



ОАО «ГАЗПРОМ»

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ГАЗПРОМ ДОБЫЧА КУЗНЕЦК»**

(ООО «Газпром добыча Кузнецк»)

---

Доклад

на тему:

**«ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ  
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СКВАЖИН  
(НА ПРИМЕРЕ НАРЫКСКО-ОСТАШКИНСКОЙ ПЛОЩАДИ)»**

Выполнил:

геолог 3 категории \_\_\_\_\_ М. Ю. Абанина

Кемерово 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ МЕТАНА В УГЛЯХ И УГЛЕВМЕЩАЮЩИХ ПОРОДАХ.....	4
2 НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД.....	5
3 ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНДЕКС.....	6
4 ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ КОЛЛЕКТОРЫ.....	8
5 ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ.....	8
6 ПОЛОЖЕНИЕ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ.....	9
7 АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ДОБЫЧНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НАРЫКСКО-ОСТАШКИНСКОЙ ПЛОЩАДИ ОТ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ.....	12
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	16
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	18

## ВВЕДЕНИЕ

Определение оптимального места заложения разведочных и эксплуатационных скважин является важной задачей при организации углеметановых промыслов. Как правило, в качестве основных характеристик, определяющих перспективность угольных пластов для разработки, используются их коллекторские свойства, а также мощность и глубина залегания пласта. Однако большое влияние на горно-геологические условия залегания углей и угле вмещающих пород оказывает геодинамическая обстановка.

Геологические блоки земной коры в современную эпоху испытывают напряжения различного характера: вертикальные (гравитационные) и горизонтальные напряжения сжатия-растяжения с преобладанием последних.

В тектоническом плане Нарыкско-Осташкинская площадь представляет собой Кыргай-Осташкинскую синклинали (рисунок 1), при формировании которой в региональном плане нижний интервал пород, содержащий угольные слои верхней перми, испытывал растяжение, а верхние безугольные отложения триаса и юры – сжатие (рисунок 2). Такое глубинное распределение полей напряжений с одной стороны препятствовало естественной дегазации углепородных массивов, с другой приводило к дифференциации геомеханических свойств по площади и в разрезе.

Таким образом, ведущим научно-экспериментальным направлением, методико-практические основы применения которого сегодня еще только формируются, определяющим современную геодинамическую картину района, безусловно влияющую на фильтрационные характеристики продуктивных угольных пластов толщи, является идентификация напряженного состояния массива в конкретной точке.

## 1. ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ МЕТАНА В УГЛЯХ И УГЛЕВМЕЩАЮЩИХ ПОРОДАХ

Для перехода к пониманию физической основы влияния геодинамических обстановок на продуктивность скважин для добычи метана угольных пластов необходимо представлять себе каким образом присутствует данное полезное ископаемое в недрах. Существует многообразие форм нахождения метана в углепородных массивах. Выделяют следующие фазовые состояния метана:

1) **адсорбированный** метан – метан, молекулы которого расположены на стенках порового пространства. Его количество определяется удельной поверхностью стенок порового пространства;

2) **абсорбированный** метан – метан, молекулы которого встроены в сложную структуру угля, по типу твердого раствора, и заполняют пустоты, объем которых сравним с объемом самой молекулы метана. Чем выше его содержание, тем лучше качество углей – теплотворная способность энергетических и спекаемость – коксующихся;

3) **водорастворенный** – метан, растворенный в угольных пластах и, главным образом, в углевмещающих породах. Такой метан является составной частью углекислотно-водно-метановых флюидов – наиболее подвижной субстанции углепородных массивов, реагирующей как на дифференциацию во времени и в пространстве их напряженно-деформированного состояния, так и на техногенное воздействие на горные породы (проведение работ по бурению скважин, проходку подземных горных выработок при разработке углей, ведение буровзрывных работ и т.д.).

Метаноносные водные флюиды в углях и углевмещающих породах заключены в сообщающихся и разобщенных трещинах и полостях отслоения.

4) **свободный** метан, содержащийся в объеме трещин и поротдельно от захороненных подземных вод.

Также существует мнение, что метан в углепородных массивах находится в **перманентном** фазовом состоянии, когда под воздействием пульсирующей смены напряжений сжатия-растяжения, обусловленной природными факторами, вследствие раскрытия-закрытия трещин и пор в углях и в углевмещающих породах происходит переход его адсорбированных форм в водорастворенные и наоборот.

Несмотря на разнообразие фазового состояния метана в угольных пластах, преобладающими являются его сорбированные формы. Запасы сорбированного метана соизмеримы с запасами метана традиционных газовых месторождений.

## **2.НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД**

Напряженно-деформированное состояние углепородных толщ является фактором, влияющим на фильтрационные свойства угольных коллекторов и способствующим оценке развития естественной трещиноватости и проницаемости пластов.

Массив горных пород постоянно испытывает напряжения и деформации различной ориентации. Установлено, что уже на относительно небольших глубинах горизонтальные напряжения (сжатия-растяжения) горных пород существенно превышают вертикальные (гравитационные) напряжения. Полевые наблюдения свидетельствуют о том, что палеогеодинамические напряжения, существовавшие в период формирования складчато-разрывных деформаций угленосных пород к настоящему времени полностью релаксированы и тектоно-динамический фон изменен.

На площадях пологого моноклинального и субгоризонтального залегания угленосных отложений в Кузбассе, к которым относится и Нарык-

ско-Осташкинская площадь, наблюдается мозаичное чередование зон сжатия и растяжения с преобладанием меридиональной ориентировки их границ. Меридиональную ориентировку имеют и протяженные сквозные субвертикальные зоны растяжения вдоль малоамплитудных разломов раздвигового типа, по которым происходит многовековая дегазация углеродных массивов с разгрузкой водных флюидов в речную сеть, а их газовой составляющей - в атмосферу.

В геологических блоках, в пределах которых угленосные отложения в современную эпоху испытывают напряжения **растяжения**, при буровых работах наблюдается потеря промывочной жидкости, пониженный выход керна, неустойчивость стенок скважины, четко фиксируемая кавернометрией, искривление скважин. Содержание метана в углях – пониженное в связи с длительной естественной дегазацией его сорбированных форм.

В условиях преобладания **сжатия** в скважинах наблюдается дискование керна при 100-процентном его выходе, прихваты бурового снаряда. Содержание метана в углях высокое, преимущественно в сорбированном состоянии.

Косвенные признаки выявления  
обстановок сжатия и растяжения массивов

Таблица 1

Сжатие	Растяжение
Дискование керна	Потеря промывочной жидкости
Прихваты бурового инструмента	Пониженный выход керна
	Неустойчивость стенок скважины
	Искривление скважины

### 3 ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНДЕКС

Как известно, горные породы на глубине находятся под суммарным воздействием многих физико-механических сил: собственный вес пород, тектонические силы различного масштабного уровня, внутреннее давление насыщающих флюидов и др. Все это приводит к возникновению в массиве горных пород сложного объемно-напряженного состояния. Поскольку массив состоит из неоднородных по физико-механическим свойствам гор-

ных пород, обладающих определенной геометрией, и на поверхности массива имеется расчлененный рельеф, то при анализе напряженного состояния необходимо учитывать каждый фактор, влияющий на суммарное поле напряжений. Перераспределение в нагруженном объеме любых флюидов определяется соотношением обстановок сжатия и растяжения.

Построение морфогеодинамических моделей напряженно-деформированного состояния массива горных пород осуществлялось путем вычисления пространственных характеристик вершинного и базисного гипсометрических полей современного рельефа. Вершинное поле задается тремя координатами структурных точек на водораздельных пространствах. Его морфология отражает положение осредненного уровня исходной (мел-палеогеновой) поверхности выравнивания и характер ее последующих сводово-блоковых деформаций на неотектоническом этапе. Базисное поле задается абсолютными отметками речной сети в характерных структурных точках. Базисная поверхность мгновенно реагирует на изменение характера рельефообразующих процессов (интенсивным врезанием и понижением при сжатии горных пород и слабым погружением при растяжении. Наиболее важные характеристики динамики современного рельефа отражены в морфологии поверхности энергии рельефа, вычисляемой как разность вершинной и базисной поверхностей.

Интегральным показателем напряженно-деформированного состояния массива горных пород является **геодинамический индекс**. Значения геодинамического индекса одновременно отражают энергию и скорость современных рельефообразующих процессов, обусловленных дифференциацией напряженно-деформированного состояния массива горных пород, а сведение наиболее информативных морфогеодинамических данных в одном показателе обеспечивает возможность полноценного визуального анализа графических результатов.

Вычисление геодинамического индекса по эмпирической формуле, а также создание геодинамической модели Нарыкско-Осташкинской площади выполнялось Я. М. Грицюком в рамках договора с ООО «Газпром до-

быча Кузнецк». Высокие значения геодинамического индекса соответствуют условиям сжатия, а низкие (отрицательные) – растяжения.

Вертикальные разрезы значений геодинамического индекса, построенные на основе полученной модели, наиболее наглядно отражают информацию о дифференциации напряженно-деформированного состояния массива горных пород.

#### **4 ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ КОЛЛЕКТОРЫ**

Угольные пласты можно считать природными коллекторами сорбированного метана. Залежи подвижного водорастворенного метана формируются как в углях, так и в углевмещающих породах, испытывающих в современную эпоху напряжения растяжения (разуплотнения). Это геодинамические коллекторы угольного метана. Они образуются при условии перекрытия разуплотненных пород геодинамическими экранами – угленосными или безугольными отложениями, находящимися в состоянии сжатия (уплотнения).

Предполагается, что в пределах геодинамических коллекторов под геодинамическими экранами в условиях преобладающего растяжения и разуплотнения углей и углевмещающих пород метан находится в сорбированном состоянии, с преобладанием адсорбированных в порах и на стенках трещин форм.

Таким образом, в геодинамических коллекторах метан находится в наиболее благоприятной для его извлечения форме.

#### **5 ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ**

Газодинамические структуры в пределах Нарыкско-Осташкинской площади локализованы в матрице углепородных массивов, испытывающих в современную эпоху стабилизированное геодинамическое состояние или растяжение (разуплотнение) с мозаичным характером их взаимного расположения как в плане, так и в разрезе. Только в пределах газодинамических



структур обнаруживается определенная структуризация, в первую очередь, зон растяжения, характер которой и определяет их разнообразие.

Выделяют два вида газодинамических структур: линейные, купольные. Линейные газодинамические структуры на поверхности прослеживаются вдоль перегибов склонов речных долин. А наиболее четко они трассируются в виде протяженных наклонных линейных отрицательных аномалий геодинамического индекса на геодинамических разрезах.

Выделяются две разновидности линейных газодинамических структур: открытые, выходящие на поверхность, и закрытые, не достигающие дневной поверхности.

К купольным структурам относятся купольные поднятия и локальные купола. Купольные поднятия от куполов отличаются латеральными размерами. Большинство дешифрованных купольных кольцевых структур на территории Кузбасса в современную эпоху испытывают восходящие движения.

## **6 ПОЛОЖЕНИЕ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ**

В рамках геологоразведочных работ на Нарыкско-Осташкинской площади в 2010-2012 гг. пробурено 18 разведочных скважин (РН-1 – РН-10, РН-14, РН-16, РН-18, РН-20, РН-21, РН-22, РН-30, РН-24), десять из которых (РН-1 – РН-10) в настоящее время находятся в пробной эксплуатации (рисунок 3).

Используя геодинамическую модель, созданную в программном продукте Voxler, по каждой пробуренной скважине был отстроен геодинамический разрез (рисунок 4, 5, 6) с целью определения расположения группы продуктивных пластов относительно зон различного напряжения с последующим сопоставлением с добычными параметрами скважины.

На вертикальных разрезах, построенным по значениям геодинамического индекса, видно, что ни одна из десяти разведочных скважин РН-1 – РН-10 не вскрыла массив горных пород в зоне действия напряжений растяжения. Продуктивные угольные пласты, вскрытые скважинами РН-3 и

РН-8, испытывают напряжения сжатия. Остальные восемь скважин вскрывают продуктивную угольную толщу в зоне действия фоновых значений напряжения (зоне стабилизации).

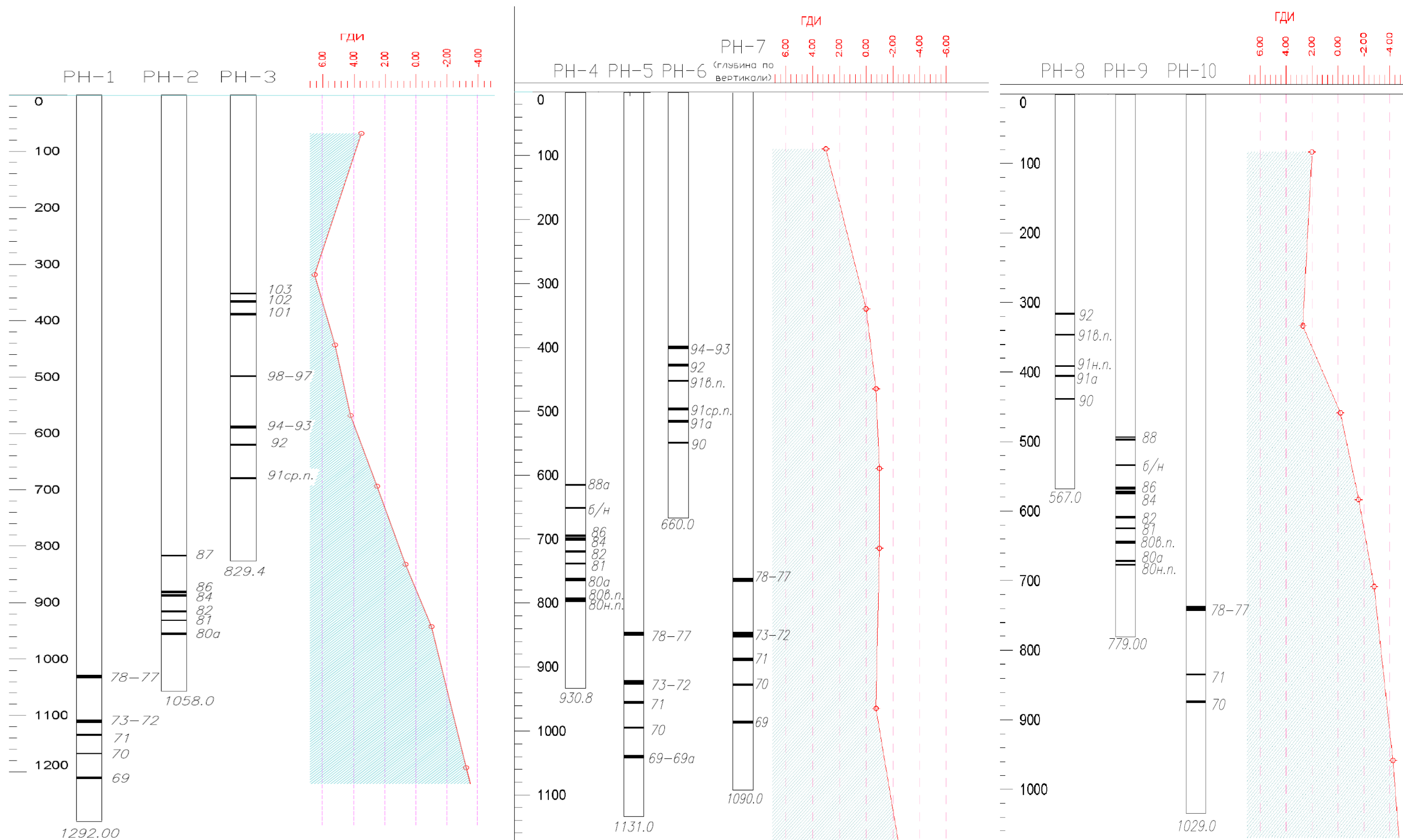


Рисунок 7 – Распределение геодинамического индекса по разрезам разведочных скважин

## 7 АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ДОБЫЧНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НАРЫКСКО-ОСТАШКИНСКОЙ ПЛОЩАДИ ОТ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

Анализ зависимости добычных возможностей скважин от геодинамической обстановки проводился по 9 скважинам, т.к. в связи с планируемым строительством разведочных скважин с горизонтальным окончанием РН-11г и РН-12г с попаданием в ствол существующей скважины РН-10, добыча газа из последней не проводилась.

Из графиков изменения объемов добычи газа (рисунки 8, 9, 10), построенным по результатам работы 9 разведочных скважин, видно, что три скважины (РН-3, РН-6, РН-8) отличаются низкой продуктивностью (добыча газа <math><1000\text{ м}^3/\text{сут}</math>).

Таблица 2

Зависимость объемов добычи газа  
от напряженного состояния массива горных пород  
в разведочных скважинах Нарыкско-Осташкинской площади

Скважина	Уровень воды, м	Затрубное давление, атм	Значение геодинамического индекса (min...max)	Тип напряжения
РН-1	1210-1220	10-12	-3,6...-2,0	стабилизация
РН-2	960-970	10-12	-1,2...0,8	стабилизация
РН-3	690-700	9-10	2,8...6,0	сжатие
РН-4	800-810	10-12	-1,0...-0,8	стабилизация
РН-5	1040-1050	4-5	-1,6...-0,8	стабилизация
РН-6	450-470	6-8	-0,4...-0,8	стабилизация
РН-7	950-970	19-20	-1,2...-0,8	стабилизация
РН-8	440-460	2-3	0,0...2,8	сжатие
РН-9	680-700	4-5	-2,8...-0,4	стабилизация

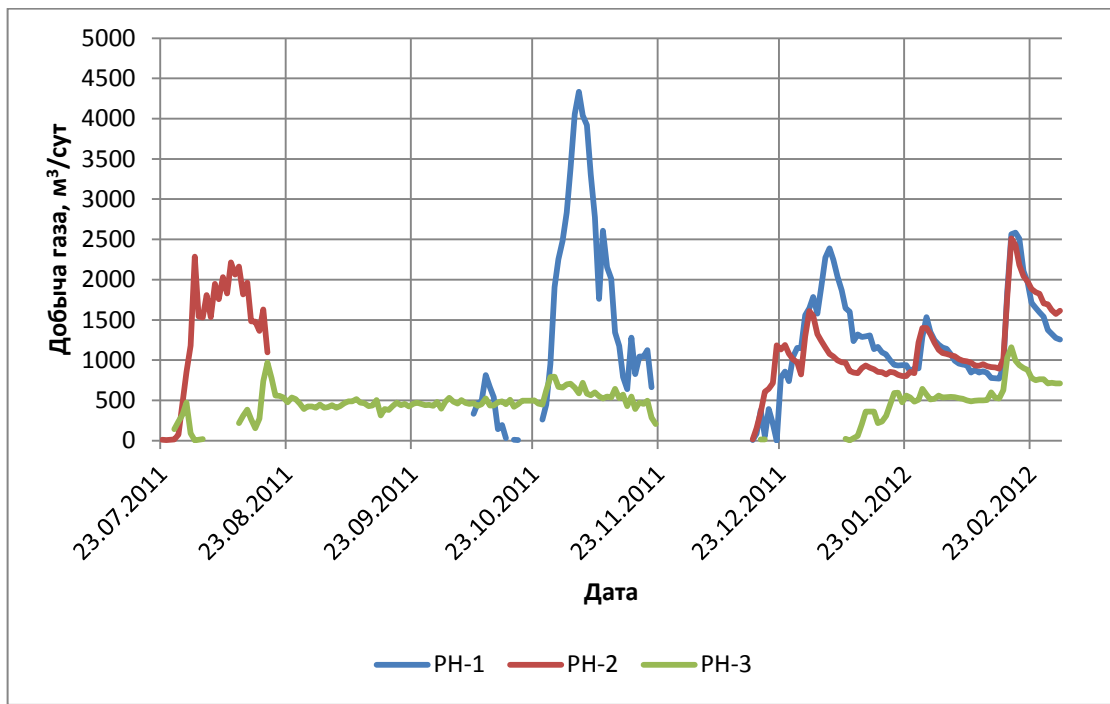


Рисунок 8 – График изменения добычи газа с начала освоения разведочных скважин  
PH-1, PH-2, PH-3

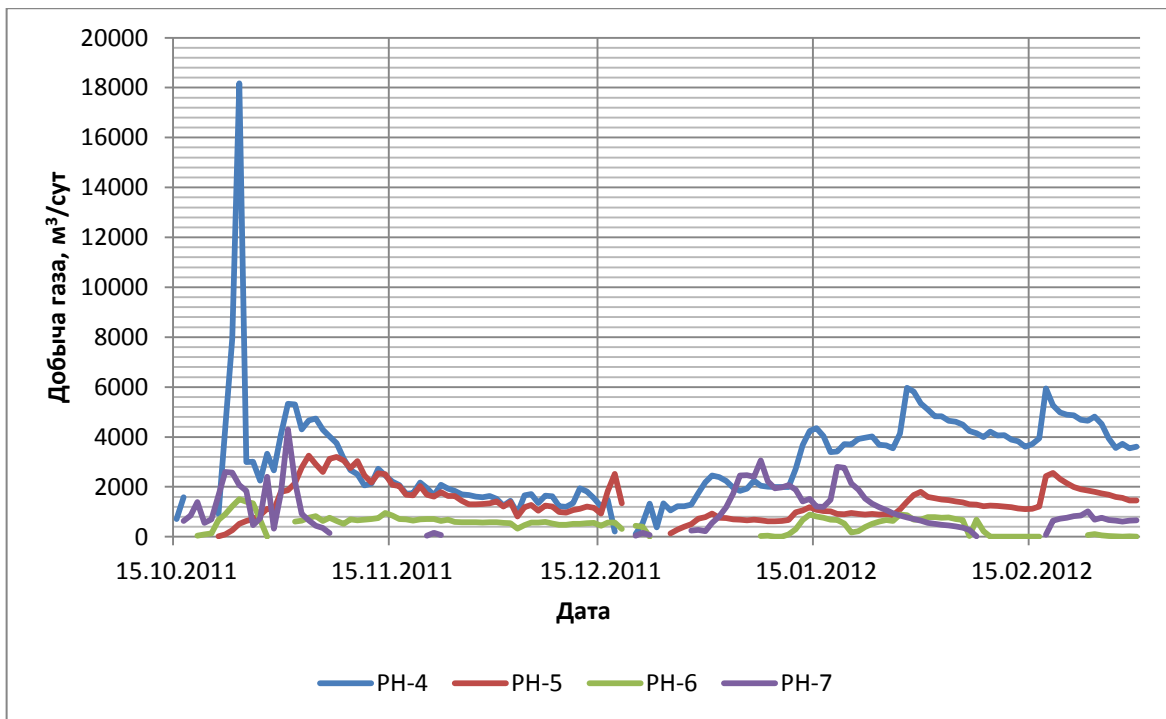


Рисунок 9 – График изменения добычи газа с начала освоения разведочных скважин  
PH-4, PH-5, PH-6, PH-7

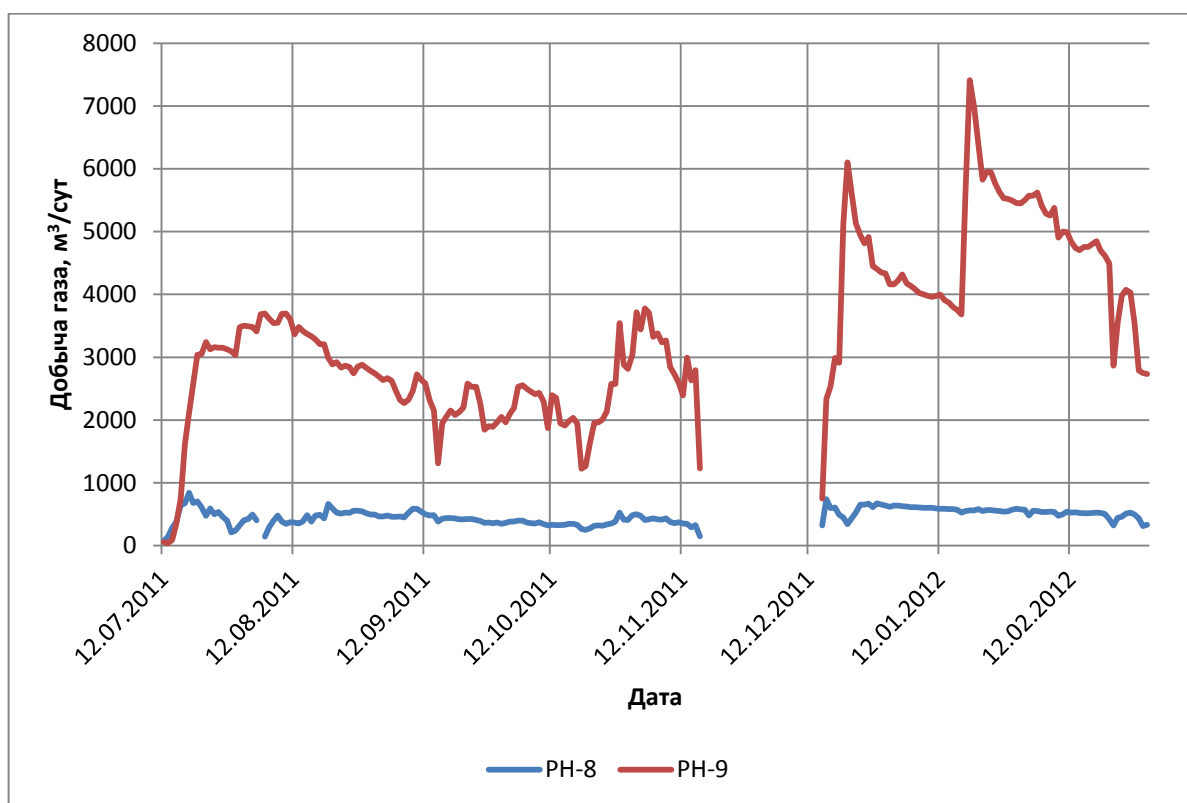


Рисунок 10 – График изменения добычи газа с начала освоения разведочных скважин PH-8, PH-9

При определении мест заложения разведочных скважин №№ PH-13 – PH-30 учитывались результаты морфогеодинимического районирования Нарыкско-Осташкинской площади. Все запроектированные скважины (кроме PH-11г, PH-12г) должны вскрыть продуктивные угольные пласты в зонах растяжения (рисунок 11), что в дальнейшем должно положительно отразиться на их дебитах.

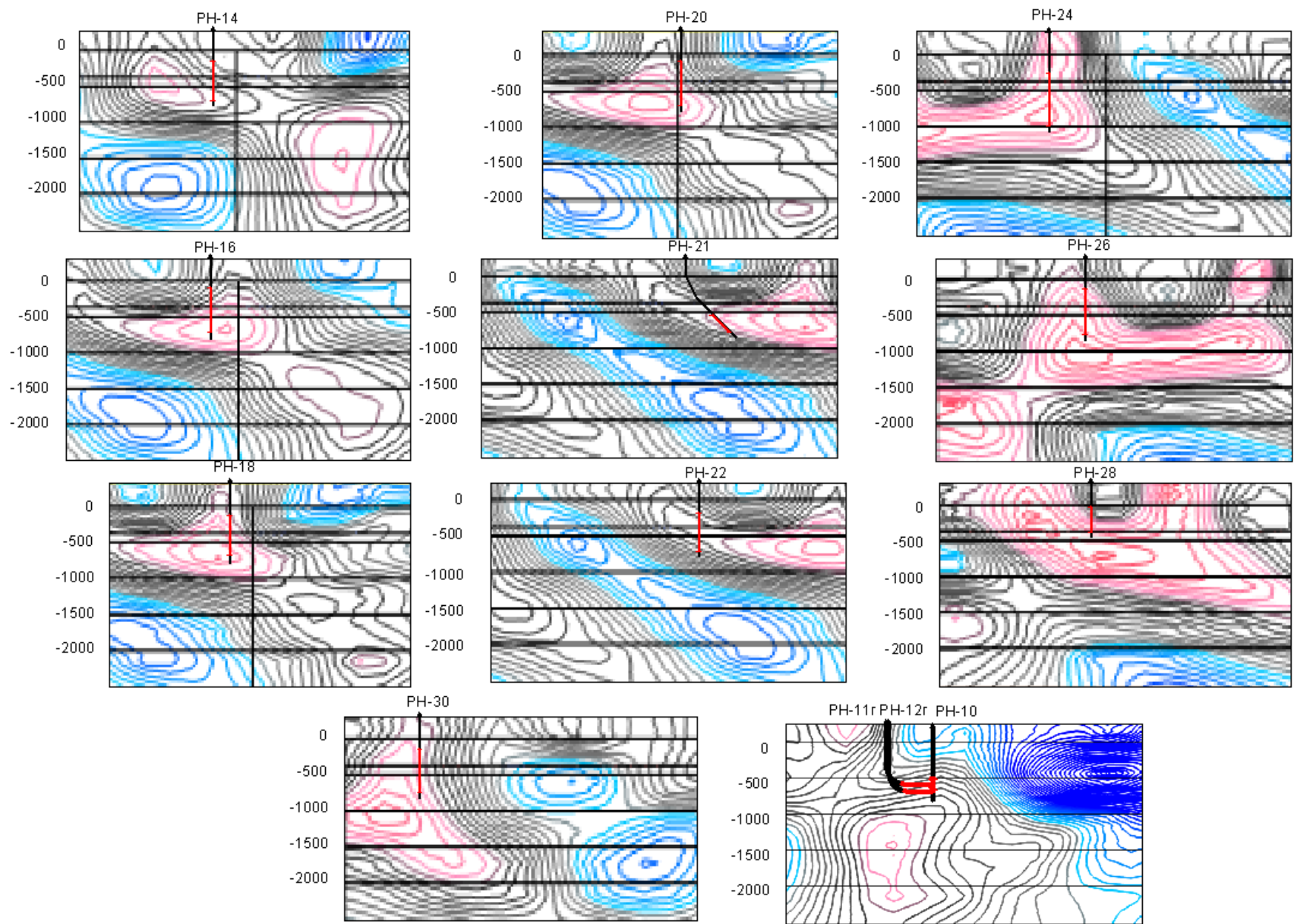


Рисунок 11 – Геодинамические разрезы по новым разведочным скважинам

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нетронутых газоносных угольных пластах нет фильтрационных каналов, несмотря на множество разных открытых и закрытых трещин и пор. Закрытые трещины не имеют зазоров, а открытые трещины, как и поры, изолированы друг от друга. В результате в нетронутом пласте нет достаточной совокупности трещин-пор, образующих общую систему каналов, в которых происходит движение жидкости и газа. Таким образом, фильтрационные параметры проницаемых зон зависят от развития деформационных процессов в угле, при которых раскрываются трещины.

В связи с малым количеством скважин, находящихся на этапе освоения на Нарыкско-Осташкинской площади в Кузбассе, в настоящее время невозможно однозначно оценить перспективность зон массива горных пород с различным напряженно-деформированным состоянием для добычи метана из угольных пластов. Однако, уже сейчас можно отметить, что из десяти работающих скважин, две (РН-3 и РН-8), расположенные в зоне сжатия, имеют более низкие суточные дебиты ( $<1000 \text{ м}^3/\text{сут}$ ) по сравнению со скважинами (РН-1, РН-2, РН-4, РН-5, РН-7, РН-9 –  $1000 \text{ м}^3/\text{сут}$  и более), в зоне влияния которых массив горных пород не испытывает напряжений сжатия (проницаемость снижается с ростом глубины и горного давления вышележащей толщи, верхняя граница перспективной зоны – зона газового выветривания толщи).

Между тем, скважина РН-6, находящаяся в сходных геодинамических условиях со скважинами РН-4, РН-5, РН-7, отличается от них низкой продуктивностью. Данный факт свидетельствует о том, что геодинамическая обстановка не может являться основополагающим фактором при определении мест заложения эксплуатационных скважин.

Различные сочетания структурно-геодинамических параметров оказывают как положительное, так и отрицательное влияние на величину газоотдачи угольных пластов.



Таким образом, напряженно-деформированное состояние углепородных массивов может являться дополнительным критерием перспективности угольных пластов для добычи метана, т. к. оказывает влияние на фильтрационные характеристики угольных пластов: в одних случаях способствуют более интенсивной миграции метана из недр к дневной поверхности, в других, наоборот, создают препятствия на пути движения газа.

Для оценки достоверности и уточнения геодинамической модели Нарыкско-Осташкинской площади необходимо сопоставлять ее с данными, получаемыми в ходе эксплуатации существующих разведочных скважин (РН-1 – РН-10), и данными, которые будут получены после ввода в эксплуатацию строящихся скважин (РН-14, РН-16, РН-18, РН-20, РН-21, РН-22, РН-24, РН-26, РН-28, РН-30).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грицюк Я. М., Кочеткова В. М. Морфогеодинамическая томография. Объемное моделирование напряженно-деформированного состояния углепородных массивов центральной части Ерунаковского района Кузбасса. – Новокузнецк, 2010. – 45 л.
2. Грицюк Я. М., Кочеткова В. М. Детализация морфогеодинамической томографии до масштаба 1:10000 наиболее перспективных участков Нарыкско-Осташкинской и Чалтокской площадей – Новокузнецк, 2011. – 20 с.
3. Грицюк Я.М., Епифанцев О.Г. Оценка горно-геологических газодинамических условий угледобычи в Кузбассе //Международная научно-практическая конференция: «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов». Новокузнецк, 2009. – с.284-291.
4. Грицюк Я.М., Кочеткова В.М., Холявко Г.Р., Епифанцев О.Г., Плетенчук Н.С. Геологические методы оценки газодинамической опасности на угледобывающих предприятиях и прогноз катастрофических явлений// Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. Международная научно-практическая конференция. – Новокузнецк, 2010 – с.367-375.