмологии*
AZ1001, Баку, ул. Нигяр Рафибейли, 9

Статья посвящена очередному 24 извержению самого активного грязевого вулкана мира – Локбатан, расположенного на Абшеронском полуострове. Зафиксированы три фазы извержения продолжительностью 23 минуты. Рассмотрены геологическая позиция вулкана, сейсмологические данные, определившие глубину очага и энергию извержения, дан исторический обзор извержений начиная с 1829 г., приведены результаты анализа проб выбросов вулкана, особенно нефтеносных песчаников и глинистых сланцев эоцен-миоценового возраста, а также мнение авторов о восполняемости запасов УВ в «очагах возбуждения» на разрабатываемых месторождениях Южно-Каспийской впадины.

Введение

Территория Азербайджана и прилегающая акватория Южного Каспия являются уникальным и классическим регионом развития грязевого вулканизма на нашей планете как по количеству вулканов, их морфологической выраженности, так и по грязевулканической деятельности. Более 350 грязевых вулканов расположено в пределах нефтегазоносных районов страны. Большинство из них характеризуется интенсивной деятельностью, выносит на земную поверхность УВ газы, минерализованные воды, илистую грязь, некоторые – обильно нефть.

Ежегодно в Азербайджане происходит от 2 до 5, а в отдельные годы и более 10 пароксизмов извержений грязевых вулканов. Так, за последние два столетия на 93 вулканах было зафиксировано более 400 извержений.

20 сентября 2012 г. произошло очередное 24-ое извержение самого активного грязевого вулкана мира – Локбатан. Он расположен в 15 км к юго-западу от г. Баку, в пределах одноименной нефтепромысловой площади на Абшеронском п-ове, в зоне эксплуатируемых нефтегазовых месторождений Локбатан, Пута, Гушхана и др. (рис. 1).

Произошли три фазы извержения. Извержение началось выбросом пара и брекчии, вначале на небольшую высоту (рис.1а), затем процесс стал интенсивнее, флюиды и брекчия были выброшены на высоту порядка 100 м. (рис.1б). Процесс продолжился воспламенением газа вблизи кратера (рис. 1в). Фаза завершилась воспламенением основного факела (рис.1д), который впоследствии принял форму гриба, как при ядерном взрыве. Таким образом, можно условно выделить некоторые фазы извержения:

– начало фазы извержения, выброс брекчии и пара;

– увеличение интенсивности выброса пара и брекчии;

– воспламенение промежуточного очага;

– воспламенение основного очага.

Геологическая позиция

Анализ данных геологической съемки и геофизических исследований показывает, что деятельность грязевых вулканов связана с крупными продольными разрывами, осложняющими сводовые части антиклиналей Локбатан-Пута-Гушхана, к которым и приурочены вулканы (рис.2).

Локбатанская структура, в сводовой части которой находится вулкан, представляет собой асимметричную брахиантиклинальную складку, которая, объединяясь с Пута-

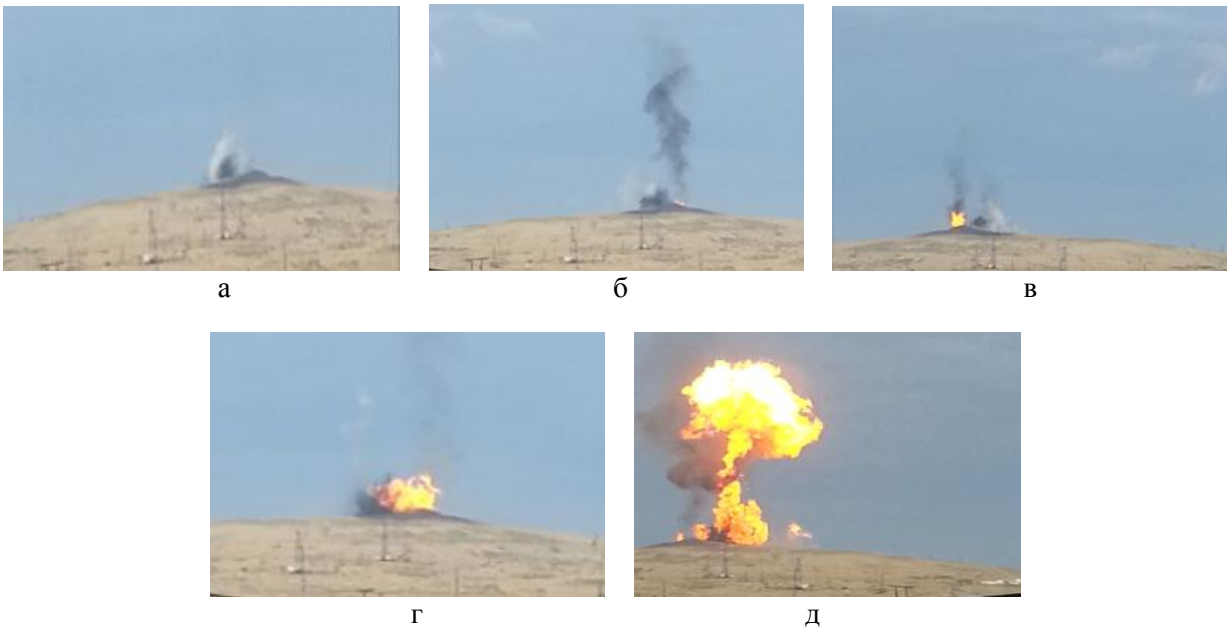


Рис. 1. Стадии развития фаз извержения грязевого вулкана Локбатан

Гушханинской антиклиналью, образует единую Локбатан-Пута-Гушханинскую складку. Вдоль этой структуры прослежены грязевые вулканы Ахтарма-Пута, Гушхана и Локбатан, расположенные в зоне активных разломов (Якубов и др., 1976 а,б).

Длина Локбатанской складки по верхнему отделу продуктивной толщи (нижний плиоцен) составляет около 4 км. По нижнему отделу ее протяженность вместе с Пута-Гушханинской складкой доходит до 9 км. Северное крыло Локбатан-Пута-Гушханинской структуры, погружающееся в Гёздекскую мульду, имеет ширину до 6 км (Гулиев, Дадашев, 2002; Муслимов и др., 2004).

На рис. 3-5 представлены структурная карта и соответствующий сейсмический профиль, построенные по сейсмическим данным. Как видно из структурной карты и глубинного сейсмического профиля (рис. 4), вулкан расположен в зоне активных разломов, протянувшихся в направлении с запада на восток.

Сейсмологические данные

Сейсмическая телеметрическая станция «Kinemetrics» зафиксировала в зоне вулкана слабые землетрясения (рис. 6).

На рис. 7 показана цифровая запись извержения грязевого вулкана Локбатан на станции «Гобу». Продолжительность этого извержения составила 7 мин.



Рис. 2. Схематическая карта антиклинальных структур и нефтяных месторождений Абшеронского полуострова. 1 – Анарт, 2 – Гарадаг, 3 – Локбатан (море), 4 – Бибиэйбат, 5 – Бибиэйбат (море), 6 – Кёргез-Гызылтепе, 7 – Локбатан-Пута-Гушхана, 8 – Шонгар, 9 – Сарынджа-Гюльбахт, 10 – Шорбулаг, 11 – Гюздек, 12 – Гараэйбат, 13 – Шахандаг-Шубаны-Ясамал, 14 – Сулутепе, 15 – Чагнаглар, 16 – Бинагади, 17 – Гырмаки, 18 – Масазыр, 19 – Кечалдаг-Зигильпири

На основании инструментальных данных (рис. 7-8) были установлены время начала извержения, его продолжительность, глубины очагов и энергия извержения. Как уже отмечалось ранее, извержение вулкана в течение дня характеризовалось 3 фазами активизации. Первая произошла утром в 04:59:17.7 (длительность извержения 7 минут, глубина очага извержения 5 км, $E=0{,}64\cdot10^7$ Дж), последующие в 09:14:40 (длительность извержения 4 минуты, глубина очага 5 км, $E=0{,}70\cdot10^7$ Дж) и в 09:23:00 (длительность извержения 12 минут, глубина очага 1,2 км, $E=3{,}15\cdot10^7$ Дж).

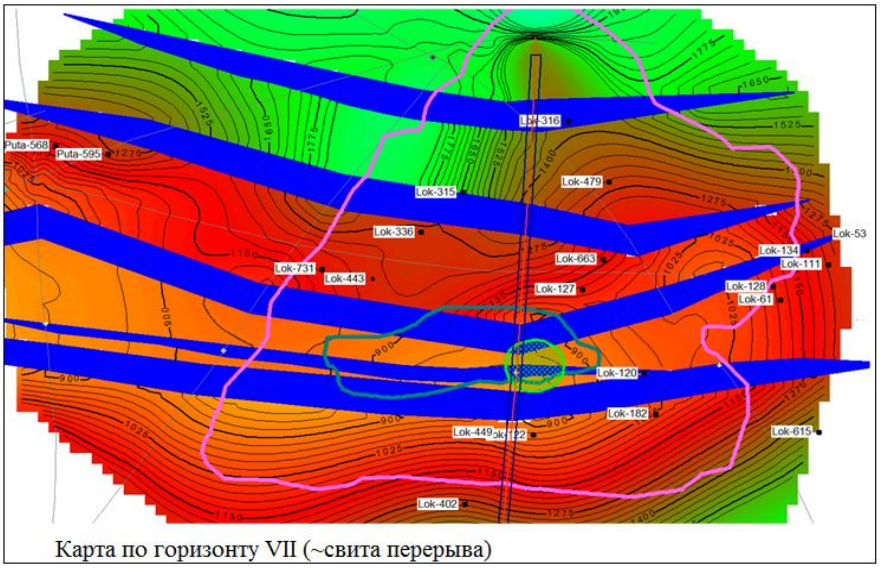


Рис. 3. Структурная карта VII горизонта продуктивной толщи (свита перерыва) нижнего плиоцена, построенная по сейсмическим данным

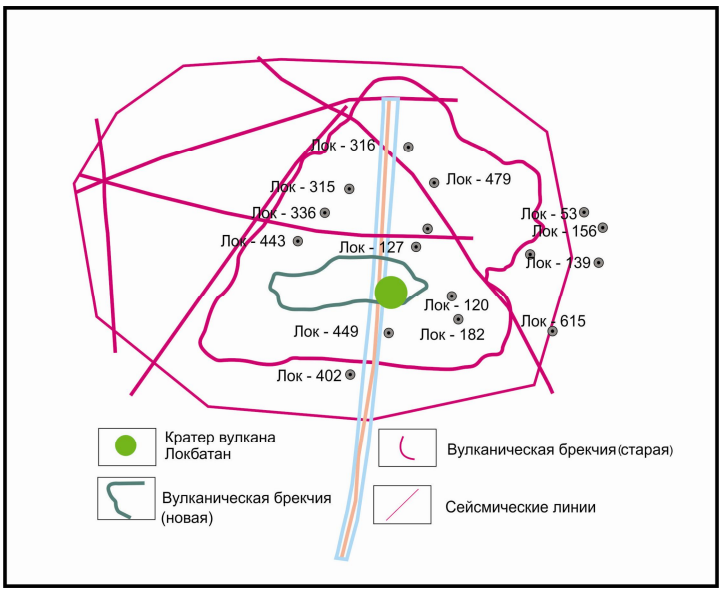


Рис. 4. Схема расположения кратера вулкана Локбатан, покрова вулканической брекчии и мест проведения сейсмических работ

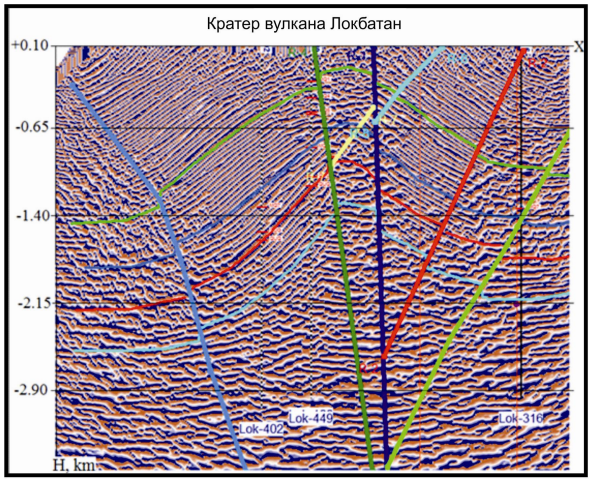


Рис. 5. Сейсмический глубинный разрез, проходящий через свод Локбатанской брахиантиклинали по линии А-А, указанной на рис. 3

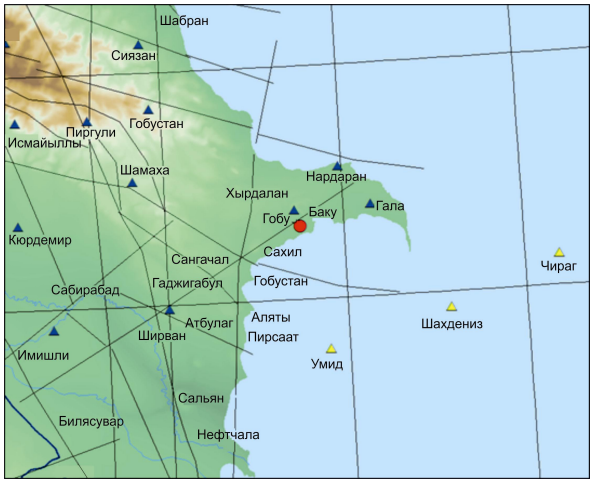


Рис. 6. Схема эпицентра извержения вулкана Локбатан, произошедшего 20 сентября 2012 г.

Сейсмические данные по извержению вулкана Локбатан

Дата	2012/09/20
t_0 (по местному времени)	04:59:17.7
Lat.	40,32 N
Lon.	49,76 E
ml	1,4
H(км)	5,0 км
t_0 (по местному времени)	09:14:40.2
Lat.	40,32 N
Lon.	49,73 E
ml	1,45
H(км)	5 км
t_0 (по местному времени)	09:23:00
Lat.	40,34 N
Lon.	49,78 E
ml	1,9
H(км)	1,2 км

История извержений

Впервые в геологической литературе деятельность грязевого вулкана Локбатан обстоятельно была освещена в статьях геолога Яльмара Шегрена, опубликованных в 1888 г. на немецком языке. В них автор отмечает крупное извержение, происшедшее в 1864 г., дает описание вулкана, сделанное при посещении его 26 апреля 1886 г., и описывает извержение 1887 г. (Sjogren, 1988 а,б).

Это было одним из крупных извержений Локбатана, которое произошло в 12 часов ночи и характеризовалось столбом пламени воспламенившихся газов высотой 400-500 м. Сильное свечение было видно в Баку и даже в Гаджигабуле на расстоянии 70 км к югу от Локбатана. Извержение с перерывами продолжалось двое суток. Другие наиболее мощные извержения произошли в 1923, 1935, 1954, 1972, 1977 и 2001 годах.

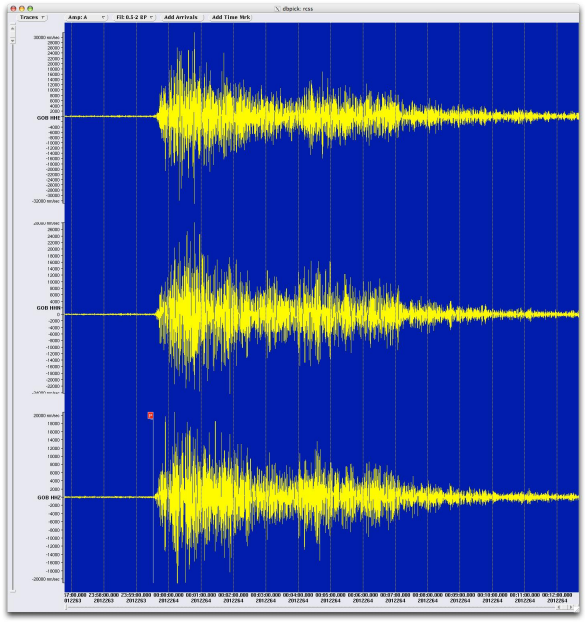


Рис. 7. Форма сигнала и запись извержения 20 сентября 2012 г.

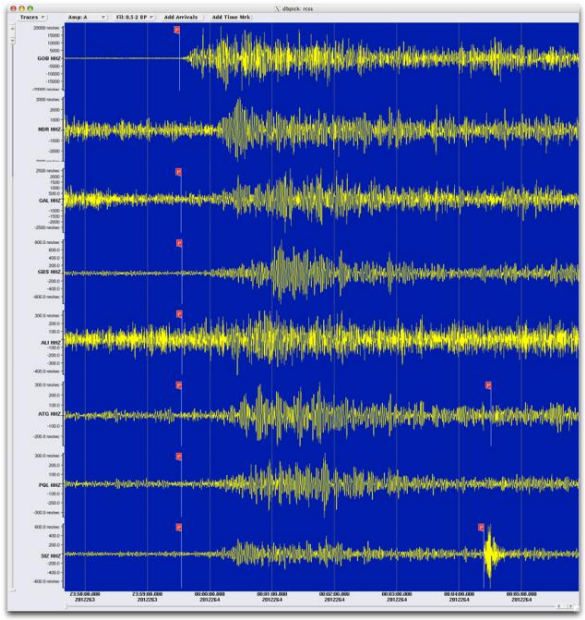


Рис. 8. Цифровые записи волновых форм по станциям Гобу, Нардаран, Гала, Гобустан, Ширван, Алтыагач, Пиргулу и Сиязань

Надо сказать, что почти все крупные извержения вулкана Локбатан, особенно во второй половине XX века, сопровождались выносом на земную поверхность больших объёмов вулканической брекчии в 100-300 тыс. м^3, воспламенением и горением газов, излиянием брекчии по склонам, образующим причудливые "языки" потока длиной иногда более 500 м и шириной 100-250 м, образованием радиальных и концентрических трещин глубиной 2 м и более.

Прослеживая извержения грязевого вулкана за последние 100 лет, можно выделить определенную периодичность, выражающуюся в чередовании малого и большого периодов покоя вулкана. Несколько извержений в XIX веке и начале XX столетия характеризовались интервалами 35 (1829-1864 гг.), 23 (1864-1887 гг.), 10 (1890-1900 гг.) и 11 (1904-1915 гг.) лет. Начиная с 1915 г. извержения Локбатана происходят, как правило, через каждые 2-5 лет, т.е. малый период превалирует (11 извержений). С интервалами покоя более 5 лет зафиксированы извержения в 1933 (7), 1954 (13), 1972 (8), 1990 (10), 2001 (11) и 2010 (9) годах (Алиев и др., 2009).

Отметим, что извержения этого весьма интересного грязевого вулкана происходят обычно вечером, ночью и изредка под утро, как было и на сей раз. 20 сентября 2012 г. вулкан Локбатан после небольшого затишья вновь пробудился и ранним утром (04.59 часов) продолжительным подземным гулом, взрывом, огненным столбом высотой более 200 м, выбросом вулканической брекчии начал свою деятельность. По сравнению с предыдущим (4 февраля 2010 г.) нынешнее извержение было довольно мощным, напоминая его извержения в 1954, 1959, 1972, 1977 и 2001 годах.

Как отмечалось ранее, были зафиксированы 3 основные фазы выноса глубинного материала из недр. За небольшой промежуток времени (23 минуты) выброшенная на земную поверхность вулканическая брекчия в объеме более 300 тыс. м^3 покрыла все кратерное поле, два бугорка вокруг него и потекла вниз по склонам в СВ и ЮЗ направлениях. На старом и новом покровах брекчии образовался ряд радиальных трещин, часть из которых имеет глубину более 2 метров и ширину 0,5 м.

Ниже приводятся сведения об извержениях наряду с Локбатаном и ряда других грязевых вулканов Азербайджана, характеризующие объемы выносимой ими на земную поверхность брекчии в различные годы за последние двести лет. Наиболее активными из них являются на

Абшеронском п-ове – Локбатан и Кейреки, извергавшиеся соответственно 24 и 17 раз, в Гобустане – Шихзарли (22 раза) и на Бакинском архипелаге – о.Хара-Зиря (13 раз). Количество извержений на других вулканах: Отманбоздаг – 8, Боздаг-Гюздек – 8, Торагай – 8, о. Гил – 10 (в пределах 8-10) раз, и 2 извержения (1950 и 1996 гг.) были зафиксированы на грязевом вулкане Б. Кянизадаг (Гобустан).

Однако в литературе не по всем извержениям вулканов имеются данные об объемах выносимой вулканической брекчии. Так, из 24 извержений Локбатана только для 9 подсчитаны объемы брекчии, для вулканов Шихзарли – 10, Кейреки – 7, Отманбоздаг – 5, о. Хара-Зиря – 4, Торагай – 3, а для о. Гил из 10 извержений только по одному из них приводится объем выброшенной вулканом брекчии (31 тыс. $м^3$) при его извержении в 1937 году (таблица 1).

Большие объемы брекчии, порядка 200-350 тыс.$м^3$, были вынесены вулканами: Локбатан в 1977, 2001, 2002 гг., Кейреки в 1885 г., Боздаг-Гюздек в 1995, 2003 гг., Б.Кянизадаг в 1996 г., о. Хара-Зиря в 1960 г.

Интересно отметить, что извержения грязевых вулканов сопровождаются выбросом и довольно больших объемов УВ газов, иногда горение газов продолжается в течение нескольких месяцев. При извержении вулкана Локбатан в 1977 г. в течение суток было выброшено более 30 млн.$м^3$ природного газа.

Как видно из таблицы 2, для создания современного облика грязевого вулкана Локбатан начиная с раннемиоценового времени потребовалось 21 тыс. извержений и 24 за последние 2 столетия.

Таблица 1

Абшеронский п-ов	Гобустан	Бакинский архипелаг
Локбатан 1887 г. - 120 тыс. $м^3$ 1926 г. - 12,2 тыс. $м^3$ 1954 г. - 120 тыс. $м^3$ 1959 г. - 140 тыс. $м^3$ 1972 г. - 125 тыс. $м^3$ 1977 г. - 200 тыс. $м^3$ 1980 г. - 70 тыс. $м^3$ 2001 г.- 304 тыс. $м^3$ 2012 г.- 350 тыс. $м^3$	Шихзарли 1902 г.- 48 тыс. $м^3$ 1929 г.- 11,8 тыс. $м^3$ 1955 г. - 19,5 тыс. $м^3$ 1969 г. - 2 тыс. $м^3$ 1974 г. - 20 тыс. $м^3$ 1980 г. - 12 тыс. $м^3$ 1987 г. - 12 тыс. $м^3$ 1992 г. - 1,4 тыс. $м^3$ 1997 г. - 2 тыс. $м^3$ 2004 г. - 2,7 тыс. $м^3$	о. Хара-Зиря 1940 г. - неск. млн.$м^3$ 1956 г. - 3,6 тыс. $м^3$ 1960 г. - 270 тыс. $м^3$ 1997 г. - 114 тыс. $м^3$
Кейреки 1885 г. - 350 тыс. $м^3$ 1915 г. - 6 тыс. $м^3$ 1952 г. - 375 тыс. $м^3$ 1968 г. - 13,8 тыс. $м^3$ 1989 г. - 18,3тыс. $м^3$ 1991 г. - 9 тыс. $м^3$ 2001 г. - 181 тыс. $м^3$	Торагай 1947 г. - 30 тыс. $м^3$ 1984 г. - 27 тыс. $м^3$ 1985 г. - 45 тыс. $м^3$	о. Гил 1937 г. - 31 тыс. $м^3$
Отманбоздаг 1854 г. - 20 млн. $м^3$ 1951 г. -182 тыс. $м^3$ 1965 г. - 52,5 тыс. $м^3$ 1994 г. - 63 тыс. $м^3$ 2004 г.- 52 тыс. $м^3$	Б. Кянизадаг 1950 г. - 100 тыс. $м^3$ 1996 г. - 300 тыс. $м^3$	
Боздаг - Гюздек 1995 г.- 300 тыс. $м^3$ 2003 г.- 230 тыс. $м^3$		

Таблица 2

Вулкан	Суммарный объем брекчии	Кол-во извержений для образования вулкана	Средний объем брекчии при одном извержении
Локбатан	340 млн. $м^3$	21000	160 тыс. $м^3$
Кейреки	136 млн. $м^3$	1000	140 тыс. $м^3$
Боздаг-Гюздек	350 млн. $м^3$	1400	250 тыс. $м^3$
Отманбоздаг	1260 млн. $м^3$	12000	100 тыс. $м^3$
Б.Кянизадаг	735 млн. $м^3$	3700	200 тыс. $м^3$
Торагай	343 млн. $м^3$	10000	34 тыс. $м^3$
Шихзарли	702 млн. $м^3$	14600	48 тыс. $м^3$
О.Гил	9.45 млн. $м^3$	300	30 тыс. $м^3$

Результаты анализа пород

В грязевулканической брекчии, как и в прошлые годы, доминируют обломки терригенно-карбонатных пород эоцен-миоценового возраста. Среди них встречены эоценовые зеленоватые глины, глинистые сланцы, мергели, известняки, доломиты, песчано-алевритовые разности, очень много насыщенных нефтью пород и особенно нефтеносных песчаников.

В выбросах вулкана Локбатан последних 2 извержений 2010 и 2012 годов найдены и изучены несколько образцов глинистых пород, горючих сланцев и нефтенасыщенных песчаников эоцен-миоценового возраста, охарактеризованы их литолого-минералогические и геохимические особенности.

Преобладающими минералами в изученных породах являются главным образом лимонит, редко сидерит и разные формы микроорганизмов, преимущественно спикулы губок (8%). Исследование методом рентгеновской дифрактометрии силикатной части тонкозернистой фракции < 0,01 мм показало, что основными составляющими почти всех изученных пород миоцена являются гидрослюда и каолинит (в среднем до 20 - 25%). Встречаются смектит в количестве 5-15%, примеси хлорита, а также смешанные гидрослюдисто-смектитовые образования.

В образцах нефтеносных пород содержание керогена значительно превалирует, он преимущественно продуцирует газообразные УВ до 30%; лишь в одном из образцов зафиксировано отсутствие керогена при содержании растворенной органики 5,05% (рис. 9).

Пиролитические исследования глинистых пород (сланцев) показали высокий их нефтегенерационный потенциал. При этом наблюдается заметное улучшение количественного и качественного состава органического вещества и его нефтегенерационных характеристик при переходе от эоценовых отложений к средне-верхнемиоценовым (диатомовым). Эоценовые сланцы весьма богаты органическим веществом (31,72%) по сравнению с таковыми миоцена (содержание ОВ=16,87%). Отличие отмечается



Рис. 9. Нефтеносный песчаник



Рис. 10. Образцы горючих сланцев с вулкана

и в содержании растворенной органики и керогена, а также по результатам пиролиза. Древние по возрасту эоценовые сланцы продуцируют лишь газообразные УВ, а миоценовые – газообразные и жидкие УВ (рис. 10).

Некоторые выводы

Несмотря на длительную разработку месторождения Локбатан и других, находящихся в этой зоне, а также периодическую активизацию грязевого вулкана Локбатан, сопровождающуюся выбросом гигантских объемов брекчии и газа, месторождения продолжают давать продукцию. Совершенно очевидно, что происходит подпитка углеводородов из более глубокозалегающих отложений.

Новые исследования недр, прежде всего сейсмические, сейсмологические и геохимические, показали, что на больших глубинах в Южно-Каспийской впадине существуют зоны «возбуждения», где происходят непрерывное преобразование органического вещества и фазовые переходы (Гулиев, 1997).

Механизм образования очагов «возбуждения» связан с фазовыми переходами в перенасыщенных углеводородами осадочных породах и подземных водах, что подобно широко известному в технике процессу псевдоожижения, когда продувка газом под большим давлением пористых тел образует в них каналы различных размеров. Их наличие способствует миграции углеводородов в огромных размерах, то есть по всему объему бассейна из очагов «возбуждения» происходит постоянная углеводородная дегазация недр в масштабах, значительно превышающих объемы нефти и газа в месторождениях. Это дает нам основание для парадоксального на первый взгляд вывода: ресурсы углеводородов в недрах частично или полностью могут восполняться (American chemical…, 1975; Garney, 1997).

Мы исследовали сотни проявлений углеводородов в Азербайджане, изучили компонентный и изотопный составы газов и нефти и пришли к выводу, что скорости их современной генерации и миграции в Южно-Каспийском бассейне достаточны для восполнения запасов на месторождениях при условии их цивилизованного отбора. Уже несколько лет ученые Азербайджана совместно с коллегами из Германии изучают эти процессы на геологических объектах ЮКБ. Установлены объемы и периодичность поступления углеводородов через каналы грязевых вулканов.

Сегодня человечество во все возрастающих объемах использует углеводороды, которые природа создавала миллионы лет, что действительно может привести к исчерпаемости их запасов. Необходимо добывать столько нефти и газа, сколько их восполняется в «очагах возбуждения» за время эксплуатации месторождения. Технологически эта задача решаема, следует только разработать методы сбора и концентрации углеводородов из спорадически рассеянных естественных выходов и сделать этот процесс рентабельным.

ЛИТЕРАТУРА

АЛИЕВ, Ад.А., ГУЛИЕВ, И.С., РАХМАНОВ, Р.Р. 2009. Каталог извержений грязевых вулканов Азербайджана (1810-2007гг.). Nafta-Press. Баку. 106с.

ГУЛИЕВ, И.С., ДАДАШЕВ, Ф.Г. 2002. Субвертикальные зоны углеводородной дегазации Земли. В материалах Международной Конференции: *Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть и газ*, Геос, Москва,318-319.

МУСЛИМОВ, Р.Х., ГЛУМОВ, И.Ф., ПЛОТНИКОВА, И.Н., ТРОФИМОВ, В.А., НУРГАЛИЕВ, Д.К. 2004. Нефтяные и газовые месторождения – саморазвивающиеся и постоянно возобновляемые объекты. *Геология нефти и газа, спецвыпуск: Мат-лы межрегион совещ. «Роль новых геологических идей в развитии старых нефтедобывающих регионов в первой четверти XXI столетия»,* 43-49.

ЯКУБОВ, А.А., АЛИЕВ, Ад.А. 1978. Грязевые вулканы. Знание. Москва. 56с.

ЯКУБОВ, А.А., КАСТРЮЛИН, Н.С., ДЖАВАДОВ, А.А. 1976а. Грязевой вулканизм и нефтегазоносность Локбатана. Элм. Баку. 76с.

ЯКУБОВ, А.А., АЛИЕВ, Ад.А., РАХМАНОВ, Р.Р. 1976б. Грязевые вулканы Азербайджана (аннотированный библиографический справочник). Элм. Баку. 216с.

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. 1975. Renewable resources for plastics. ACS Symposium, 7-9 April 1975, ACS, Philadelphia, Pennsylvania.

GARNEY, J. 1997. Migration or replenishment in the Gulf. *Petroleum Review, USGS science for a changing world*. Courtesy of USGS Library, 200-203.

SJOGREN, H.J. 1888a. Ueber die Thätigkeit der Schlammvulkane in der Kaspischen Region während der Jahre 1885-1887. *Зап. Имп. С.- Петерб. Минер. общ-ва,* 2, 24, 1-22.

SJOGREN, H.J. 1888б. Der Ausbruch des Schlammvulkanes Lok-Batan am Kaspischen Meere vom 5 Januer 1887. Jahrb. der Wien. *Geol. Reichsanstalt,* 37, 2, 233-244.

Рецензент: член-корр. НАН Азербайджана П.З.Мамедов

© М.Н.Мамедов, Г.Дж.Бабаева, Н.М.Садыгов, 2013

МИНЕРАЛЬНЫЕ ПАРАГЕНЕЗИСЫ ТРАХИБАЗАЛЬТ-ТРАХИДОЛЕРИТОВОГО И ТЕФРИТ-ТЕШЕНИТОВОГО КОМПЛЕКСОВ ХОДЖАВЕНДСКОГО ПРОГИБА МАЛОГО КАВКАЗА

М.Н.Мамедов, Г.Дж.Бабаева, Н.М.Садыгов

Институт геологии НАН Азербайджана
AZ 1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А

В статье рассматриваются условия кристаллизации минеральных парагенезисов трахибазальт-трахидолеритового и тефрит-тешенитового комплексов Ходжавендского прогиба. Выделенные минеральные парагенезисы характеризуют стадийность кристаллизации исходных расплавов рассматриваемых комплексов. Установлено, что в наиболее высокобарных условиях кристаллизовались аккумулятивные мегакристальные включения субщелочного пикритового расплава. В менее глубинном промежуточном очаге при сопровождении водного флюида кристаллизовались минеральные парагенезисы порфирового поколения минералов эффузивной фации тефрит-тешенитового комплекса. Минеральные парагенезисы интрузивной фации отмеченного комплекса формировались в гипабиссальных условиях при сопровождении кристаллизационно-гравитационной дифференциации. В минеральном парагенезисе трахибазальт-трахидолеритового комплекса минералы по составу, структурно-оптическому типу, а также последовательности кристаллизации между собой почти сходны. Поэтому кристаллизация данного парагенезиса при осушке летучих компонентов и кристаллизационной дифференциации происходила в неглубоком промежуточном очаге.

Минеральные парагенезисы, участвующие непосредственно в процессах плавления верхнемантийного субстрата и стадийности кристаллизации отделившегося расплава в разноглубинных промежуточных очагах и интрузивной камере, представляют собой наиболее объективный источник генетической информации. Наряду с этим они фактически характеризуют эволюционное преобразование первичных расплавов, контролируемых различными геолого-геодинамическими и физико-химическими условиями. С целью выявления отмеченных особенностей минеральных парагенезисов наиболее приемлемым объектом могут быть дифференциаты трахибазальт-трахидолеритового и тефрит-тешенитового комплексов. Эти комплексы в пределах Ходжавендского прогиба в разное время изучались А.Н.Соловкиным (1945), В.П.Ренгартеном (1959), Ф.А.Ахундовым (2003), Р.Н.Абдуллаевым и М.А.Мустафаевым (1995), А.Г.Авдеевым и др. (1989), Ю.В.Карякиным (1989), Э.Ш.Шихалибейли и Р.Н.Абдуллаевым (1994), М.Н.Мамедовым и др. (1999, 2000, 2009, 2012).

В данной статье при определении стадийности и условий кристаллизации, а также эволюционного преобразования исходных расплавов трахибазальт-трахидолеритового и тефрит-тешенитового комплексов Ходжавендского прогиба сделана попытка выявления индикаторных значений минеральных парагенезисов.

На основе петрографического и петрогеохимического составов вышеупомянутые комплексы нами выделяются впервые.

Ходжавендский прогиб расположен на южном окончании Агдамского и северном – Гарабагского антиклинориев и выполнен верхнеюрскими и меловыми отложениями (Шихалибейли, Абдуллаев, 1994).

Верхнеюрские и раннемеловые отложения распространены на юго-западной и северо-западной окраинах, а верхнемеловые вулканогенные и осадочные комплексы – в осевой зоне прогиба.

Лава-пирокластические и субвулканические фации раннего подэтапа сантонского вулканизма локализованы по юго-западному борту прогиба. Здесь маломощные лавовые потоки трахибазальтов расположены среди раннесантонских известняков, альбских туфопесчаников, туфоконгломератов.

Вулканиты тешенитового комплекса развиты в осевой зоне прогиба и соответствуют позднему подэтапу сантонского вулка-

низма. Среди фациальных разновидностей рассматриваемого комплекса преобладающими являются лавовые потоки тефритов. Вулканические брекчии, конгломераты, различные туфы и туфобрекчии сконцентрированы вокруг вулканических центров Керт, Чартаз, Гиши и др. Гипабиссальные дифференцированные пластовые интрузивы тешенитов размещены среди турон-сеноманских известняков и сантонских тефритовых эффузивов. Дайковые образования тефритов вблизи селения Гавахан согласно простиранию лавовых потоков ориентированы в субширотном направлении.

В петрографическом отношении породы трахибазальт-трахидолеритового комплекса в эффузивно-пирокластической фации сложены клинопироксеновыми, клинопироксен-анальцимовыми, плагиоклазовыми трахибазальтами. Вкрапленники представлены оливином, клинопироксеном, плагиоклазом и в небольшом количестве титаномагнетитом, роговой обманкой и биотитом. Анальцим в виде мелких глазков участвует в основной массе анальцим-клинопироксенового трахибазальта.

Среди порфировых поколений трахибазальт-трахидолеритового комплекса наиболее идиоморфным является гиалосидерит-хризолитовый оливин, замещенный серпентином, иддингсит-боулингитом и в ряде случаев кальцитом, хлоритом, гидроокислом железа. Изредка между шнурками сохранились свежие остатки оливина. По данным дифрактометрического анализа содержание фаялитового минала ($dhkl_{130}$=2,781-2,786Å) колеблется от 26% до 30%.

По последовательности кристаллизации последующим представителем порфировых поколений минералов является битовнит-лабрадоровый плагиоклаз и клинопироксен, нередко образующий гломеропорфировые скопления, состоящие из 4-6 зерен. По составу они соответствуют высококальциевому авгиту и салиту.

Отмечаются единичные удлиненно-призматические кристаллы роговой обманки и мелкие пластинки биотита. В гиалоплитовой субинтерсертальной и субдолеритовой основной массе, помимо клинопироксена, титаномагнетита и плагиоклаза, участвуют анальцим, калиевый полевой шпат и пластинки биотита.

В петрохимическом отношении породы трахибазальт-трахидолеритового комплекса (табл. 1) соответствуют дифференциатам субщелочной серии (рис. 1). Породы комплекса не насыщены кремнеземом, т.е. оливин и нефелин нормативные (табл. 2). Отмечается преобладание окисного железа над закисным, в связи с чем наблюдается повышенное содержание нормативного магнетита (табл. 2), а в некоторых разновидностях пород комплекса отмечается небольшое содержание нормативного гематита (0,5-3,8%). Наряду с ними в составе плагиоклазовых разновидностей трахибазальтов наблюдается сравнительно несколько повышенное содержание глинозема (табл. 1, ан. 385, 392), в нормативном составе преобладает анортитовая составляющая (25,6-34,8%).

В целом породы рассматриваемого комплекса (табл. 2) соответствуют оливин- и нефелин-нормативным типам щелочных и субщелочных базальтоидов.

Породы тефрит-тешенитового комплекса в эффузивно-пирокластической фации представлены пикротефритом, меланократовым и лейкократовым (анальцимит) тефритами.

Субщелочные пикротефриты в виде тонкой прослойки (0,5 м) черной окраски приурочены к нижней части лавового потока. Порфировые вкрапленники пикротефритов сложены оливином, клинопироксеном, баркевикит-керсутитом, флогопитом и хромшпинелью. В составе основной массы преобладают короткопризматические зерна клинопироксена, между которыми отмечаются единичные лейсты плагиоклаза, чешуйки биотита и глазки анальцима. Спорадически встречаются желтовато-бурые призматические выделения баркевикит-керсутита.

Вкрапленники хризолитового оливина ($Fa_{15,2-18,0}$) нередко замещены иддингсит-боулингитом.

Призматические (0,5x2,0 см) вкрапленники клинопироксенов в центральных частях зональных кристаллов соответствуют хромдиопсиду, а в краевых – диопсиду и диопсид-салиту.

Флогопит, баркевикит и керсутит участвуют в небольшом количестве. Хромшпинель приурочена к вкрапленникам клинопироксена. В полнокристаллической основной массе преобладает салит, отмечаются глазки анальцима и лейсты плагиоклаза. Субщелочные пикротефриты в мощных лавовых потоках по вертикали сменяются меланократовыми, мезократовыми и лейкократовыми (анальцимиты) тефритами.

Таблица 1

Химические составы пород трахибазальт-трахидолеритового комплекса Ходжавендского прогиба

№ образцов / компоненты	388	391	382	383	385	392	370	373
SiO_2	47,53	49,0	44,10	46,82	47,12	46,50	44,63	44,64
TiO_2	0,79	0,53	1,27	1,02	1,00	1,06	0,90	0,94
Al_2O_3	14,63	12,80	14,02	13,26	17,58	18,50	14,14	15,65
Fe_2O_3	7,05	2,72	9,39	8,10	5,55	4,71	7,22	6,63
FeO	2,83	4,63	3,62	3,41	4,53	5,01	3,61	3,75
MnO	0,20	0,13	0,18	0,22	0,13	0,20	0,20	0,20
MgO	8,42	9,54	5,44	6,15	6,94	5,20	7,65	6,55
CaO	10,2	11,42	11,66	12,19	9,65	12,26	12,23	10,56
Na_2O	2,86	2,46	3,26	3,41	4,16	2,62	4,32	3,96
K_2O	2,40	2,07	2,04	2,77	1,20	1,23	1,49	2,69
P_2O_5	-	-	0,38	0,20	-	-	0,69	0,58
I	3,31	3,75	3,84	2,64	2,36	2,36	2,69	3,46
Σ	100,23	99,05	99,17	100,19	100,22	99,65	99,74	99,61

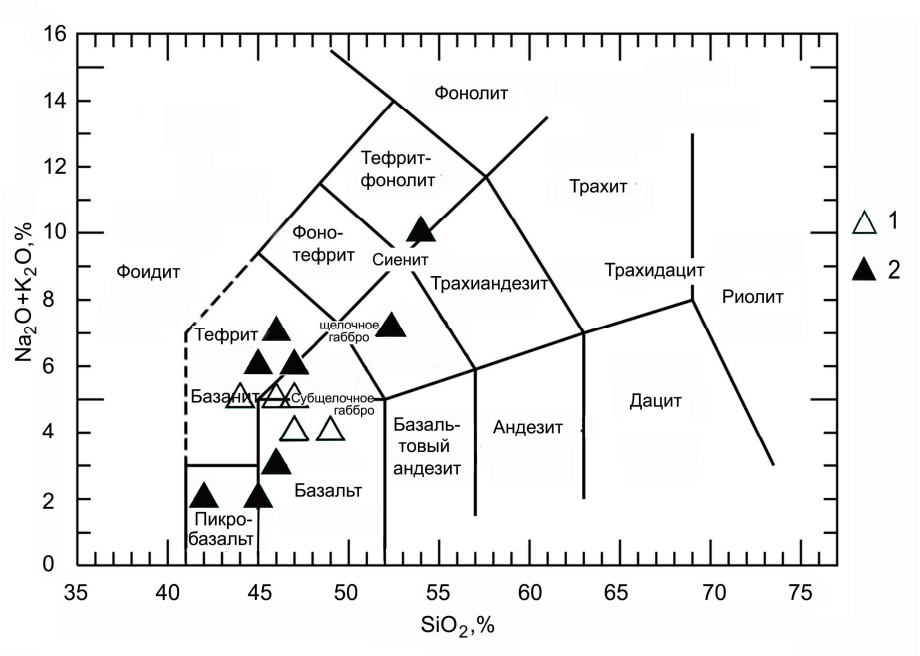
Образцы №№ 388, 391 – клинопироксеновые трахибазальты, 382, 383 – клинопироксен-плагиоклазовые трахибазальты, 385, 392 – плагиоклазовые трахибазальты, 370 – меланократовый трахидолерит, 373 – лейкократовый трахидолерит.

Таблица 2

Нормативно-минералогический состав пород трахибазальт-трахидолеритового комплекса Ходжавендского прогиба

№ образцов / нормативные минералы	388	391	382	383	385	392	370	373
Ap	-	-	1,0	0,3	-	-	1,7	1,3
Il	1,5	1,1	2,4	2,0	1,8	2,0	1,7	1,7
Mt	7,4	3,9	8,3	8,6	8,1	6,7	9,7	9,5
Or	13,9	12,2	12,2	16,1	7,2,	7,8	8,9	16,1
Ab	17,7	16,8	12,6	11,0	22,7	17,8	10,6	8,4
An	20,0	17,8	17,5	12,8	25,6	34,8	14,7	16,7
Ne	3,5	2,3	8,2	8,2	6,7	2,3	14,1	13,6
Wo	12,8	16,8	15,8	19,5	9,3	10,8	17,4	13,2
En	11,0	11,7	13,6	15,2	8,0	7,5	15,1	11,4
Fs	-	2,9	-	-	1,1	2,4	-	0,3
Fo	7,0	8,3	0,3	-	7,0	3,8	2,8	3,4
Fa	-	2,2	-	-	1,0	1,4	-	0,2
Hm	1,9		3,8	2,1	-	-	0,5	-

Порфировые вкрапленники меланократовых и мезократовых тефритов сложены в сравнительно меньшем количестве оливином, диопсид-салитом, салитом и в подчиненном – хромистым, глиноземистым, умереннотитанистым магнетитом, а также керсутит-баркевикитом и магнезиальным биотитом. В пилотаксит-оцеллярной основной массе установлены микролиты и лейсты плагиоклаза, клинопироксен, точечные выделения магнетита и глазки анальцима.



Классификационная диаграмма (Ka_2O+Na_2O)-SiO_2 (TAS) (Le Bas et al., 1986) для пород тешенит-тефритового, трахибазальт-трахидолеритового комплексов. Условные обозначения: 1 – породы трахибазальт-трахидолеритового, 2 – породы тефрит-тешенитового комплексов.

В лейкократовых тефритах вкрапленники оливина, хромистого магнетита и диопсида выпадают и в оцелляровой основной массе преобладают глазки анальцима, которые содержат короткоигольчатые включения калиевого полевого шпата. Изредка в лавобрекчиях тефритов обнаружены достаточно крупные мегакристаллы хромистого диопсида и флогопита. Породы интрузивов сложены пикро-, мелано-, мезократовыми тешенитами и анальцимовыми сиенитами. Тешенитовые интрузивы в большинстве случаев дифференцированы. При этом в подошвенных частях Тугского и других пластовых интрузивов развиты маломощные полосы черной окраски, которые сложены пикротешенитом. По вертикали они сменяются серовато-черными, темно-серыми меланократовыми и мезократовыми тешенитами. К апикальным частям со светло-серой окраской приурочены лейкократовые тешениты и тешенит-сиениты. Нередко данные дифференцированных интрузивов рассечены тонкими прожилками (4-7 см) светло-серых анальцимовых сиенитов.

Пикротешениты характеризуются порфировидной структурой и раскристаллизованной основной массой. Вкрапленники сложены хризолитом, диопсид-салитом и единичным хромистым магнетитом. В основной массе преобладающими являются тонкие и мелкие призмочки салита, в подчиненном количестве отмечаются баркевикит-керсутитовый амфибол, магнезиальный биотит, анальцим, титаномагнетит и плагиоклаз.

В составе лейкократового тешенита и тешенит-сиенита оливин полностью выпадает, а количество салитового и ферросалитового клинопироксенов заметно уменьшается, совместно с интерстиционным анальцимом возрастает и количество калиевого полевого шпата.

Жильный белесовато-серый анальцимовый сиенит содержит более 60% калиевого полевого шпата, содержание андезинового плагиоклаза уменьшается, ферросалитовый клинопироксен, железистый биотит, титанистый керсутит участвуют в подчиненном количестве.

Из приведенного описания видно, что большинство интрузивов характеризуются дифференцированным строением. При этом начиная от подошвенной части интрузивов к апикальной – постепенно уменьшается меланократовость и возрастает лейкократовость. В этой связи за исключением анальцимового

сиенита все породы интрузивов взаимопереходящие, что, по-видимому, обусловлено внутрикамерной дифференциацией. Анальцимовый сиенит, как дискретная фаза тешенитовых интрузивов, характеризует состав остаточного расплава.

В петрохимическом отношении породы описываемых интрузивов относятся к субщелочной и щелочной сериям (рис. 1). Одной из характерных особенностей пород комплекса является преобладание содержаний натрия над калием, закисного железа над окисным. Меланократовые, мезократовые, лейкократовые тешениты и пикротешениты по сравнению с тешенит-сиенитом и анальцимовым сиенитом более титанистые (TiO_2=1,36-2,22%). В целом породы комплекса недосыщены кремнеземом. В этой связи пикротешениты и меланотешениты по содержанию кремнезема соответствуют субщелочным ультраосновным породам (табл. 3).

Однако наличие лабрадор-битовнитового плагиоклаза в составе меланократового тешенита, а также основной массы пикротешенита являются свидетельством принадлежности пород комплекса к щелочным и субщелочным габброидам.

Отмеченные различия химического состава пород комплекса выявляются при расчете нормативной минералогической составляющей. При этом породы комплекса нефелин- и оливин-нормативные, т.е. соответствуют щелочным сериям (табл. 4).

Из вышеприведенного видно, что описанные петрографические типы пород рассматриваемых комплексов характеризуются определенным набором минеральных парагенезисов, соответствующих различным стадиям кристаллизации субщелочных трахибазальтов и субщелочных пикритов, имевшей место в разноглубинных промежуточных очагах, а также в интрузивной камере. В составе дифференциатов отмеченных расплавов по степени идиоморфизма, последовательности кристаллизации, а также структурному состоянию различаются аккумулятивные, порфировые, внутрикамерные и позднемагматические минеральные парагенезисы.

Аккумулятивные минеральные парагенезисы как наиболее ранние кристаллические фазы тефрит-тешенитового комплекса сложены мегакристаллами хромдиопсида (0,5х2,0 см), хромистого флогопита (1,5 см) и хромшпинели.

Таблица 3

Химические составы пород тефрит-тешенитового комплекса Ходжавендского прогиба

компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	42,30	45,22	46,55	47,20	52,25	54,86	46,29	45,75	46,59
TiO_2	1,38	1,36	1,70	2,22	0,86	0,47	0,96	1,32	1,37
Al_2O_3	15,20	16,04	16,15	18,92	17,62	16,64	12,22	13,52	13,23
Fe_2O_3	3,57	3,30	2,73	3,83	2,21	2,83	6,69	7,12	7,64
FeO	7,28	5,76	8,61	5,60	3,75	2,70	4,21	5,49	3,90
MnO	0,18	0,12	0,18	0,16	0,14	0,14	0,15	0,19	0,16
MgO	11,78	8,96	5,44	3,05	3,25	2,68	8,71	5,03	5,84
CaO	9,82	12,33	11,16	7,86	9,12	3,86	13,19	11,27	10,37
Na_2O	2,79	2,91	3,60	4,45	4,41	5,24	3,61	4,30	3,99
K_2O	0,44	0,68	0,75	2,80	3,86	5,43	0,89	2,89	4,23
P_2O_5	0,25	0,56	0,25	0,69	0,50	0,12	0,39	-	-
ппп	4,43	2,75	2,30	3,06	1,24	4,39	2,40	2,57	2,21
Σ	99,50	99,99	99,42	99,84	99,21	99,39	99,71	99,45	99,52

1 – пикротешенит, 2 – меланотешенит, 3 – мезотешенит, 4 – лейкотешенит, 5 – сиенит-тешенит, 6 – анальцимовый сиенит, 7 – пикротефрит, 8 – тефрит, 9 – лейкотефрит

Таблица 4

Нормативно-минералогический состав пород тефрит-тешенитового комплекса Ходжавендского прогиба

нормативные минералы	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ap	0,6	1,3	0,7	1,7	1,0	0,3	1,0	-	-
Il	2,6	2,6	3,2	4,3	1,7	0,9	1,8	2,4	2,6
Mt	5,1	4,8	3,9	5,6	3,2	4,2	9,7	10,4	9,0
Or	2,8	3,9	4,5	16,7	23,4	32,3	5,0	17,3	25,0
Ab	3,5	15,9	21,8	23,6	21,0	36,0	17,0	8,2	3,7
An	7,8	28,4	25,6	23,4	16,7	4,6	14,7	8,9	5,8
Ne	5,5	4,6	4,7	7,7	8,8	4,6	7,2	15,2	16,2
Wo	8,0	12,2	11,7	4,8	10,9	3,0	19,2	19,6	19,0
En	5,7	8,8	6,2	3,0	6,9	0,6	16,4	12,5	14,6
Fs	1,6	2,2	3,9	1,5	3,3	3,2	0,7	2,4	-
Fo	16,5	9,3	5,1	3,2	0,8	1,0	3,7	-	-
Fa	5,2	2,8	4,6	1,8	0,4	-	0,2	-	-

Хромдиопсид пикротефритов и тефритов образует короткопризматические зерна. В химическом составе (табл. 5) преобладает кремнезем (SiO_2=51,60%), магний (MgO=16,40%). В них обнаружены мелкие округлые зерна хризолитового оливина. В минальном составе хромшпинелида преобладают собственно шпинелевые ($MgAl_2O_4$=31,6%) и магний-хромитовые ($MgCr_2O_4$=26,1%) миналы. Температура кристаллизации оливин-хромшпинелевого парагенезиса по геотермометру Фабриса (Fabries, 1979) соответствует 1270°С, а по клинопироксеновому барометру Нимиса (Nimis, 1995) литостатическое давление кристаллизации ближе к 7,5-9 кбар.

Порфировые поколения минеральных парагенезисов характеризуют стадии расплава в промежуточных очагах. Различаются оливин-хромдиопсид-хромшпинель-флогопитовый, оливин-диопсид-салит-биотит-керсутит-хромистый магнетитовый, салит-плагиоклаз-глиноземистый титаномагнетит-керсутит-биотит-калиевый полевой шпат-анальцимовый парагенезисы.

Первый парагенезис порфировых поколений минералов в небольшом количестве участвует в составе субщелочного пикро- и меланократовых тефритов. При этом ранняя генерация хромдиопсида в большинстве случаев расположена в центральной зоне зональных вкрапленников клинопироксена, в отличие от состава мегакристаллов центральной части зональные кристаллы клинопироксена (табл.5) несколько обеднены хромом, никелем, кобальтом и обогащены окисным железом. Наряду с ними отмечаются единичные короткопризматические вкрапленники умеренно-хромистого диопсида (табл. 6).

Вторая генерация вкрапленников клинопироксена в составе пикротефрита резко преобладает над первой генерацией. Они либо составляют внешнюю зону зональных кристаллов, либо образуют короткопризматические кристаллы. Последние в ассоциации с гиалосидеритовым оливином (d_{130}=2,784-2,788Å), единичными удлиненно-призматическими выделениями керсутита и пластинками флогопита участвуют в составе пикротефритов (табл.5). Представители описанного парагенезиса в составе меланократового, мезократового и лейкократового тефритов в соответствии с изменением составов материнской породы изменяют свой состав. При этом хромшпинель заменяется хромистым магнетитом, глиноземистым, умеренно-титанистым магнетитом, хромдиопсид переходит в диопсид-салит и ферросалит. Флогопит же постепенно заменяется магнезиальным биотитом и биотитом. В основной массе, начиная от меланократового тефрита, через мезократовую разновидность к лейкократовому тефриту постепенно возрастает количество глазков анальцимов, а также наблюдаются лейсты и микролиты плагиоклаза. Калиевый полевой шпат в виде короткоигольчатой формы включен в глазки анальцима.

Таблица 5

Химические анализы породообразующих минералов тефрит-тешенитового комплекса Ходжавендского прогиба

парагенезисы / компоненты	мегакристаллы				пикротефрит					тефрит				пикротешенит		меланотешенит		
	Ol	Cpx	CrSp	Fl	Cpx	CrSp	Fl	Cpx	Ol	Ol	Cpx	Mt	Ker	Ol	Cpx	Pl	Cpx	TiMt
SiO_2	40,36	51,60	-	38,25	50,87	-	39,57	47,27	39,10	39,28	48,39	-	39,43	37,48	50,16	46,82	50,30	-
TiO_2	-	0,37	2,60	3,15	0,22	2,93	2,98	1,04	-	-	1,02	9,79	4,86	-	0,63	-	0,66	18,20
Al_2O_3	-	2,67	16,82	15,21	2,31	13,87	16,86	5,41	-	-	5,59	10,99	12,30	-	3,42	33,93	3,46	1,46
Cr_2O_3	-	1,20	34,42	1,26	0,21	31,40	1,10	0,23	-	-	0,42	13,04	0,36	-	0,92	-	0,16	0,10
Fe_2O_3	-	1,50	14,47	2,58	4,70	17,02	2,65	5,56	-	0,46	3,39	25,83	4,33	0,39	2,98	0,63	1,52	32,39
FeO	11,02	4,20	16,31	4,46	3,33	26,59	4,46	4,20	14,63	16,21	3,08	31,02	7,18	25,63	3,91	-	5,13	46,68
MnO	0,55*	0,10	0,28	0,16	0,12	0,53	0,25	0,16	0,21	0,33	0,12	0,36	0,14	0,59	0,21	-	0,14	0,68
MgO	47,56	16,40	12,60	22,40	14,53	7,24	21,08	12,75	45,28	43,16	13,24	8,44	12,84	35,36	15,21	-	13,75	0,46
CaO	0,11*	22,20	-	0,10	23,20	-	0,08	22,80	0,41	0,42	24,0	-	14,20	0,39	22,10	16,58	22,10	-
Na_2O	-	0,16	-	0,20	0,36	-	0,36	0,32	-	-	0,27	-	1,40	-	0,32	1,39	0,45	-
K_2O	-	-	0,26***	8,86	-	-	8,93	-	-	-	-	-	0,48	-	-	-	-	-
F_2	-	-	0,78*	0,19	-	-	0,18	-	-	-	-	-	0,24	-	-	-	-	-
H_2O	-	-	0,86**	3,12	-	-	2,20	-	-	-	-	-	2,25	-	-	-	-	-
Σ	99,60	100,70	99,40	100,27	99,38	99,58	100,7	99,24	99,33	99,78	99,52	99,47	100,01	99,84	99,66	99,37	99,70	99,87

Таблица 6

Пересчеты химических анализов породообразующих минералов тефрит-тешенитового комплекса Ходжавендского прогиба

парагенезисы / компоненты	мегакристаллы				пикротефрит					тефрит				пикро-тешенит		меланотешенит		
	Ol	Cpx	CrSp	Fl	Cpx	CrSp	Fl	Cpx	Ol	Ol	Cpx	Mt	Ker	Ol	Cpx	Pl	Cpx	TiMt
Si	1,001	1,908	-	2,712	1,887	-	2,806	1,738	0,979	0,996	1,805	-	5,837	0,996	1,862	2,160	1,877	-
Al	-	0,116	0,634	1,274	0,101	0,552	1,325	0,321	-	-	0,245	0,440	2,146	-	0,149	1,844	0,158	0,064
Ti	-	0,010	0,062	0,168	0,006	0,074	0,159	0,030	-	-	0,029	0,250	0,540	-	0,017	-	0,028	0,512
Cr	0,011**	0,035	0,870	0,071	0,006	0,839	0,062	0,007	-	-	0,12	0,350	0,043	-	0,027	-	0,005	0,007
Fe^{+3}	0,002*	0,041	0,348	0,138	0,131	0,433	0,141	1,554	0,032	0,009	0,095	0,660	0,660	0,018	0,083	0,22	0,054	0,912
Fe^{+2}	0,228	0,144	0,436	0,264	0,103	0,723	0,264	0,129	0,303	0,344	0,096	0,881	0,925	0,570	0,115	-	0,180	1,457
Mn	0,003	0,003	0,007	0,010	0,004	0,015	0,015	0,005	-	0,007	0,004	0,010	0,018	0,013	0,006	-	0,005	0,022
Mg	1,755	0,851	0,600	2,336	0,802	0,365	2,227	0,698	1,689	1,633	0,735	0,427	0,283	1,401	0,841	-	0,762	0,026
Ca	-	0,895	-	0,008	0,935	-	0,006	0,898	0,003	0,011	0,959	-	2,251	0,011	0,878	0,819	0,886	-
Na	-	0,023	-	0,027	0,025	-	0,049	0,022	-	-	0,02	-	0,451	-	0,023	0,124	0,040	-
K	-	-	0,022*	0,807	-	0,006***	0,808	-	-	-	-	-	0,101	-	-	-	-	-
F	-	-	0,020**	0,391	-	0,003**	0,232	-	-	-	-	-	0,271	-	-	-	-	-
OH	-	-	0,006***	1,519	-	-	1,443	-	-	-	-	-	2,22	-	-	-	-	-

* – NiO, ** – CoO, *** – V_2O_3.

Минеральные парагенезисы, характеризующие внутрикамерную дифференциацию тешенитовых интрузивов, заметно отличаются от минеральных парагенезисов лавопирокластических образований. При этом в составе наиболее меланократового представителя тешенитовых интрузивов, т.е. пикротешенитов, участвуют более железистый оливин (Fa_{68-72}), менее глиноземистый диопсид и умеренно хромистый титаномагнетит. В полнокристаллической основной массе различается плагиоклаз-салит-титаномагнетит-биотит-анальцимовый парагенезис. На последующей стадии из частично фракционированной порции тешенитового расплава происходила кристаллизация оливин-плагиоклаз-клинопироксен-биотит-баркевикит-титаномагнетит-анальцимового парагенезиса.

В соответствии с эволюцией тешенитового расплава содержание оливина в мелано- и мезократовом тешенитах постепенно уменьшается (9,2-4,2%), а фаялитовая молекула увеличивается (Fa_{68-71}). Сходное количественное поведение характерно и для салитового клинопироксена (32,7-21,6%).

Битовнит-лабрадоровый плагиоклаз (An_{82-64}) как преобладающий представитель рассматриваемого парагенезиса (44-50%) нередко с титаномагнетитом образует взаимопрорастающие зерна.

В составе лейкократового тешенита и тешенит-сиенита из вышеописанных парагенезисов полностью выпадает оливин и появляется интерстиционный калиевый полевой шпат (Or_{55-64}).

Итак, по сравнению с клинопироксеном более ранняя кристаллизация плагиоклаза в составе тешенитов показывает, что процесс кристаллизации в интрузивной камере при частичной потере летучих компонентов происходил в близповерхностных условиях. В этой связи кристаллизация плагиоклаза происходила раньше, чем клинопироксена и титаномагнетита. Это же ограничило обогащение этих минералов чермакитовой ($CaAl_2SiO_6$) и собственно шпинелевой ($MgAl_2O_4$) молекулами. Более того, также в близповерхностных условиях происходило установление их промежуточных структурно-оптических типов в тешенитовых интрузивах (p=4,5-6 кбар, $lgfo_2$=5,30-6,36, t=890-1100°C).

Минеральные парагенезисы, характеризующие породы трахибазальт-трахидолеритового комплекса (табл. 7, 8), сложены гиалосидеритовым оливином (Fa_{74-79}), высококальциевым авгитом ($Wo_{44}En_{42}Fs_{14}$), авгит-салитом ($Wo_{44-50}En_{40-43}Fs_{7-14}$), лабрадор-битовнитовым плагиоклазом (An_{56-72}), умеренно-титанистым магнетитом (Mt_{58-60}, Usp_{12-20}, Sp_{9-12}, Il_{11-19}).

Таким образом, выявленные особенности минеральных парагенезисов можно использовать для определения стадийности, физико-химических и геолого-геодинамических условий кристаллизации исходных расплавов трахибазальт-трахидолеритового и тефрит-тешенитового комплексов Ходжавендского прогиба. При этом по коэффициенту первичности (Kd) породы рассматриваемых комплексов соответствуют дифференциатам первичных расплавов (Ирвин, 1983).

В этой связи к составу наиболее меланократовых разновидностей пород трахибазальт-трахидолеритового и тефрит-тешенитового комплексов прибавилась необходимая концентрация магния, никеля и кобальта (Когарко, 1973). После соответствующей поправки в качестве первичного расплава для трахибазальт-трахидолеритового комплекса принимался субщелочной оливиновый трахибазальт, а для тефрит-тешенитового комплекса – субщелочной пикрит.

Сопоставление одноименных фенокристаллов, участвующих в составе клинопироксенового, плагиоклазового и др. трахибазальтов и трахидолеритов, показывает, что они так же, как материнская порода, близки по составу. Наличие слабодифференцированности пород и минералов рассматриваемого комплекса позволяет допустить, что отфракционированные порции субщелочного оливин-базальтового расплава при частичной потере летучих компонентов существенно не подвергались гравитационно-кристаллизационной дифференциации.

Поэтому температуры гомогенизации расплавных включений по оливин-клинопироксеновому термометру (Hakli, Wright, 1967) и кристаллизации порфировых вкрапленников трахибазальт-трахидолеритового комплекса близки между собой ($t_{Ol\text{-}Cpx}$=1180°C, температуры расплавных включений равны 1165-1210°C). Значение парциального давления

кислорода ($lgfo_2$), измеренного по методике Матеза, Кудо и др., Сак и др. (Mathez, 1973; Kudo et al., 1970; Sak et al., 1980), между трахибазальтами и трахидолеритами колеблется в пределах: -6,33-7,91 атм. Литостатические давления кристаллизации рассчитывались по клинопироксеновому барометру (Nimis, 1995; Nimis, Ulmer, 1998; 1999) и соответствуют 3,5-4 кбар.

Однако хризолитовые микровключения, приуроченные к центральным частям вкрапленников клинопироксена, свидетельствуют о том, что исходный расплав рассматриваемого комплекса до поступления в близповерхностный промежуточный очаг подвергался гравитационно-кристаллизационной дифференциации. Очевидно, после осаждения высокобарных фемических минералов, представителями которых являются хризолитовые микровключения, остаточный расплав обогащался такими несовместимыми элементами, как калий, рубидий, барий, стронций и др., благодаря которым из обогащенного остаточного расплава в низкобарных условиях кристаллизовался минеральный парагенезис трахибазальт-трахидолеритового комплекса.

Таблица 7

Химические анализы породообразующих минералов трахибазальт-трахидолеритового комплекса Ходжавендского прогиба

породы	трахибазальт				трахидолерит			
минералы / компоненты	ol	cpx	pl	tMt	ol	cpx	pl	tMt
SiO_2	38,46	49,39	53,0	-	39,44	50,69	50,16	-
TiO_2	-	1,67	-	11,76	-	0,44	-	12,14
Al_2O_3	-	3,79	32,74	4,36	-	3,20	32,34	4,89
Cr_2O_3	-	-	-	0,01	-	0,25	-	0,22
Fe_2O_3	0,25	2,57	0,11	46,66	0,36	2,25	0,71	44,24
FeO	19,82	4,63	-	34,15	18,16	4,68	-	33,88
MnO	0,33	0,23	-	0,04	0,25	0,16	-	0,61
MgO	40,23	13,75	-	2,56	40,64	14,56	-	3,91
CaO	0,25	23,39	11,80	-	0,34	22,86	12,25	-
Na_2O	-	0,36	2,54	-	-	0,38	3,36	-
K_2O	-	-	0,22	-	-	-	0,94	-
Σ	99,34	99,78	100,41	99,53	99,19	99,22	99,76	99,67

Таблица 8

Пересчеты химических анализов породообразующих минералов на соответствующее количество кислорода трахибазальт-трахидолеритового комплекса Ходжавендского прогиба

породы	трахибазальт				трахидолерит			
минералы / катионы	ol	cpx	pl	tMt	ol	cpx	pl	tMt
Si	0,997	1,842	2,327	-	1,014	1,889	2,290	-
Al	-	0,166	1,740	0,186	-	0,141	1,740	0,206
Ti	-	0,047	-	0,320	-	0,012	-	0,327
Cr	-	-	-	-	-	0,007	-	0,006
Fe^{+3}	0,005	0,072	0,007	1,271	0,007	0,063	0,024	1,192
Fe^{+2}	0,430	0,144	-	1,034	0,390	0,141	-	1,014
Mn	0,007	0,007	-	0,001	0,005	0,005	-	0,018
Mg	1,554	0,764	-	0,138	1,556	0,808	-	0,209
Ca	0,007	0,934	0,570	-	0,009	0,912	0,600	-
Na	-	0,026	0,309	-	-	0,027	0,297	-
K	-	-	0,012	-	-	-	0,055	-

Таким образом, из выявленных особенностей минеральных парагенезисов становится очевидным, что исходные расплавы рассматриваемых комплексов расплавлялись из единой метасоматизированной мантии.

На ранней стадии из субстрата расплавлялся субщелочной оливин-трахибазальтовый расплав (Shaw, 1970). На начальном этапе прогибания отмеченный расплав в условиях земной коры испытал частичную кристаллизацию и фракционирование. Из остаточного расплава в неглубинном промежуточном очаге кристаллизовались низкобарные минеральные парагенезисы. На втором этапе из метасоматизированного субстрата выплавлялся субщелочной пикритовый расплав. Последний в глубинном и менее глубинном промежуточных очагах, а также в интрузивной камере испытал кристаллизацию и фракционирование. В промежуточных очагах процесс кристаллизации происходил при контроле водных флюидов. В гипабиссальных интрузивных камерах процесс кристаллизации контролировался частичной потерей водного флюида.

ЛИТЕРАТУРА

АБДУЛЛАЕВ, Р.Н., МУСТАФАЕВ, М.А. 1995. Типы мезозойских вулканических серий Локско-Карабахской зоны Малого Кавказа. *Труды ИГАНА*, 25, Баку, Элм, 14-25.

АВДЕЕВ, А.Г., ОСТРОУМОВА, А.С., ЦЕНТЕР, И.Я., ШАФИЕВ, Х.И. 1989. Эпилейцитовые тефриты верхнемелового вулканического комплекса Мартунинского синклинория (Южный Карабах). *Бюлл. МОИП. Отд. геол.,* 64, 3, 86-96.

АХУНДОВ, Ф.А. 2003. Позднемеловые вулканические формации Малого Кавказа. Баку. 232.

ИРВИН, Т.Н. 1983. Изверженные породы, состав которых обусловлен аккумуляцией, и сортировки кристаллов. В кн.: *Эволюция изверженных пород.* Мир, Москва, 241-300.

КАРЯКИН, Ю.В. 1989. Геодинамика формирования вулканических комплексов Малого Кавказа. Наука. Москва. 150с.

КОГАРКО, Л.Н. 1973. Отношение Ni/Co – индикатор мантийного происхождения магмы. *Геохимия*, 10, 1441-1446.

МАМЕДОВ, М.Н. 1999. Петрология и геохимия позднемеловых и эоценовых магматических формаций Малого Кавказа и Талыша. Nafta-press. Баку. 400.

МАМЕДОВ, М.Н. 2000. Петролого-геохимические особенности формирования трахибазальтовой формации Ходжавендского прогиба. *Труды Института геологии АН Азербайджана*, 28, 86-99.

МАМЕДОВ, М.Н., БАБАЕВА, Г.Д., КЕРИМОВ, В.М. 2009. Петрология тешенитов и ассоциирующих с ними щелочных пикритов Карпатского и Кавказского регионов. *Geochemistry of magmatic rocks. School «Geochemistry of Alkaline rocks»*. Москва.

МАМЕДОВ, М.Н., БАБАЕВА, Г.Д., САДЫГОВ, Н.М. 2012. Клинопироксены трахибазальт-трахидолеритового и тефрит-тешенитового комплексов Ходжавендского прогиба. *Отечественная геология*, 6, 48-55.

РЕНГАРТЕН, В.П. 1959. Стратиграфия меловых отложений Малого Кавказа. *Региональная стратиграфия СССР,* 6, Москва, 540.

СОЛОВКИН, А.Н. 1945. Анальцимовые породы на Малом Кавказе. *Докл. АН СССР*. 49, 50. 51-52.

ШИХАЛИБЕЙЛИ, Э.Ш., АБДУЛЛАЕВ, Р.Н. 1994. Геология и полезные ископаемые Нагорного Карабаха Азербайджана. Елм. Баку. 284.

FABRIES, J. 1979. Spinel-olivine geothermometry in peridotites form of ultramafic complexes. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 69, 329-336.

HAKLI, T.A., WRIGHT, T.L. 1967. The fractionation of nickel between olivine and augite as a geothermometer. *Geochim. et cosmochim. acta,* 31, 5.

KUDO, A.M., WEILL, D.F. 1970. An igneous plagioclase thermometer. *Contributions to Mineralogy and Petrology,* 25, 52-65.

Le BAS, M.J., LE MITRE, R.W., STRECKEISEN, A., ZANETTIN, B. A. 1986. Chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica (TAS) diagram. *Petrology,* 27, 745-750.

MATHEZ, E. A. 1973. Refinement of the Kudo-Weill plagioclase thermometer and its application to basaltic rocks. *Contributions to mineralogy and petrology,* 41, 61-72.

NIMIS, P. 1995. A clinopyroxene geobarometer for basaltic systems based on crystal-structure modeling. *Contributions to mineralogy and petrology*, 121, 115-125.

NIMIS, P., ULMER, P. 1998. Clinopyroxene geobarometry of magmatic rocks. Part 1: An expanded structural geobarometer for anhydrous and hydrous, basic and ultrabasic systems. *Contributions to mineralogy and petrology,* 133, 1-2, 122-135.

NIMIS, P., ULMER, P. 1999. Clinopyroxene geobarometry of magmatic rocks. Part 2. Structural geobarometers for basic to acid, tholeiitic and mildly alkaline magmatic systems. *Contributions to mineralogy and petrology*, 135, 62-74.

SACK, R.O., CARMICAHAEL, I.S., RIVERS, S.E., GHIORSO, M.S. 1980. Ferric-ferous equilibria in natural silicate liquids at 1 bar. *Contributions to minerology and petrology*, 75, 369-376.

SHAW, D.M. 1970. Trace elements fractionation during anatexis. *Geochimica et Cosmochimica Acta,* 34, 237-243.

Рецензент: член-корр. НАН Азербайджана А.Д.Исмаил-Заде

© Э.С.Ахмед, А.Ф.Ширинова, М.И.Чырагов, Э.А.Мамедов, 2013

АТАКАМИТ – ПЕРВАЯ НАХОДКА В ЗОНЕ ГИПЕРГЕНЕЗА НА ЮГЕ СИНАЯ (ЕГИПЕТ) И ЕГО КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Э.С.Ахмед, А.Ф.Ширинова, М.И.Чырагов, Э.А.Мамедов

Бакинский государственный университет
AZ1148, Баку, ул.З.Халилова, 23

Впервые рентгенографическим, термическим и рентгенофлюоресцентным анализами в зоне гипергенеза на юге Синая (Египет) в медносодержащих рудных телах установлен гидроксихлорид меди – атакамит. На автодифрактометре APEX-II CCD (Bruker) определены кристаллоструктурные параметры: $a = 6{,}0274(2)$, $в = 6{,}8664(2)$, $c = 9{,}1220(3)\ \overset{0}{A}$; пр. группа Pnma, $Z = 4$. На том же дифрактометре получен весь экспериментальный набор отражений и уточнена структура с определением положения водорода. Факторы расходимости: $R/F^2 > 2\sigma(F^2)/ = 0{,}023$, $wR(F^2) = 0{,}067$. Кристаллохимическая формула $Cu(Cu_{0.9}Ni_{0.1})(OH)_3Cl$. Уточнена природа химических связей. Выявлена структурногенетическая связь между модификациями $Cu_2(OH)_3Cl$ (атакамит ⇔ паратакамит ⇔ боталлакит) и объяснены степень их устойчивости и взаимопревращение.

Атакамит встречается преимущественно как продукт выветривания первичных медных минералов в засушливых районах, таких как Атакама в Чили, Кальюмет, Мичиган в США, а также в Казахстане, Средней Азии, во многих рудниках Алтая, в Мексике и других странах (Минералы, 1963). Продукт выветривания медно-сульфидных месторождений гидроксихлорид меди – атакамит был впервые нами обнаружен в юго-восточной части Вади Эль-Самра на юге Синая в Египте. В геологическом строении принимают участие докембрийские отложения Дохан-Хаммамат, которые представлены дацитами и риолитами. Рудопроявление локализовано в дацит-риолитовых породах в кварцевых жилах, а также в основной массе даек в виде вкрапленников (Mamedov et al., 2012). Основными минералами являются пирит, халькопирит, тетраэдрит, борнит, халькозин. В зоне гипергенеза медносодержащих рудных тел в условиях засушливого климата атакамит встречается зеленого и темно-зеленого цвета в виде покрова. В исследуемой области образуется после куприта и сульфатов, но ранее других хлоридов, карбонатов и силикатов. Минерал атакамит встречается в парагенетических ассоциациях с купритом, азуритом, малахитом, паратакамитом, боталлакитом.

Образцы, взятые из выше описанных участков, изучены на автоматическом дифрактометре (D8ADVANCE) (Bruker) (условия съемки: CuK_α излучение, 40 мА, 40 кв, 0,5 мм Ni-фильтр, $2\theta^o$ = 4-80°). Результаты обработаны программами ТОПАЗ и EVA. По значениям межплоскостных расстояний (d) и интенсивности дифракционных лучей (I) (табл.1) установлено, что основной массой продукта является атакамит, но в незначительном количестве встречаются *Na* – филлипсит $Na_4KAl_5Si_{11}O_{32} \cdot 10H_2O$ и кварц.

Методом флюоресцентного анализа (PHILIPS X-ray fluorescence - 1330) установлен оксидный состав атакамита (вес.%): CuO – 73,24, ZnO – 0,02, NiO – 0,99, Cl – 15,98, H_2O –11,74 (Σ101,97). Из анализов определена эмпирическая формула минерала: $(Cu_{1.9}Ni_{0.1)2}Cl(OH)_3$. Таким образом, выявлена новая разновидность атакамита – никелевый атакамит. Термические анализы проведены на дериватографе «Q-1500». На кривой ДТА при нагревании до 180°C наблюдается слабый эндоэффект. При 250°C минерал медленно разлагается. При 280°C с разложением происходит медленное выделение паров воды и остается гигроскопический порошок смеси окислов и хлорида меди, а при 600°C выявляется экзоэффект, который, возможно, соответствует образованию новой неизвестной фазы, которая стабильна до 750°C. При этой температуре наблюдается сильно выраженный эндоэффект, показывающий, что фаза разлагается и, возможно, выделяется металлическая медь.

Таблица 1

Рентгенографические данные атакамита и данные CPDS карточки

№	$I/I_0 \times 100\%$	d	hkl	Данные карточки CPDS	
				d	$I/I_0 \times 100\%$
1	100	5,479	011	5,485	100
2	70	5,029	101	5,023	71
3	70	2,837	121	2,835	67
4	50	2,773	013	2,779	54
5	40	2,757	210	2,751	34
6	20	2,518	202	2,515	22
7	40	2,280	004	2,780	40
8	60	2,272	220	2,265	59
9	20	2,198	221	2,198	12
10	20	2,139	123	2,129	13
11	15	1,961	301	1,963	14
12	15	1,821	230	1,823	15
13	25	1,819	223	1,816	20
14	15	1,790	231	1,784	11
15	10	1,747	105	1,746	11
16	20	1,717	040	1,716	19
17	35	1,608	224	1,607	32
18	10	1,416	242	1,417	14
19	15	1,375	044	1,371	13

Для изучения структуры атакамита методом рентгеноструктурного анализа были отобраны игольчатые и призматические монокристаллы зеленого цвета размером 0,1×0,1×0,1 мм^3. С целью выяснения кристаллохимических особенностей разнотипных анионов при формировании структур и форм распределения катионов была изучена структура атакамита. На автодифрактометре APEX-II CCD (Bruker) уточнены кристаллоструктурные данные: параметры ромбической ячейки – $a = 6{,}0274(2)$, $в = 6{,}8664(2)$, $c = 9{,}1220(3)\,\overset{0}{A}$; $V = 377{,}53\,\overset{0\,3}{A}$; $d_{выч.} = 3{,}742\ г/см^3$; $Z = 4$; $F(000) = 350$; $\mu = 4{,}78\ мм^{-1}$; простр. группа $Pnma$ и измерены интенсивности 980 отражений (MoK_α – излучение, графитовый монохроматор; ω/θ сканирование, область сбора данных по $\theta : 2{,}3 - 28{,}7^0$; интервал индексов отражения: $-7 < h < +7; -8 < k < +8; -12 < l < +12$). Учет поглощения рентгеновского излучения проведен полуэмпирически.

Структура атакамита расшифрована прямыми методами и уточнена методом наименьших квадратов в полноматричном приближении. Из разностных синтезов электронной плотности установлены положения атомов водорода. С учетом изменения фактора расходимости в ходе уточнения структуры установлено, что в позиции Cu_2 атом меди изоморфно замещается атомами никеля ($Cu_{0.9}N_{0.1}$). В таблице 2 приведены уточненные координаты базисных атомов и эквивалентные тепловые параметры. При уточнении структуры использовано 670 независимых ненулевых отражений. Окончательные факторы расходимости для 663 отражений: $R/F^2 > 2\sigma(F^2)/ = 0{,}023$, $wR(F^2) = 0{,}067$. По результатам РСА уточнена кристаллохимическая формула минерала: $Cu(Cu_{0.9}Ni_{0.1})(OH)_3Cl$.

В структуре атакамита атом меди двух типов. Вокруг Cu_1 и Cu_2 *(OH)*-группы и атомы хлора образуют координационный полиэдр в форме октаэдра. Cu_1-октаэдры формируются из четырех *(OH)*-групп и из двух атомов хлора, с составом $/CuCl_2(OH)_4/$. Cu_1-октаэдры, связываясь ребрами, образуют колонки вдоль параметра *в*, с составом $/Cu_2Cl_2(OH)_6/^4$ и периодом идентичности *в*=6,866Å (рис.1 б). Cu_2-октаэдры формируются из пяти *(OH)*-групп и

одного атома хлора, с составом $/CuCl(OH)_5/^{-4}$. Cu_2-октаэдры, связываясь ребрами, также создают колонки, которые располагаются вдоль параметра *a* с составом $Cu_2(OH)_6Cl_2$ и периодом идентичности *a* =6,027Å (рис.1 в). Крестообразная полимеризация колонок образует октаэдрический каркас с шестичленными пустотами (рис.1а).

В структуре атакамита межатомные расстояния изменяются в больших пределах (табл.3). Вероятно, это связано с разницей размеров анионов, расположенных вокруг атомов меди. В $/CuCl_2(OH)_4/$-октаэдре межатомные расстояния $Cu_1–Cl$ равны 2,739Å, а расстояние $Cu_1–O$ – 1,939Å и 1,970Å. В том же октаэдре расстояние *Cl–O* находится в пределах 2,959-3,661Å, а расстояние *O–O* – 2,631-2,879Å. В $/CuClO_5/$-октаэдре расстояние $Cu_2–Cl$, равное 2,636Å, укороченное, расстояние $Cu_2–O_1$, равное 2,374Å, удлиненное, а расстояния $Cu_2–O_1$ и $Cu_2–O'_2$ равны 2,021Å.

В Cu_2-октаэдре расстояния *Cl–O* и *O–O* изменяются в больших пределах (2,534-3,631Å). Межатомные расстояния показывают, что Cu_1- и Cu_2-октаэдры более деформированные. В *(OH)*-группах расстояние $O_1–H_1$ равно 0,91Å, а $O_2–H_1$ – 0,89Å. Весьма интересно, что между эквивалентными Cu_1-октаэдрическими колонками расстояние $Cl…H_1$ равно 2,144Å, а $Cl…H_2$ – 2,37Å.

Из последнего можно сделать вывод, что атомы хлора и водорода, расположенные в разных колонках, образуют водородные связи. Расстояние между атомами хлора и кислорода, расположенными в соседних колонках, $Cl…O_1$ равно 3,06Å, а $Cl…O_2$ – 3,21Å (рис.2).

Следует отметить, что в природе $Cu_2(OH)_3Cl$ образует три энантиотропные полиморфные формы. Более стабильная форма – атакамит (Zhanget et al., 2011), менее стабильная форма – паратакамит (тригональная сингония, $a = 13{,}654$, $c = 14{,}041\,\overset{0}{A}$, $\gamma = 120^{'}$; $V = 2266{,}98\,\overset{0\,3}{A}$, простр. группа $R\bar{3}$, $Z = 24$) (Fleet,1975), неустойчивая форма – боталлакит (моноклинная сингония, $a = 5{,}717$, $в = 6{,}126$, $c = 5{,}636\,\overset{0}{A}$; $\beta = 93{,}07^0$; $V = 197{,}1\,\overset{0\,3}{A}$; простр. гр. $P2_1/m$; $Z = 2$) (Hawthorne, 1985).

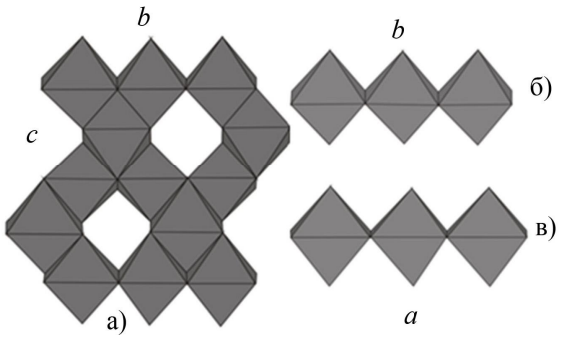


Рис. 1. Кристаллическая структура атакамита в проекции *bc* (*a*), октаэдрические колонки вдоль параметра b (б) и вдоль параметра *a (в)*

Таблица 2

Координаты атомов ($\times 10^{-4}$) и эквивалентные тепловые параметры ($\times 10^{-3}$) в структуре атакамита

Атомы	Кратность позиции	*X*	*Y*	*Z*	$U_{экв.}$	Заселенность (<1)
Cu_1	4	0	0	0	13 (2)	
Cu_2	4	1891 (2)	2500	2543 (2)	19 (2)	0,9 *Cu* + 0,1 *Ni*
Cl	4	3484 (2)	7500	416 (2)	21 (2)	
O_1	4	1493 (2)	2500	9954 (3)	23 (2)	
O_2	8	4380 (2)	655 (2)	2938 (2)	23 (2)	
H_1	4	2986 (3)	2500	9822 (4)		
H_2	8	4280 (3)	9714 (3)	2269 (4)		

Таблица 3

Межатомные расстояния (в Å) в структуре атакамита

$CuCl_2O_4 - октаэдр$	$CuClO_5 - октаэдр$
$Cu_1 - Cl = 2{,}739(3)x2$	$Cu_2 - Cl = 2{,}630(4)$
$- O_1 = 1{,}939(2)x2$	$- O_1 = 2{,}374(2)$
$- O_2 = 1{,}970(2)x2$	$- O_2 = 1{,}996(2)x2$
	$- O_2' = 2{,}021(3)x2$
$Cl - O_1 = 2{,}959(2)x2$	$Cl - O_2 = 3{,}112(3)x2$
$- O_1' = 3{,}661(3)x2$	$- O_2' = 3{,}613(3)x2$
$- O_2 = 3{,}112(3)x2$	$O_1 - O_2 = 3{,}513(3)x2$
$- O_2' = 3{,}613(3)x2$	$O_1 - O_2' = 2{,}631(2)x2$
$O_1 - O_2 = 2{,}879(2)x2$	$O_2 - O_2' = 2{,}534(4)x2$
$- O_2' = 2{,}631(2)x2$	$O_2 - O_2' = 3{,}121(3)x2$
$O_1 - H_1 = 0{,}91$	$Cl...O_2 = 3{,}206$
$O_2 - H_2 = 0{,}89$	$Cl...O_1 = 3{,}057$
$Cl...H_1 = 2{,}14$	
$Cl...H_2 = 2{,}32$	

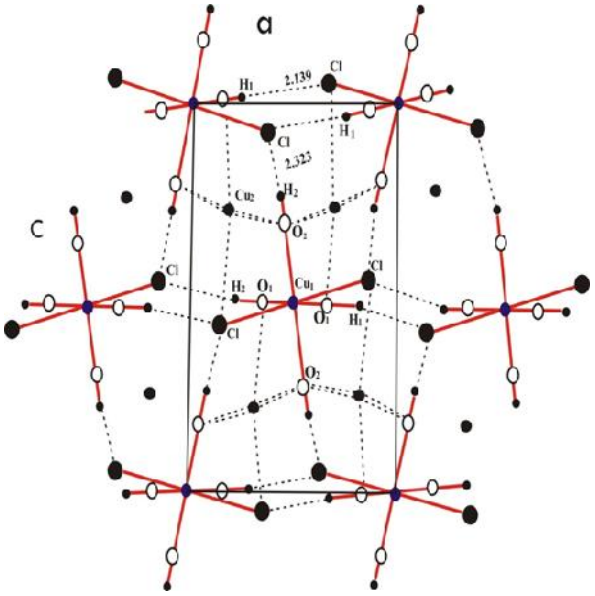


Рис. 2. Кристаллическая структура атакамита (в проекции *ac)*

Для установления степени стабильности модификаций методом сравнительной кристаллохимии (Чырагов, 2002) изучены их структуры. Устойчивость структуры атакамита объясняется образованием каркаса октаэдрами атомов меди. В структуре паратакамита 96 анионов различного размера $[(OH)^- - 72, Cl^- - 24]$ образуют шестислойную гексагональную плотнейшую упаковку, в которой в октаэдрической пустоте атомы меди распределены неравномерно. В нечетных слоях (1,3,5) в 16 октаэдрических пустотах статистически разупорядочены 12 атомов меди, а в четных слоях (2,4,6) в 16 октаэдрических пустотах статистически разупорядочены четыре атома меди. В структуре паратакамита различие в значениях эффективных ионных радиусов анионов и неравномерное распределение катионов в октаэдрических пустотах обуславливают уменьшение стабильности его структуры. В структуре боталлакита анионы хлора и атомы кислорода *(OH)*-группы образуют двухслойную плотнейшую упаковку, в октаэдрических пустотах которой распределяются атомы меди. В результате образуется триоктаэдрический структурный блок типа портландита – $Ca(OH)_2$. Водородные связи между блоками подтверждаются межатомными расстояниями: расстояния *Cl…H, Cl…O* между соседними блоками – $\sim 2\overset{0}{A}$ и 3,3Å соответственно, а в

блоке расстояние *O–H* равно 0,9Å. Между блоками слабые водородные связи способствуют уменьшению внутреннего давления относительно внешнего и усилению диффузии растворителя (H_2O, *OH* или *HCl*) между слоями, что приводит к разложению октаэдрического слоя.

Таким образом, кристаллохимический анализ структур модификаций $Cu_2(OH)_3Cl$ полностью объясняет степень стабильности минералов и кристаллоструктурный механизм их взаимопревращения.

Выводы

1. Впервые в зоне гипергенезиса в Синае (Египет) в меднорудных проявлениях установлен в виде покрова гидроксихлорид меди – атакамит зеленого и темно-зеленого цвета в парагенетической ассоциации с азуритом и малахитом.

2. На автодифрактометре APEX - II (Bruker) получен весь экспериментальный набор отражений, уточнены кристаллоструктурные параметры, структура и кристаллохимическая формула минерала. Выяснена природа водородных связей между эквивалентными октаэдрическими колонками.

3. Методом сравнительной кристаллохимии рассмотрен структурный механизм взаимопревращений атакамит ↔ паратакамит ↔ боталлакит.

ЛИТЕРАТУРА

МИНЕРАЛЫ. 1963. Галогениды. Т.II. 1.Изд-во АН СССР. Москва. 296с.

ЧЫРАГОВ, М.И. 2002. Сравнительная кристаллохимия кальциевых и редкоземельных силикатов. Чашыоглы. Баку. 350с.

FLEET, M.E. 1975. The crystal structure of Paratacamite, $Cu_2(OH)_3Cl$. *Acta Crist*., B 31, 183-187.

HAWTHORNE, F.C. 1985. The crystal structure botallakite, $Cu_2(OH)_3Cl$. *Mineral. Mag*., 49, 87-89.

MAMEDOV, E.A., AHMED, E.S., CHİRAGOV, M.İ. 2012. Mineralogy, types and genesis of the copper-gold-sulphide ore mineralization of Um Zerriq Area, metallogenic Kid Belt in Southeastern Sinai, Egypt. *Caspian Journal of Applied Sciences Research*, 1(10), Malaysia, 42-53.

ZHANG, J., XU, J., ZHANG, H. 2011. Fabrication of octahedral Atacamite microcrystals via a hydrothermal route. *Micro and Nano Letters*, 6, lss 3, 119-121.

Рецензент: к.х.н. А.М.Агаев

© V.Q.Qədirov, 2013

YEVLAX-AĞCABƏDİ ÇÖKƏKLİYİNDƏ LOKAL QRAVİTASİYA MAKSİMUMLARININ GEOLOJİ TƏBİƏTİ

V.Q.Qədirov

Neftqazelmitədqiqatlayihə İnstitutu
AZ1012, Bakı, H.Zərdabi, 88a

Məqalədə Mezozoy çöküntülərinin quyu və seysmik məlumatlara görə təyin olunmuş dərinliyi ilə ağırlıq qüvvəsinin dəyişmələri qarşılıqlı analız olunur, Mezozoy səthinin qalxması ilə ağırlıq qüvvəsinin artmasının müşahidə edildiyi bildirilir. Mezozoy çöküntülərinin əmələ gətirdiyi qalxımların ağırlıq qüvvəsinin maksimumları ilə ifadə olunmasının əsas səbəbi həmin çöküntülərin yüksək izafi sıxlığa malik olmasıdır. Göstərilir ki, bu regionda Üst Təbaşir çöküntülərinin sıxlığı onu örtən bütün kompleksin (yer səthinə qədər) orta sıxlığı ilə müqayisə edilməlidir.

Bir çox mənbələrdə Orta Kür çökəkliyində Buge anomaliyasının lokal maksimumlarının Mezozoy çöküntülərinin səthindəki qalxımlarla əlaqədar olması fikri öz əksini tapmışdır (Мамедов, 1980; Цимельзон, Амирасланов, 1981; Гадиров, 1991; Qədirov, 2005). Bu faktın əsasını Mezozoy (Üst Təbaşir) çöküntülərinin yüksək izafi sıxlığa malik olması təşkil edir. Qeyd etmək lazımdır ki, digər ölkələrdə aparılmış bu kimi tədqiqatlarda da izafi sıxlıqlı sərhədlərlə əlaqədar qalxımların qravitasiya sahəsində lokal maksimumlar əmələ gətirdiyi göstərilmişdir (Джикия, Хундадзе, 2007; Емкужев и др., 2003; Мудрецова и др., 1990; Слепак, 1989).

Aparılmış araşdırmalar Orta Kür çökəkliyinin bir çox sahələrində seysmik kəşfiyyatla Üst Təbaşir çöküntülərinin səthi ilə bağlı müəyyən edilmiş qalxımların Buge anomaliyası sahəsində lokal maksimumlarla ifadə olunduğunu göstərir (1-ci cədvəl). Lokal maksimumların intensivliyi 0,4-1,0 mQal və daha böyükdür. Doğrudur, bəzi hallarda lokal qravitasiya maksimumları və seysmik kəşfiyyat ilə müəyyənləşdirilmiş qalxımların plan vəziyyətinin tam üst-üstə düşmədiyi hallara da rast gəlinir.

Aparılmış model tədqiqatları göstərir ki, dərində yatan (məsələn, 3000 m) izafi sıxlıqlı sərhədin dərinliyi daha 100 m dəyişdikdə ağırlıq qüvvəsi sahəsində nəzərə çarpacaq dəyişmə yaranır (Qədirov, 2007). Praktiki ölçmələr isə göstərir ki, Yevlax-Ağcabədi çökəkliyində Üst Təbaşir çöküntüləri səthinin dərinliyinin dəyişməsi ağırlıq qüvvəsinin daha böyük dəyişmələri ilə ifadə olunur. Bu çökəkliyin müxtəlif sahələrində Üst Təbaşir çöküntülərinin quyularla müəyyənləşdirilmiş dərinliyinin və həmin nöqtələrdə ağırlıq qüvvəsinin dəyişmələri müqayisə olunmuşdur (2-ci cədvəl). Göründüyü kimi, bütün hallarda çöküntü kompleksi səthinin qalxması (və ya enməsi) ağırlıq qüvvəsinin artması (və ya azalması) ilə müşayiət olunur. Quyulararası sahələrdə Üst Təbaşir çöküntüləri dərinliyinin vahid dəyişməsinə uyğun gələn ağırlıq qüvvəsinin qiyməti hesablanmışdır. Bu, həmin quyular arasında Üst Təbaşir çöküntüləri dərinliyinin dəyişməsinə ağırlıq qüvvəsinin göstərdiyi reaksiyadır. Ağırlıq qüvvəsi dəyişməsinin ən az qiymətə malik olduğu sahə 7 və 47 saylı Muradxanlı quyuları arasında olmuş və 0,006 mQal/m təşkil etmişdir. Bu isə həmin ərazidə Üst Təbaşir çöküntüləri səthinin 100 m dəyişməsi zamanı ağırlıq qüvvəsinin 0,6 mQal dəyişməsi deməkdir. Əksini tapmış kəmiyyət ağırlıq qüvvəsinin təyin olunma dəqiqliyindən 6-7 dəfə böyükdür.

Faktiki materiallar göstərir ki, Yevlax-Ağcabədi çökəkliyində Mezozoy (Üst Təbaşir) çöküntüləri dərinliyinin dəyişməsi ağırlıq qüvvəsi sahəsinin nəzərə çarpacaq dəyişmələrini yaradır. Bunun əsas səbəbi Üst Təbaşir çöküntülərinin yüksək izafi sıxlığa malik olmasıdır. Yevlax-Ağcabədi çökəkliyində Üst Təbaşir çöküntülərində sıxlıq artımı 250-300 kq/m^3 kimi qiymətləndirilir (Гаджиев, 1984; Салехли и др., 1978). Bu zaman Üst Təbaşir çöküntülərinin sıxlığı onu örtən çöküntülərin sıxlığı ilə müqayisə edilir (3-cü cədvəl).

Məsələn, Muradxanlı NQR-də izafi sıxlıqlı Üst Təbaşir kompleksi bilavasitə onu örtən çöküntü kompleksi ilə müqayisə olunur və sıxlıq artımı ≈300 kq/m^3 kimi qiymətləndirilir. Lakin

Üst Təbaşiri örtən çöküntülərdən üstdə yatan digər çöküntü kompleksləri vardır ki, onlar daha az sıxlıqla xarakterizə olunur. Belə olan halda Üst Təbaşir çöküntülərinin sıxlığını ondan üstdə yatan (yer səthinə qədər) bütün çöküntü kompleksinin orta sıxlığı ilə müqayisə etmək daha doğru olardı.

3-cü cədvəldə Muradxanlı, Gəncə, Kür-Qabırrı sahələri üzrə Üst Təbaşirdən üstdə yatan bütün çöküntü kompleksinin orta sıxlığı hesablanmış və Üst Təbaşir çöküntülərində sıxlıq artımının daha böyük (458 kq/m^3) olduğu aydınlaşmışdır. Sıxlıq artımlarının bu cür yanaşma ilə hesablanması qravimetrik məlumatların interpretasiyasında böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, Mezozoy çöküntü kompleksi ilə bağlı kiçik amplitudlu və ya dərində yatan qalxımların, qırılmaların və digər struktur elementlərin qravitasiya sahəsində əks olunmasının mümkünlüyü bir daha aydın olur.

1-ci cədvəl

Lokal qalxımların və qravitasiya anomaliyalarının müqayisəsi

Mezozoy (Üst Təbaşir) çöküntüləri üzrə aşkar edilmiş struktur qalxımlar	Qravitasiya anomaliyası və intensivliyi, mQal		Lokal qravitasiya maksimumlarının seysmik və quyu məlumatları ilə müəyyənləşdirilmiş struktur qalxımlara görə vəziyyəti
Muradxanlı	lok. maks.	0,7-0,8	üst-üstə düşür
Cəfərli	"____"	0,5-0,8	"_____"
Bozqobu	"____"	0,4-0,6	"_____"
Ağaməmmədli	"____"	0,5-0,7	≈500-700 m şimala sürüşüb
Qaralı	"____"	0,5-0,7	≈1000 m şmş-ə sürüşüb
Sıxbağı	"____"	0,6-0,7	üst-üstə düşür
Məmmədli	"____"	0,5-0,6	"_____"
Şahsünni	"____"	0,5	"_____"
Qarabat	"____"	0,5-0,6	"_____"
Qışlaq	"____	0,4-0,5	üst-üstə düşür; qravi. anomaliya iki hissəyə bölünüb
Ağ göl	""____"	0,5	üst-üstə düşür
Sovetlər	"____"	0,5-0,7	"_____"
Şm.Naftalan	"____"	0,6-0,8	≈2000 m qərbə sürüşüb
Gödəkboz		0,4-0,6	qismən üst-üstə düşüb
Duzdağ	"____"	>1,0	istiqamət fərqi alınıb
Qazanbulaq	"____"	0,7-0,8	üst-üstə düşür
Ziyadxan	"____"	0,8	üst-üstə düşür
Kəbirli	"____"	1,0-1,5	≈1000 m qərbə sürüşüb
Cəbri	"____"	0,75-1	≈1000 m şmş-ə sürüşüb
Qəmərli	"____"	≈1	"_____"
Tərsdəllər	"____"	0,7	1000-1500 m şimala sürüşüb

2-ci cədvəl

Mezozoy çöküntüləri dərinliyinin və ağırlıq qüvvəsinin dəyişmələri

s.s.	Müqayisə aparılan quyular Quyu (sahə)	Artımlar		Mezozoy çöküntüləri dərinliyinin vahid dəyişməsinə uyğun gələn ağırlıq qüvvəsi, mQal/m
		ΔH_{mz}, m	Δg, mQal	
1	2	3	4	5
1	24 (M) və 1 (Q)	90	1,13	0,013
2	24 (M) və 2 (Q)	115	1,68	0,015
3	1 (H) və 1 (Q)	95	2,8	0,029
4	1 (H) və 2 (Q)	120	3,35	0,028
5	7 (C) və 1 (Q)	119	2,4	0,02
6	7 (C) və 2 (Q)	144	2,95	0,02
7	1 (Q) və 2 (Q)	25	0,65	0,026
8	7 (C) və 1 (H)	24	0,4	0,017
9	3M (G)2 və (Şm.N.)	190	2	0,011
10	1M (D)2 və (Şm.N.)	765	13,4	0,018
11	203 (M) və 208 (M)	300	2,1	0,007
12	12 (M) və 18 (M)	897	6,62	0,007
13	9 (M) və 58 (M)	500	3,48	0,007
14	1 (B) və 12 (M)	294	6,5	0,022
15	133 (M) və 58 (M)	265	1,90	0,007
16	133 (M) və 213 (M)	85	1,23	0,014
17	213(M) və 58(M)	180	1,18	0,007
18	65 (M) və 56 (M)	65	0,5	0,008
19	1 (B) və 4 (M)	1567	12,06	0,008
20	7 (M) və 47 (M)	607	4,1	0,006
			orta	0,0143

Sahələr: (M) Muradxanlı, (C) Cəfərli, (Q) Qaralı, (H) Həsənli,
(B) Bozqobu, (Şm.N.) Şm.Naftalan, (G) Gödəkboz, (D) Duzdağ

3-cü cədvəl

Üst Təbaşir çöküntülərində sıxlıq artımının analizi

Neftli-qazlı rayonlar	Çöküntülərin orta sıxlığı, σ, kq/m^3			Sıxlıq artımı, $\Delta\sigma$, kq/m^3	
	Üst Təbaşir K_2	Paleosen-Eosen $Ƥ_1$ - $Ƥ_2$	Paleosen-Dördüncü dövr $P_1 \div Q$	K_2 və $Ƥ_1$ - $Ƥ_2$ arasında	K_2 və ondan üstdə yatan bütün kompleks arasında
Muradxanlı	2650	2340	2192	310	458
Gəncə	2535	2300	2190	235	345
Kür-Qabırrı çaylararası sahənin mərkəz hissəsi	2645	2365	2284	280	361

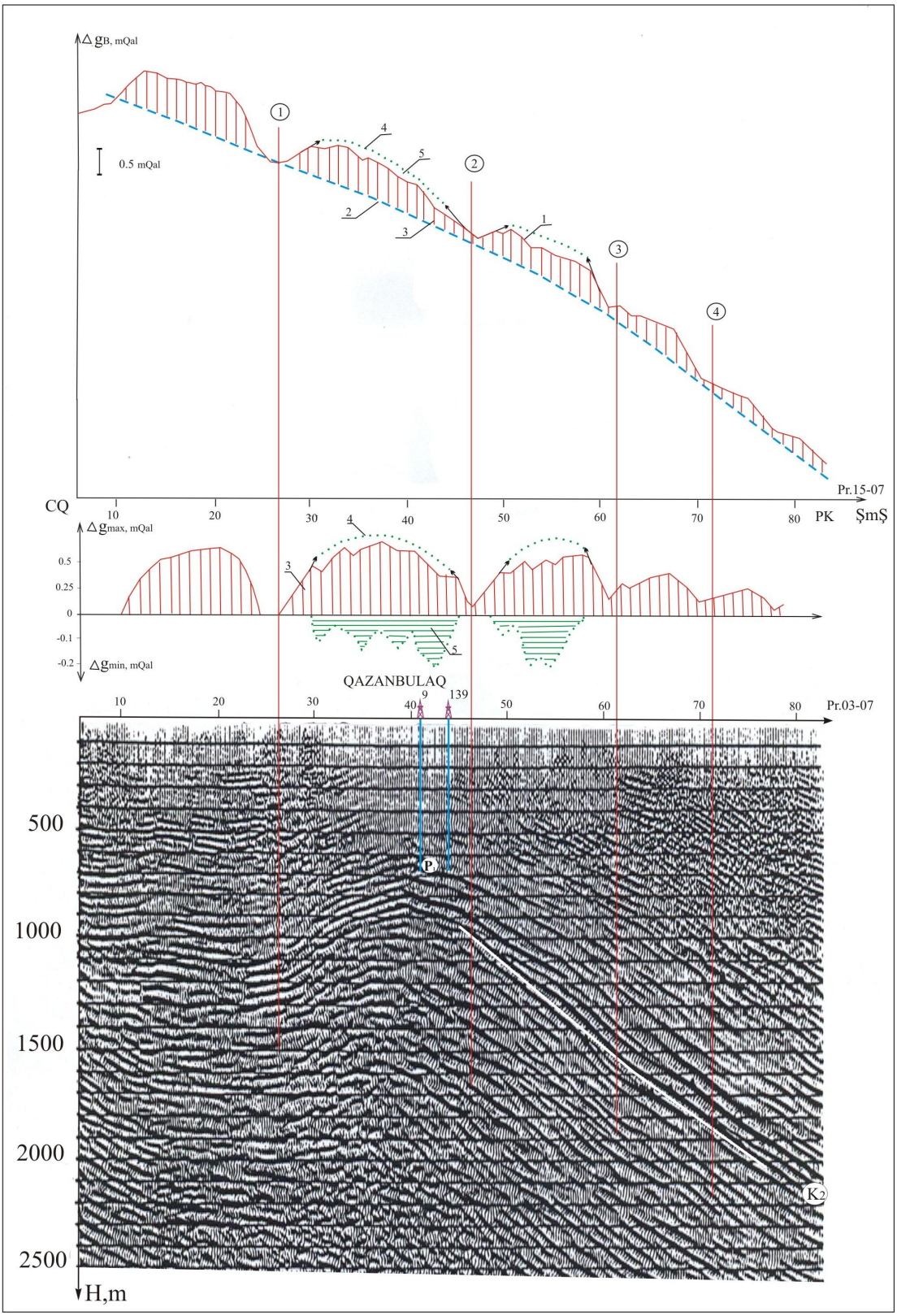
Qazanbulaq sahəsində 2007-ci ildə Geofizika ETİ tərəfindən eyni xətt üzrə işlənilmiş qravimetrik (15-07 saylı) və seysmik (03-07 saylı) profil nəticələrinin analizi verilmişdir (1-ci şəkil). Göründüyü kimi, ağırlıq qüvvəsinin qiymətləri profilin başlanğıcından sonuna doğru azalır. Lakin Δg əyrisi düzxətli olmayıb qravitasiya sahəsinin nisbi artımı və azalması ilə səciyyələnir. Profil üzərində regional fon vasitəsilə ayrılmış lokal maksimumlar bir-birindən qradiyentlərinin kəskin dəyişmələri ilə (1, 2, 3, 4 nöqtələrində) ayrılmışdır. 1 və 2 xətləri arasında qalan və intensivliyi 0,7 mQal olan lokal qravitasiya maksimumu "Kəşfiyyatgeofizika" İdarəsi tərəfindən seysmik kəşfiyyatın ümumi dərinlik nöqtəsi (ÜDN) üsulu ilə müəyyənləşdirilmiş Qazanbulaq qalxımına uyğun gəlir. Yeni işlənilmiş ÜDN (03-07 saylı) profilində də həmin xətlər arasında ≈ 800-900 m dərinlikdə Üst Təbaşir çöküntülərinə aid edilən horizontun ≈ 150-200 m amplitud ilə qalxdığı müşahidə edilir (1-ci şəkil).

İstər əvvəlki illərdə, istərsə də yeni alınmış seysmik materiallar əsasında Qazanbulaq qalxımından şimal-şərq istiqamətində digər struktur mürəkkəbləşmələr qeyd olunmur və bu istiqamətdə Üst Təbaşir çöküntülərinin monoklinal yatım əmələ gətirdiyi göstərilir. Qravitasiya sahəsində isə 2-3 və 3-4 xətləri arasında da intensivlikləri uyğun olaraq ≈ 0,6 və 0,4 mQal olan lokal maksimumlar qeyd olunur. Bəs bu maksimumlar hansı geoloji amillərlə əlaqədardır? Doğrudan da, əgər ağırlıq qüvvəsi əyrisində lokal maksimumlar təzahür edirsə və Üst Təbaşir çöküntülərinin səthində heç bir dəyişiklik (qalxma və ya enmə, üstdə yatan horizontların pazlaşmaları və s.) yoxdursa, onda lokal maksimumlar Üst Təbaşir çöküntü kompleksinin struktur quruluşu ilə deyil, digər geoloji amillərlə (məsələn, kəsilişin üst hissəsində sıxlıqların anomal olaraq dəyişməsi, vulkanogen süxurların yaratdığı əlavə təsirlər və s.) izah edilməli idi.

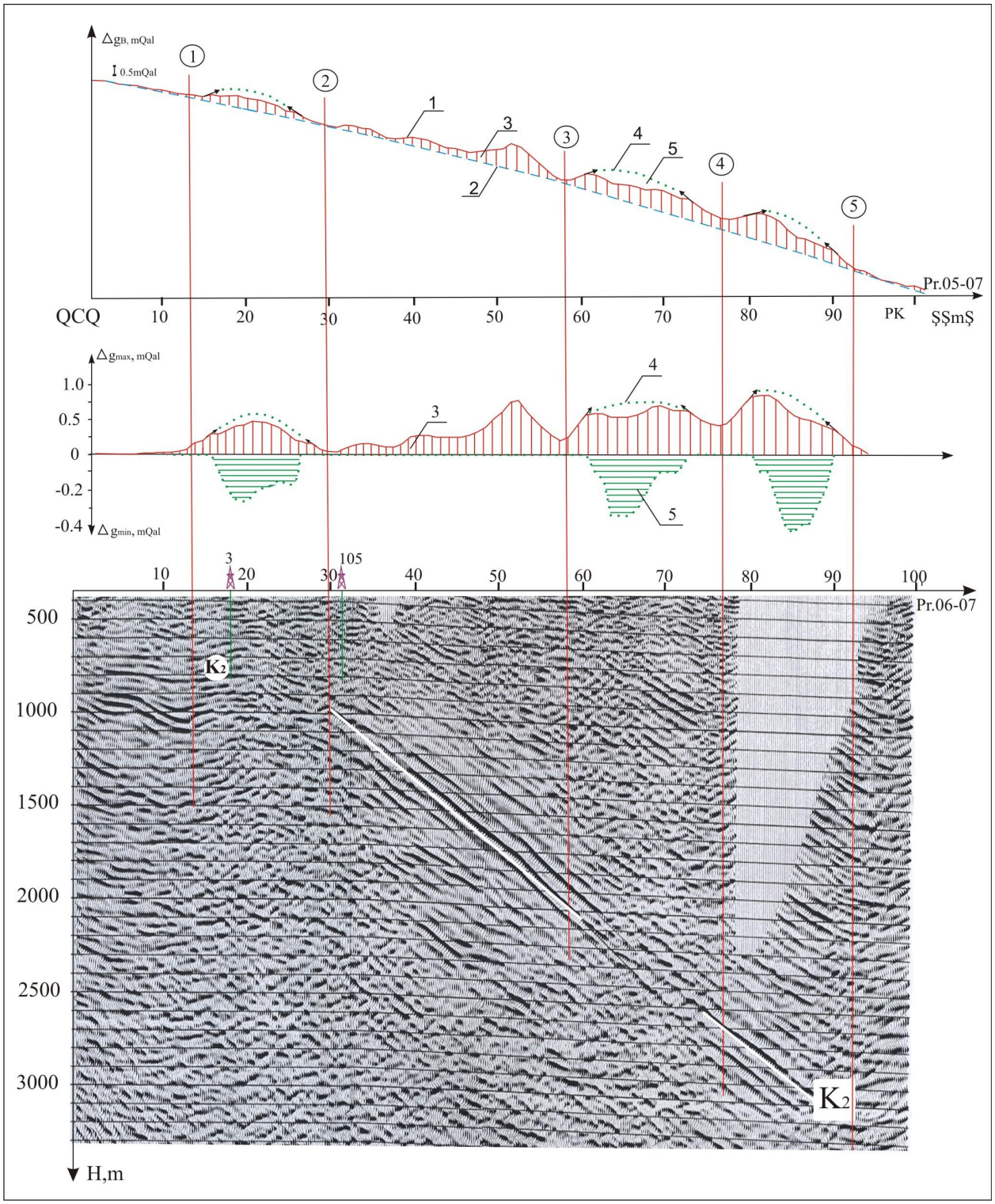
Lakin 03-07 saylı ÜDN profilinin dinamik dərinlik kəsilişinə diqqət yetirdikdə Üst Təbaşir çöküntülərinin səthinə aid edilən horizontun düzxətli olmadığı aydın olur (1-ci şəkil). 2-3 xətləri arasında Üst Təbaşiri əks etdirən dalğa fazasının hər hansı birini götürüb düz xətlə müqayisə etsək, orada 1300-1400 m dərinlikdə amplitudu ≈ 80 m-ə çatan lokal qalxımın olduğunu görərik. 3-4 xətləri arasında da ≈ 1600-1700 m dərinlikdə eyni ilə, amplitudu ≈ 50 m olan nisbi qalxım müşahidə edilir. Bu araşdırma qravitasiya sahəsindəki lokal maksimumların məhz Üst Təbaşir çöküntülərinin lokal qalxımları ilə əlaqədar olduğunu göstərir. Lakin, çox təəssüf ki, seysmik dərinlik kəsilişlərinin analizi (interpretasiyası) zamanı vizual olaraq yaxşı görünən, böyük amplituda malik olan qalxımlar qeyd olunduğu halda, iri strukturların intensiv enməyə məruz qalan yamaclarında lokal bir sahəni əhatə edən kiçik amplitudlu qalxımlar nəzərdən qaçırılır. Nəticədə isə geofiziki məlumatlarda uyğunsuzluq olduğu bildirilir və qravitasiya maksimumlarının digər səbəblərdən yarandığı söylənilir.

Bir-birindən 300-400 m məsafədə paralel olaraq işlənilmiş, təxminən qərb-şərq istiqamətli 05 saylı qravimetrik və 06 saylı seysmik profillərin birgə analizi nəticəsində də geoloji-tektonik quruluş üçün maraq kəsb edən məlumatlar əldə edilmişdir (2-ci şəkil). Profillərin başlanğıcından sonuna doğru ağırlıq qüvvəsinin azaldığı (≈ 12 mQal) və həmin istiqamətdə izlənilən Üst Təbaşir (K_2) çöküntülərinə aid edilən seysmik sərhədin dərinə endiyi müşahidə edilir. Bu profildə də Buge anomaliyası əyrisi düzxətli deyil və qeyd olunan lokal qravitasiya maksimumları bir-birindən qradiyentlərin kəskin dəyişmələri ilə (1, 2, 3, 4, 5 nöqtələrində) ayrılmışdır. Ağırlıq qüvvəsi əyrisində qradiyentlərin dəyişdiyi yerlərdə K_2-yə aid sərhədin vəziyyəti analiz olunmuşdur.

Təxminən 13 və 28-ci piketlər arasında (1 və 2 xətlərinin arasında) seysmik yazılar pisləşmişdir. 10-13-cü piketlər arasında və 28-ci piketdən sonra seysmik sərhədin enməsi 13-28-ci piketlər arasında qalxımın olduğunu göstərir (səlis olmasa da). Bu hissədə qravitasiya sahəsində ≈ 0,5 mQal lokal maksimum qeyd olunur. Təxminən 51-52-ci piketlərdə (2 və 3 xətləri arsındakı lokal maksimumun zirvəsi) Üst Təbaşir çöküntülərinə aid edilən seysmik sərhədin nəzərə çarpacaq əyilməsi müşahidə edilir. Dərinlik kəsilişi əsasında K_2-yə aid edilən bu səthin hesablanmış yatım bucağı 40-51-ci piketlər arasında 20º, 51-60-cı piketlər arasında isə 24º-dir. 40 və 58-ci piketlərə nəzərən 51-ci piket rayonunda Üst Təbaşirin ümumi enməyə məruz qalmış səthi üzərində 1600-1800 m dərinlikdə ≈ 60 m amplitudlu qalxım müşahidə edilir. 77-93-cü piketlər arasında da K_2-yə aid edilən seysmik sərhədin 2700-2800 m dərinlikdə ≈ 50 m amplitudlu qalxım əmələ gətirdiyi aydın olur.



1-ci çəkil. 15-07 saylı qravimetrik və 03-07 saylı seysmik profillər üzrə alınmış məlumatların müqayisəsi (Qazanbulaq sahəsi)
1 – Δg_B-nin əyrisi; 2 – regional fon; 3 – lokal maksimumlar; 4 – maksimumların bərpa əyrisi; 5 – lokal minimumlar; 6 – lokal qravitasiya anomaliyalarını ayıran xətlər



2-ci şəkil. 05-07 saylı qravimetrik və 06-07 saylı seysmik profillər üzrə alınmış məlumatların müqayisəsi (Qazanbulaq sahəsi)
Şərti işarələr 1-ci şəkildəki kimidir.

Beləliklə, faktiki (quyu, seysmik, qravimetrik) məlumatların analizi göstərir ki, Yevlax-Ağcabədi çökəkliyində müşahidə edilən lokal qravitasiya maksimumları Mezozoy (Üst Təbaşir) çöküntülərinin əmələ gətirdiyi lokal qalxımlarla əlaqədardır. Müxtəlif geoloji səbəblərdən (dərin-

lik, strukturun amplitudu və s.) asılı olaraq, lokal maksimumların intensivliyi 0,4-1,0 mQal arasında (bəzən daha çox) dəyişir. Bəzi sahələrdə lokal maksimumların seysmik kəşfiyyatla müəyyənləşdirilmiş qalxımlar baxımından sürüşməsinə təsadüf edilir ki, belə sahələrdə kompleks geofiziki işlərin aparılması məqsədəuyğun sayılır.

ƏDƏBİYYAT

QƏDIROV, V.Q. 2005. Qravi-maqnit tədqiqatlarla Yevlax-Ağcabədi çökəkliyinin cənub-şərq hissəsində aşkar edilmiş yeni lokal qalxımlar haqqında. *ANT,* 7, 1-5.

QƏDIROV, V.Q. 2007. Qravimetrik məlumatlar əsasında Yevlax-Ağcabədi çökəkliyində Mezozoy çöküntüləri dərinliyinin təyin edılmə imkanları haqqında. *AGY,* 1, 35-37.

ГАДЖИЕВ, Т.Г. и др. 1984. Петроплотностная характеристика геологических формаций Азербайджана. Азернешр. Баку. 105.

ГАДИРОВ, В.Г. 1991. Прогнозирование вулканогенных образований мезозоя Среднекуринской депрессии и их нефтегазоносности по комплексным геофизическим данным. Автореферат. дис… канд.геол.-минер. наук. Институт геологии. Баку. 22.

ДЖИКИЯ, Н.Э., ХУНДАДЗЕ, Н.Ш. 2007. Глубинное строение Притбилисского нефтегазоносного района по гравиразведочным данным. В материалах науч. конф. Института геологии и геофизики Узбекистана: *Актуальные проблемы геологии и геофизики. II том.* Фан, Ташкент, 180-183.

ЕМКУЖЕВ, А.С., КАЛЬНОВ, Ю.Н., ЗЕНИН, А.Ю. 2003. О прогнозе геологического строения и нефтегазоносности по гравиметрическим данным. *Геофизика*, 2, 42-45.

МАМЕДОВ, С.Г. 1980. Применение высокоточной гравиметрии при картировании поверхности меловых отложений в восточной части Среднекуринской впадины. *АНХ,* 10, 16-20.

МУДРЕЦОВА, Е.А., ВЕСЕЛОВ, К.Е. (под ред.) 1990. Гравиразведка. Справочник геофизика. Недра. Москва. 607.

САЛЕХЛИ, Т.М. и др. 1978. Исследование влияния термодинамических факторов на физические свойства пород с целью прогнозирования их для больших глубин в Куринской впадине. Фонды НИИ Геофизики. Баку. 259.

СЛЕПАК, З.М. 1989. Применение гравиразведки при поисках нефтеперспективных структур. Недра. Москва. 200.

ЦИМЕЛЬЗОН, И.О., АМИРАСЛАНОВ, Т.С. 1981. Геологическая эффективность гравиразведки в комплексе с магнито- и сейсморазведкой при изучении тектоники мезозойских отложений Среднекуринской впадины (на примере пл. Амирарх-Ляки-Уджары). *АНХ,* 7, 17-22.

Məqaləyə Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü P.Z.Məmmədov və g.-m.e.d. T.N.Kəngərli rəy vermişlər

© К.А.Кожахмет, 2013

СТРАТИГРАФИЯ ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО МАНГЫШЛАКА И СЕВЕРНОГО УСТЮРТА

К.А.Кожахмет

Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова Республика Казахстан, г.Актау, 32 мкр.

В статье приводится определение стратиграфического положения пород-коллекторов путем детального биостратиграфического изучения вмещающих отложений. С этой целью была составлена региональная стратиграфическая схема триасовых отложений Южного Мангышлака и Северного Устюрта, в основу которой было положено дробное биостратиграфическое расчленение триасового разреза. Изучены литолого-петрографические особенности и постседиментационные процессы преобразования триасовых пород-коллекторов в различных структурно-фациальных зонах с целью выявления закономерностей их размещения. Детальное биостратиграфическое изучение триасовых разрезов позволило выделить местные литолого-стратиграфические подразделения (свиты) и прокоррелировать их по региону. Литолого-стратиграфические исследования явились основой для составления региональной стратиграфической схемы триасовых отложений Южного Мангышлака и Северного Устюрта и региональной схемы их корреляции.

Южный Мангышлак

Для литолого-стратиграфической характеристики нижне-, средне- и верхнетриасовых отложений Южного Мангышлака использовали «Региональную стратиграфическую схему триасовых отложений Мангышлака», разработанную Л.В.Алексеевой, К.В.Виноградовой, Б.И.Титовым, Д.А.Кухтиновым, Ф.Ю.Кисилевским и др. (Алиев и др., 1977; Кухтинов и др., 1985; Решение…, 1977).

В пределах Южного Мангышлака палеозойские отложения вскрыты многочисленными скважинами.

Гранито-метаморфические породы фундамента, вскрытые на Оймаша, Жиланды, Букбаше, Тамды, Бирбасе и Юж. Аламурыне, представлены преимущественно кварцево-слюдистыми, серицито-кварцевыми сланцами. Выделяемые в верхней части вскрытого разреза палеозоя алевролитовая, алевролито-аргиллитовая и аргиллитовая пачки не на всех площадях прослеживаются однозначно. Палеозойские отложения с угловым несогласием перекрываются отложениями триаса.

Нижний триас. Нижнетриасовые отложения Южного Мангышлака включают в себя долнапинскую, ракушечную и аманбулакскую свиты.

Долнапинская свита представлена песчаниками, алевролитами и красно-бурыми аргиллитами. Общая мощность свиты достигает 1200 м. Свита сложена песчаниками, туфопесчаниками коричневого цвета, прослоями аргиллитов, гравелитов и конгломератов. Мощность свиты не превышает 250 м.

Возраст долнапинской и аманбулакской свит определяется комплексом миоспор: *Punctatisporites fungosus, Vorucosisporites cf. remyanus, Lelotriletes nigrans, Nebesisporties limatulus, Disciaporties psilatus, Platysaccus sp., Angustisuicites sp., Chordasporites sp., Striatoabietites sp.* (Поземова и др., 1984; Нурмашев, 1970).

По заключению Л.В.Алексеевой и К.В.Виноградовой на основании вышеприведенных миоспор возраст долнапинской и аманбулакской свит определен как нижний триас (индский ярус – низы оленекского яруса) (Алиев и др., 1977; Кухтинов и др., 1985).

Узеньская свита выражена толщей темно-серых и серо-цветных аргиллитов и алевролитов, содержащей прослои мергелей и известняков. Мощность свиты достигает 1300 м. Фауна характеризуется следующими формами: *Tirolites cassianus, Entolium microtis, Modiolus sp., Ptococeras orientalis* и др., указывающими на нижнетриасовый (оленекский ярус) возраст отложений, вмещающих вышеприведенную фауну (Алиев и др., 1977; Кухтинов и др., 1985).

Ракушечная свита сложена аргиллитами, алевролитами, туфоалевролитами серовато-коричневых цветов, прослоями известняков, доломитов, туфопесчаников и туфов. В толще данной свиты определена фауна: *Dinarites (P.) cf orientalis, Bakevellia pannonica Bogdoensis, Entolium microtis, Leptochondria minima* и др., определяющая возраст свиты как нижний триас (оленекский ярус) мощностью 340-400 м.

Фетисовская свита представлена аргиллитами, алевролитами, серыми туффитами, прослоями мергелей и песчаников в нижней части. В отложениях свиты определена фауна *Hellenites sp., Bakevellia kambei, B. mangyschlakensis, Myolina dalailamae, Leioestheria syetlakovae, L. Okrinskyi, L. kokumboica* и др., указывающая на нижнетриасовый возраст свиты (оленекский ярус). Мощность свиты составляет 600 м.

Средний триас. Южно-жетыбайская серия осадков среднего триаса представлена в основном известняками, доломитами, аргиллитами, содержит прослои туфов и туффитов. В кровле песчаники, алевролиты и туфогенные породы не превышают мощности 180 м. Общая мощность свиты достигает 685 м.

Из данной серии осадков определен следующий комплекс микрофауны: *Cytherissinella crispa, C. elongata, Pulviella marinae, P.(P.) petersbergensis, P. (P.) ovalis, P. (P.) recta, P. (L.) lubimova* и др., указывающий на среднетриасовый возраст вмещающих его пород. Кроме отмеченных присутствует также такая микрофауна, как *Unionites munsteri, U. lettica.*

По возрасту южно-жетыбайская серия осадков на основании микрофауны, фауны и растительных осадков относится к верхам оленекского яруса и среднему триасу (Алиев и др., 1977).

Темирбабинская свита в верхней половине представлена алевролитами, аргиллитами, серыми песчаниками, содержит прослои оолитовых глинистых известняков с фауной *Myophoriopsis (Pseudocarbula) gregaroides, M. (P.) nuculiformis*. Мощность свиты не превышает 400 м (Алиев и др., 1977).

Нижняя часть свиты выражена серыми песчаниками, кварцевыми, грубозернистыми, а также буровато-красными алевролитами с прослоями аргиллитов. В основании свиты лежит крупнозернистый песчаник, мощность свиты не превышает 175 м.

Из данной свиты определены миоспоры: *Lycopodiacites keupeperi Matonisporites crassiangulatus, Duplexisporites gyratus* и др. По возрасту свита соответствует среднему триасу (анизийский и ладинский ярусы).

Верхний триас. Северо-ракушечная свита представлена аргиллитами, мергелями, песчаниками с прослоями гравелитов и туфогенных пород. Мощность свиты составляет 300-500 м. Верхняя часть свиты (100-280 м) выражена переслаиванием серо-цветных песчаников, алевролитов, аргиллитов с обугленными растительными остатками.

Нижняя половина свиты состоит из песчаников и туфопесчаников серых и зеленовато-серых, полимиктовых, переслаивающихся с алевролитами и туфоалевролитами, туфов, туффитов с фораминиферами, обугленными растительными остатками, мощность ее доходит до 130 м.

Из фораминифер определены: *Proteonina asper, Placopsilina lacea, Ammobaculites sthephanus, Trochammina sduamosa, Tr. balcanica и др.* Среди миоспор выявлены*: Limbosporites lundblaccae, Cingulisonates delicatus, Leschikisporites aduncus* и др.

Северо-ракушечная свита на основании палеонтологических определений относится к верхнему триасу (карнийский и норийский ярусы).

Комплекс характеризуется некоторым доминированием спор папоротникообразных (57%) над пыльцой голосеменных. В больших количествах обнаружены споры *Cyathidites sp.* (18%), *Duplexisporites anogrammensis (K.-M.) Schug*. (10%), *Leischikisporites aduncus (Leschik.) Potonie* (7%), *Chomotriletes anogrammensis (K.-M.) Prosv* (9%).

Из других представителей папоротникообразных следует отметить споры *Matoniaceae* (3%), *Matonisporites phlebopteroides Couper* (1%), *Dipteridaceae* (2%), *Dictyophyllum sp.* (2%), *Loitrilotes microdiscus Kara-Murza* (2%).

Пыльцевая часть комплекса представлена в основном безмешковой пыльцой, которая доминирует и составляет около 41%, включает такие пыльцевые зерна, как *Ginkgocycadophytus* (25%), *Cycadopites sp.* (4%),

Araucariacidites sp. (3%), *Inaperturopollonites sp.* (9%). Пыльца хвойных выявлена единичными находками зерен *Platysaccus leschiki Hart., Pinuspollenites*.

Данный комплекс по видовому составу спор и пыльцы отличается от нижнеюрского, в котором присутствуют споры *Leictriletes microdiscus Kara-Murza* и пыльца *Platysaccus leschiki Hart.*, выявленные в триасовых отложениях Центрального Прикаспия (Нурмашев, 1970). Характерно также участие спор диптериевых и матониевых, что в совокупности позволяет датировать отложения, вмещающие данный спорово-пыльцевой комплекс, верхним триасом.

Выше по разрезу отложения нижней юры имеют ограниченное распространение, выполняя отдельные впадины доюрского рельефа. Они представлены континентальными пестроцветными отложениями чередующихся пестроцветных глин, песчаников, алевролитов, маломощных углей и бокситоносных пород.

Северный Устюрт и полуостров Бузачи

Отложения палеозоя на Северном Устюрте вскрыты скв.1 площади Ащитайпак, параметрической скв.4 площади Сев. Мынсуалмас, скв.1 площади Чумышты.

Вскрытая часть разреза сложена в основном аргиллитами красно-коричневыми с неровным изломом, прослоями светлых песчаников пестроцветных мелко-, среднезернистых и темно-коричневых конгломератов с галькой песчаника. На кривых ГИС она представляет собой высокоомную, монотонную толщу со значительными размывами стенок скважин.

Нижний триас. Северобузачинская свита развита на полуострове Бузачи. На площади Каламкас (скв.I) данная свита в интервале глубин 3132-3794 м представлена переслаиванием песчаников, алевролитов, туфоалевролитов и песчано-алевролитово-глинистых пород.

Из интервала 3280-3285 м площади Каламкас (скв.I) определены харофиты: *Vladimiriella globosa (Said.) Said., Stanochara maedleni (H.af.R.) Gramb.*, в Северобузачинской скважине Г-1 (интервал 3853-3861 м) – *Cuneatochara acuminata Said., Stenochara maedleri*, указывающие на нижнетриасовый возраст вмещающих их отложений (Липатова, Старожилова, 1983; Поземова и др., 1984).

Бузачинская свита широко распространена на полуострове Бузачи и исследована на площадях Каражанбас, Каламкас, Северобузачинской, Каратурун, Аралды и др. В интервале глубин 1742-3132 м Каламкасской скважины-1 разрез свиты выражен чередованием аргиллитов, алевролитово-глинистых пород, алевролитов, туфоалевролитов и песчаников.

В скважине 1 площади Каламкас в интервалах глубин 2750-2755 м, 2243-2249 м, 1812-1817 м, 2060-2065 м и 2207-2213 м определены харофиты (Липатова, Старожилова, 1983): *Porochara triassica (Said) Gramb., P. Disca Kis., P. sphaerica Kis., Stenochara maedleri, Cuneatochara acuminata, Altochara continua Said*. Указанный комплекс водорослей, содержащий индексы-виды зоны *Porochara triassica*, указывает на принадлежность вмещающих пород к оленекскому ярусу.

На площади Аралды в скв. 1 нижний триас вскрыт в интервале глубин 3810-4506 м. Среди харофитов определены: *Porochara triassica, P. sphaerica, Vladimiriela globosa, V. wetlugensis*, указывающие на нижнетриасовый возраст вмещающих их отложений.

Макрофауна остракод определена Н.Н.Старожиловой в интервале глубин 1930-1935 м в скв.1 площади Каламкас: *Gerdalia vetlugonsis Bel. G. aff. ampla Misch.* В керне Аралды в скв. 1 на глубине 3820-3825 м и 4461-4471 м выявлены *Darwinula gerdae Gleb., Gerdalia sp*. На площади Каражанбас в скв.3 в интервале глубин 1410-1415 м и 2005-2010 м определены остракоды – *Darwinula aff. brevis Misch., Gerdalia wetlugensis Bel., G. Clara Misch*.

По заключению Н.Н.Старожиловой, Е.Г.Леоновой и М.Н.Ивановой, вышеприведенная микрофауна остракод говорит о нижнетриасовом возрасте отложений, содержащих данную фауну (Липатова, Старожилова, 1983; Поземова и др., 1984).

Л.С.Поземова на площади Жайылган в скв. 1 в интервале глубин 3875-3882 и 4501-4506 м определила споры: *Leiotriletes microdiscus K.-M., Dlsisporites sp., Retusotriletes sp., Densoisporites sp., Verrucosisporites sp., Rais-*

trickia sp., пыльцу – *Disaccites Cycadopites sp., Taeniaesporites sp., Nuskaisporites*.

На площади Жайылган в скв.1 (3842-3846 м) определены остракоды *Gerdalia wetlugensis Bel., G. rixosa*, указывающие на нижнетриасовый возраст отложений (оленекский ярус).

М.А.Серебрянская, Г.Д.Ефремова и Г.М.Романовская на площади Кырын в скв. I в интервале глубин 3935-3940 м определили нижнетриасовый комплекс миоспор – *Densoisporites nejburgii (Schuls) Balme, Punctatisporites triassicus Mad, Alisporites sp*. (Липатова, Старожилова, 1983; Поземова и др., 1984). Среди вышеприведенных спор наиболее часто встречаются *Microroticulatisporites u Cycotriletes*. Причем споры *Cycotriletes* представлены 3 видами. Изученные споры имеют хорошую сохранность и выражены плотными коричневыми, а в отдельных случаях темно-коричневыми формами.

Средний триас. К а л а м к а с с к а я с в и т а развита только на полуострове Бузачи.

В разрезе Каламкасской скважины 1 свита вскрыта в интервале глубин 1120-1742 м, сложена песчано-глинистыми и карбонатными породами. В интервале 1350-1355, 1435-1440 и 1510-1515 м определены остракоды: *Darwinula lauta Schl., D. lenta Schl., D. aff. obesa Schl., D. defecta Schl., D. recondita Schl., D. oblonga Schl*., и др., устанавливающие среднетриасовый возраст вмещающих их пород (Липатова, Старожилова, 1983).

Кроме того, в интервале 1350-1355 м. Л.С.Поземова выявила среднетриасовый комплекс миоспор: *Concentricisporites sp., Discisporites sp., Verrucosisporites thuringlacus Mad., Calamospora tener (Lesch.) Mad., Cyclotriletes oligogranifer Mad., Raistrichia sp., Lundbladispora aff. nejburgii Schulz* и др. Максимальная мощность – 690 м (Поземова и др., 1984).

А р ы с т а н о в с к а я с в и т а. Отложения данной свиты широко развиты на Северном Устюрте и вскрыты буровыми скважинами на площадях Тумсык (скв.I), Западный Аманжол (скв. I), Култук (скв.I, 3, 4), Комсомольская (скв.I, 2), Николаевская (скв.I, 4) и др. Свита состоит из переслаивающихся аргиллитов, смешанных с песчано-глинистыми и песчано-алевролито-глинистыми породами, алевролитами, песчаниками и туффогенными породами. Мощность свиты достигает 480 м.

Среднетриасовый возраст арыстановской свиты установлен на основании изучения микрофауны, водорослей, миоспор и двухстворчатых моллюсков.

На площади Арыстановская (скв.7, интервал 3534-3538 м), скв.17, интервал 2985-2990 м) по определению Д.А.Кухтинова выявлены следующие остракоды: *Pulviella ex gr. marinae Starozh., Renngartenella distincta Starozh., Darwinula postinornata Schl., D. lauta Schl., D. kiptschakensis Schl*.

На площади Жайылган (скв. 1, интервал глубин 3373-3846 м) выявлены среднетриасовые харофиты – *Stenochara pseudoglypta (H. af. R.) Gramb., Stn. maedleri (H. af. R.) Gramb., Stn. elongate Said*. (Липатова, Старожилова, 1983).

На площади Шаршикудук (скв.3, интервал глубин 3290-3295 м) определены остракоды: *Darwinula recondita, D. lauta, D. infera* и др. Г.М.Романовская в интервале глубин 3350-3360 м определила миоспоры: *Duplexisporites gyratus Plauf. et Detm., Neveisporites limatulus Pl., Microcachryidites fastidioides Kl., M. doubingeri Kl., Triadispora crassa Kl., Florinites pseudostriatus Kopyt*.

Ж а й ы л г а н с к а я с в и т а имеет незначительное развитие в Северном Устюрте. Представлена пестроцветными аргиллитами и алевролито-глинистыми породами с прослоями алевролитов, песчаников и туфогенных пород. На площади Жайылган (скв. I) мощность свиты доходит до 285 м, из нее Д.А.Кухтиновым определены среднетриасовые остракоды – *Darwinula obesa Schl., D. recondita Schl., D. aff. acmajica Schl., Gerdalia minima Starozh*. и др.

Ч а г ы р л и н с к а я с в и т а распространена в северо-восточных районах Северного Устюрта. Свита сложена равномерно чередующимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами и смешанными глинисто-алевролито-песчаными породами, окрашенными в серо-коричневые тона. Мощность свиты – 950 м (Липатова, Старожилова, 1983).

На площади Чумышты (скв.1) в интервале глубин 3166-2837 м вскрыта Чагырлинская свита, залегающая с размывом на красноцветных породах нижнего триаса. Возраст свиты установлен Н.Н.Старожиловой как средний триас по остракодам: *Darwinula recondita Schl., D. obesa Schl., D. kiptschakensis Schl., D. Lauta Schl., D. aff. infera Schl*.

Л.С.Поземова и Г.М.Романовская определили разновозрастные миоспоры *Duplexisporites sp., Nevesisporites sp., Aliaporites sp.* и др.

Верхний триас. Ащитайпакскую серию слагают главным образом терригенные отложения, представленные песчано-глинистыми породами. Песчаники светло-серые, серые, средне- и разнозернистые, с обилием обугленных растительных остатков. Максимальная мощность свиты превышает 1000 м.

Возраст ащитайпакской серии определяется по комплексу миоспор. Г.М.Романовская из скв. 2 площади Ащитайпак в интервале 3600-3665 м установила следующие миоспоры: *Cyathidites triangularis Rom., Dictyophyllum nilssoni (Brongn.) Goep. et Kruch., Duplexisporites gyratus Playf. et Dettmm., Kyrtomisporites speciosus Mad., K. laevigatus Mad., Gnetaceapollenites sp., Ginkgocycadophytus sp. sp., Sulcatisporites sp., Alisporites sp., Chordasporites sulgulichorda Kl.*, указывающие на верхнетриасовый возраст пород вмещающих их отложений. Из верхней части разреза данной серии на площади Мурынсор (скв. Г-1) в интервале глубин 3600-3605 м определены миоспоры: *Zebrasporites interscriptus (Th.) Kl., Glngulisonates sp., Dlctyophyllum sp., Lycopodiacidites rhaeticus E. Sch.*

В результате палинолого-стратиграфических заключений по триасовым отложениям Южного Мангышлака и Северного Устюрта выделены следующие спорово-пыльцевые комплексы:

1.Нижнетриасовый комплекс – характеризуется *Cyclotriletes oligogranifer., C. microgranifer Mad. C. triassicus Mad., Microroticulatusporites sp., Punctatriletes sp., Verrucucusisporites remyanus Mad.*

2.Среднетриасовый комплекс – характеризуется *Cyathidites sp., Verrucucusisporites sp., Conbaculatisporites cf., Mesosoicus KL., Leschikispoites cf., Aduncus (Lesch.) Pot., Raistrickus sp.*

3.Верхнетриасовый спорово-пыльцевой комплекс – характеризуется некоторым доминированием спор папоротникообразных (57%) над пыльцой голосеменных. В больших количествах обнаружены споры *Cyathites sp.* (18%). *Duplexisporites anogrammtnsis (K.-M.) Schug*. (10%), *Deischikisporites aduacus Leischik. Potonie* (7%), *Chomotriletes fnogrammensis (K.-M.) Prosv*. (9%) (Нурмашев, 1970).

Таким образом, выделенные спорово-пыльцевые комплексы могут быть использованы при расчленении разрезов новых разведочных площадей нефтегазоносных отложений Мангышлака и прилегающих территорий.

Выше по разрезу юрские отложения имеют повсеместное распространение. Они представлены сероцветной песчано-глинистой толщей континентального и мелководного происхождения. Мощности их изменяются от первых сотен метров на поднятиях до 2,5-3 км в глубоких прогибах.

ЛИТЕРАТУРА

АЛИЕВ, М.М., АЛЕКСЕЕВА, Л.В., ВИНОГРАДОВА, К.В. 1977. Стратиграфия триасовых отложений Южного Мангышлака. В кн.: *Проблемы геологии нефти. Закономерности форм. и разм. месторожд. нефти и газа.* 11, Москва.

КУХТИНОВ, Д.А., КРИВОНОС, Л.В., ЛЕОНОВА, Е.Г. 1985. Стратиграфия доюрских отложений Юж. Мангышлака. *Изв. АН Каз.ССР, сер.геол.*, 3, Алма-Ата.

ЛИПАТОВА, В.В., СТАРОЖИЛОВА, Н.Н. 1983. Зональные комплексы остракод триаса Восточно-Европейской платформы, Мангышлака, Устюрта и их значение при корреляции и расчленении нефтегазоносных толщ. Тезисы докладов IV Межведомственной стратиграфической конференции. Ашхабад.

НУРМАШЕВ, Н.У. 1970. Спорово-пыльцевые комплексы юрских отложений Туаркыра и Бейнеу и их стратиграфическое значение. Автореф.дисс… канд.геол-мин.наук. Ашхабад.

ПОЗЕМОВА, Л.С., РОМАНОВСКАЯ, Г.М., ВИНОГРАДОВА, К.В. и др. 1984. Комплексы миоспор из триаса Юж.Мангышлака и Сев.Устюрта и их стратиграфическое значение. В кн.: *Стратиграфия и палеонтология триасовых отложений Мангышлака и Устюрта.* Москва.

РЕШЕНИЯ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ по мезозою Средней Азии. 1971. Самарканд. 1977. Ленинград.

Рецензент: д.г.-м.н. Ш.А.Бабаев

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

© A.M.Quliyev, K.M.Nəbiyev, X.M.Nəbiyev, 2013

QAZIMA HƏCMİNİN YENİ VƏ İŞLƏNƏN NEFT YATAQLARI ARASINDA PAYLANMASININ OPTİMAL İDARƏ EDİLMƏSİ

A.M.Quliyev, K.M.Nəbiyev, X.M.Nəbiyev

Azərbaycan MEA Geologiya İnstitutu
AZ1143, Bakı, H.Cavid prosp., 29A

Məqalədə maksimum mənfəət meyarı əsasında qazıma həcminin yeni və uzun müddət işlənən neft yataqları arasında, onların hər birinin fərdi xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla, paylanmasının optimal idarəetmə məsələsinin həlli tədqiq edilmişdir. Alınmış nəticələr regionda neftçıxarmanın müxtəlif müddətli optimal proqnozlaşdırılmasında istifadə oluna bilər.

Ölkəmizin iqtisadiyyatının davamlı inkişafı neft-qaz sənayesi ilə sıx bağlıdır. Hər il neftə və qaza olan tələbatın artması uzun müddət işlənmədə olan yataqlardakı ehtiyatların səmərəli istifadəsi ilə yanaşı, yeni yataqların kəşf olunmasını, onların istismara verilməsini zəruri edir. Bunlara nail olmaq üçün müxtəlif iqtisadi meyarlar əsasında karbohidrogen ehtiyatlarının optimal mənimsənilməsinin iqtisadi-riyazi modellərinin işlənib hazırlanması və onların elmi cəhətdən əsaslandırılmasının xüsusi əhəmiyyəti vardır. Belə modellər neftçıxarmanın optimal inkişaf meyillərinin həm yeni, həm də uzun müddət işlənən yataqların xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla hazırlanmalıdır. Bu məqsədlə yeni və uzun müddət işlənmədə olan yataqların region üzrə xüsusiyyətlərini nəzərə alan optimallaşdırma və optimal idarəetmə məsələləri (Абасов и др., 1995; Валиев, 1998; Кулиев и др., 1995; Quliyev və b., 2003, 2009; Newbery, 1984) işlərində tədqiq olunmuşdur.

Ümumiyyətlə, optimal idarəetmə məsələləri praktikada rast gələn prosesləri modelləşdirməyin güclü vasitələrindən biridir. Belə məsələlərin həlli neft yataqlarının bir sıra mühüm istehsal-texnoloji göstəricilərini (mənimsəmə tempi və müvafiq hasilat tempi, quyular şəbəkəsinin sıxlığı və sistemi, yataqların qazıma tempi, hasilatın intensivləşdirilməsini artıran üsulların tətbiqi və s.) müəyyən etməyə imkan verir. Məhz təklif olunan bu işdə respublikada neft hasilatının inkişafı üçün mühüm əhəmiyyətə malik olan, yeni və uzun müddət işlənən yataqlar arasında onların hər birinin geoloji-fiziki, iqtisadi-texnoloji və digər xüsusiyyətlərini ayrılıqda nəzərə almaqla qazıma həcminin paylanmasının optimal idarəetmə məsələsi həll edilmişdir.

Bazar iqtisadiyyatı şəraitində bu və ya digər istehsala investisiya qoymaq üçün əsas maraq kəsb edən göstərici mənfəətdir. Məhz optimallıq meyarı olaraq verilmiş $[0,T]$ proqnoz dövründə neftçıxarma regionunda mövcud texniki, texnoloji və iqtisadi məhdudiyyətləri nəzərə almaqla m sayda işlənməyə yeni verilmiş və s sayda işlənmədə olan yataqlarda qazılan yeni quyuların istismarı hesabına əldə olunan mənfəətin maksimumu qəbul edilmişdir:

$$R = \sum_{i=1}^{s} \int_0^T \left\{ p(t) \cdot q_i^c(t) - K^c(t, n_i^c, q_i^c) \right\} \cdot e^{-rt} dt + \\ + \sum_{j=1}^{m} \int_0^T \left\{ p(t) \cdot q_j^y(t) - K^y(t, n_j^y, q_j^y, V_j^y) \right\} \cdot e^{-rt} dt \to \max \quad (1)$$

Uzun müddət işlənən yataqlarda qazılacaq quyuların sayı və hasilatı arasında münasibətlərə uyğun hal tənliyi aşağıdakı kimidir:

$$\frac{dq_i^c(t)}{dt} = -a_i q_i^c(t) + q_{0i}^c(t) n_i^c(t), \\ q_i^c(0) = 0, \ i = 1,2,...,s. \quad (2)$$

Yeni yataqlar üzrə hasilatın dəyişmə dinamikası isə yeni ehtiyatlar artımı ilə müəyyən olunmaqla aşağıdakı hal tənliyi vasitəsilə verilir:

$$\frac{dV_j^y(t)}{dt} = -n_j^y(t)\varphi_j(t), \quad V_j^y(0) = V_{0j}, t \in [0,T], \ j = 1,2,...,m, \tag{3}$$

burada $q_i^c(t)$ – [0,*T*] proqnoz dövrünün *t* zaman anında *i*-ci işlənən yataqdan alınan hasilatın miqdarı, $q_{0i}^c(t)$ – *t* zaman anında *i*-ci yataqda istismara verilmiş quyunun başlanğıc debiti, $q_j^y(t)$ – *t* zaman anında *j*-ci yeni yataqdan alınan hasilatın miqdarı, V_{0j} və V_j^y – uyğun olaraq *j*-ci yeni yataqda proqnoz dövrünün başlanğıcına olan və çıxarıla bilən yeni qalıq ehtiyatların həcmi, $P(t)$ – neftin satış qiyməti, $K^c(t, n_i^c, q_i^c)$ – *i*-ci işlənən yataqdan yeni quyuların hesabına alınan hasilata çəkilən xərc, $K^y(t, n_j^y, q_j^y, V_j^y)$ – *j*-ci yeni yataqdan alınan hasilata çəkilən xərc, $n_i^c(t)$ – *t* zaman anında *i*-ci işlənən yataqda qazılan quyuların sayı, $n_j^y(t)$ – *t* zaman anında *j*-ci yeni yataqda qazılan quyuların sayı, $\varphi_j(t)$ – *t* zaman anında *j*-ci yeni yataqda bir quyunun debiti, a_i – *i*-ci işlənən yataqda düşmə əmsalı, *r* – diskontlaşdırma əmsalıdır.

Proqnoz dövründə aşağıdakı şərtlər ödənilməlidir:

– uzun müddət işlənən yataqlarda yeni quyulardan əldə olunan cəm hasilat proqnoz dövrünün əvvəlinə hesablanmış qalıq ehtiyatı aşmamalıdır:

$$\int_0^T q_i^c(t)dt \le V_i^c - Q_i^c, \ i = 1,2,...,s, \tag{4}$$

burada V_i^c və Q_i^c – uyğun olaraq, *i*-ci işlənən yataqda proqnoz dövrünün başlanğıcına olan ehtiyat həcmi və köhnə quyulardan alınan məcmu hasilatın miqdarıdır;

– yeni yataqlar üzrə alınan hasilatın miqdarı bu yataqların ilkin çıxarıla bilən ehtiyatlarının cəmi ilə məhdudlaşır:

$$\int_0^T q_j^y(t)dt \le V_{0j}, \ j = 1,2,...,m; \tag{5}$$

– proqnoz dövrünün hər bir zaman intervalı ərzində neft hasilatına qoyulan məhdud cari investisiya işlənən və yeni yataqlar arasında paylanır:

$$\sum_{i=1}^{s} C_i(t) \cdot n_i^c(t) + \sum_{j=1}^{m} S_j(t) \cdot n_j^y(t) \le Z(t), \tag{6}$$

burada $C_i(t)$ – işlənən yataqlarda qazılan bir yeni quyunun dəyəri, $S_j(t)$ – yeni yataqlarda qazılan bir quyunun dəyəri, $Z(t)$ – neft hasilatına qoyulan ümumi cari investisiyadır;

– işlənən yataqlarda mövcud quyular şəbəkəsi nəzərə alınmaqla, qazılan yeni quyuların ümumi sayı məhduddur:

$$\int_0^T n_i^c(t)dt \le N_i^c, \ i = 1,2,...,s, \tag{7}$$

burada N_i^c – işlənən yataqlarda mövcud quyular şəbəkəsi nəzərə alınmaqla, qazıla biləcək quyuların maksimal sayıdır;

– yeni yataqlarda qazılan yeni quyuların ümumi sayı məhduddur:

$$\int_0^T n_j^y(t)dt \le N_j^y, \ j = 1,2,...,m, \tag{8}$$

burada N_j^y – yeni yataqlarda qazıla biləcək quyuların maksimal sayıdır;

– işlənən və yeni yataqlar üzrə, mövcud texniki-texnoloji və iqtisadi, həmçinin məsələnin riyazi qoyuluşunun tamlığı baxımından qazılacaq quyuların cari sayına aşağıdakı köməkçi şərti qoymaq olar:

$$0 \le n_i^c(t) \le \overline{n}_i^c(t), \ i = 1,2,...,s, \tag{9}$$

$$0 \le n_j^y(t) \le \overline{n}_j^y(t), \ j = 1,2,...,m, \tag{10}$$

burada $\overline{n}_i^c(t)$ və $\overline{n}_j^y(t)$ – uyğun olaraq *t* zaman anında *i*-ci işlənən və *j*-ci yeni yataqda qazılan quyuların maksimal sayıdır.

Bu məsələdə idarəetmələr kimi işlənən və yeni yataqlarda qazılan yeni quyuların sayı ($n_i^c(t)$, $n_j^y(t)$) qəbul edilir.

Beləliklə, (1)-(10) məsələsinin həlli elə $n_i^c(t)$, $n_j^y(t)$ kimi idarəedici cütlərinin tapılmasıdır ki, onlar da verilən (4)-(10) şərtlərini və (2)-(3) hal tənliklərini ödəməklə bərabər, (1) funksionalını maksimum etsin.

Optimal idarəetmə məsələlərinin müxtəlif həll üsulları mövcuddur. Bu üsullardan istifadə edərkən $K^c(t,n_i^c,q_i^c)$ və $K^y(t,n_j^y,q_j^y,V_j^y)$ əmsallarının dəyişmə funksiyaları parametrlərdən qeyri-xətti asılı olduqda (1)-(10) məsələsinin həlli xeyli çətinləşir. Bunun üçün həm yeni, həm də işlənən yataqlarda hasilata çəkilən xərcləri uyğun surətdə hasilatın cari səviyyəsinə müvafiq olaraq xətti götürmək olar.

İşlənən yataqlar üzrə hasilatın 1 tonuna çəkilən istismar xərclərinin həmin yataqlar üzrə retrospektiv məlumatların köməyi əsasında dəyişmə dinamikasını müəyyən etmək mümkündür.

Yeni yataqlar üzrə bir çox göstəricilərin dəyişmə dinamikasını təyin etmək mümkün olmadığından, bu yataqlar üzrə 1 ton hasilata çəkilən xərclərin dinamikasını respublikanın yeni yataqlarının istismarı üzrə mövcud təcrübəni ümumiləşdirərək, analogiya yolu ilə və ya işlənmə variantları üzrə tərtib olunmuş layihələr əsasında təyin etmək olar.

Yuxarıda qeyd edilənləri nəzərə alaraq, $K^c(t,n_i^c,q_i^c)=K^c(t)\cdot q_i^c(t)$; $K^y(t,n_j^y,q_j^y,V_j^y)=K^y(t)\cdot q_j^y(t)$ qəbul etməklə, (1)-(10) məsələsini müvafiq xətti proqramlaşdırma məsələsinə gətirmək olar. Bunun üçün modelə daxil olan kəmiyyətlərin diskret analoqundan istifadə edilir. $[0,T]$ proqnozlaşdırma dövrünü T sayda $[t_{k-1},t_k]$ zaman intervallarına bölməklə (burada $t_0=0$, $t_T=T$), istənilən f kəmiyyəti üçün $\int_0^T f(t)dt \approx \approx \sum_{k=1}^{T} f(\xi_k)\Delta t_k$, $\xi_k\in[t_{k-1},t_k]$, $\Delta t_k=t_k-t_{k-1}$ olduğunu və $n_{ik}=n_i(\xi_k)\Delta t_k$, $q_{ik}^c=q_i^c(\xi_k)\Delta t_k$, $q_{jk}^y=q_j^y(\xi_k)\Delta t_k$, $p_k=p(\xi_k)$, $K_{ik}^c=K_i^c(\xi_k)$, $K_{jk}^y=K_j^y(\xi_k)$, $k=1,2,...,T$; $i=1,2,...,s$; $j=1,2,...,m$ qəbul etsək, (1)-(10) məsələsini aşağıdakı diskret xətti proqramlaşdırma vəziyyətinə gətirmək olar. Beləliklə, müvafiq optimallaşdırma meyarı aşağıdakı kimi yazılar:

$$R=\sum_{i=1}^{s}\sum_{k=1}^{T}\left(p_k\cdot q_{ik}^c-K_{ik}^c\cdot q_{ik}^c\right)\cdot e^{-rk}+ \\ +\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{T}\left(p_k\cdot q_{jk}^y-K_{jk}^y\cdot q_{jk}^y\right)\cdot e^{-rk}\to\max \qquad (11)$$

burada $q_{ik}^c=\sum_{j=1}^{k} n_{ij}^c\cdot q_{ikj}^c$, T – proqnozlaşdırma dövrünün bölündüyü intervalların sayı, q_{ikj}^c – k zaman anında i-ci işlənən yataqda istismara verilmiş quyudan j zaman anında alınan hasilatdır və belə hesablanır:

$$q_{ikj}^c=q_{0ij}\cdot e^{-\xi_{kj}(k-j)};$$

$q_{jk}^y=\sum_{i=1}^{k} n_{ji}^y\cdot\varphi_{jki}$, φ_{jki} – k zaman anında j-ci yeni yataqda istismara verilmiş quyudan i zaman anında alınan hasilatdır.

Məhdudiyyət şərtləri:

$$\sum_{k=1}^{T} q_{ik}^c\le V_i^c-Q_i^c,\quad i=1,2,...,s; \qquad (12)$$

$$\sum_{k=1}^{T} q_{jk}^y\le V_{0j},\quad j=1,2,...,m; \qquad (13)$$

$$\sum_{i=1}^{s} C_{ik}\cdot n_{ik}^c+\sum_{j=1}^{m} S_{jk}\cdot n_{jk}^y\le Z_k,\ k=1,2,...,T; \qquad (14)$$

$$\sum_{k=1}^{T} n_{ik}^c\le N_i^c,\ i=1,2,...,s; \qquad (15)$$

$$\sum_{k=1}^{T} n_{jk}^y\le N_j^y,\ j=1,2,...,m; \qquad (16)$$

$$n_{ik}^c\le\overline{n}_{ik}^c,\quad i=1,2,...,s,\quad k=1,2,...,T; \qquad (17)$$

$$n_{jk}^y\le\overline{n}_{jk}^y,\quad j=1,2,...,m,\quad k=1,2,...,T. \qquad (18)$$

Q_i^c -nin qiymətləri hər bir $i \in \{1,2,...,s\}$ üçün proqnoz dövründə hasilatın dinamikasına görə mövcud faktiki verilənlərdən istifadə edərək proqnozlaşdırmanın məlum statistik üsullarının köməyilə hesablanır (Абасов, Султанов, 1980; Алиев и др., 1990; Асадов, 1985).

Məsələ iki tip dəyişənli olduğundan (11) funksionalını və (12)-(18) məhdudiyyət şərtlərinin sol tərəflərinin hədlərini ardıcıl nömrələmələrdən istifadə edərək idarəedici parametrlərin əmsallara hasili şəklinə gətirməklə birdəyişənli məsələyə çevirmək olar. Əvvəlcə, (11) funksionalını çevirək:

$$\begin{aligned} R &= \sum_{i=1}^{s}\sum_{k=1}^{T}\left(p_k \cdot q_{ik}^c - K_{ik}^c \cdot q_{ik}^c\right)\cdot e^{-rk} + \\ &+ \sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{T}\left(p_k \cdot q_{jk}^y - K_{jk}^y \cdot q_{jk}^y\right)\cdot e^{-rk} = \\ &= \sum_{i=1}^{s}\sum_{k=1}^{T}\left(p_k - K_{ik}^c\right)\cdot e^{-rk}\cdot q_{ik}^c + \\ &+ \sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{T}\left(p_k - K_{jk}^y\right)\cdot e^{-rk}\cdot q_{jk}^y \end{aligned} \tag{19}$$

$\left(p_k - K_{ik}^c\right)\cdot e^{-rk} = z_{ik}^c$, $\left(p_k - K_{jk}^y\right)\cdot e^{-rk} = z_{ik}^y$

işarələmələrini aparmaqla (19)-u aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$R = \sum_{i=1}^{s}\sum_{k=1}^{T} z_{ik}^c \cdot q_{ik}^c + \sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{T} z_{jk}^y \cdot q_{jk}^y , \tag{20}$$

$q_{ik}^c = \sum_{j=1}^{k} n_{ij}^c \cdot q_{ikj}^c$ və $q_{jk}^y = \sum_{i=1}^{k} n_{ji}^y \cdot \varphi_{jki}$ ifadələrini (20)-də nəzərə alaraq müvafiq çevirmələr apardıqdan sonra funksionalı aşağıdakı şəklə gətirmək olar:

$$R = \sum_{i=1}^{s}\sum_{k=1}^{T} \alpha_{ik}^c \cdot n_{ik}^c + \sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{T} \alpha_{jk}^y \cdot n_{jk}^y , \tag{21}$$

burada $\alpha_{ik}^c = \sum_{j=k}^{T} z_{ij}^c \cdot q_{ijk}^c$, $\alpha_{jk}^y = \sum_{i=k}^{T} z_{ji}^y \cdot \varphi_{jik}$,

$i = 1,2,...,s,\ j = 1,2,...,m,\ k = 1,2,...,T$

Aşağıdakı işarələmələri qəbul edək:

$$P_l = \begin{cases} \alpha_{ik}^c, & 1 \le l \le TS \\ \alpha_{jk}^y, & TS < l \le T(s+m) \end{cases}$$

$$P = \left(P_1, P_2, ..., P_{T(s+m)}\right),$$

$$x_l = \begin{cases} n_{ik}^c, & 1 \le l \le TS \\ n_{jk}^y, & TS < l \le T(S+m) \end{cases}$$

$$X = \left(x_1, x_2, ..., x_{T(s+m)}\right)^T ,$$

burada

$$l = \begin{cases} (k-1)s + i;\ i = 1,2,...,s,\ k = 1,2,...,T \\ (k-1)s + i + (\xi - 1)m + j; \\ k = T,\ i = s,\ \xi = 1,2,...,T,\ j = 1,2,...,m \end{cases}$$

Bunları nəzərə aldıqdan sonra (11) funksionalı aşağıdakı kimi olar:

$$R = \sum_{l=1}^{T(s+m)} P_l \cdot x_l = \left\langle P, X \right\rangle . \tag{22}$$

$q_{ik}^c = \sum_{j=1}^{k} n_{ij}^c \cdot q_{ikj}^c$ olduğunu nəzərə alsaq, (12)-i aşağıdakı kimi olar:

$$\begin{aligned} &\sum_{k=1}^{T} q_{ik}^c = \sum_{k=1}^{T}\sum_{j=1}^{k} q_{ikj}^c \cdot n_{ij}^c = \sum_{j=1}^{T}\sum_{k=j}^{T} q_{ikj}^c \cdot n_{ij}^c = \\ &= \sum_{j=1}^{T} \beta_{ji}^c \cdot n_{ij}^c \le V_i^c - Q_i^c,\ \ i = 1,2,...,s \end{aligned} \tag{23}$$

burada

$$\beta_{ji}^c = \sum_{k=j}^{T} q_{ikj}^c,\ \ i = 1,2,...,s,\ \ j = 1,2,...,T .$$

Analoji çevirmələri (13)-(18) şərtlərinə də tətbiq etməklə (11)-(18) məsələsini aşağıdakı vektor şəklində yaza bilərik (burada $\beta_{ij}^y = \sum_{k=i}^{T} \varphi_{jki}$, $j = 1,2,...,m,\ \ i = 1,2,...,T$):

$$R = \left\langle P, X \right\rangle \to \max \tag{24}$$

$$AX \le b , \tag{25}$$

burada

$$A=\begin{pmatrix}
\beta_{11}^{c} & 0 & \dots & 0 & \dots & \beta_{i1}^{c} & 0 & \dots & 0 & \dots & \beta_{T1}^{c} & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
0 & \beta_{12}^{c} & \dots & 0 & \dots & 0 & \beta_{i2}^{c} & \dots & 0 & \dots & 0 & \beta_{T2}^{c} & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
\dots & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\
0 & 0 & \dots & \beta_{1s}^{c} & \dots & 0 & 0 & \dots & \beta_{is}^{c} & \dots & 0 & 0 & \dots & \beta_{Ts}^{c} & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \beta_{11}^{y} & 0 & \dots & 0 & \dots & \beta_{j1}^{y} & 0 & \dots & 0 & \dots & \beta_{T1}^{y} & 0 & \dots & 0 \\
0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \beta_{12}^{y} & \dots & 0 & \dots & 0 & \beta_{j2}^{y} & \dots & 0 & \dots & 0 & \beta_{T2}^{y} & \dots & 0 \\
\dots & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\
0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & \beta_{1m}^{y} & \dots & 0 & 0 & \dots & \beta_{jm}^{y} & \dots & 0 & 0 & \dots & \beta_{Tm}^{y} \\
C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1s} & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1m} & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
\dots & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\
0 & 0 & \dots & 0 & \dots & C_{i1} & C_{i2} & \dots & C_{is} & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & S_{i1} & S_{i2} & \dots & S_{im} & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
\dots & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\
0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & C_{T1} & C_{T2} & \dots & C_{Ts} & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & S_{T1} & S_{T2} & \dots & S_{Tm} \\
1 & 0 & \dots & 0 & \dots & 1 & 0 & \dots & 0 & \dots & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
0 & 1 & \dots & 0 & \dots & 0 & 1 & \dots & 0 & \dots & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
\dots & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\
0 & 0 & \dots & 1 & \dots & 0 & 0 & \dots & 1 & \dots & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & \dots & 1 & 0 & \dots & 0 & \dots & 1 & 0 & \dots & 0 \\
0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & \dots & 0 & 1 & \dots & 0 & \dots & 0 & 1 & \dots & 0 \\
\dots & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\
0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & \dots & 0 & 0 & \dots & 1 & \dots & 0 & 0 & \dots & 1 \\
1 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
0 & 1 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
\dots & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\
0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\
\dots & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\
0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 1
\end{pmatrix},\quad b=\begin{pmatrix}
V_1^c - Q_1^c \\
V_2^c - Q_2^c \\
\cdot \\
V_s^c - Q_s^c \\
V_{01} \\
V_{02} \\
\cdot \\
V_{0m} \\
Z_1 \\
Z_2 \\
\cdot \\
Z_T \\
N_1^c \\
N_2^c \\
\cdot \\
N_s^c \\
N_1^y \\
N_2^y \\
\cdot \\
N_m^y \\
\overline{n}_{11}^c \\
\overline{n}_{21}^c \\
\cdot \\
\overline{n}_{Ts}^c \\
\overline{n}_{11}^y \\
\overline{n}_{21}^y \\
\cdot \\
\overline{n}_{Tm}^y
\end{pmatrix}$$

Bu matrislərin elementlərindən istifadə edərək (24)-(25) məsələsinin həllinin reallaşdırılması üçün simpleks-üsulun alqoritmi əsasında kompüter proqramı yaradılmış, çoxvariantlı hesablamalar aparılmış və modelə daxil olan texniki, texnoloji və iqtisadi göstəricilərin optimal həllə təsiri öyrənilmişdir.

Hesablamalar 1-ci cədvəldəki ilkin verilənlər əsasında, hər birində 12 variant olmaqla, 5, 10, 15 və 20 illik proqnoz dövrü üçün aparılmışdır. Cədvəldən göründüyü kimi, tədqiqat obyekti kimi konkret olaraq 5 neft yatağı (3 uzun müddət işlənən və 2 yeni) götürülmüşdür və uyğun olaraq I, II, III, IV, V ilə işarə edilmişdir (yataqların sayını artırmaq olar).

İki variant üzrə hesablamaların nəticəsi 2-ci və 3-cü cədvəllərdə verilmişdir. Bütün variantlar üzrə alınmış nəticələri təhlil etdikdə asanlıqla görmək olar ki, həm yeni, həm də uzun müddət işlənən yataqlarda qazıma işlərinin aparılması üçün ilkin olaraq mövcud texniki-texnoloji və iqtisadi göstəriciləri daha yaxşı olan yataqlara üstünlük verilir. Daha sonra isə texniki-texnoloji və iqtisadi göstəriciləri nisbətən yaxşı olan növbəti yataqda da quyuların qazılması prosesi başlayır və quyuların sayına qoyulmuş cari məhdudiyyət şərtinin işləməsi ilə əlaqədar olaraq proses bu qayda ilə növbəti yataqlarda davam etdirilir.

1-ci cədvəl

İlkin verilənlər

Uzun müddət işlənən yataqlar üzrə							
Yataqlar	V^s, min ton	Q^c, min ton	q_0, ton/gün	N^c	$\overline{n}^c$	C, mln manat	K^c, manat
I	220000	90000	60	200	3	15	24,8
II	365000	60000	80	160	4	15	16
III	200000	29000	40	240	2	20	85

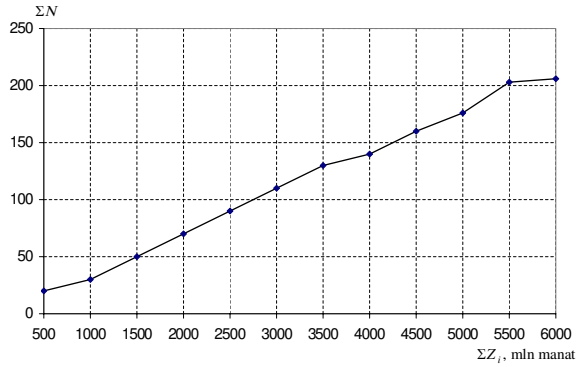
Yeni yataqlar üzrə						
Yataqlar	V^y, min ton	q_0, ton/gün	N^y	$\overline{n}^y$	S, mln manat	K^y, manat
IV	350000	1500	200	10	30	6
V	250000	2500	120	6	30	10

Neftin satış qiyməti – 100 manat/barel

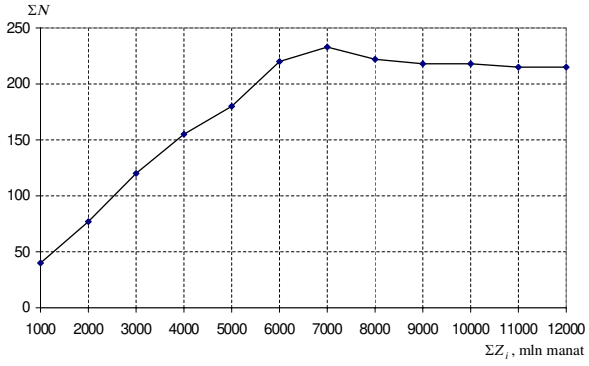
Beləliklə, qazıma həcmi istər uzun müddət işlənən, istərsə də yeni yataqlarda mövcud texniki-texnoloji və iqtisadi məhdudiyyət şərtlərini nəzərə almaqla ilkin olaraq texniki-iqtisadi göstəriciləri daha yaxşı olan yataqlar arasında paylanır. 1-ci və 2-ci şəkillərdə uyğun olaraq 10 və 20 illik proqnoz dövründə yeni və işlənən yataqlarda qazılan quyuların ümumi sayının investisiya qoyuluşunun həcmindən asılı dəyişməsi göstərilmişdir. 2-ci şəkildən göründüyü kimi, investisiya qoyuluşunun müəyyən həddindən sonra quyuların sayında azalma müşahidə olunur ki, bu da əsasən yataqlarda mövcud quyuların şəbəkəsini nəzərə almaqla proqnoz dövründə qazılacaq quyuların sayına qoyulan məhdudiyyətdən irəli gəlir.

Yeni və işlənən yataqlardan alınan hasilatın satışından əldə olunan mənfəətin ümumi miqdarının proqnoz dövründən asılılığı 3-cü şəkildə göstərilmişdir. Bu göstəricinin qiymətinin 15 illik proqnoz dövrü üçün daha yaxşı olduğunu görürük. Bununla da neft sənayesinə investisiyanın hansı müddətə və hansı həcmdə qoyulmasının və onun effektivliyinin qiymətləndirilməsi məsələlərində bu nəticələrdən istifadə etmək olar. Neftçıxarmaya qoyulan investisiyanın miqdarını yataqların modeldə nəzərdə tutulan bütün göstəriciləri nəzərə alınmaqla tənzimləmək mümkündür.

İstər yeni, istərsə də işlənmədə olan yataqların fərdi xüsusiyyətləri nəzərə alınaraq, modelə daxil olan digər texniki, texnoloji və iqtisadi göstəricilərin optimal həllə təsiri də öyrənilmişdir.



1-ci şəkil. 10 illik proqnoz dövründə yeni və işlənən yataqlarda qazılan quyuların ümumi sayının investisiya qoyuluşunun həcmindən asılı dəyişməsi



2-ci şəkil. 20 illik proqnoz dövründə yeni və işlənən yataqlarda qazılan quyuların ümumi sayının investisiya qoyuluşunun həcmindən asılı dəyişməsi

2-ci cədvəl

Z_i=550 mln manat olduqda 10 illik proqnoz dövrü üçün alınmış nəticələr

İllər / Yataqlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Uzun müddət işlənən yataqlar üzrə qazılan quyuların sayı										
I	1	1	1	1	1	3	3	3	3	0
II	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
Yeni yataqlar üzrə qazılan quyuların sayı										
IV	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
V	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

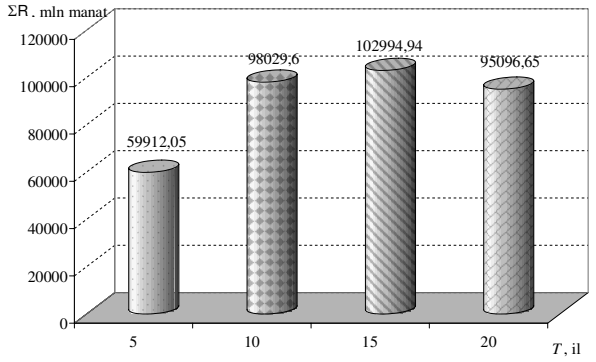
Yataqlar	∑Q, min ton	R, mln manat	Qalıq ehtiyat, min ton	$\sum n_i$
Uzun müddət işlənən yataqlar üzrə				
I	5680,42	1968,96	124319,58	17
II	27913,20	11243,84	277086,8	20
III	739,23	202,56	170260,77	6
Yeni yataqlar üzrə				
IV	184819,27	70126,39	349753,63	100
V	184018,63	69469,94	249589,38	60
Cəmi	403170,75	153011,69	1171010,16	203

3-cü cədvəl

Z_i=300 mln manat olduqda 20 illik proqnoz dövrü üçün alınmış nəticələr

İllər / Yataqlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Uzun müddət işlənən yataqlar üzrə qazılan quyuların sayı																				
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yeni yataqlar üzrə qazılan quyuların sayı																				
IV	2	2	2	2	2	2	8	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
V	6	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Yataqlar	∑Q, min ton	R, mln manat	Qalıq ehtiyat, min ton	$\sum n_i$
Uzun müddət işlənən yataqlar üzrə				
I	0	0	130000	0
II	82688,00	22192,10	222312,00	40
III	0	0	171000	0
Yeni yataqlar üzrə				
IV	347849,78	64438,56	349753,63	144
V	247309,11	76204,55	249589,38	36
Cəmi	677846,89	162835,21	1122655,01	220



3-cü şəkil. $\sum Z_i$=3000 mln manat olduqda neftin satışından əldə edilən mənfəətin proqnoz dövründən asılı dəyişməsi

Hazırlanmış kompüter proqramından istifadə edərək Azərbaycanın istənilən neft yataqlarının işlənməsində iqtisadi effektivliyin qiymətləndirilməsi üçün hər yatağın ilkin verilənləri əsasında müvafiq hesablamaları da aparmaq olar.

Beləliklə, müxtəlif proqnoz dövrləri üçün alınmış nəticələr və onların təhlili təqdim olunmuş model və hazırlanmış proqram paketinin yeni və uzun müddət işlənən yataqlarda yeni quyuların qazılması istiqamətində aparılan layihə işlərində effektiv vasitə olduğunu deməyə əsas verir. Eyni zamanda, həll olunmuş məsələ investisiyanın istifadəsinin və bunun əsasında yataqların işlənməsi effektivliyinin uzunmüddətli proqnozlaşdırılması üçün əsas vasitələrdən biridir. Belə ki, ilkin olaraq proqnozlaşdırmanın aparılması yataqların istismar xüsusiyyətləri nəzərə alınaraq texniki-texnoloji və iqtisadi göstəricilərin kifayət qədər düzgün qiymətləndirilməsindən asılıdır. Məsələ həmçinin regionda olan açılmamış yataqların mövcud retrospektiv məlumatlar əsasında analogiyaya müvafiq olaraq uzun müddət işlənməsini qiymətləndirməyə imkan verir. Bunun üçün analogiyanın tətbiqi nöqteyi-nəzərdən kifayət qədər geniş geoloji-geofiziki və işlənmə üzrə işlərin aparılması vacibdir və əsaslandırılmalıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, həll edilən məsələ istər yeni yataqların işlənmə layihələrinin qiymətləndirilməsi, istərsə də işlənən yataqlarda mövcud quyular fondunu nəzərə almaqla quyular şəbəkəsinin sıxlaşdırılması üzrə layihələrin qiymətləndirilməsi üçün istifadə oluna bilər.

ƏDƏBİYYAT

QULIYEV, A.M., NƏBIYEV, K.M., NƏBIYEV, X.M. 2009. İnvestisiya qoyuluşunun yeni və işlənən neft yataqları üzrə optimal paylanmasının tədqiqi. *Azərbaycan MEA-nın məruzələri*, LXV, 5, 127-135.

QULIYEV, A.M., VƏLIYEV, V.M., NƏBIYEV, K.M., NƏBIYEV, X.M. 2003. Uzun müddət işlənən və yeni neft yataqları üzrə kapital qoyuluşunun paylanmasının optimal idarəetmə modeli. *Azərbaycan iqtisadiyyatı yüksəliş yolunda* məqalələr toplusunda. IV (XIII), 108-116.

АБАСОВ, М.Т., КУЛИЕВ, А.М., АЛИЕВ, А.А., ВАЛИЕВ, В.М., НАБИЕВ, К.М. 1995. Оптимальное сочетание доразбуривания старых площадей с приростом новых запасов и добычей из них. *Известия АН Азербайджана, серия наук о Земле*, 1-3, 96-100.

АБАСОВ, М.Т., СУЛТАНОВ, Ч.А. 1980. Статистическое моделирование нефтяных залежей. Азернешр. Баку. 79.

АЛИЕВ, А.А., ВАЛИЕВ, В.М., КУЛИЕВ, Ф.Я. 1990. К прогнозированию уровня добычи нефти по группам новых скважин на длительно-разрабатываемых месторождениях. В кн.: *Вопросы геологии и разработки нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений*. Элм, Баку, 89-95.

АСАДОВ, А.М. 1985. Прогнозирование уровней добычи и коэффициент изменения. В кн.: *Экономика и управление нефтяной промышленности*, 4, 29-33.

ВАЛИЕВ, В.М. 1998. Модель оптимального управления освоения нефтяных ресурсов. *Известия АН Азербайджана, серия физико-технических и математических наук*, 2, 171-174.

КУЛИЕВ, А.М., АЛИЕВ, А.А., ВАЛИЕВ, В.М., НАБИЕВ, К.М. 1995. Оптимизация распределения объема бурения по группе месторождений суши Азербайджана. *Известия АН Азербайджана, серия наук о Земле*, 4-6, 91-104.

NEWBERY, D.M. 1984. The economics of oil. In: *Mathematical Methods in Economics.* John Wiley & Sons. Ltd, 519-544.

Məqaləyə Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü B.Ə.Bağırov və i.e.d. V.M.Vəliyev rəy vermişlər

© B.Z.Kazımov, 2013

SÜXURLARI RELAKSASİYALI DEFORMASİYAYA UĞRAYAN QAZ YATAĞININ QUYULAR SİSTEMİ İLƏ İŞLƏNİLMƏ GÖSTƏRİCİLƏRİNİN ƏDƏDİ TƏYİNİ ÜSULU

B.Z.Kazımov

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya İnstitutu
AZ1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 29A

Məqalədə süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan qaz yatağının ixtiyari yerləşən quyular sistemi ilə tükənmə rejimində işlənilməsi məsələsinin ədədi həlli araşdırılır. Həll alqoritmi əsasında riyazi hesablamalar aparılmış və süxurların relaksasiyalı deformasiyasının yatağın işlənilmə göstəricilərinə təsiri öyrənilmişdir.

Giriş. Məlumdur ki, neft və qaz yataqlarını yerləşdirən süxurlar yataqların işlənilməsi prosesində müəyyən dərəcədə deformasiyaya uğrayırlar (Абасов и др., 1997; Добрынин, 1970; Желтов, 1975; Руппенейт, 1975 və b.). Yataqların işlənilmə təcrübəsi, bir çox eksperimental-laboratoriya və quyuların hidrodinamiki tədqiqat məlumatları əsasında müəyyən olunmuşdur ki, bu deformasiyalar qeyri-xətti elastiki və ya qeyri-elastiki olmaqla relaksasiyalı və sürüşgəcli təbiətə malikdirlər (Аметов, Басниев, 1981; Ержанов, 1964; Кулиев, Казымов, 2009; Молокович, 2006 və b.).

Yatağın geoloji quruluşunun mürəkkəbliyi, çatların və boşluqların mövcudluğu, layın kəsilişində gilli süxurların və duzların olması belə deformasiya şəraitinə malik yataqlarda qeyri-elastiki süxurların relaksasiyalı və sürüşgənli deformasiyasının daha da güclənməsinə səbəb olur.

Belə yataqların işlənilməsi prosesində təzyiqin böyük intervallarda kəskin dəyişməsi baş verir ki, bu da, öz növbəsində, məsaməliyin və keçiriciliyin zamandan asılı olaraq xətti dəyişmə qanunauyğunluğu ilə üst-üstə düşməyən daha mürəkkəb qeyri-xətti qanunayğunluqlar üzrə dəyişməsinə gətirib çıxarır.

Məlumdur ki, neft və qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin proqnozlaşdırılması müxtəlif hidrodinamik hesablama üsulları vasitəsilə həyata keçirilir. Bununla əlaqədar olaraq, aydındır ki, neft və qaz yataqlarının müxtəlif rejimlərdə işlənilmə göstəricilərinin yeni təyin üsullarının yaradılması və ya mövcud üsulların təkmilləşdirilməsi həmin yataqların işlənilmə layihələrinin tərtib edilməsi və analizinin həyata keçirilməsi baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Yataqların işlənmə prosesində məruz qaldıqları relaksasiyalı və sürüşgəcli xarakterə malik mürəkkəb deformasiyanın işlənilmə göstəricilərinə kompleks təsirinin müəyyən edilməsi, eləcə də müvafiq hesablama üsularının yaradılması bu cəhətdən böyük aktuallığa malikdir.

Süxurları relaksasiyalı və sürüşgəcli deformasiyaya uğrayan yataqlarda işlənilmə göstəricilərinin, eləcə də məsaməli mühitin süzülmə və reoloji parametrlərinin təyini məsələləri üzrə indiyədək aparılan tədqiqatlara misal olaraq Y.M.Molokoviç, N.N.Nepremirov, J.S.Yerjanov., N.M.Ametov, K.S.Basniyev, A.M.Quliyev, M.T.Abasov, Q.N.Cəlilov, Q.I.Calalov, M.A.Dünyamalıyev, Z.A.Kərimov və digərlərinin işlərini qeyd etmək olar (Аметов, Басниев, 1981; Ержанов, 1964; Керимов, Мирзоева, 1999; Кулиев и др., 1999; Кулиев и др., 2000; Кулиев, Казымов, 2009; Кулиев и др., 2007; Молокович, 2006; Джалалов və b., 2012 və b.). Bu tədqiqat işlərində müxtəlif hallar üçün işlənmə və süzülmə proseslərini ifadə edən dəqiq və təqribi həllər alınmış, lay parametrlərinin qiymətləndirilməsi üçün müxtəlif analitik üsullar təklif edilmişdir.

Bu istiqamətdə elmi araşdırmaların aparılması öz aktuallığını hələ də itirməmişdir.

Məsələnin qoyuluşu və həlli. Fərz edək ki, süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan qaz yatağı ixtiyari yerləşən quyular sistemi ilə tükənmə rejimində istismar edilir. Süzülmə qanununun Darsi qanununa tabe olduğunu qəbul edək. Bu zaman layın istənilən nöqtəsində təzyiq funksiyasının və məsaməliyin təyini aşağıdakı qeyri-xətti xüsusi törəməli diferensial tənliklər sisteminin (Закиров, 1998; Кулиев и др., 1999)

$$\begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{k_l(p)p}{\mu_q(p)z(p)}\dfrac{\partial p}{\partial x}\right)+\dfrac{\partial}{\partial y}\left(\dfrac{k_l(p)p}{\mu_q(p)z(p)}\dfrac{\partial p}{\partial y}\right)= \\ =\dfrac{\partial}{\partial t}\left(\dfrac{mp}{z(p)}\right)+\dfrac{p_{at}}{h\cdot\beta}\sum\limits_{v=1}^{N_1}q_v(t)\delta(x-x_v)(y-y_v) \\ m+\tau_m\dfrac{\partial m}{\partial t}=m_0e^{\beta_s(p-p_0)} \end{cases}$$

verilmiş başlanğıc və sərhəd

$$p(x,y,0)=p_0,\ \ m(x,y,0)=m_0$$
$$\left.\frac{\partial p}{\partial x}\right|_{x=0;L}=0,\quad \left.\frac{\partial p}{\partial y}\right|_{y=0;H}=0$$

şərtləri daxilində həllinə gətirilir. Burada $p=p(x,y,t)$, $m=m(x,y,t)$, $0\le x\le L$, $0\le y\le H$, $t\ge 0$; p, m və k_l – müvafiq olaraq cari lay təzyiqi, məsaməlik və keçiricilik; p_0 və m_0 – müvafiq olaraq başlanğıc lay təzyiqi və başlanğıc məsaməlik; N_1 – quyuların sayı; H, L və h – müvafiq olaraq zolaqvari formaya malik yatağın eni, uzunluğu və qalınlığı (1-ci şək.); q_v – v -ci quyunun debiti; $z(p)$ – qazın ifrat sıxılma əmsalı; $\mu_q(p)$ – qazın özlülüyü; δ – Dirak funksiyası; β_s – süxurun elastiki sıxılma əmsalı; β – qaz üçün temperatur düzəlişi; p_{at} – atmosfer təzyiqi; τ_m – məsaməliyə nəzərən relaksasiya vaxtıdır.

Keçiriciliyin təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsini

$$k_l(p)=k_0e^{\alpha_k(p-p_0)}$$

kimi qəbul edək (burada k_0 – başlanğıc keçiricilik; α_k – keçiriciliyin dəyişməsini səciyyələndirən sabit əmsaldır) (Горбунов, 1981).

Qəbul olunur ki, yataq qeyri-müntəzəm quyular sistemi ilə istismar olunur və hər bir quyunun debiti məlumdur (q_v). Təzyiqin və məsaməliyin təyininə imkan verən müvafiq ədədi hesablama sxemlərinin yaradılması tələb olunur.

Məsələni sonlu fərqlər üsulunun köməyilə həll etmək üçün düzbucaqlı formalı səthə malik lay oblastı aşağıdakı müvafiq şəbəkə oblastı ilə əvəz olunur (Закиров, 1998):

$$\omega=\{(x_i,y_j,t_k): x_i=i\cdot\Delta x\ (i=0,1,...,N;\ N=L/\Delta x);\ y_j=j\cdot\Delta y\ (j=0,1,...,M;\ M=H/\Delta y);\ t_k=k\cdot\tau,\ k=0,1,2,...\}$$

Bu diskret şəbəkədə təzyiqə və məsaməliyə görə olan diferensial tənliklər, eləcə də başlanğıc və sərhəd şərtləri müvafiq fərq analoqları ilə əvəz olunmaqla aşağıdakı şəkildə ifadə edilmişdir (Азиз, Сеттари, 1982; Кричлоу, 1979):

$$p_{i,j}^{k,r}=\frac{1}{a_{i,j}^{k,r}}\left(d_{i,j}^{k}+g_{i,j}^{k,r}\cdot p_{i,j-1}^{k-1}+c_{i,j}^{k,r}\cdot p_{i-1,j}^{k-1}+b_{i,j}^{k,r}\cdot p_{i+1,j}^{k-1}+e_{i,j}^{k,r}\cdot p_{i,j+1}^{k-1}\right)$$
$$i=\overline{1,N-1},\ j=\overline{1,M}-1,\ k=1,2,..;\ r=1,2,..,$$

$$m_{i,j}^{k}=m_{i,j}^{k-1}\left(1-\frac{\tau}{\tau_m}\right)+\frac{\tau}{\tau_m}m_0e^{\beta_s(p_{i,j}^{k-1}-p_0)}$$

Burada

$$a_{i,j}^{k,r}=\frac{m_{i,j}^{k-1}}{z(p_{i,j}^{k-1})}-\frac{p_{i,j}^{k-1}\cdot m_{i,j}^{k-1}}{p_0}\cdot\frac{z'(p_{i,j}^{k-1})}{z^2(p_{i,j}^{k-1})}+$$
$$+\frac{1}{(\Delta x)^2}\left[F_{i+1/2,j}^{k,r-1}+F_{i-1/2,j}^{k,r-1}\right]+\frac{1}{(\Delta y)^2}\left[F_{i,j+1/2}^{k,r-1}+F_{i,j-1/2}^{k,r-1}\right]$$

$$d_{i,j}^{k}=-\frac{p_{at}}{h\beta}\sum_{v=1}^{N_1}q_v(t_{k-1})\delta(x_i-x_v)(y_j-y_v)-$$
$$-\frac{p_{i,j}^{k-1}(m_{i,j}^{k}-m_{i,j}^{k-1})}{\tau\cdot z(p_{i,j}^{k-1})}+$$
$$+\frac{p_{i,j}^{k-1}}{\tau}\left(\frac{m_{i,j}^{k-1}}{z(p_{i,j}^{k-1})}-\frac{p_{i,j}^{k-1}\cdot m_{i,j}^{k-1}}{p_0}\cdot\frac{z'(p_{i,j}^{k-1})}{z^2(p_{i,j}^{k-1})}\right),$$

$$g_{i,j}^{k,r}=\frac{1}{(\Delta y)^2}F_{i,j-1/2}^{k,r-1},\ \ c_{i,j}^{k,r}=\frac{1}{(\Delta x)^2}F_{i-1/2,j}^{k,r-1},$$

$$b_{i,j}^{k,r}=\frac{1}{(\Delta x)^2}F_{i+1/2,j}^{k,r-1},\ e_{i,j}^{k,r}=\frac{1}{(\Delta y)^2}F_{i,j+1/2}^{k,r-1}$$

$$p_{i,j}^{0}=p_0,\ m_{i,j}^{0}=m_0,\ p_{0,j}^{k,r}=p_{1,j}^{k,r},$$
$$p_{N,j}^{k,r}=p_{N-1,j}^{k,r},\ p_{i,0}^{k,r}=p_{i,1}^{k,r},\ p_{i,M}^{k,r}=p_{i,M-1}^{k,r},$$

$$\delta(x_i-x_v)(y_j-y_v)=\begin{cases}0, & x_i\ne x_v,\ y_j\ne y_v\\ \dfrac{1}{\Delta x\Delta y}. & x_i=x_v,\ y_j=y_v\end{cases}$$

$$F_{i,j-1/2}^{k,r-1}=\frac{k(p_{i,j-1/2}^{k,r-1})p_{i,j-1/2}^{k,r-1}}{\mu_q(p_{i,j-1/2}^{k,r-1})\cdot z(p_{i,j-1/2}^{k,r-1})},$$

$$F^{k,r-1}_{i,j+1/2}=\frac{k(p^{k,r-1}_{i,j+1/2})p^{k,r-1}_{i,j+1/2}}{\mu_q(p^{k,r-1}_{i,j+1/2})\cdot z(p^{k,r-1}_{i,j+1/2})},$$

$$F^{k,r-1}_{i-1/2,j}=\frac{k(p^{k,r-1}_{i-1/2,j})p^{k,r-1}_{i-1/2,j}}{\mu_q(p^{k,r-1}_{i-1/2,j})\cdot z(p^{k,r-1}_{i-1/2,j})},$$

$$F^{k,r-1}_{i+1/2,j}=\frac{k(p^{k,r-1}_{i+1/2,j})p^{k,r-1}_{i+1/2,j}}{\mu_q(p^{k,r-1}_{i+1/2,j})\cdot z(p^{k,r-1}_{i+1/2,j})}$$

$$p^{k,r-1}_{i-1/2,j}=\frac{2p^{k,r-1}_{i,j}p^{k,r-1}_{i-1,j}}{p^{k,r-1}_{i,j}+p^{k,r-1}_{i-1,j}},\quad p^{k,r-1}_{i+1/2,j}=\frac{2p^{k,r-1}_{i,j}p^{k,r-1}_{i+1,j}}{p^{k,r-1}_{i,j}+p^{k,r-1}_{i+1,j}},$$

$$p^{k,r-1}_{i,j-1/2}=\frac{2p^{k,r-1}_{i,j}p^{k,r-1}_{i,j-1}}{p^{k,r-1}_{i,j}+p^{k,r-1}_{i,j-1}},\quad p^{k,r-1}_{i,j+1/2}=\frac{2p^{k,r-1}_{i,j}p^{k,r-1}_{i,j+1}}{p^{k,r-1}_{i,j}+p^{k,r-1}_{i,j+1}},$$

$$p^{k,r-1}_{i\pm1,j}=p^{k-1}_{i\pm1,j},\ p^{k,r-1}_{i,j\pm1}=p^{k-1}_{i,j\pm1}$$

$r-t_k$ $(k=1,2,...)$ -ya uyğun iterasiyanın nömrəsi; Δx, Δy və τ – müvafiq olaraq x, y və t dəyişənləri üzrə inteqrallama addımlarıdır.

Hər bir $p^{k,r}_{i,j}$, $r=1,2,...$ iterasiyası zamanı qəbul olunur ki, $p^{k,0}_{i\pm1,j}=p^{k-1}_{i\pm1,j}$, $p^{k,0}_{i,j}=p^{k-1}_{i,j}$, $p^{k,0}_{i,j\pm1}=$ $=p^{k-1}_{i,j\pm1}$ ($k=1$ olduqda: $p^{0}_{i,j}=p_0$, $m^{0}_{i,j}=m_0$).

Alınmış iterasiya ifadələrinə uyğun olaraq, hər bir zaman üçün (k -cı indeksə müvafiq) məsaməlik təzyiq və məsaməliyin əvvəlki zamana uyğun ($k-1$ -ci indeksə müvafiq) qiymətlərinə əsasən təyin olunurlar.

Hər bir halda təzyiqin düyün qiymətlərinin hesablanması bütün i,j,k indeksləri üçün

$$\left|p^{k,r}_{i,j}-p^{k,r-1}_{i,j}\right|\le\varepsilon,\ r=1,2,...$$

dəqiqliyi əldə olunanadək aparılır (ε tələb olunan hesabi dəqiqlikdir).

Hər bir zaman üçün $r=1,2,\ldots$ qiymətlərinə uyğun bu şərtin ödənilməsi, öz növbəsində, tənlikərə daxil olan təzyiqdən asılı əmsal ifadələrin fərq sxeminə müvafiq olaraq hər zaman anında qiymətlərinin dəqiqləşdirilməsini təmin edir (Закиров, 1998).

Təzyiqin x_v, y_v, t_k düyün nöqtələrində tapılmış qiymətləri həmin nöqtələrdə quyudibi təzyiqlərin qiymətlərini ümumi nəzəriyyəyə görə ifadə etmədiyindən (Закиров, 1998), zamanın hər bir qiyməti üçün quyudibi təzyiqin qiymətləri bu göstəricilərdən istifadə etməklə radiusu $r_k=0,2077\Delta x$ ($\Delta x=\Delta y$ olduqda) olan elementar silindrik oblastda qazın quyuya qərarlaşmış hərəkətdə olması qəbul olunmaqla, debitlə kontur və quyudibi təzyiqlər arasındakı müvafiq əlaqə düsturundan istifadə etməklə hesablanır. Bu zaman təzyiqin x_v, y_v, t_k düyün nöqtələrində hesablanmış qiymətləri təzyiqin həmin elementar həcmdə ortalaşmış qiyməti kimi götürülür (Закиров, 1998) və həmin oblastda kontur təzyiqinə bərabər qəbul edilir.

Beləliklə, alınmış iterasiya ifadələri və müəyyən olunmuş alqoritmik hesablama qaydası təzyiqin və məsaməliyin yataq üzrə dəyişmə dinamikasını təyin etməyə imkan verir.

Ədədi hesablamaların nəticələri. Nümunə olaraq, aşağıdakı ilkin məlumatlar əsasında müntəzəm quyular şəbəkəsi variantında istismar variantı üçün hesablamalar aparılmışdır:

$$p_0=40\ \text{MPa};\ N_1=15;$$

$$q_1=q_2=...=q_{15}=0,4\cdot10^6\ \text{m}^3/\text{gün}=$$
$$=0,146\cdot10^9\ \text{m}^3/\text{il};$$

$$m_0=0,2;\ L=2000\ \text{m};\ H=1200\ \text{m};$$

$$h=50\ \text{m};\ \beta=0,735;$$

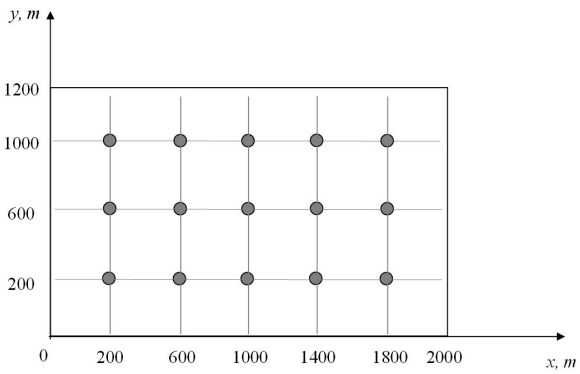
$$z(p_0)=1,0385;\ p_{at}=0,1\ \text{MPa};$$

$$\beta_s=2,5\cdot10^{-3}\ \text{MPa}^{-1},\ \beta_s=1,0\cdot10^{-3}\ \text{MPa}^{-1},$$

$$k_l(p)\equiv k_0=0,1\cdot10^{-12}\ \text{m}^2;\ \tau_m=0;\ \tau_m=5\ \text{il};$$

$$\mu_q(p)=0,0054(p/p_0)^2+0,0114(p/p_0)+$$
$$+0,0105,\ 10^{-9}\ \text{MPa·san};$$

$$z(p)=-0,1845(p/p_0)^3+0,9458(p/p_0)-$$
$$-0,72(p/p_0)+0,9972.$$



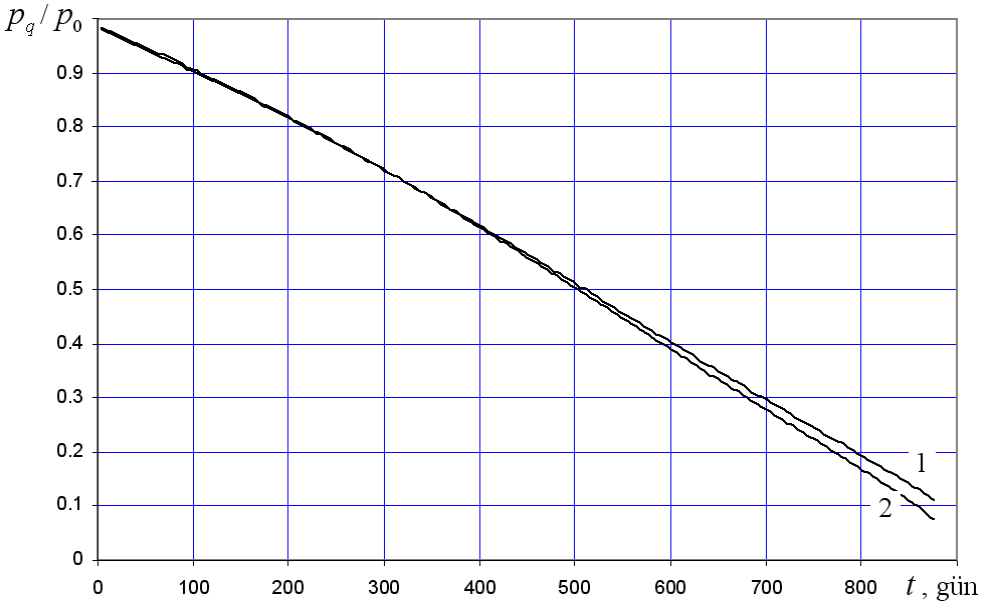
1-ci şəkil. Quyuların yerləşmə sxemi

Aparılan hesablamalar nəticəsində təzyiqin və məsaməliyin yataq üzrə qiymətləri təyin olunmuşdur. Süxurların relaksasiyalı deformasiyasının bu göstəricilərin zaman üzrə dəyişmə dinamikasına təsir etdiyini göstərmək üçün hesablamaların nəticələri yalnız mərkəzi quyuya görə verilmişdir (2-3-cü şək.). Müqayisə süxurların qeyri-xətti elastiki deformasiyası halına nəzərən aparılmışdır. Eyni zamanda, quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin süxurların hər iki deformasiya halında qazvermə əmsalına təsiri öyrənilmişdir. Hesablamalar süxurların hər iki deformasiya halında yataq üzrə qazvermə əmsalının 0,773-ə bərabər qiymətinədək aparılmışdır.

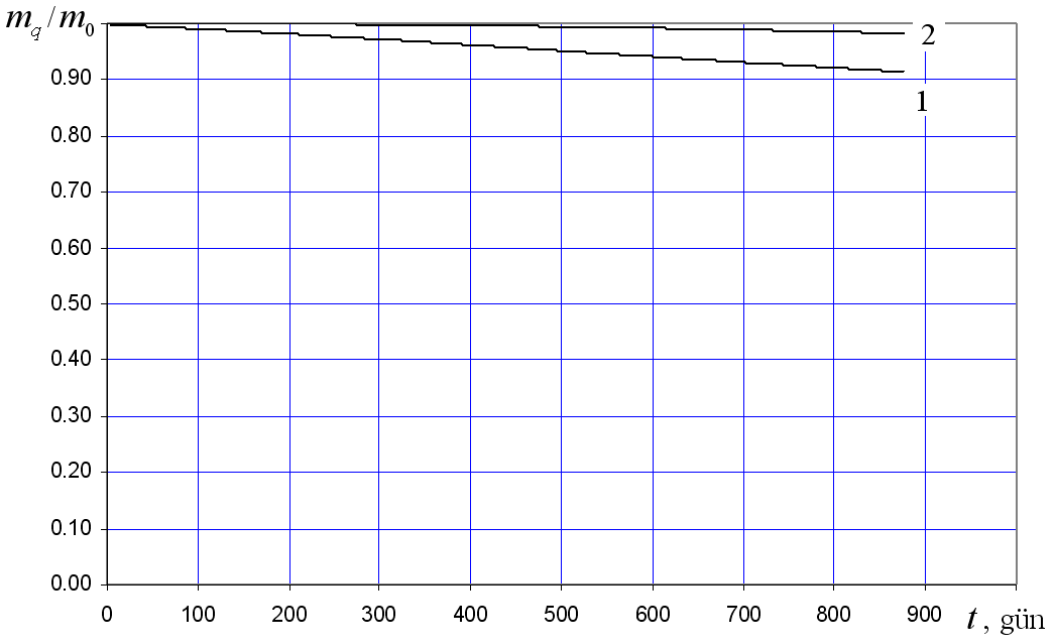
2-ci şəkildə təsvir olunan əyrilərin təhlili göstərir ki, aparılan hesablama halında, müəyyən başlanğıc mərhələni (təqribən 1,64 ilədək) nəzərə almamaqla, yatağın bütün tükənmə prosesi ərzində mərkəzi quyuda təzyiqin azalması relaksasiyalı deformasiya halında süxurların qeyri-xətti elastiki deformasiyası halına nəzərən ($\tau_m = 0$) daha böyük templə baş verir (şəkildə 2 əyrisi). Belə ki, yataq üzrə qazın cəm hasilatı ehtiyatın 77,4%-ni təşkil etdikdə (bu, işlənilmə müddətinin 876 gününə bərabər qiymətində özünü göstərir) süxurların relaksasiyalı deformasiyasının təzyiqin mərkəzi quyu dibindəki qiymətləri ilə qeyri-xətti elastiki deformasiya halına uyğun qiymətləri arasındakı nisbi fərq artaraq maksimum 52,5%-ə çatır.

3-cü şəkildə təsvir olunan əyrilərin təhlili isə göstərir ki, aparılan hesablama halında bütün tükənmə prosesi ərzində mərkəzi quyu üzrə məsaməliyin quyudibi qiymətlərinin azalması relaksasiyalı deformasiya halında süxurların qeyri-elastiki deformasiyası halına nəzərən ($\tau_m = 0$) daha kiçik templə baş verir (şəkildə 2 əyrisi). Yataq üzrə qazın cəm hasilatı ehtiyatın 77,4 %-ni təşkil etdikdə (qazvermə əmsalı 0,774 olduqda) süxurların relaksasiyalı deformasiyasının təzyiqin mərkəzi quyu dibindəki qeyri-xətti elastiki deformasiya halına uyğun qiymətləri arasındakı nisbi fərq 7%-ə çatır.

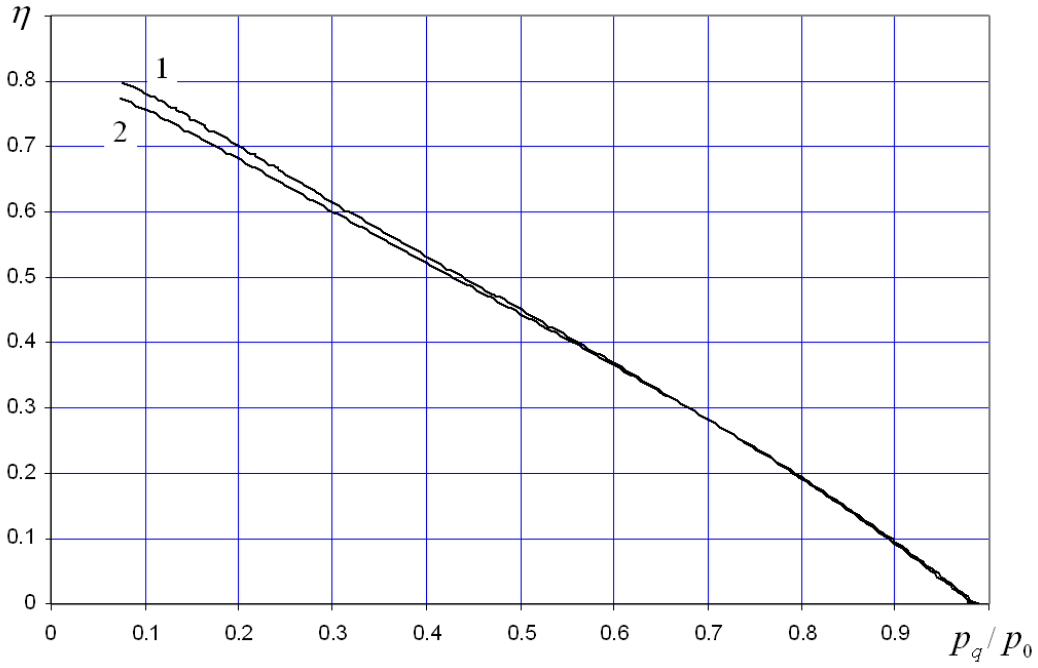
4-cü şəkildə süxurların qeyri-xətti elastiki və relaksasiyalı deformasiyası hallarında yatağın qazvermə əmsalının quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin dəyişməsindən asılılığı verilmişdir. Bu asılılıqların qurulması zamanı hesablamalar quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin 3 MPa-ya bərabər olduğu hala qədər aparılmışdır. Bu asılılıq göstərir ki, quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin eyni qiymətində qeyri-xətti deformasiya halı ilə müqayisədə süxurların relaksasiyalı deformasiyası halında yatağın cari qazvermə əmsalı az olur (onun müəyyən qiymətindən sonra bu hal özünü daha qabarıq surətdə göstərir). Belə ki, eyni qazvermə əmsalını əldə etmək üçün relaksasiyalı deformasiya halında quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin getdikcə daha çox azalması lazım gəlir.



2-ci şəkil. Süxurların qeyri-xətti elastiki (1) və relaksasiyalı deformasiyaya (2) uğrayan qaz yatağında mərkəzi quyuda quyudibi təzyiqin dəyişmə dinamikası



3-cü şəkil. Süxurların qeyri-xətti elastiki (1) və relaksasiyalı deformasiyaya (2) uğrayan qaz yatağında mərkəzi quyu üzrə məsaməliyin quyudibi qiymətlərinin dəyişmə dinamikası



4-cü şəkil. Süxurların qeyri-xətti elastiki (1) və relaksasiyalı deformasiyaya (2) uğrayan qaz yatağının qazvermə əmsalının quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin dəyişməsindən asılılığı

Hesablamaların nəticələrinin təsvir edildiyi əyrilərdən aydın görmək olar ki, son qazvermə əmsalı (quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin son hesablama qiymətinə uyğun) süxurların qeyri-xətti elastiki deformasiya halında daha böyük olur (3%-ə qədər).

Beləliklə, aparılmış ədədi hesablamalar əsasında alınmış nəticələrin təhlili göstərir ki:

– yatağın tükənmə prosesi ərzində müəyyən ilkin mərhələdən sonra təzyiqin azalması relaksasiyalı deformasiya halında süxurların qeyri-

xətti elastiki deformasiyası halına nəzərən daha böyük templə baş verir;

– yatağın tükənmə prosesi ərzində məsaməliyin azalması relaksasiyalı deformasiya halında süxurların qeyri-xətti elastiki deformasiyası halına nəzərən daha kiçik templə baş verir;

– quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin eyni qiymətində qeyri-xətti elastiki deformasiya halı ilə müqayisədə süxurların relaksasiyalı deformasiyası zamanı yatağın cari qazvermə əmsalı az olur və bu, özünü quyudibi təzyiq daha çox azaldıqda qabarıq surətdə göstərir (3%-dək);

– nəzərlən keçirilən halda süxurların relaksasiyalı deformasiyasının qaz yatağının işlənilmə göstəricilərinə təsiri təcrübi hesablamalar baxımından əhəmiyyətsiz dərəcədə az olur.

Müəllif məqalənin hazırlanmasında verdiyi dəyərli məsləhətlərinə görə AMEA-nın müxbir üzvü, texnika elmləri doktoru A.M.Quliyevə öz minnətdarlığını bildirir.

ƏDƏBİYYAT

АБАСОВ, М.Т., ДЖЕВАНШИР, Р.Д., ИМАНОВ, А.А., ДЖАЛАЛОВ, Г.И. 1997. О влиянии пластового давления на изменение фильтрационно-емкостных свойств терригенных пород-коллекторов в процессе разработки месторождений нефти и газа. *Геология нефти и газа*, 5, 34-39.

АЗИЗ, Х., СЕТТАРИ, Э. 1982. Математическое моделирование пластовых систем. Недра. Москва. 407с.

АМЕТОВ, Н.М., БАСНИЕВ, К.С. 1981. Фильтрации жидкости и газа в ползучих средах. *Изв. АН СССР, сер. МЖГ*, 4, 150-153.

ГОРБУНОВ, А.Т. 1981. Разработка аномальных нефтяных месторождений. Недра. Москва. 239с.

ДЖАЛАЛОВ, Г.И., ДУНЯМАЛЫЕВ, М.А., ХАНБАБАЕВА, М.Г. 2012. Моделирование процессов фильтрации флюидов в напряженно-деформируемых пористых средах. Чашиоглу. Баку. 206с.

ДОБРЫНИН, В.М. 1970. Деформации и изменения физических свойств коллекторов нефти и газа. Недра. Москва. 239с.

ЕРЖАНОВ, Ж.С. 1964. Теория ползучести горных пород и ее приложения. Наука. Алма-ата. 175с.

ЖЕЛТОВ, Ю.П. 1975. Механика нефтегазоносного пласта. Недра. Москва. 216с.

ЗАКИРОВ, С.Н. 1998. Разработка газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений. Струна. Москва. 628с.

КЕРИМОВ, З.А., МИРЗОЕВА, Д.Р. 1999. Исследование некоторых задач фильтрации однородной упругой жидкости к галерее и скважине в релаксационно-сжимаемом и ползучем пластах. *Изв АН Азерб. Науки о Земле*, 2, 36-45.

КРИЧЛОУ, Г. 1979. Современная разработка нефтяных месторождений – проблемы моделирования. Недра. Москва. 303с.

КУЛИЕВ, А.М., ГАДЖИЕВ, М.А., ЗЕЙНАЛОВ, Н.Г., КАЗЫМОВ, Б.З., ТАГИЕВА, С.Э. 1999. Моделирование разработки газового месторождения с учетом релаксации горных пород. *Научно-педагогические вести Университета "Одлар Юрду"*, 2, 20-27.

КУЛИЕВ, А.М., ДУНЯМАЛЫЕВ, М.А., ЭФЕНДИЕВ, Р.М., КАЗЫМОВ, Б.З. 2000. Моделирование разработки глубокозалегающих месторождений с учетом ползучести горных пород. *Изв. АН Азерб. Науки о Земле*, 2, 18-24.

КУЛИЕВ, А.М., КАЗЫМОВ, Б.З. 2009. Деформация горных пород и ее влияние на их фильтрационно-емкостные свойства и на процессы фильтрации и разработки месторождений нефти и газа. Элм. Баку. 88с.

КУЛИЕВ, А.М., ЭФЕНДИЕВ, Р.М., ГАДЖИЕВ, М.А., КАЗЫМОВ, Б.З., ТАГИЕВА, С.Э. 2007. Оценка влияния релаксации горных пород на потребное количество скважин в нефтяных залежах. *Доклады НАН Азерб.*, 5, 81-89.

МОЛОКОВИЧ, Ю.М. 2006. Неравновесная фильтрация и ее применение в нефтепромысловой практике. ЦентрЛитНефтеГаз. Москва. 214с.

РУППЕНЕЙТ, К.В. 1975. Деформируемость массивов трещиноватых горных пород. Недра. Москва. 223с.

Məqaləyə Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü Q.İ.Calalov və t.e.d. T.S.Salavatov rəy vermişlər

ГЕОГРАФИЯ

© Р.Н.Керимов, З.А.Гасымов, 2013

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ РОЖДАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА (за период 1960-2012 гг.)

Р.Н.Керимов, З.А.Гасымов

Институт географии им. акад. Г.А.Алиева НАН Азербайджана
AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 31

В статье дается анализ динамики рождаемости и смертности среди населения Азербайджанской Республики (в том числе изменения этих процессов по крупным городам страны), младенческой смертности, а также средней продолжительности жизни населения за последние десятилетия. Исследуется влияние демографических и социально-экономических факторов и процессов на показатели естественного движения населения Азербайджана.

Актуальность исследования

Рождаемость и смертность населения оказывают непосредственное влияние на число и структуру населения. Характер и интенсивность этих демографических процессов, их количественные и качественные показатели определяются такими факторами, как социально-экономическое развитие и уровень благосостояния общества, военно-политическая стабильность, культурные и религиозные традиции, урбанизация, миграция населения, стихийные бедствия и т.д. Значимое место среди этих факторов занимает социально-экономическое развитие. Полноценное улучшение социального положения населения способствует росту продолжительности жизни и снижает смертность. Анализ глобального демографического развития показывает, что улучшение экономической ситуации и материального благосостояния населения способствует в основном уменьшению коэффициента рождаемости (Göyçayski, 1979; Paşayev və b., 2010; Karimov, 2011). Но влияние социально-экономического развития на уровень рождаемости не проявляется одинаково в отдельных регионах и странах. Экономическое и социальное развитие общества в отдельных случаях может сопровождаться и повышением уровня рождаемости в силу других обстоятельств и факторов.

В соответствии с Концепцией демографического развития АР (1999), в ряд основных задач государства в области демографии входят «создание всесторонних условий для обеспечения рождаемости, количественно и качественно необходимой для нормального производства населения», а также «снижение уровня смертности, продление продолжительности жизни населения».

Целью исследования является выявление тенденций рождаемости и смертности населения Азербайджанской Республики, влияния социально-экономических факторов и демографических процессов на показатели естественного движения населения страны.

За последние 50 лет уровень **рождаемости** среди населения Азербайджанской Республики в целом значительно снизился. Например, если в 1960 году среднее количество новорожденных на 1000 человек составило 42,6 человек, то в 2001-2002 годах соответствующий показатель снизился до 13,8 человек. Если средний годовой коэффициент рождаемости на 1000 человек в 1960-1969 гг. составлял 37,2, то в 1970-1979 гг. он составил 25,8; в 1980-1989 гг. – 26,3; в 1990-1999 гг. – 20,6, а в 2000-2011 гг. – 16,4 (Azərbaycan Respublikası..., 1999; 2009; Демографические показатели…, 2004; Население Азербайджана…, 1995-2011). Постоянное снижение рождаемости было связано в основном с повышением уровня образования граждан, более активным участием женщин в производстве и сфере ус-

луг, развитием урбанизации.

Снижение рождаемости в конце двадцатого века происходило в основном из-за социально-экономического кризиса, в том числе ухудшения уровня жизни населения, снижения занятости, охватившего все постсоветское пространство. Причем эта демографическая тенденция особо была заметна во второй половине 90-х годов (рис. 1).

Снижению рождаемости также сильно способствовал отток трудоспособного населения из Азербайджана в другие республики СНГ, что в итоге приводило к изменению демографической ситуации в стране, в том числе уменьшению числа заключений браков и, как следствие, числа новорожденных. В течение последующих лет финансовые трудности негативно повлияли также на количество детей в молодых семьях.

Рассматривая динамику рождаемости, надо заметить, что во второй половине XX века городское население республики не сильно отставало от сельского населения по уровню рождаемости. Снижение этого уровня наблюдалось по обеим группам населения.

Если в 60-е годы по городскому и сельскому населению на 1000 человек в среднем приходилось 30,3 и 43,9 новорожденных, то в 70-х годах они составили 22,8 и 29,0, в 80-х годах – 24,0 и 29,0, а в 90-х годах – 17,9 и 23,7 человек соответственно.

Анализ демографической ситуации показывает, что улучшение социально-экономического положения не обязательно приводило к снижению рождаемости в стране. Это видно по динамике рождаемости за последние 10 лет. В условиях экономического прогресса республики абсолютное число и коэффициент рождаемости заметно увеличились. В 2002-2011 гг. число новорожденных увеличилось на 59% – с 110,7 тыс. до 176,1 тыс. человек. Рост рождаемости по городскому населению составил 72%, по сельскому – 48%. Число новорожденных на 1000 человек за этот период вырос с 13,7 до 19,4 человек (Население Азербайджана…, 1995-2011).

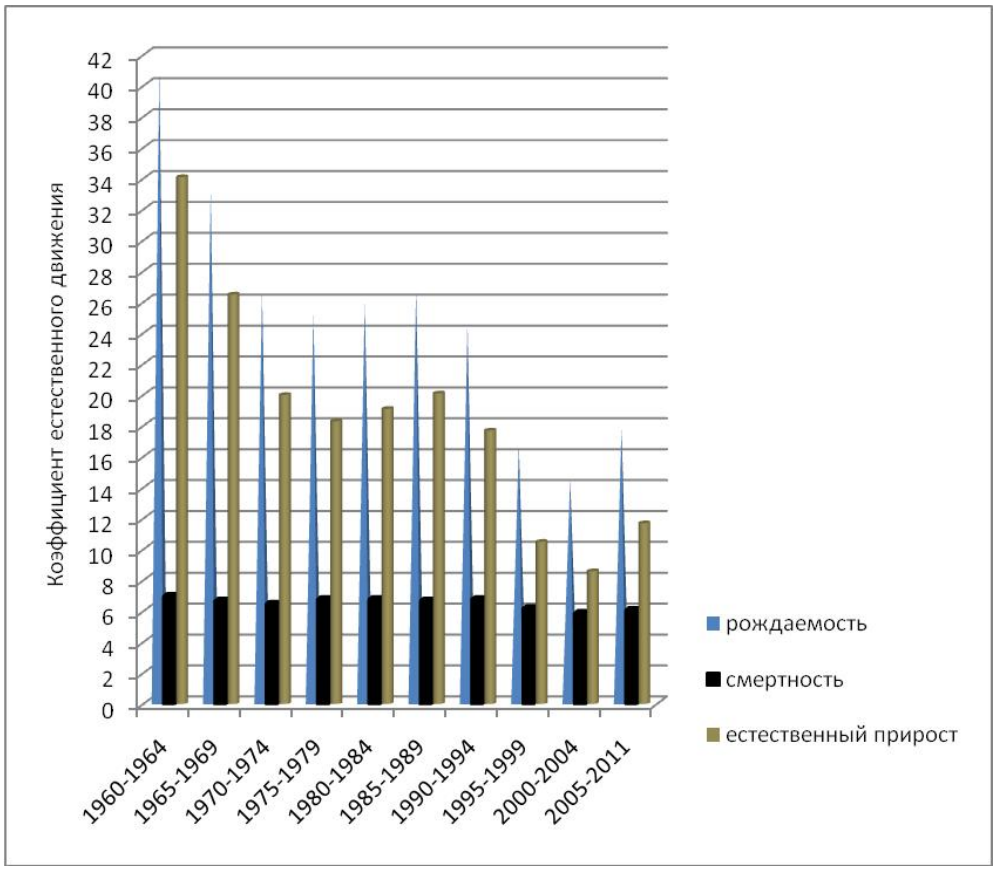


Рис. 1. Динамика коэффициентов естественного движения населения на 1000 человек в Азербайджане

Рождаемость выше в таких экономических районах, как Нахчыванский, Аранский и Горный Ширван (23-25 новорожденных на 1000 человек), ниже – в Абшеронском (без Бакинской агломерации), в Гянджа-Газахском и Шеки-Загатальском (15-20). По сравнению с Грузией и Арменией рождаемость в Азербайджане заметно выше (http://www.indexmundi.com /georgia/age_structure.html, ttp://en.wikipedia.org /wiki/List_of_sovereign_states_and_dependent_ territories_by_birth_rate).

Уровень рождаемости в Азербайджане серьезно зависит от интенсивности *заключения браков*, так как в стране рождение первого ребенка в редких случаях отсрочивается родителями на позднее время. Статистические данные показывают, что средний возраст заключения брака заметно повысился. Нынче молодое поколение заключает брак в более зрелом возрасте. Если в 1989 году мужчины заключали свой первый брак в 25,7 лет, а женщины в 22,8 года, то в 2011 году эти цифры составили соответственно 27,6 и 23,4 года. Снижение коэффициента заключения браков во второй половине 90-х годов сопровождалось снижением уровня рождаемости. Наблюдаемая с 2003 года тенденция повышения интенсивности заключения браков положительно влияет на уровень рождаемости. В последние годы на 1000 человек приходится примерно 9-10 зарегистрированных фактов заключения брака. Отмеченная в 2011 году цифра – 9,7 является самой высокой после 1991 года (Население Азербайджана…, 1995-2011). В сельских местностях браки заключаются интенсивнее, соответственно и рождаемость в селах чуть выше, чем в городах.

В последние годы часть *мигрантов* из Азербайджана, проживающих в странах СНГ, возвращается обратно в родную республику. Ослабление оттока мигрантов из Азербайджана в другие страны (Россию, Украину и др.) и возвращение граждан страны из-за рубежа является следствием улучшения экономической ситуации в стране. Согласно официальной статистике в 1997-2007 гг. соотношение эмигрантов и иммигрантов по стране составило 88,1 тыс. против 37 тыс. человек. В 2008-2011 гг. это соотношение составило соответственно 5,2 тыс. и 10,3 тыс. (Население Азербайджана…, 1995-2011), то есть иммигранты преобладали по численности над эмигрантами. Рост заключений брака со стороны иммигрантов положительно влияет на рождаемость в стране, поскольку основную часть мигрантов составляют люди молодого и среднего возрастов.

Что же касается *половой структуры новорожденных* в стране, то мальчики составляют 54%, девочки – 46% (2011г.). Растущая доля мужского пола среди новорожденных влияет на соотношение полов по населению страны в пользу мужчин: удельный вес мужского населения увеличивается с 1999 года. Доля мужчин среди населения выросла в 1999-2012 гг. с 48,8% до 49,6% (Население Азербайджана…, 1995-2011).

В последние годы *повышение уровня медицинских услуг* и внедрение новых достижений в медицине играют важную роль в демографическом развитии Азербайджана, в естественном приросте населения страны. Все больше молодых родителей, долгое время не имевших детей из-за биологических недостатков организма и заболеваний, имеют возможность стать отцом или матерью. Характерно, что в семьях увеличивается число двойняшек. Тенденция запланированной рождаемости больше растет среди супругов (в частности молодых), желающих иметь сына.

К сожалению, наблюдается рост числа *новорожденных от незарегистрированных (гражданских) браков* (рис. 2).

Часто в семьях, созданных по типу гражданского брака, права женщины не соблюдаются должным образом. Такие браки, как правило, рано или поздно распадаются, а новорожденные могут лишиться крова.

В 2011 году число новорожденных от незарегистрированных браков составило 30,1 тыс. человек. Это 17,6% всех новорожденных (тогда как в 1990 году – 2,6%). Причем если раньше рождения от незарегистрированных браков больше происходили среди городского населения, то в последние годы этот процесс чаще регистрируется и среди сельских жителей (рис. 2). В 2011 году среди сельского населения страны 20% младенцев родились в незарегистрированных семьях. По городам аналогичный показатель составил 15%. Среди неграмотной части населения, особенно в сельских местностях страны, не-

которые браки заключаются только на основе брачного свидетельства выданного духовным лицом (кябин), которое не считается официальным документом.

Удельный вес женщин, находящихся в фертильном возрасте (15-49 лет), считается важным показателем с точки зрения благоприятной демографической ситуации и рождаемости. *Коэффициент фертильности* в Азербайджане составляет 2,4, по городскому населению – 2,6, по сельскому – 2,2. По итогам переписи населения 2009 года доля женщин 17-44 лет среди всего женского населения страны составляет 51%, что позволяет расценивать половозрастную структуру населения как благоприятную с точки зрения перспективы рождаемости.

В формировании демографических показателей имеет большое значение и другой фактор – **смертность населения.** С улучшением инфраструктуры, материального благосостояния населения, удовлетворением его потребностей и т.д. наблюдается и рост ожидаемой продолжительности жизни. Это происходит за счет роста верхней грани возрастного интервала населения и снижения младенческой смертности. Достижение этих показателей требует в первую очередь нормальных жилищных условий для всех групп населения, развития медицинских услуг высокого уровня в регионах, благоприятной экологической обстановки, включая соответствующий доступ к качественной питьевой воде.

В результате применения новых достижений современной медицинской науки во второй половине прошлого столетия в Азербайджане удалось заметным образом сократить *смертность среди новорожденных* в возрасте до 1 года (рис. 3).

Если в 60-е годы прошлого столетия коэффициент младенческой смертности по 1000 новорожденным был равен 41,9, то в 70-х годах этот показатель снизился до 33,3, а в 80-х годах составил 29,8. В 90-ые годы, несмотря на тяжелую социально-экономическую ситуацию, соответствующая цифра снизилась до 22,3, что было уже почти в 2 раза меньше аналогического показателя 60-х годов.

В 2000-2011 гг. коэффициент младенческой смертности в среднем составил 13,4. Это достаточно низкая цифра по сравнению с показателями прошлых периодов. Доля незарегистрированных случаев смерти младенцев в регионах незначительна.

На основе исследований выявлено, что в 2005-2011 гг. основными причинами младенческой смерти являлись заболевания дыхательных органов (35%), трудности, возникшие в перинатальный период (21%), прирожденные аномалии и недостаточное развитие (16%), инфекционные и паразитические заболевания (7%), заболевания нервной системы (6%). Есть тенденция уменьшения числа заболеваний дыхательных органов, а также заболеваний инфекционного характера.

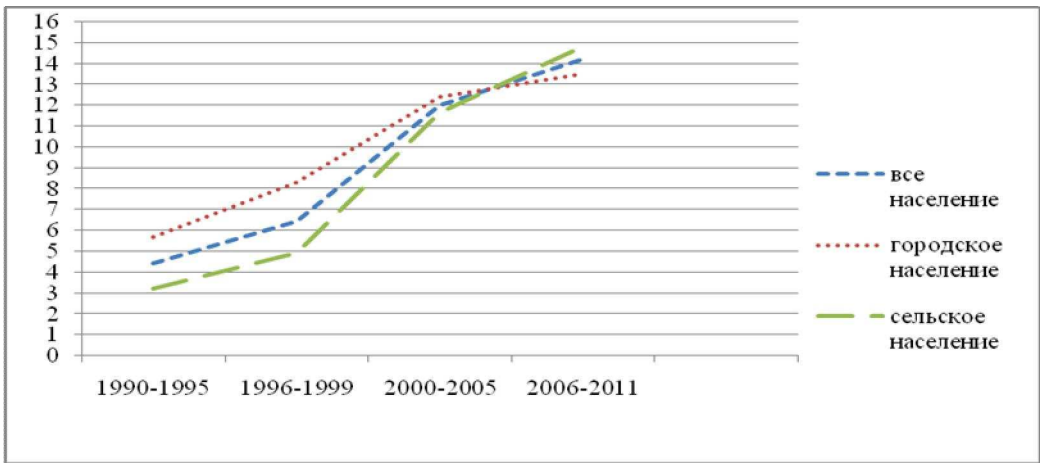


Рис. 2. Изменение удельного веса новорожденных от незарегистрированных браков среди общего числа новорожденных

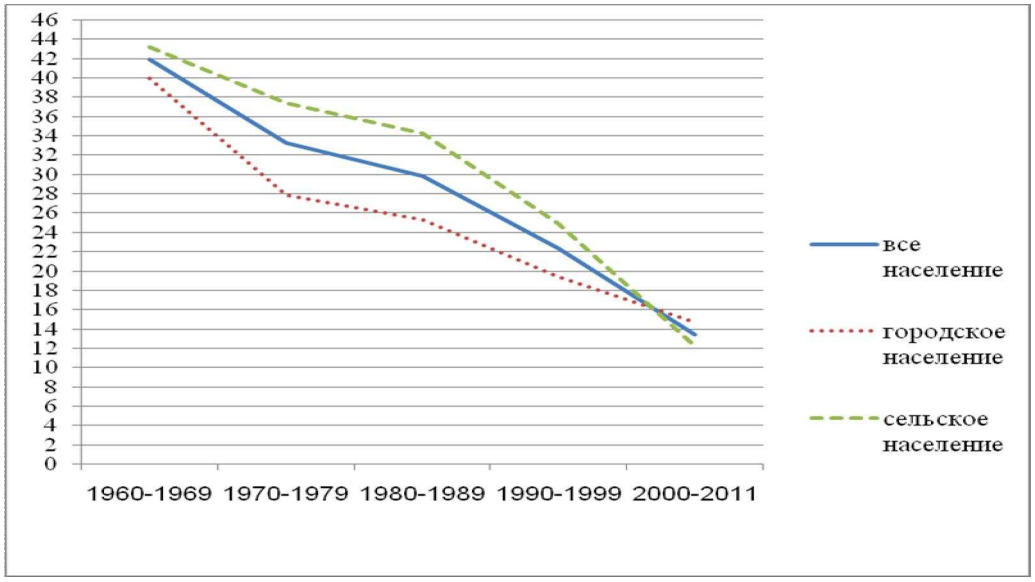


Рис. 3. Динамика числа младенческих смертей на 1000 новорожденных

Анализ и сравнение динамики младенческой смертности показывает, что с 60-х по 90-е годы прошлого столетия ежегодно, за исключением нескольких лет, число умерших детей в возрасте до 1 года на 1000 новорожденных было высоким по сельскому населению в сравнении с городским населением страны. Но в 2004-2010 гг. сравнительно высокий коэффициент младенческой смертности (в среднем 12,9 на 1000 рожденных за год) был зафиксирован в городах и поселках, несмотря на то, что сельское население опережало за эти годы городское население по числу новорожденных и коэффициенту рождаемости. На такое положение сильно влияет тот фактор, что младенческая смертность по гражданским семьям иногда не регистрируется. Данная ситуация в большей степени касается семей, проживающих в горных и отдаленных от райцентров селах. В то же время следует отметить, что в период глобализации, урбанизации, научного, социального и культурного развития разница между городами и селами по уровню медицинского обслуживания постепенно уменьшается. Этот процесс тоже находит свое отражение в динамике коэффициента младенческой смертности. На сегодняшний день жители городов и сел страны достаточно хорошо осознают и оценивают необходимость пользования услугами медицинских предприятий и своевременного обращения в роддомы. Также надо отметить, что в соответствии с Государственной Программой по социально-экономическому развитию регионов (2004-2008 гг.) завершилось строительство ряда современных медицинских учреждений, в том числе больниц и лечебно-диагностических центров в различных регионах страны. Этот процесс продолжается и в соответствии с Программой развития регионов на 2009-2013 гг. Реализация подобных проектов способствует улучшению качества медицинских услуг в местах, далеких от столицы и крупных городов. Тем самым уменьшается и риск наступления младенческой смертности.

Уменьшилось также число фактов *материнской смертности* – смерти женщин в период беременности или при родах. Так, в 2007-2011 гг. оно сократилось вдвое, составив 27 человек. По итогам 2011 г. на каждые 100 тыс. родившихся человек приходится 15 фактов материнской смерти.

Что касается *коэффициента смертности по всему населению* страны, то этот показатель изменился в течение последних 50 лет незначительно. Средний годовой коэффициент смертности на 1000 человек в 1960-1969 гг. составлял 6,9; в период с 1970 по 1979 гг., а также с 1980 по 1989 гг. – 6,7, а в 1990-1999 гг. – 6,5 (Göyçayski, 1979; Azərbaycan Respublikası..., 1999; Демографические показатели…,

2004; Karimov, 2011). Надо при этом отметить, что в 1992-1994 гг. годовой коэффициент смертности в Азербайджане (7,1-7,3) достиг своей наивысшей отметки за всю вторую половину прошлого века, что было связано с большим количеством человеческих потерь на Гарабагском фронте. По официальным и неофициальным данным в первой половине 90-х годов на армяно-азербайджанской войне погибло примерно 20 тыс. человек. В 2000-2011 гг. среднегодовой коэффициент смертности в Азербайджане составил 6,0. Выявлено, что 61% человеческих смертей происходят из-за осложнений и заболеваний в системе кровообращения.

Как видно из вышеуказанных цифр, за последние десятилетия существенных изменений по коэффициенту смертности в Азербайджане не происходило. С одной стороны, снизилась детская смертность, с другой стороны, наблюдался рост ожидаемой верхней грани возраста населения. Поэтому коэффициент смертности не увеличивался даже при наблюдаемом по республике процессе «демографического старения» – увеличения доли пожилых людей в структуре населения.

Среди экономических районов Гянджа-Газахский и Шеки-Загатальский отличаются относительно высоким уровнем смертности (7 фактов смерти на 1000 человек), тогда как в Абшеронском (без Бакинской агломерации), Нахчыванском и Лянкяран-Астаринском районах коэффициент смертности ниже (Azərbaycan Respublikası..., 2009).

Произошли некоторые изменения в *ожидаемой продолжительности жизни населения* при рождении. К 1990 году этот показатель составлял 71,1 лет. В 90-е годы ухудшилось обеспечение медицинских предприятий новой технологией и соответствующими медикаментами и препаратами, а население при необходимости лечения тяжелых заболеваний не имело возможности выехать за границу из-за трудного финансового положения. В первой половине 90-х годов средняя продолжительность жизни сократилась, составив 69,1 лет в 1995 году. С повышением уровня благосостояния населения, улучшением качества медицинских услуг и т.д. этот показатель неуклонно увеличивался. В 2010-м году он составил 73,6 лет (по мужскому населению – 70,9, по женскому населению – 76,2 лет).

Города Азербайджанской Республики отличаются друг от друга по показателям естественного движения населения. На рождаемость и смертность населения городов влияют географические, демографические и культурно-социальные особенности территорий, на которых они находятся, в том числе половозрастная структура населения, фактор экономической развитости, характер урбанизации, экологическая обстановка, уровень удовлетворения потребностей городского населения по жилищному вопросу и даже морфологическая структура городов. В подтверждение влияния последнего фактора можно отметить, что во многих средних и малых городских поселениях Азербайджана проблема жилья населения решается постройкой частными лицами многоквартирных (одноэтажных или двухэтажных) домов с земельным участком, в результате чего расширяется территория городов. Такое изменение в морфологической структуре городов (или, так сказать, быстрое обеспечение молодого населения жильем) способствует росту уровня рождаемости, в том числе за счет увеличения числа бракозаключений в относительно раннем возрасте. Среди больших городов данная ситуация характерна для Евлаха, Мингячевира, Нахчывана и др., которые лидируют среди городов Азербайджана по рождаемости.

Традиционно в городах Азербайджана, построенных в середине и второй половине прошлого века, наблюдался быстрый рост населения за счет высокой *рождаемости.* Это касается многих промышленных городов и транспортных центров, таких как Сумгайыт, Мингячевир, Ширван, Евлах, Ханкенди, Хачмаз, где преобладали бывшие сельские жители окружных районов и молодые семьи (Əfəndiyev, 2002). Создание рабочих мест, строительство новых мест жилья стимулировали демографическое развитие городов, рост числа бракозаключений и рождаемости. В вышеотмеченных городах уровень рождаемости был даже выше среднереспубликанского показателя. А в Мингячевире, Ширване и Евлахе коэффициент рождаемости превосходил аналогичный показатель, отмеченный для сельского населения республики. До 90-х годов в Баку наблюдалась относительно низкая рож-

даемость. В других крупных городах – Гяндже, Шеки, Лянкяране уровень рождаемости был также ниже в сравнении со многими большими и средними городами Азербайджана.

В 90-е годы социально-экономические трудности отрицательно повлияли на материальное состояние жителей городов. В больших и средних городах Азербайджана такая ситуация негативно воздействовала на рождаемость, которая к концу 90-х годов и началу нынешнего столетия снизилась в более чем 2 раза. Финансовые трудности в большей степени пережили средние и малые города. Новые рабочие места и инфраструктура создавались главным образом в столице, а в регионах наблюдался резкий упадок промышленного производства и ухудшение социальной сферы, а также массовый отток рабочей силы в Бакинскую агломерацию или за рубеж. Изменение половозрастной структуры населения больше происходило именно в этих периферийных городах, что отражалось на уровне рождаемости. В 1989-1999 гг. коэффициент рождаемости в Мингячевире снизился в 2,8 раз, в Ширване – 2,5 раз, в Евлахе – 2,2 раз, в Гяндже и Сумгайыте – 2,1 раз, а коэффициент естественного прироста населения по первым трем городам уменьшился в 3,6-4,2 раз. В этот период разница между Баку и другими городами по уровню рождаемости сократилась. В течение же последнего десятилетия столица даже превосходила некоторые провинциальные города по этому показателю (таблица 1).

Постепенно в городах традиция многодетности уступила место низкой рождаемости. В настоящее время в городах типичный семьянин молодого или среднего возраста имеет в среднем 2 детей, а иметь 4 детей в народе стало считаться многодетностью.

В первой половине 90-х годов в городах республики уровень смертности повысился вследствие ухудшения социального положения и повышения удельного веса пожилых людей при относительно низкой рождаемости населения. Смертность немного повысилась и в течение последних лет (таблица 1) по сравнению с периодом 2000-2005 гг. из-за изменения возрастной структуры населения городов. Исключение составляет лишь г. Нахчыван, где регистрируется самая высокая рождаемость. Из таблицы 3 видно, что в 2006-2011 гг. уровень рождаемости в городах страны повысился. Особенно заметен рост этого показателя по г. Нахчыван. Что касается коэффициента *смертности,* то этот показатель был относительно низким в большинстве исследуемых городов. В течение второй половины двадцатого века Баку, а также Шеки, Лянкяран отличались высоким уровнем смертности в сравнении с другими городами. Долгое время в Бакинской агломерации средняя продолжительность жизни населения была самой низкой среди районов республики из-за неблагоприятной экологической обстановки.

Таблица 1

Средний коэффициент показателей естественного движения населения по городам (на 1000 человек)

Города (с указанием численности населения в 2012 г., тыс. чел.)	Рождаемость		Смертность		Естественный прирост	
	2000-2005	2006-2011	2000-2005	2006-2011	2000-2005	2006-2011
Баку (2122,3)	12,4	16,8	5,9	6,0	6,5	10,8
Гянджа (320,7)	10,4	14,2	5,8	6,1	4,6	8,1
Сумгайыт (284,6)	11,9	15,6	4,7	5,4	7,2	10,2
Мингячевир (98,8)	11,4	14,5	5,0	5,5	6,4	9,0
Ширван (75,2)	12,2	16,8	4,8	5,6	7,4	11,2
Нахчыван (74,1)	11,7	18,2	5,4	5,0	6,3	13,2

Таблица составлена на основе данных Государственного Статистического Комитета Азербайджанской Республики. Численность населения городов указана без учета близлежащих поселков.

Основные выводы, полученные на основе проведенных нами исследований, можно сформулировать следующим образом:

– Социально-экономическое развитие республики способствовало росту рождаемости и соответственно естественного прироста по стране и ее крупным городам. Это особенно заметно по сравнению с началом 2000-х годов;

– Увеличивается число рожденных от незарегистрированных браков;

– С 2000 года детская смертность в стране снизилась почти 2 раза в сравнении с 90-ми годами;

– Несмотря на демографическое старение населения, значительные изменения в коэффициенте смертности по стране пока не наблюдаются;

– В соответствии с динамикой рождаемости в стране ожидается уменьшение удельного веса населения, родившегося после 1993 года. В ближайшие годы (то есть спустя 22-30 лет и больше после указанного года) это может способствовать снижению числа бракозаключений и соответственно коэффициента рождаемости в Азербайджане.

ЛИТЕРАТУРА И ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ПРОГРАММЫ по социально-экономическому развитию регионов Азербайджанской Республики. 2004-2008 и 2009-2013. Баку.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ Азербайджана (статистический бюллетень). 2004. Баку.

КОНЦЕПЦИЯ ПО ДЕМОГРАФИЧЕСКОМУ РАЗВИТИЮ Азербайджанской Республики. 1999. Газета «Азербайджан». 16 декабря. Баку.

НАСЕЛЕНИЕ АЗЕРБАЙДЖАНА. 1995-2011. Ежегодные бюллетени Государственного Статистического Комитета АР. Баку.

AZƏRBAYCAN RESPUBLIKASI əhalisinin siyahıyaalınması. 1999. Bakı.

AZƏRBAYCAN RESPUBLIKASI əhalisinin siyahıyaalınması. 2009. Bakı.

ƏFƏNDIYEV, V.Ə.2002. Urbanizasiya və Azərbaycanın şəhər yaşayış məskənləri. BDU-nun nəşriyyatı. Bakı. 397s.

GÖYÇAYSKİ, Ş.Y. 1979. Əhali coğrafiyası. Maarif. Bakı. 216s.

PAŞAYEV, N.Ə., ƏYYUBOV, N.H., EMINOV, Z.N. 2010. Azərbaycan Respublikasının iqtisadi, sosial və siyasi coğrafiyası. Çıraq. Bakı. 416s.

KARIMOV, R.N. 2011. Demographic and economic development of large cities in Azerbaijan. *International Journal of Business and Social Science*, 2, 24, New-York, 268-274.

http://www.indexmundi.com/armenia/age_structure.html

http://www.indexmundi.com/georgia/age_structure.html

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_sovereign_states_and_dependent_territories_by_birth_rate

Рецензент: д.г.н. Э.К.Ализаде

© Z.N.Eminov, H.M.Zendedel, 2013

KƏNDLƏRİN TURİZM POTENSİALI VƏ İRAN İSLAM RESPUBLİKASINDA ONDAN İSTİFADƏNİN İSTİQAMƏTLƏRİ

Z.N.Eminov, H.M.Zendedel

Azərbaycan MEA H.Ə. Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu
AZ1143, Bakı, H.Cavid prosp., 31

Turizmin tərkibində mühüm yer tutan kənd turizminin inkişafı üçün İranda kifayət qədər təbii-coğrafi potensial vardır. Onlara Ərdəbil, Qərbi və Şərqi Azərbaycan ostanlarında yerləşən dağlar, mağaralar, dərələr, qoruqlar daxildir. Ostanlarda kənd məntəqələrinə yaxın yerləşən şəlalələr, mineral bulaqlar, müalicə palçıqları, isti sular, göllərdən turizm təsərrüfatında istifadə edilməsi əhalinin iş yerləri ilə təminatı üçün vacibdir.

Mədəni-tarixi və memarlıq abidələri olan məscidlər, qalalar,qədim tarixə malik olan görməli yerlər, qayaüstü təsvirlər turizm cəhətdən əhəmiyyətlidir. Lakin hələlik İranda kənd məntəqələrində olan turizm potensialından zəif istifada edilir. Məqalədə İranda kənd turizminin inkişaf istiqamətləri, bu sahədə olan problemlər və onların aradan qaldırılması yolları təhlil olunur.

Tədqiqatın aktuallığı və məqsədi. Kənd məskunlaşmasının üstün olduğu regionlarda ətraf mühit insanlar tərəfindən nisbətən az dəyişdirilmişdir. Ona görə bu ərazilərin təbii, iqtisadi, sosial-mədəni, demoqrafik potensialından əhalinin istirahətinin təşkili üçün istifadə edilməsi imkanları böyükdür. Kəndlərin sosial-iqtisadi inkişafında, məntəqələr arasında əlaqələrin genişlənməsində, infrastruktur şəbəkəsinin yaradılmasında və regionların inkişafında onların rolunun artırılması vacibdir. Kənd məskunlaşmasının qorunan təbii mühiti, təbiətin özünübərpa sisteminin təmin edilməsi bu ərazilərdən turizm sənayesinin inkişafında istifadə olunması imkanlarını genişləndirir. Ona görə hazırda bir çox ölkələrdə yaradılmış xidmət sahələri və əlverişli təbii şərait kənd yerlərinə getdikcə daha çox turist cəlb edir.

Kənd turizminin inkişafı kəndlərin sosial-iqtisadi yüksəlişində, əhalinin iş yerləri ilə təminatında, ərazilərin təbii-iqtisadi potensialından səmərəli istifadə edilməsində əhəmiyyətli rol oynaya bilər. Kənd turizminin inkişaf etdirilməsində məqsəd regionlarda təbii-coğrafi, sosial-iqtisadi və demoqrafik potensialdan, mədəni-tarixi abidələrdən istifadə edilməsi ilə yanaşı, əhalinin istirahəti və sağlamlığının bərpasının təşkili, turizm sənayesində kəndlərin rolunun yüksəldilməsi, bununla əlaqədar xarici turistlərin regionlara cəlb edilməsi və bu sahədən əldə edilən gəlirlərin artırılmasıdır.

İşin məzmunu. Kənd turizminin növləri və inkişaf potensialı genişdir. Bu sahə mədəniyyətin təbliğinə, qorunmasına və inkişafına şərait yaradan fəaliyyət növlərindən biridir. Müxtəlif ölkələrdə kənd turizminin inkişafı üçün xüsusi proqramlar hazırlanmışdır. Bu proqramlarda ətraf mühit və sosial-mədəni abidələrlə tanışlıq, həmçinin gəlirlərin əldə edilməsi, kəndlərdə yaşayan əhali üçün əlverişli həyat şəraitinin yaradılması nəzərdə tutulmuşdur.

Turizm təsərrüfatının inkişafında kənd turizminin rolunun artırılması, bu sahənin davamlı fəaliyyətinin təmin edilməsi məqsədilə Beynəlxalq Turizm Təşkilatı (BTT) prinsiplər müəyyən etmişdir (Beynəlxalq Turizm..., 2005):

– Kənd turizminin təşkili və perspektiv inkişaf proqramları müxtəlif dövlət orqanlarının, özəl sektorun və ayrı-ayrı şəxslərin birgə iştirakı və qarşılıqlı əməkdaşlığı, onların iqtisadi mənafeləri nəzərə alınmaqla hazırlanmalı, bu sahənin inkişafını təmin edən tədbirlər əlaqələndirilməlidir. Bu istiqamətdə hazırlanan proqramlar xalqların yaşadığı regionların davamlı inkişafı üçün strateji xarakter daşımalıdır. Hazırda ekoturizm sahəsi turizmin inkişaf etdiyi əksər tropik ölkələrdə, o cümlədən Malaziyada, Tailandda, Okeaniya, Mərkəzi Amerika və Karib hövzəsi ölkələrində geniş vüsət almışdır;

– Kənd turizminin mədəniyyət və ekologiya baxımından əhəmiyyəti çoxdur. Kəndlərin inkişafı, onların iqtisadi və sosial bazasının möhkəmləndirilməsi, əhalinin məşğulluğunun yüksəldilməsi sahəsində kənd turizminin üstünlükləri və imkanları genişdir. Turizm təsərrüfatının fəaliyyətlərinin başlıca iqtisadi əhəmyyətindən biri kənd yerlərində daimi və ilboyu fəaliyyət göstə-

rən əlavə gəlir mənbəyinin yaradılmasından və kəndlərdə iş yerlərinin açılmasından ibarətdir. Nəticədə kənd yerlərində yoxsulluq səviyyəsi aşağı düşür, əhalinin rifah halı yüksəlir və şəhərlərə miqrasiyanın qarşısı müəyyən qədər alınır. Bu təsərrüfat sahəsinin fəaliyyəti ilə kənd əhalisi istehsal etdikləri məhsulların satışı üçün yeni bazarlar əldə edir.

Kənd turizminin digər üstün cəhətləri arasında kustar sənaye məhsullarının, əl işləri ilə hazırlanan məhsulların, yerli və ənənəvi yeməklərin, onların bişirilməsi üçün lazım olan ərzaq məhsullarının satışından əldə edilən gəlirləri də göstərmək olar. Həmçinin evlərin turistlərə kirayəsindən, turistlərin daşınmasından, bələdçilikdən, təbiətin mənzərəli yerlərinə və muzeylərə baxışdan, yerli vergi və rüsumlardan, ənənəvi mərasim və ayinlərin təşkilindən əldə edilən gəlirləri də qeyd etmək olar.

Bundan əlavə, kənd turizminin sosial inkişafın təmin edilməsində üstünlükləri də vardır. Bunlar dəmir və şose yollarının çəkilməsinə, müxtəlif təbii obyektlərə, mineral bulaqlara, mənzərəli yerlərə köməkçi xətlərin tikilməsinə kapital qoyuluşunu əhatə edir. Eyni zamanda, sosial xidmət obyektlərinin, mehmanxanaların, səhiyyə müəssisələrinin tikilməsi və onların göstərdiyi xidmətlərin səviyyəsinin yüksəldilməsi, rabitə, təbii qaz, işıq, istilik, su kimi infrastruktur qurğularının inşa edilməsi və müasir tələblər səviyyəsində qurulması, məktəblər və digər sosial mərkəzlərin yaradılması kənd turizminin inkişafı nəticəsində mümkün olur.

Turizm təsərrüfatının bu sahəsinin inkişafı prosesində yerli əhali turistərə xidmət göstərmək üçün bütün imkanlardan istifadə edir. Belə ki, qədim adət-ənənələr, ayinlər, məişət qaydaları, unudulmuş və ya unudulmaqda olan bütün adətlər və mədəni-tarixi əhəmiyyəti olan mərkəzlər dirçəldilir, yada salınır, folklor sənəti nümunələri müxtəlif adlar altında turistlərə təqdim olunur, bayramlar, yarmarkalar, sərgilər təşkil olunur (Даргахов, Керимов, 2012).

Kənd turizminin üstünlüklərindən biri də mədəni əlaqələrin qurulması, məlumatların qorunması və mübadilə edilməsidir. Xalqlar tarixi inkişaf prosesində yaradılan mədəniyyəti qoruyub saxlayır, digər xalqların ona ziyanlı təsirinə imkan vermir. Kənd turizminin fəaliyyəti və onun inkişafı üçün istifadə edilən ərazilərin genişlənməsinin, onlarda yerləşən təbii-coğrafi və mədəni-tarixi əhəmiyyəti olan turizm obyektlərinin artırılmasının kənd məskunlaşması zonalarının ekoloji mühitinin qorunub saxlanmasında və onların təbii tarazlılığının bərpasında əhəmiyyətli rolu vardır.

Beynəlxalq Turizm Təşkilatı turizm təsərrüfatının, onun bir sahəsi olan kənd turizminin davamlı inkişafına nail olmaq məqsədi ilə kəndlərin yerli əhalisinin ekoloji biliklərinin artırılmasını tövsiyə edir. Turizm təsərrüfatında istifadə edilməsi cəhətdən əhəmiyyət kəsb edən təbii-coğrafi mənbələrin və obyektlərin qorunması, onlardan davamlı olaraq istifadə edilməsi kənd turizminin ekoloji üstünlüklərindən biridir (Beynəlxalq Turizm..., 2005)

Kənd turizminin fəaliyyəti zamanı turizm müəssisələrindən alınan vergilər, həmçinin şirkətlərin əldə etdiyi gəlirlərin bir hissəsi ətraf mühitin bərpasına və qorunub saxlanmasına sərf edilə bilər. Ən mühüm cəhətlərdən biri odur ki, kənd turizminin inkişafı sahəsində hazırlanmış proqramlar bu vəzifələrin yerinə yetirilməsi üçün istiqamətləndirici sənəd olmalıdır.

Müasir dövrdə ölkələr arasında inteqrasiyanın güclənməsi, qloballaşma prosesləri və kəndə doğru meylin güclənməsi şəraitində kənd turizminin əhəmiyyəti gündən-günə artır. Bu zaman kənd turizmi yerli əhalinin yaşadığı ərazilərin ekoloji tarazlığının qorunmasına xidmət etməli, xalqların bəşəri dəyərlərinə hörmət əsasında planlaşdırılmalı və idarə olunmalıdır. Kənd turizmindən əldə edilən gəlirlər yerli əhali və turizmin bu növünü inkişaf etdirən dövlət və özəl şirkətlər arasında ədalətli şəkildə bölünməlidir. Kənd turizminin imkanları, onlardan istifadə edilməsinin potensialı, bu sahənin fəaliyyətinin müasir vəziyyəti, əsas mərkəzləri, marşrutları, onun fəaliyyətinin mədəni-tarixi, ekoloji və insanların yaşayış mühitinə təsiri haqqında məlumatlar, tədqiqatlar və araşdırmaların nəticələri düzgün şəkildə qiymətləndirilməlidir (Budaqov, 1990).

Kənd turizminin inkişafı prosesində ətraf mühit haqqında təkliflər, sosial-iqtisadi planlar ətraflı şəkildə, turizmin müxtəlif növlərinin inkişafı nəzərə alınmaqla hazırlanmalıdır. Yerli əhalinin və turistlərin yaranmış imkanlardan daha yaxşı istifadə etməsi üçün kənd turizminin inkişafının bütün istiqamətlərinə nəzarətin təşkil olunması zəruridir.

Kənd turizminin inkişafı zamanı istirahət və əyləncə mənbələrinin köməyi ilə hər bir re-

gionun sosial, iqtisadi və mədəni inkişafı təmin edilməli, yenidən qurulmalıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, kənd turizminin inkişafının bütün potensialından istifadə edilməsi və imkanlarının reallaşdırılması müvafiq elmi, texnoloji, mühəndis araşdırmalarının, iqtisadi planlarla birlikdə tələb olunan maliyyə vəsaitlərinin müəyyən edilməsini tələb edir. Bütün kəndlərdə kənd turizminin təşkil edilməsi ilə bağlı lazım olan araşdırmaların aparılması təmin olunmalıdır.

İran İR-də kənd turizminin inkişaf istiqamətləri. Ölkədə kənd turizmini bir neçə istiqamətdə inkişaf etdirmək olar. Turizmin bu sahələrinin inkişafı prosesində kənd məskunlaşması zonalarında yerləşən təbii-coğrafi, mədəni-tarixi, etno-demoqrafik obyektlərdən istifadə etmək, onları öyrənmək və təbliğ etmək olar. Bu mənada İran İR-də kənd turizminin aşağıdakı istiqamətləri mümkündür:

1. Təbii-coğrafi obyektlərə aid olan geoloji-geomorfoloji təbiət abidələrinin (dağlar, zirvələr, mağaralar, dağlararası çökəkliklər), hidroloji obyektlərin (çaylar, göllərin sahilləri, mineral bulaqlar, ovdanlar), landşaft elementlərinin (təbii mənzərələr, görməli yerlər) istifadə edilməsi əsasında turizm obyektlərinin yaradılması və onlara marşrutların müəyyən edilməsi vacibdir (Budaqov, 1990).

Şərqi Azərbaycan ostanının *Təbriz nahiyəsində* turizmin inkişafına xidmət edən geoloji-geomorfoloji obyektlər sırasına Səhənd, Sultan Səncər və Murovdağ, *Əhər nahiyəsində* Kəmtal və Qoşadağ, *Mərənd nahiyəsində* Mişov, *Miyanə nahiyəsində* Bozquş zirvələrini aid etmək olar. Regiondakı təbiət abidələri sırasına *Təbriz nahiyəsinə* daxil olan Səidabad kəndində İsgəndər mağarası və eyniadlı dərə, Badamdar kəndində Qədəmgah mağarası, Liqvan dərəsi, *Əhər nahiyəsinə* daxil olan Qaraçəmən kəndində Ağbulaq mağarası, Kələybər şəhəri ətrafında Peyğam dərəsi, *Marağa ətrafında* Hampuil (Kəbutər) mağarası, Qoşayaş dərəsi, *Mərənd nahiyəsində* Dugican mağarası aiddir. *Culfa şəhəri* ətrafında Kəyaməki zirvəsi və onun ətrafında yaradılan qoruq mühüm turizm mərkəzləri kimi istifadə edilə bilər.

Ostanda kənd turizminə yararlı olan yaşayış məntəqələri olsa da, turizmə aid mehmanxanaların olmaması onun inkişafını ləngidir. Digər tərəfdən, bölgəyə gələn turistlərin kənd turizminə maraq göstərməməsi, mövcud abidələrin digər turizm növlərində istifadə olunması bu sahənin inkişafında əsas problemlərdir. Yalnız Kələybərdə mağaraların turizm üçün əlverişli vəziyyətə gətirilməsi buraya gələn turistlərin gecələməsinə imkan verər (Zendedel, 2000, 2007).

Qərbi Azərbaycan ostanına daxil olan *Urmiya şəhəri* ətrafında Daniyel, Qara Yaxtı və Fərhad mağaraları, *Təkab nahiyəsində* Təxti-Süleyman yaşayış massivində Qeybabad, Kəhl və Kərəftu mağaraları, Təkab şəhəri yaxınlığında kəhriz, *Salmas nahiyəsində* Qarnıyarıq dağının ətəyində eyniadlı mağara, *Maku nahiyəsində* Mirdavud, *Mahabad nahiyəsində* Böyük və Kiçik Burnik, Fəqarqa, Raqad, *Nəqdə şəhəri* ətrafında Zindan və Babahəsən mağaraları vardır. *Miyandoab nahiyəsində* Əyla və Zindan dağları arasında Əhmədabad çökəkliyi turizm mərkəzləri kimi marşrutlara daxil edilə bilər.

Təbii-coğrafi obyektlərdən istifadə edilməsi əsasında kənd turizminin xüsusi forması kimi ekoturizm mərkəzlərindən istifadə edilməsi vacibdir. Belə mərkəzlərə *Mərənd nahiyəsində* alma bağları, Kişkəsra tarlaları, Urmiya şəhərinin ətrafında Milli Park, Urmiya gölünün ətrafı, onun mərkəzində olan adalar (Şah, Kəbudan, Arzu, Əspir adası), *Maku nahiyəsində*, Araz çayı sahillərində yaradılan Mərakən və Ağgül qoruqları, Poldəşt məntəqəsində Ağgül ov əraziləri aiddir (Zendedel, 2000).

Qərbi Azərbaycan ostanında mövcud təbii-antropogen ehtiyatların zənginliyi və onların əsasən kənd yaşayış məntəqələrində yayılması kənd turizminin inkişafına təkan verən amillərdən sayılır. Ostana gələn turistlərin əsasən təbiət və tarixi irslə bağlı abidələrlə maraqlanması onların bir hissəsinin kənd turizminə yönəldilməsinə imkan verir.

2. Tarixi-mədəni və arxitektura əhəmiyyətinə malik olan obyektlərin təbliği və turizm təsərrüfatında istifadə edilməsi əsasında marşrutların müəyyən edilməsi zəruridir. Dini və qədim sitayiş-ziyarətgah abidələrinə məscidlər, atəşgahlar, qədim tarixə malik, daşdan yonulmuş qəbirüstü abidələr, kilsələr və başqalarını aid etmək olar. Regionda olan yaşayış məntəqələrində tarixi əhəmiyyət daşıyan, yeraltı abidələr kimi qiymətləndirilən və milli sərvət hesab olunan qədim məskənlər həm də turizm üçün mühüm potensial hesab edilir.

Şərqi Azərbaycan ostanında yerləşən Əcəbşir qəsəbəsi yaxınlığında Zəhhak, *Sərab nahiyəsinin* Şiran kəndində Ayı, Sərab şəhərinin şimalında Cuq, Culfa şəhərinin yaxınlığın-

da, Kəyaməki dağında Kəyaməki qalası, *Miyanə nahiyəsində* Qızlar qalası, *Həştrud nahiyəsində* Zəhhak qalası qorunub saxlanır. Kəleybər nahiyəsində (Babək, Pəştu, Peyğam, Novdü, Qəhqəhə) tarixi əhəmiyyəti olan çoxsaylı qalalar vardır (4-cü şəkil).

Qərbi Azərbaycan ostanına daxil olan *Maku nahiyəsndə* Qara qala, *Miyandoab nahiyəsinin* Milan kəndi yaxınlığında Bəxtək qalası, Urmiya şəhərindən qərbdə İsmayıl Ağa qalası, nahiyənin Barduk kəndi yaxınlığında Barduk, Du Dom və Bəxşi qalaları, *Təkab nahiyəsində* Təxti-Süleyman qalası mühüm tarixi əhəmiyyət kəsb edir (2-ci şəkil). *Xoy nahiyəsinin* Qara Ziyaəddin kəndi yaxınlığında Bəstam və Belvərabad qalaları, *Salmas nahiyəsində* Gurçin qalası, Ərdəbil ostanının Parsabad şəhəri yaxınlığında yerləşən Oltan kəndində Oltan qalası, *Meşginşəhr nahiyəsinin* Qaraqaya kəndi yaxınlığındakı Ağca qala turizm təsərrüfatında istifadə edilə bilər.

Sərab nahiyəsinin İmamçay kəndi yaxınlığında eyni formada İmamçay tarixi-arxeoloji təpələr, "Qırx qızın qaldırdığı daşlar" adlanan abidələr kompleksi yerləşir. **Qərbi Azərbaycan ostanına** aid olan *Salmas nahiyəsində* Xan taxtı abidələr kompleksi, *Nəqdə nahiyəsində,* Urmiya gölünün cənub-qərbində Kəlişin kitabələri, onun inzibati mərkəzinin şimal-şərqində Həsənli adlanan qədim təpəlik göz oxşayır.

Araz çayının üzərində salınmış Xudafərin körpüsü Azərbaycan tarixində mühüm əhəmiyyəti olan abidələr sırasına daxildir. Onlar regionda turizmin inkişafına əhəmiyyətli təsir göstərə bilən obyektlərdir. *Kəleybər nahiyəsinin* Hurand qəsəbəsində tarixi əhəmiyyətli Qəbul dərəsi, "Əjdaha daşı" adlanan ərazilərdə tarixi əhəmiyyət kəsb edən təpələr yüksəlir. Miyanə şəhərindən 20 kilometr cənub-şərqə doğru Qız körpüsü qorunur. *Maku nahiyəsində* Beş bulaq körpüsü, *Mahabad nahiyəsində,* Əndərqaş kəndinin ərazisində Manna şəhərinin xarabalıqları yerləşir. *Ərdəbil nahiyəsində* Süleyman, Kəlxorən kəndi yaxınlığında eyniadlı körpü, Balıqlı çayı üzərində Qarasu, Seyidabad və Yaqubiyyə körpüləri, Nir çayının üzərində eyniadlı körpü, Ərdəbil ətrafında İbrahimabad və Daşkəsən körpüləri tikilmişdir.



1-ci şəkil. Şahsevən qəbiləsi Savalan dağı ətəklərindəki yaylaqda



2-ci şəkil. Təkabda Təxti-Süleyman qalası



3-cü şəkil. Kəndovan kəndindən bir görünüş



4-cü şəkil. Kəleybər, Babək qalası

Sərab nahiyəsində ən qədim insanların yaşayış məskənləri və mədəniyyətinin izləri kimi Nəştəban, *Vərzqan nahiyəsinin* şərqində Sənqədəl qayaüstü yazıları qorunub saxlanılır. Qərbi Azərbaycan ostanına aid *Maku nahiyəsində* Rusa şəhəri ətrafında qayaüstü yazılar vardır.

Sərab nahiyəsinin Əsəq kəndində Əsəq, Camalabad kəndində Camalabad məscidi, Xanəgah kəndində Şeyx İshaq xanəgahı, *Miyanə nahiyəsinin* Türk kəndində Türk məscidi tarixi əhəmiyyəti olan abidələr sırasına daxildir.

Qərbi Azərbaycan ostanına aid *Çaldıran nahiyəsində,* Çaldıran kəndi yaxınlığında Qara kilsə, Barun kəndində Zozor kilsəsi, Culfa şəhəri yaxınlığında Şamdərəsi kilsəsi vardır. Ərdəbil şəhəri yaxınlığında olan Əli Qapı kəndindəki Hacı Şeyx hamamı, Korayım kəndində Qara Şirvan təpəsi qorunur. Vinəd kəndindəki daş evlər tarixi-memarlıq cəhətdən maraq doğurur. Germi şəhərinin yaxınlığında yerləşən Şeyxlər kəndi ətrafında Xarman təpəsi vardır. Aslandüz şəhərinin cənub-qərb istiqamətində yerləşən Nadir təpəsinin turizm-rekreasiya əhəmiyyəti böyükdür (Zendedel, 2007a).

3. İqlim-balneoloji cəhətdən əlverişli olan yerlərdə, mineral bulaqlar, müalicə palçıqları, isti sular, şirin və şorsulu göllərin ətrafında müalicə mərkəzlərinin yaradılması mühüm vəzifələrdən biridir. **Şərqi Azərbaycan ostanına** aid olan *Təbriz nahiyəsində* Azərşəhr ətrafında Taptapan bulağı, Kəndovan kəndində Abmədən bulağı vardır. *Bənab nahiyəsinə* daxil olan Sərab şəhəri ətrafında (Allahaq, Abres), *Marağa şəhəri* ətrafında (Vərcu, Qoşayaş) bulaqlar, *Mərənd nahiyəsində* Sufiyan mədən bulağı mühüm turizm obyektləri kimi istifadə edilə bilər.

Qərbi Azərbaycan ostanında *Urmiya şəhərinin* ətrafında (Zənbil, Qinərcə, Həftabə), *Xoy nahiyəsində* (Vışlıq, Eyvoğlu, "Beyləvar Şorbulaq", Beyləvar kəndi ətrafında Zarean, Dəstə dərə, Nəvayi, Xan), *Salmas nahiyəsində* (Minas, Sadaqiyan) mineral bulaqlar, *Maku nahiyəsində* Şeqofti kəndi yaxınlığında eyniadlı mineral bulaq, "Süleyman zindanı" mineral bulağı, *Sərdəşt nahiyəsində* Girov bulağı vardır.

Ərazidə olan ovdanlar turizm təsərrüfatında əhəmiyyətli obyektlər sırasına daxildir. *Əhər nahiyəsində* (Yusifli, Dibsiz və Xarmalı), *Həştrud nahiyəsində* (Yanıq gülü, Bozcud, Quşa gülü, Zülbin gülü) ovdanları vardır. *Maku ətrafında* (Ağgül və Eşqabaq, Qarabulaq, Yarımqaya, Sarısu, Ərəb Dizəc), *Miyandoab nahiyəsində* (Qaragül və Yəsrilbad), *Nəqdə nahiyəsinin* inzibati mərkəzi ətrafında Şeytan, Yadigarlı, Cuhudabad, Gərdəqiya və Həsənli ovdanları yerləşir və onların turizm əhəmiyyətini yüksəltmək lazımdır. Qeyd olunan yaşayış məntəqələrinin yaxınlığında turizm xidmət obyektlərinin olmaması turistlərin regiona cəlb edilməsinə imkan vermir.

Ərdəbil ostanı kənd turizminin inkişafına xidmət edən obyektlərin çox olduğu regionlardan biridir. Ostana daxil olan *Ərdəbil şəhəri* ətrafında Neur və Şorabil gölləri, Gəncgah, Molla Məhəmməd, Nuşar və Şor göl ovdanları vardır. Burada həmçinin Boşlu bulaq, Belədərə bulaqlar kompleksi, *Meşginşəhr nahiyəsinin* Lahrud kəndində Qotursu bulağı, Qinrəcə və İlavənd bulaqları, *Xalxal* mineral bulağı səthə çıxır və mühüm turizm əhəmiyyətinə malikdir. Qeyd olunan müalicəvi suların yaxınlığında yerləşmə müəssisələrinin olması gələn turistlərə gecələməyə şərait yaradır.

Cənubi Azərbaycan ərazisindən axan çayların üzərində çoxlu sayda şəlalələr vardır. Bu obyektlərin turizm təsərrüfatının inkişafında əhəmiyyəti böyükdür. Ona görə infrastruktur şəbəkəsinin yaradılması əsasında şəlalələrin turizm obyektləri sırasına daxil edilməsi zəruridir. Regionda yerləşən *Culfa nahiyəsində* Xaraba Dəyirman, *Mərənd nahiyəsində* Mişov şəlaləsi vardır. Bundan başqa, **Qərbi Azərbaycan ostanına aid** olan *Maku nahiyəsində* Cuq Qalası kəndi ətrafında Cuq Qalası şəlaləsi, *Sərdəşt nahiyəsində* Səlmas şəlaləsi mühüm təbii-hidroloji obyektlər sırasına daxildir. Savalan dağının ətəyində yerləşən Gurgur şəlaləsi mənzərəli təbiəti ilə seçilir (Zendedel, 2005, 2007).

Regionun bir neçə kəndi ətrafında səthə çıxan isti su mənbələri müxləf xəstəliklərin müalicəsi üçün əhəmiyyətlidir. Onların bir çoxu hələlik yerli əhali tərəfindən istifadə olunur. Bu qrupa daxil olan obyektlərə *Maku ətrafında* Şutabad, Başkənd məntəqəsində isti su mənbələri, *Salmas nahiyəsində* İsti su mədəni aiddir. Bu kəndlərdə müvafiq turizm infrastrukturu yaratmaqla turistləri cəlb etmək mümkündür.

4. Tarixi səxsiyyətlərin həyat və yaradıcılığını əks etdirən ev muzeyləri, yaşayış evləri, onlara məxsus məqbərələr mühüm mədəni-tarixi obyektlərdir. Bu obyektlərin turizm təsərrüfatına cəlb edilməsi onların qorunub saxlanması, həmin şəxsiyyətlərin həyat və fəaliyyətinin öyrənilməsi

baxımından da əhəmiyyətlidir. Şərqi Azərbaycan ostanında kənd turizminin inkişafına xidmət edən obyektlər sırasına *Azərşəhr nahiyəsinin* Badamdar kəndində yerləşən Qədəmgah, Həris şəhərinin yaxınlığında, Xanımrud kəndində salınmış Hiq qəbirsitanlığı, *Meşginşəhr nahiyəsinin* Ənar kəndinin qədim qəbiristanlığı, Ərdəbil şəhərinə yaxın olan Şam Əsbi kəndində Qədim Şam Əsbi, Kəlxorən kəndində Qədim Kərcan qəbiristanlıqları qorunur. Kəlxorən kəndində Əmin Ələddin Cəbrailin məqbərəsi ucalır.

5. Davamlı olaraq inkişaf edən turizm təsərrüfatının, onun istifadə imkanlarının və buraya cəlb edilən ərazilərin genişlənməsi kənd rayonlarında turizmin inkişafını zəruri etmişdir. Belə yerlər arasında Şərqi Azərbaycan ostanında yerləşən Ağababa Fəramərzi və Uştəbin kəndlərini, Qərbi Azərbaycan ostanında Bəstam və Dərbənd kəndlərini göstərmək olar. Kənd əhalisinin kənd turizminin iqtisadi səmərəsi, imkanları və əhəmiyyəti haqqında məlumatının olması vacibdir. Ona görə bu qrup əhalinin kənd turizminin əhatə dairəsi, turizm təsərrüfatı və onunla bağlı fəaliyyət sahələri ilə tanış olmaları zəruri olan bir məsələdir. Yerli əhali aparılan təbliğat və verilən məlumatlardan istifadə edərək turizm fəaliyyətinə qoşulur, yerlərdə formalaşan təbii-coğrafi, iqtisadi-sosial, tarixi-mədəni imkanlardan istifadə edilməsi istiqamətində həyata keçirilən tədbirlərdə fəal iştirak edir.

6. Xalqların yaşayış tərzinin, həyat şəraitinin, məişətinin, adət-ənənələrinin, mərasimlərinin öyrənilməsi və təbliği istiqamətində işlərin aparılması, bu prosesə turistlərin cəlb edilməsi mühüm vəzifələrdir. Kənd məntəqələrinə səfərlərin təşkil edilməsi ilə şəhər əhalisinin kəndlərlə yaxından tanışlığı mümkün olur. Kəndlərdə uzun illər ərzində qorunub saxlanılan adətlərlə tanışlıq bu sahənin üstünlüklərinə aiddir. Şəbüstər şəhərinin 14 kilometrliyində yerləşən tarixi Sis kəndi regionun ən qədim yaşayış məskənlərindən biridir. Bu tipli məntəqələrin tarixinin öyrənilməsi lazımdır. *Təbriz nahiyəsində* Kəndovan kəndindəki qayalarda yaşayış evləri xüsusi maraq doğurur (2-ci şəkil).

7. Xüsusi formada turizm fəaliyyəti kimi köçəri xalqların yaşayış yerlərinə səfərlərinin təşkil edilməsi mümkündür (1-ci şəkil). Ölkənin mərkəzi rayonlarında indiyə qədər qalan köçərilərin həyat və məişət şəraiti ilə tanışlıq səfərlərini göstərmək olar. Bu səfərlər təbiətin özünəməxsus yerləri, xalqların əsrlərdən bəri qorunub saxlanılan yaşayış tərzi ilə tanışlıq, təsərrüfat sahələrində yaşamaq və iştirak etmək məqsədi daşıyır. Köçəri tayfaların yaşadığı yerlərə turist səfərləri onların köçlərində iştirak etməyi, bu marşrutla getməyi, onların adətləri və mədəni irsləri ilə tanış olmağı, əhalinin məişətinin xüsusiyyətlərini, ənənəvi iqtisadi fəaliyyətini, incəsənətini və əl işlərini öyrənməyi, köçəri yurdlarını qurub orada yaşamağı əhatə edir. Belə imkanlar və səfər proqramları ekzotik turizm həvəskarları üçün xüsusi maraq doğurur. Turizmin bu formasında iştirak edənlərin sayı getdikcə artır.

8. Kənd turizminin formalarından biri turistlərin kənd təsərrüfatı məhsullarının becərilməsi ilə tanış olması və bu prosesdə iştirakıdır. Hazırda Asiya və Okeaniyanın bəzi ölkələrində geniş yayılmış kənd turizmi sahələrindən biri də turistlərin kənd təsərrüfatı məhsullarının becərilməsində iştirak etməsidir. Turizmin belə forması kənd turizminin bir növü olan aqroturizm də adlanır. Turistlər səfər dövründə tarlalara, əkin sahələrinə gedərək məhsulların əkilməsi, becərilməsi və yığılması proseslərində birbaşa iştirak edirlər. Bu işlər təcrübə qazanmaq, məhsul istehsalının sirlərini öyrənmək və ya asudə vaxt keçirmək məqsədi ilə icra edilir. Turistlər kənd evlərində yerli və ənənəvi məhsullardan hazırlanan yeməklərlə qidalanır. Eyni zamanda, səfər ərəfəsində turistlər festivallarda və başqa mədəni tədbirlərdə iştirak edə bilərlər. Turistlər balıq ovunda iştirak edib təbiətin qoynunda gəzə, mənzərəli və görməli yerləri ilə tanış ola bilərlər (Beynəlxalq Turizm..., 2006).

Çində və Yaponiyada "Bir kənd, bir məhsul" siyasətinə uyğun olaraq kənd turizmi və kənd təsərrüfatının inkişafı sahəsində mühüm nəticələr əldə edilmişdir. Bu ölkələrdə turistlərin cəlb edilməsi üçün kəndin əhalisi yalnız bir növ məhsulun istehsalı ilə məşğul olur. Turistlər səfər etməzdən əvvəl öz maraqlarını, səfər proqramlarını müəyyənləşdirir, çay, bambuk və ya başqa məhsullar yetişdirən kəndlərdən birinə səfər edirlər. Bu tipli səfərlərin məqsədi məhsulun becərilməsi, yığılması və satışı ilə tanış olmaq, bir kənddə qalmaq və istirahət etməkdən ibarətdir. Kəndlərdən bəzilərində əhali yalnız çay istehsalı ilə məşğul olur, əkin sahələrində müasir çay muzeyləri təşkil edir, çay məhsullarının satışı üçün xüsusi mağazalar açırlar. Bir çox kəndlərdə hətta turistlər üçün çay festivalları təşkil edilir və xeyli

qazanc götürülür. Bu təcrübədən İran İR-də də istifadə etmək olar (Beynəlxalq Turizm..., 2006).

İran İR-də kənd turizminin inkişafına mane olan amillər aşağıdakılardır:

– kənd yaşayış məntəqələrində turistlərə xidmət göstərən obyektlər şəbəkəsi zəifdir;

– kəndlərdə evlərin kirayə verilməməsi, gələn turistlərə müxtəlif xitmətlərin göstərilməməsi;

– kəndlərdə yerli və milli adət-ənənələrin üstünlüyü şəraitində evlərdə turistlərin saxlanmasında məhdudiyyətlər olması, bunun turistlərin gecələməsinə mane olması;

– təbii və antropogen turizm ehtiyatları ilə zəngin olan kənd yaşayış məntəqələrinə gedən yolların müasir tələblərdən geri qalması və aşağı texniki səviyyədə olması;

– ölkədə təbii turizm mərkəzlərinə getməyə üstünlük verən turistlərin maraqlarının kənd turizminə yönəldilməsi istiqamətində marketinq və təbliğatların zəif aparılması;

– kənd turizmi mərkəzləri ilə bağlı reklam işlərinin zəif təşkili.

Beləliklə, turizm təsərrüfatının inkişafı üçün kənd turizminin imkanlarından da istifadə edilməsi zəruridir. Bu sahənin inkişafı turistlərə göstərilən xidmətlərin, bu sahədə istifadə edilən potensialın genişləndirilməsi ilə yanaşı, kəndlərin inkişafına da müsbət təsir göstərər.

ƏDƏBİYYAT

BEYNƏLXALQ TURİZM TƏŞKİLATININ Asiya və Okeaniya üzrə hesabatı. 2006. Tehran.

BEYNƏLXALQ TURİZM TƏŞKİLATININ hesabatı. 2005. Tehran.

BUDAQOV, B.Ə. 1990. Azərbaycanın təbiət abidələri. Bakı.

ZENDEDEL, H.M. 2000. Yüz maraqlı kənd. İrangərdan nəşriyyatı. Tehran.

ZENDEDEL, H.M. 2005. İran səyahəti: ostanlar və rayonlar. İrangərdan. Tehran.

ZENDEDEL, H.M. 2007. İranın turizmə yararlı kəndləri. I cild. Giriş hissəsi. Tehran.

ZENDEDEL, H.M. 2007. Kənd turizmi. I cild. Tehran.

ДАРГАХОВ, В.С., КЕРИМОВ, Р.Н. 2012. Сельский туризм: реализация, развития и возможности. Международная научная конференция. Болгария, София. 189-195.

Məqaləyə c.e.n. V.S.Dərgahov rəy vermşdir