

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Туляганов Б.И., ведущий гидрогеолог ГП НПЦ «Геология урана и редкоземельных металлов», канд. геол.-мин. наук

Республика Узбекистан располагает большими запасами минерально-сырьевых ресурсов для развития горной промышленности. На базе разведанных запасов наиболее распространенных видов полезных ископаемых - металлических (рудных), неметаллических, гидроминеральных и углеводородного сырья работают более 370 нефтегазовых промыслов, шахт, рудников, карьеров и около 300 водозаборов пресных подземных вод.

За годы независимости перед геологической наукой и практикой поставлены новые задачи, связанные с необходимостью развертывания широкомасштабных работ по повышению объективности и достоверности геологической информации на основе глубокого анализа, широкого применения передовых технологий и методов прогнозирования. На новый уровень поднимаются вопросы геологической безопасности объектов (территорий), охраны и рационального использования природных ресурсов. Соответственно сегодня, при разработке месторождений полезных ископаемых (МПИ), к гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям предъявляются высокие требования, хотя целый ряд вопросов изучен еще слабо или вообще не изучен.

До настоящего времени в республике основное внимание уделялось изучению гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых, реже - угольным месторождениям и месторождениям строи-

тельных материалов (разрабатываемых открытыми и подземными способами). Практически не уделялось внимание изучению гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождений, разрабатываемых скважинным способом - это разработка нефти и газа, урана, подземных и минеральных вод, а также методам подземного выщелачивания и захоронения попутных вод и промышленных стоков в разных отраслях производственной деятельности [1].

В настоящее время успешно развивается нефтегазовая отрасль Узбекистана, куда предусматриваются большие вложения зарубежных инвесторов. Интенсивное освоение контрактных площадей (геологоразведочные работы, разработка месторождений и строительство наземной инфраструктуры) приведет к усилению влияния техногенных факторов в образовании опасных геологических процессов. Следовательно, одной из главных задач гидрогеологических и инженерно-геологических исследований является обеспечение безопасных условий разработки нефтегазовых месторождений путем тщательного изучения текущего состояния гидрогеологических и инженерно-геологических условий территории, а также постоянное ведение стационарных наблюдений (мониторинг) за потенциально опасными природными и техногенными динамическими процессами (рис. 1-4).

Обоснование, подготовку и проведение этих работ необходимо подразделить на три этапа:

I. Гидрогеологический и инженерно-геологический аудит - оценка текущего состояния гидрогеологических и инженерно-геологических условий и окружающей природной среды месторождений.

II. Объектный (локальный) мониторинг - организация гидрогеологического и инженерно-геологического полигона на контрактной площади и ведение ведомственного мониторинга.

III. Государственный (региональный) мониторинг - вовлечение созданной режимной сети гидрогеологического и инженерно-геологического полигона в систему Государственного мониторинга.

Соответственно для каждого этапа цели, задачи и методы их решения будут разными [2].

Одной из таких перспективных (контрактных) площадей является Бухаро-Хивинская нефтегазоносная область, где продуктивные залежи выявлены

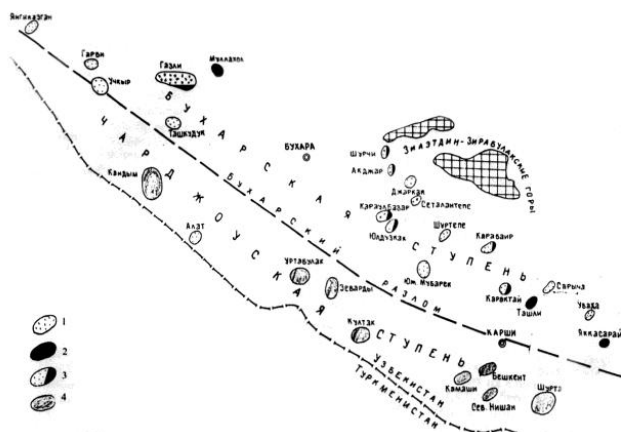


Рис. 1. Разведанные месторождения Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области: 1-газовые; 2-нефтяные; 3-газонефтяные; 4-выходы коренных пород

в двух стратиграфических комплексах - меловых и юрских отложениях. Меловые отложения хорошо изучены в пределах Бухарской ступени и в них открыты десятки месторождений, в том числе месторождение «Газли».

Выполненными исследованиями на Чарджоуской тектонической ступени открыт ряд месторождений (рис. 1), в т.ч. газоконденсатное месторождение «Кандым» [3].

В геологическом строении месторождений и прилегающих районов принимают участие палеозойские, мезозойские и кайнозойские отложения.

Выходы палеозойских пород имеются в северо-восточной части района.

Здесь среди палеозойских образований выделяются породы силурийского и девонского возрастов, прорванные кислыми интрузивами верхнего палеозоя.

На остальной (большей) части территории развиты нерасчлененные палеозойские породы.

На размытой поверхности палеозойских пород с резким угловым несогласием трансгрессивно залегают отложения мезозоя. С разрывом, но без видимого углового несогласия, породы мезозойского возраста перекрываются глинисто-карбонатными и песчаными отложениями кайнозоя. Наибольшим развитием на поверхности пользуются палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения. Палеозойские породы, в основном, залегают под мощным покровом мезо-кайнозойских отложений. Их кровля вскрывается глубокими геологоразведочными скважинами в пределах продуктивных структур.

Рассмотрим некоторые вопросы эколого-геологической безопасности, которые могут возникнуть при освоении новых площадей нефтегазоносных месторождений (на примере некоторых месторождений Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области).

Известно, что при разработке месторождений скважинным способом глубиной от 50-300 м (водозаборы, метод выщелачивания) до 2500 м (нефтяные и газовые месторождения) происходит изменение гидрогеологических и инженерно-геологических условий на локальном и региональном уровнях. Сильно нарушаются ландшафтные условия, сплошность слагающих пород, что приводит к изменению естественного поля напряжений на значительную глубину, образуется воронка депрессии (в области откачки) и репрессивный купол (в области нагнетания), техногенная зона аэрации, в которых интенсивно развиваются процессы окисления и биохимические процессы [1].

Отбор из больших водозаборов, нефтяных и газовых месторождений значительно снижает пластовое давление, в результате происходят процессы деформаций поверхности за счет вторичного депрессионного уплотнения пород над продуктивной толщей, что приводит к возникновению опасных

уклонов фундаментов инженерных сооружений, а в целом — к опусканию территории.

Интенсивная разработка месторождений приводит к усилению роли техногенных факторов в образовании геологических процессов, которые значительно осложняют функционирование построенных объектов добычи и транспортировки газа, а также наземной инфраструктуры. Разрывы и зоны их геодинамического влияния инициируют аварийные ситуации на буровых скважинах [4].

Одним из осложняющих факторов условий разработки являются землетрясения, вызванные инженерной деятельностью человека (проведение горных работ, разработка нефтегазовых месторождений, закачка промышленных отходов и попутных вод в скважины). Это приводит не только к нарушению хода сейсмического процесса (частоты повторяемости и интенсивности землетрясений, которые нередко оказываются выше событий, связанных с эндогенными факторами), но и провоцирует развитие различных опасных геологических процессов на разрабатываемых и примыкающих площадях.

Последними исследованиями выявлено, что эксплуатация месторождений углеводородов приводит к физико-химическому (солевому или минеральному), тепловому и гидродинамическому загрязнению окружающей среды.

Последствия проявления перечисленных выше процессов исследованы слабо и требуют выполнения специального инженерно-геологического изучения особенностей проявления опасных геологических процессов, что позволит снизить ущерб окружающей среде и обеспечить эколого-геологическую безопасность промышленных объектов.

Рассмотрим подробнее некоторые результаты изучения этих процессов.

Геодинамические процессы. На территории

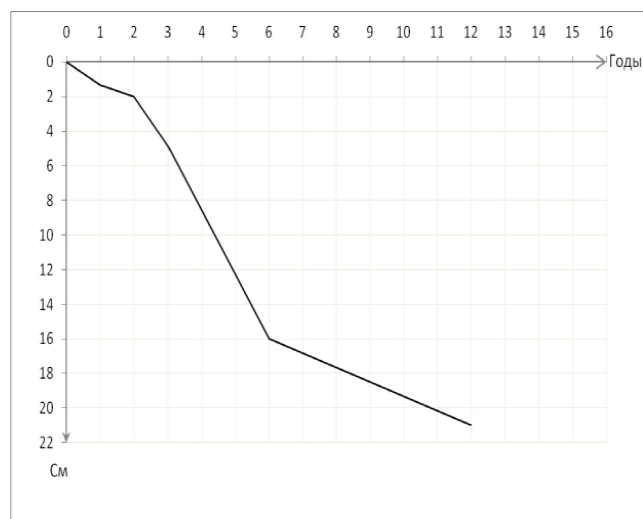


Рис. 2. Динамика оседания земной поверхности, связанная с эксплуатацией месторождения «Газли»

нефтегазовых месторождений разломы земной коры обычно перекрыты покровными комплексами и не устанавливаются методами геологической съемки.

Локальные сгущения продольных, диагональных и поперечных (по отношению к линии разрыва) трещин различного генезиса принято называть зоной геодинамического разрыва. Именно здесь наиболее опасно строительство наземных сооружений и коммуникаций.

Характер геодинамических процессов при разработке и эксплуатации месторождений определяется уровнем энергонасыщенности земной коры, сеймотектоническим потенциалом сейсмогенных структур, в частности, по зонам геодинамического влияния активных тектонических нарушений нередко происходит опережающее обводнение продуктивных пластов подошвенными водами, а также регистрируются вертикальные межпластовые перетоки. Воронки падения пластового давления могут формироваться вдоль геодинамически «раскрытых» разрывов. В зонах геодинамического влияния разрывов повышен процент аварийных скважин. Кроме того, вдоль тектонических нарушений могут происходить современные природные смещения земной поверхности (как вертикальные, так и горизонтальные).

Разработка месторождений, сопровождающаяся извлечением из продуктивных пластов углеводородного сырья и соответствующим понижением пластового давления, также может вызвать оседание земной поверхности, иногда сопровождаемое поднятием периферийных участков. Все это связано с нестабильностью разломов, являющейся результатом создания местного критического напряжения, близкого к пределу прочности пород.

Изменение напряжений в среде происходит за счет влияния следующих факторов [5, 6]:

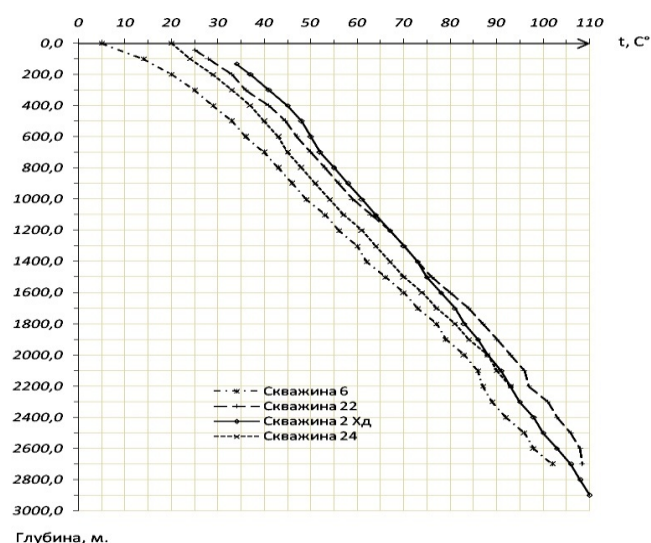


Рис. 3. Распределение температуры пород в скважинах на месторождении «Кандым»

1. Оседание земной поверхности в результате отбора газа и падения пластового давления Рпл (деформация коллектора). Механизм воздействия связан с увеличением эффективных нормальных напряжений, которое может составлять менее 1мПа. Исследования [6], выполненные в пределах месторождения «Газли», показали (рис. 2), что оседание поверхности через 6 лет ее эксплуатации составило 16см (при падении Рпл на 15%), а через 12 лет — 21см (при падении Рпл на 44%).

2. Отбор и закачка флюидов также приводит к нарушению гидродинамических связей, влияющих на формирование напоров, обводненность пород и перераспределение нагрузки на земную кору (депрессионный техногенез):

- механизм воздействия закачки флюида и (или) фильтрации подземных вод проявляется в нарушении равновесия между зонами отбора и закачки воды. Это вызывает разрывы в местах, где напряжения максимальны. При закачке в одну или несколько скважин возможен гидравлический разрыв пласта (образование новых разломов), с размерами от нескольких дециметров до многих дециметров. При массовой закачке в скважины создаются разрывы в первоначально нарушенных породах;

- механизм воздействия перемещения флюида может проявляться в провоцировании сейсмических толчков вдоль существующих разломов. Интенсивность событий определяется уровнем сеймотектонического потенциала района, геохимическими и реологическими свойствами пород. В определенных условиях, при определенной технологии разработки месторождений, могут возникать сильные землетрясения, достигающие или превосходящие силу ожидаемых эндогенных землетрясений.

Тепловые процессы (тепловое загрязнение). Геотермические исследования [7] теплового загрязнения литосферы (на основании изучения более 300 термограмм скважин) в различных газодобывающих регионах России показали, что все скважины (эксплуатационные, нагнетательные, обводненные) нефтяных и газовых месторождений являются своеобразными источниками теплового загрязнения литосферы и подземной гидросферы, а как следствие этого, и прилегающей атмосферы. Интенсивный отбор жидкости или газа из пласта или закачка вод в пласт с температурой, отличной от температуры горных пород, приводит к нарушению природного распределения температурного градиента вплоть до поверхности Земли и, особенно, температуры разрабатываемых пластов.

Под тепловым загрязнением понимается изменение температуры приповерхностной толщи горных пород, подземных и поверхностных вод, поверхности Земли и приземных слоев воздуха.

При эксплуатации месторождения по стволу скважин вверх поступает флюид (нефть, газ или

вода) более высокой температуры. При длительной и интенсивной эксплуатации залежи изменяется тепловой режим (распределение температуры, геотермических градиентов и тепловых потоков) не только в самой эксплуатируемой скважине, но и в окружающей скважину толще горных пород. Чем выше температура пласта, тем интенсивнее происходит так называемое тепловое загрязнение пород. И чем ближе залежь расположена к поверхности Земли, тем интенсивнее «загрязняется» ее поверхность.

Выполненные исследования [7] показали, что значительные изменения теплового режима фиксируются не только в работающих скважинах, но и в длительно простаивающих скважинах, которые после эксплуатации уже не работают в течение нескольких лет, и даже в скважинах, которые вообще не эксплуатировались, но находятся в пределах разрабатываемого нефтяного месторождения. Иногда эксплуатация скважин в течение всего 2-3 лет может привести к таким изменениям температуры всего разреза вплоть до поверхности Земли, которые наблюдаются в течение многих лет.

Прогрев земной поверхности выше фоновой (природной) на 10-12°C может привести к необратимым негативным последствиям для фауны и флоры приповерхностного слоя Земли, а также определенным климатическим изменениям.

В некоторых районах, где температура разрабатываемых пластов очень высокая (на месторождении температура достигает до 90-100°C) при разработке нефтяной или газовой залежи с больших глубин могут подтекать очень горячие флюиды, которые будут значительно прогревать верхнюю часть земной коры вплоть до ее поверхности.

Геотермические исследования на месторождении «Кандым», выполненные с целью определения геотермического градиента и геотермической степени, показали, что возрастание температуры с глубиной происходит почти по прямой линии (рис. 3). Рассматривая месторождение в целом, следует отметить, что температура в диапазоне глубин от 100 до 2500m изменяется в пределах 30-106°C. Средняя геотермическая ступень в указанном интервале глубин составляет 35-40m/°C, средний геотермический градиент 3-2,8°C/100m. Эти измерения, а также анализ опубликованных материалов показывают, что при разработке газовых (нефтяных) месторождений могут происходить значительные изменения температуры земной коры и может возникнуть много температурных аномалий.

Длительная закачка вод с температурой, отличной от температуры горных пород, также приводит к нарушению природного распределения температуры (рис. 4). Поэтому, в принципе, все нагнетательные скважины газонефтяных месторождений тоже являются своеобразными тепловыми загрязнителями горных пород.

Выводы.

1. Из вышесказанного следует, что при разработке месторождений скважинным способом на глубину разработки происходят значительные изменения геолого-экологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий на локальном и региональном уровнях.

Проявляются геологические, геодинамические и сейсмические процессы, а также тепловое загрязнение. Причем инженерная деятельность становится провоцирующим фактором, осложняющим безопасные условия разработки и нарушающим существующее геологическое равновесие территории. Изменение температуры по разрезу в скв. 1626 связано с закачкой попутных вод. В контрольной скв. 1433 изменения температуры не наблюдается.

2. Для обеспечения безопасных условий разработки нефтегазовых месторождений необходимо разработать нормативные документы по проведению геолого-экологических, гидрогеологических и инженерно-геологических исследований при разработке месторождений скважинным способом и сформулировать основные задачи этих исследований.

3. Для выбора оптимального режима эксплуатации нефтегазовых месторождений, а также снижения ущерба окружающей среде и обеспечения геологической безопасности промышленных объектов геолого - экологические, гидрогеологические и

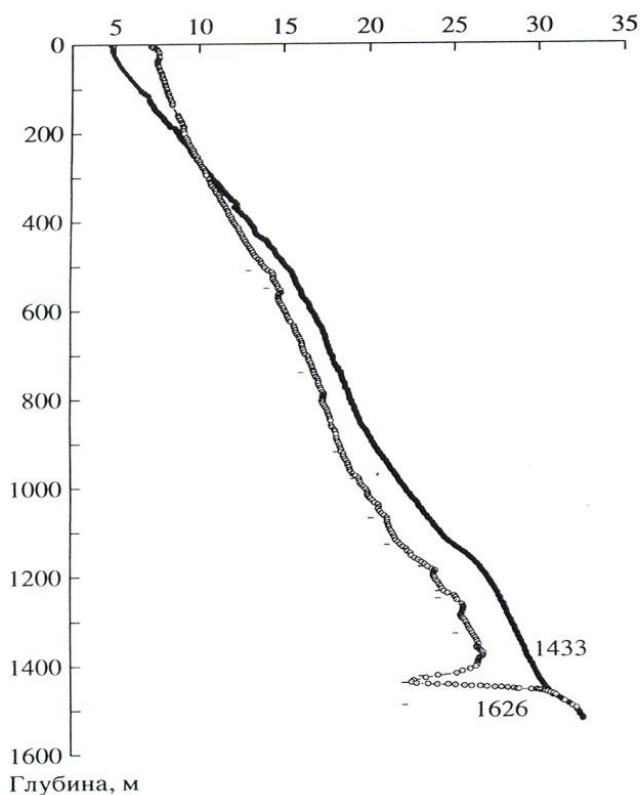


Рис. №4 Распределение температуры по глубине скважине газонефтяного месторождения «Мишкское»

инженерно-геологические исследования необходимо выполнять в три этапа:

- первый - геолого-экологический, гидрогеологический и инженерно-геологический аудит, с целью оценки текущего состояния геолого-экологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий и окружающей природной среды месторождений;
- второй - объектный (локальный) мониторинг, с

целью организации геолого-экологического, гидрогеологического и инженерно-геологического полигона на контрактной площади и ведение ведомственного мониторинга;

- третий - государственный (региональный) мониторинг, с целью вовлечения созданной режимной сети геолого-экологического, гидрогеологического и инженерно-геологического полигона в систему Государственного мониторинга.

Список литературы:

1. Туляганов Б.И., Мирасланов М.М. К вопросу анализа, оценки и прогноза инженерно-геологических условий в процессе геологоразведочных работ на месторождении полезных ископаемых. Жур. «Горный вестник Узбекистана» № 1, 2009. с. 5-11;
2. Туляганов Б.И., Кадырходжаев А.Ф. Задачи геотехнологических исследований для обоснования захоронения промышленных стоков в водоносные горизонты. Жур. «Горный вестник Узбекистана» № 1, 2010. с. 49-56;
3. Ситдиқов Б.Б. О крупных прогнозных ресурсах бессернистого газа в меловых отложениях Чарджоуской ступени Бухара-Хивинского региона. Жур. «Neft va gaz» № 2, 2008. с. 4-6;
4. Баранов Ю., Денисевич Е. и др. Космический мониторинг природных опасностей при освоении газовых месторождений «Ямала». Жур. «В мире науки» №10. М. 2008. с. 64-68;
5. Логинов А.А., Зильберштейн Б.М. и др. Геолого-гидрогеологическое обоснование подземного захоронения нефтепромысловых стоков на полигонах нефтяных месторождений. Сб. «Недропользование – XXI век» № 3, 2007. с. 13-20;
6. Плотникова Л.М., Нуртаев Б.С. и др. К вопросу о механизме техногенных землетрясений (в свете снижения сейсмического риска для промышленных объектов). Жур. «Геология и минеральные ресурсы» № 3, 1999. с. 54-57;
7. Христофорова Д.А. Геотермические исследования теплового загрязнения литосферы при разработке залежей углеводородов. Жур. «Геоэкология» № 1, 2009. с. 90-92.

УДК 553.078(575)

© Марипова С.Т., Хошжанова К.К., Жулиев М.К., Садыкова Л.Р. 2011 г.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКОГО РЕГИОНА ПО ПЛОТНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Марипова С.Т., зав. лабораторией «Математической геологии» Института геологии и геофизики АН РУз, канд. геол.-мин. наук; **Хошжанова К.К.**, мл. научный сотрудник Института геологии и геофизики АН РУз; **Жулиев М.К.**, мл. научный сотрудник Института геологии и геофизики АН РУз; **Садыкова Л.Р.**, мл. научный сотрудник Института геологии и геофизики АН РУз

Районирование является одним из основных результатов металлогенического анализа, т.е. выявления закономерностей размещения полезных ископаемых. Под металлогеническим районированием понимается выделение рудоносных площадей различного значения и размерности, а также установление их соподчиненности. Большинство исследователей выделяют следующие иерархические уровни – металлогеническая провинция, металлогенический пояс, рудный район, зона, узел, рудное поле [1-3]. При статистическом металлогеническом анализе [4] районирование можно проводить по плотности размещения рудных объектов в исследуемом регионе. Для этого вычисляется средняя плотность размещения рудных объектов. Та часть изучаемой площади,

где плотность размещения рудных объектов больше средней плотности будет соответствовать обособленной рудоносной площади - «площадной аномалии». Она отличается от традиционных металлогенических единиц - рудных полей, рудных зон и т.п., при выделении которых, кроме «скупивания» объектов, учитываются также их геологическая позиция и размеры. Однако, если порог для выделения аномалий выбрать с учетом иерархического уровня выделяемых объектов и наибольшего соответствия аномалий определенным геологическим структурам, полученные при этом аномалии будут соответствовать металлогеническим единицам. В таком случае получается, металлогенические единицы разного ранга обособляются по скупенности и некоего поро-