

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации ГОРБУНОВОЙ Эллы Михайловны «РЕАКЦИЯ ВОДОНАСЫЩЕННОГО КОЛЛЕКТОРА НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6. – Гидрогеология, 1.6.9. – Геофизика.

Заявленная тема является фундаментальной (геофлюидомеханика), характеризуется научной новизной и актуальной, однако ее решение вызывает сомнения из-за некорректных общих формулировок, не соответствующих конкретной содержательной части исследования:

1. В названии диссертации желательнее было бы расшифровать, что понимается под динамическими воздействиями («**ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ ВОДОНАСЫЩЕННОГО КОЛЛЕКТОРА НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ (ЗЕМНЫЕ ПРИЛИВЫ, ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ТЕХНОГЕННЫЕ ВЗРЫВЫ)**»).

2. В цели исследования необходимо было бы указать конкретно, что речь идет в основном об исследовании **гидродинамической** реакции на указанные выше динамические воздействия и развитии методов **гидродинамического мониторинга**.

3. Задачи исследования (1-4) следовало бы дать в более корректной формулировке: (1) Систематизация данных гидродинамического (уровень, давление) мониторинга по реакции водонасыщенного резервуара на динамические воздействия (земные приливы, землетрясения, и техногенные взрывы); (2) Установление взаимосвязи между изменениями гидродинамического поля и формированием областей поствзрывных деформаций во вмещающем массиве горных пород и на дневной поверхности при крупномасштабных техногенных взрывах; (3) Разработка методов гидродинамического мониторинга водонасыщенного коллектора для выявления реакции на динамические воздействия (указанные выше); (4) Выявление различий гидродинамических реакций (аномалий), зарегистрированных в массиве и зонах активных тектонических нарушений при динамическом воздействии (техногенные взрывы).

4. Задачи исследования (5) и (6) по существу совпадают с задачей исследования (1).

Другие замечания/вопросы:

5. В а-р отсутствуют управляющие уравнения для рассматриваемой системы гидродинамических и геомеханических процессов.

6. Фактические данные по изменению гидродинамического поля при подземных ядерных взрывах (ПЯВ) в скв. 1388, 1348 и их интерпретация с использованием программы MODFLOW (рис. 3) – данные, изображенные на (рис.2,4) трудно понять, как сформирована MODFLOW -модель - не объясняется.

7. Приливный фактор (глава 5), по этим данным оценивается проницаемость горных пород. Сопоставлялись ли эти оценки с оценками по формуле Тейса временного прослеживания? Какой физический смысл в том, что фазовый сдвиг M_2 зависит от проницаемости резервуара? Почему по другим приливным гармоникам нельзя определить проницаемость?

8. Разделы 5.1.2, 5.2.2. Можно ли наблюдательную уровнемерную скважину использовать в качестве сейсмометра для оценки магнитуды землетрясений? Можно ли по сети пьезометрических скважин рассчитывать гипоцентры землетрясений?

9. Раздел 6.1. Какой гидродинамический смысл имеет «приведенное расстояние» (рис. 9) с точки зрения теории нестационарной геофильтрации?

10. Как рассчитывались изменения проводимости вмещающего резервуара после проведения ПЯВ (раздел 6.1)?

11. Можно ли оценить фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) по величине «амплитудного фактора» и относительной деформации (раздел 6.2)? Как зависит амплитудный фактор от частоты сейсмических волн?

12. Как оцениваются фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) по изменениям барометрического давления (раздел 6.3)?

13. Рис. 12 – непонятно, что используется в качестве параметра изображенных на рисунке линий.

Общие замечания. Теория нестационарной однофазной геофильтрации применительно к системам вертикальных скважин достаточно хорошо разработана и известно фундаментальное решение в виде формулы Тейса, где в качестве источника динамического воздействия рассматривается добычная скважина с постоянным расходом. Некоторые из примеров, изложенных выше (ПЯВ, КМА), описываются в рамках указанной теории, если в расчетных моделях учитывается связь между проницаемостью и пористостью (зависимости типа Carman – Kozeny (Bear, Cheng, 2010). Влияние барометрического давления на геофлюидный резервуар может быть также учтено в рамках теории нестационарной однофазной геофильтрации заданием переменного граничного условия Дирихле (1 рода) (см например A.V. Kiryukhin, G.N. Kopylova, ITOUGH2 ANALYSIS OF THE GROUND WATER LEVEL RESPONSE TO THE BAROMETRIC PRESSURE CHANGE (WELL YZ-5, KAMCHATKA)// PROCEEDINGS, Thirty-Fourth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford, California, February 9-11, 2009). В отличие от этого, учет влияния приливных сил и сейсмических волн для оценки ФЕС горных пород требует решения системы гидродинамических и геомеханических уравнений, которую ожидалось увидеть в данной работе, но эти ожидания не оправдались.

Если в качестве источника динамического воздействия рассматривается инъекционная скважина, то в этой ситуации при определенных геомеханических условиях возможен гидроразрыв. Тогда, при формировании сдвиговых трещин – сама вода становится генератором динамического воздействия в форме триггерной сейсмичности. Обширная литература существует на эту тему (например, S. Shapiro, 2008, M.Zoback, 2010). Благодаря динамическому воздействию в форме гидроразрыва в последние 20 лет осуществляется значительная часть мировой добычи нефти и газа (сланцевая нефть и газ). Сейсмогенные разломы и формирование гидротермальных систем, прилегающих к активным вулканам – также рассматриваются как продукт динамического воздействия воды в форме гидроразрыва (Kiryukhin A. V., Fedotov S. A., Solomatin A. V., 2018, Кирюхин А В «Геотермофлюидомеханика ...», 2020). Эти динамические воздействия, связанные с геофлюидными системами, почему то не нашли отражения в обзорной части а-р диссертации.

Несмотря на многочисленные замечания и вопросы, работа в целом соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6. – Гидрогеология, 1.6.9. – Геофизика.

Кирюхин Алексей Владимирович
Доктор-геол.-мин. наук, проф.
Главный научный сотрудник, зав. лаборатории тепломассопереноса
Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН
683006 Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа 9
E-mail: AVKiryukhin2@mail.ru
Тел.: 896221718113

Я, Кирюхин Алексей Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

27.06.2022 г.



А.В. Кирюхин
A.V.

завещаю.

Е.В. Манничева
27.06.2022