

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2565409

### СПОСОБ ОТБОРА ВЕЩЕСТВ ИНГИБИТОРОВ ГАЗООБРАЗОВАНИЯ В ПОЧВОГРУНТАХ

Патентообладатель(ли): *Общество с ограниченной ответственностью "Природоохранные технологии" (RU)*

Автор(ы): *Хмурчик Вадим Тарасович (RU), Максимович Николай Георгиевич (RU)*

Заявка № 2014131697

Приоритет изобретения **30 июля 2014 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **16 сентября 2015 г.**

Срок действия патента истекает **30 июля 2034 г.**

*Заместитель руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности*

*Л.Л. Кирий*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014131697/15, 30.07.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
30.07.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.07.2014

(45) Опубликовано: 20.10.2015 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2013130522 А, 02.07.2013.

СОРОКИН Н.Д. и др., Пособие по вопросам  
изучения загрязненных земель и их санации,  
СПб, 2012, стр. 47-53, найдено 13.05.2015 в  
Интернете на сайте [http://www.ecoprofi.info/  
docs/book\\_contaminated\\_land\\_and\\_sanation.pdf](http://www.ecoprofi.info/docs/book_contaminated_land_and_sanation.pdf).

МАКСИМОВИЧ Н.Г. и др. Влияние  
микроорганизмов на минеральный состав и  
свойства грунтов, Вестник (см. прод.)

Адрес для переписки:

614015, г.Пермь, а/я 9115, Патентное бюро  
"ОНОРИН", пат.пов. N126 Онорину А.А.

(72) Автор(ы):

Хмурчик Вадим Тарасович (RU),  
Максимович Николай Георгиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
"Природоохранные технологии" (RU)

## (54) СПОСОБ ОТБОРА ВЕЩЕСТВ ИНГИБИТОРОВ ГАЗООБРАЗОВАНИЯ В ПОЧВОГРУНТАХ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области инженерной геологии, а именно к способам для определения влияния различных веществ на газообразующую способность грунтов в лабораторных и полевых условиях, и позволяет подобрать ингибиторы газообразования в грунтах. Для этого сравнивают объем газа, выделяющегося из опытного образца грунта, подвергнутого обработке химическими веществами или их смесями, с объемом газа, выделяющегося из контрольного образца грунта. Навеску контрольного грунта помещают в колбу, добавляют дистиллированную воду, затем

закрывают пробкой с газоотводной трубкой, подсоединенной к U-образному стеклянному манометру, и считывают показания манометра через определенные интервалы времени. Опытный образец грунта анализируют аналогично после внесения испытуемого химического соединения или смеси. Изобретение позволяет прогнозировать изменение газообразующей способности грунтов под воздействием внешних факторов, подобрать ингибиторы газообразования и их оптимальные концентрации. 6 ил., 3 пр.

(56) (продолжение):

Пермского университета, Геология, 2012, 3(16), стр. 1-8, найдено в 13.05.2015 Интернетe на сайте <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2012/0394.pdf>. ПРАКТИКУМ ПО МИКРОБИОЛОГИИ под ред. Нетрусова А.И., М., Академия, 2005, стр. 21, 36-37, найдено в 13.05.2015 Интернетe на сайте [http://www.academia-moscow.ru/ftp\\_share/\\_books/fragments/fragment\\_21035.pdf](http://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_21035.pdf)

Изобретение относится к области грунтоведения при инженерных изысканиях в строительстве, в частности к способам и устройствам для определения влияния различных веществ на газообразующую способность грунтов в лабораторных и полевых условиях, и позволяет в короткий срок подобрать реагенты, устраняющие

5 газообразование в грунтах.

С инженерно-геологической точки зрения газообразование в грунтах - негативный процесс, ведущий к изменению физико-механических свойств грунтов [Радина В.В. Роль микроорганизмов в формировании свойств грунтов и их напряженного состояния // Гидротехническое строительство. 1973. №9. С. 22-24], поэтому определение

10 газообразующей способности грунтов, а особенно прогнозирование ее изменения под воздействием внешних факторов (например, подтопление грунтов водами, содержащими различные химические соединения) является важной задачей при инженерных изысканиях в строительстве.

Способность грунтов к газообразованию определяется жизнедеятельностью

15 микроорганизмов, населяющих грунт.

Микроорганизмы, распространенные в грунтах практически повсеместно [Кузнецов и др., 1962; Материалы межд. симп. по подземной микробиологии 1989-2011 гг.], способны трансформировать как химические вещества самого грунта, так и поступающие в него с фильтрующимися водами. При этом поступающие в грунты в

20 результате аварийных событий или плановых мероприятий различные химические соединения, метаболизируемые микроорганизмами, способны вызвать в грунтах повышение газообразования, что скажется на изменении напряженного состояния грунтов и, соответственно, на безопасности возведенных или строящихся на них инженерных сооружений.

В патентной литературе имеются изобретения, описывающие способы определения различных характеристик свойств грунтов и почвогрунтов (RU 2054501 C1, 15.07.1993; RU 2192006 C2, 14.12.1999; RU 2366944 C1, 11.03.2008), однако ни один из них не

25 позволяет определить газообразующую способность грунтов.

В настоящее время существуют методы для определения наличия в грунтах

30 газообразующих микроорганизмов, которые при наличии определенной приборной базы, соответствующей квалификации персонала и значительных временных и материальных затратах позволяют определить скорость процессов газообразования в грунтах [Практикум ..., 1976; Беляев, Иванов, 1975; Moffett et al., 2000], однако отсутствует способ (малозатратного и экспрессного) определения влияния различных

35 химических соединений и смесей на газообразующую способность грунтов, который позволял бы подобрать соединения, оказывающие отрицательное воздействие на газообразование, а также выбрать их оптимальные концентрации.

Методика (см. Беляев С.С., Иванов М.В. Радиоизотопный метод определения интенсивности бактериального метанобразования // Микробиология. 1975. Т. 44. Вып.

40 1. С. 166-168) основана на применении веществ, содержащих радиоактивные изотопы углерода ( $C^{14}$ ) или серы ( $S^{34}$ ) или др. элементов. Требуется допуск к работе с радиоактивными веществами. Специально обученный персонал. Дорогостояща: специальное оборудование и специальное помещение для работы с радиоактивными веществами.

Методика (см. Моффетт Б.Ф., Уолш К.А., Я.А. Харрис, Т.С.Дж. Хилл. Анализ структуры бактериальных сообществ с использованием анализа 16S рДНК // анаэробными. 2000. V. 6. №2. P. 129-131) основана на выделении из исследуемого объекта бактериальной ДНК, обработке ее специальными ферментами для фрагментирования, разделении

45

фрагментов ДНК с помощью электрофореза (или другими способами, например, центрифугированием), определении по полученному "профилю ДНК" видовой принадлежности микроорганизмов (в том числе и их способности к газообразованию) с помощью существующей электронной базы. Очень квалифицированный персонал.

5 Дорогое оборудование и расходные материалы. Работа в стерильных условиях. Трудозатратно и дорогостояще.

Методика (см. Практикум по микробиологии. - Под ред. Н.С. Егорова. М.: Изд-во МГУ, 1976) основана на выделении микроорганизмов из окружающей среды в чистую культуру, а затем культивировании их на специальных микробиологических средах.

10 Данный способ взят за прототип. Недостатки прототипа - длительность, трудоемкость. Требуется специально обученный персонал. Требуется соблюдения стерильности: специальное стерилизационное оборудование, оборудование для культивирования (термостаты и проч.), специальное отдельное помещение для проведения стерильных работ.

15 Задачей создания изобретения является разработка способа отбора веществ ингибиторов газообразования в почвогрунтах, свободного от недостатков прототипа.

Поставленная задача решается с помощью признаков, указанных в формуле изобретения, а именно способ отбора веществ ингибиторов газообразования в почвогрунтах, включающий отбор образцов грунта, которые помещают в колбы с газоотводящей трубкой, подключенной к манометру, добавляют в колбу с контрольным образцом дистиллированную воду, в другую - с дистиллированной водой и раствор испытываемого вещества и/или его смесь с другим веществом, встряхивают до распада комочков грунта, затем в ходе испытания через каждые 15-20 минут считывают показания манометров, сравнивают объем газа, выделившегося из контрольного образца грунта, обработанного дистиллированной водой с дистиллированной водой с объемом газа, выделившегося из опытного образца грунта, обработанного дистиллированной водой с испытываемым веществом и/или его смесью, при 15% превышении объема газа, выделившегося из опытного образца грунта, в сравнении с контрольным выбирают вещества и/или их смеси, устраняющие газообразование и обеспечивающие безопасность инженерных сооружений.

Такие признаки изобретения, как «в ходе испытания через каждые 15-20 минут считывают показания манометров» и «при 15% превышении объема газа, выделившегося из опытного образца грунта, в сравнении с контрольным», позволяют получить за небольшой срок достоверные результаты способа.

35 Вышеперечисленная совокупность существенных признаков позволяет получить следующий технический результат - упрощение процесса, ускорение определения влияния различных химических веществ и их смесей на газообразующую способность грунтов. Создание способа, который позволял бы подобрать соединения, оказывающие отрицательное воздействие на газообразование, а также выбрать их оптимальные концентрации.

40 Способ основан на сравнении объема газа, выделяющегося из опытного образца грунта, т.е. подвергнутого обработке химическими веществами или их смесями, с объемом газа, выделяющегося из контрольного образца грунта, т.е. того же самого грунта, но обработанного дистиллированной водой. Более чем 15%-ное превышение объема газа, выделившегося из опытного грунта, над объемом газа, выделившегося из контрольного грунта, является показателем того, что попадание данного химического соединения или смеси в исследуемый грунт нежелательно с точки зрения безопасности инженерных сооружений. Напротив, снижение объема газа, выделившегося из опытного

грунта, по сравнению с объемом газа, выделившегося из контрольного грунта, вплоть до полного прекращения газовой выделению является показателем того, что данное химическое соединение или смесь могут быть использованы для обработки исследуемого грунта с целью предотвращения в нем процессов газообразования. Серия испытаний, проведенная с внесением разных количеств таких веществ, позволяет подобрать их минимальную действующую концентрацию для снижения воздействия на окружающую среду.

Способ осуществим с помощью нижеописанных устройств на Фиг. 1 и Фиг. 2. Устройство представляет собой плоскодонную коническую колбу объемом 250 мл, герметично закрытую пробкой с газоотводящей трубкой, которая с помощью резинового шланга соединена с U-образным стеклянным манометром, показания которого считывают в ходе испытания.

Фиг. 1. Схема устройства, где

- 1 - коническая плоскодонная колба объемом 250 мл
- 2 - пробка
- 3 - газоотводящая трубка
- 4 - U-образный стеклянный манометр

U-образный стеклянный манометр может быть заменен S-образно изогнутой резиновой трубкой, закрепленной на проволочном каркасе для удержания формы, верхний конец которой подсоединяют к газоотводящей трубке пробки, закрывающей колбу, к нижнему концу подсоединяют стеклянную химическую пипетку с делениями общим объемом 1 мл, а в нижнее колено трубки заливают дистиллированную воду, подкрашенную для удобства наблюдения.

Фиг. 2. Схема модифицированного устройства, где

- 1 - коническая плоскодонная колба объемом 250 мл
- 2 - пробка
- 3 - S-образно изогнутая резиновая газоотводящая трубка
- 4 - проволочный каркас для трубки
- 5 - крепление трубки к каркасу
- 6 - стеклянная пипетка объемом 1 мл

Изменение объема газа в устройстве отмечают по изменению высоты подъема жидкости в манометре или пипетке.

Ход испытания. Навеску грунта массой 50 г помещают в колбу устройства, добавляют 100 мл дистиллированной воды, а в случае опытного измерения еще и навеску испытуемого химического соединения или смеси. Колбу встряхивают в течение 1-2 мин до полного распада комочков грунта, а затем герметично закрывают пробкой с газоотводной трубкой, подсоединенной к U-образному стеклянному манометру. Через определенные интервалы времени (например, 15-20 мин) считывают показания манометра. Общее время испытания не более 4 час.

Пример 1. Определение влияния глюкозы на газообразование в грунтах.

Испытания проводили на суглинке тяжелом пылеватом мягкопластичном, отобранном бурением с глубины 11 м (Фиг. 3), и глине тяжелой мягкопластичной, отобранной бурением с глубины 7,5 м (Фиг. 4). В опытных испытаниях использовали 0,01%-ный раствор глюкозы, которая является достаточно распространенным в природе веществом - продуктом разложения целлюлозы [Humphreys et al., 1997].

Из приведенных графиков видно, что поступление в испытуемые грунты с фильтрующимися с поверхности водами глюкозы вызывает повышенное в них газообразование и, следовательно, является нежелательным. Также видно, что процесс

газообразования в суглинке (Фиг. 3) идет интенсивнее, чем в глине (Фиг. 4).

Пример 2. Определение влияния смеси веществ на газообразование в грунте.

Испытания проводили на суглинке тяжелом пылеватом мягкопластичном, отобранном бурением с глубины 11-м - том же грунте, что и в примере 1. В опытных испытаниях использовали раствор, содержащий смесь 0,01% глюкозы и 0,1% нитрата калия (Фиг. 5). Нитрат калия был использован потому, что нитрат-ионы - наиболее миграционноспособная форма азота и их присутствие в водных объектах обычно обусловлено антропогенным загрязнением. Нитрат калия ( $KNO_3$ ) мог использоваться микроорганизмами как дополнительный источник азота и как дополнительный акцептор электронов при окислении глюкозы факультативно-анаэробными денитрифицирующими бактериями, образующими из нитрат-ионов газообразные продукты ( $N_2O$ ,  $NO$ ,  $N_2$ ).

Сравнение между собой графиков на Фиг. 3 и 5 показывает, что одновременное добавление в испытуемый фунт глюкозы и нитрата калия вызывает более сильное газообразование в грунте, чем добавление одной глюкозы. На основании графика на Фиг. 5 можно сделать вывод, что особенно нежелательно подтопление испытуемого грунта хозяйственно-бытовыми стоками.

Пример 3. Влияние на газообразование в грунте вещества, устраняющего данный процесс, и подбор его минимальной действующей концентрации.

Испытания проводили на суглинке тяжелом пылеватом мягкопластичном, отобранном бурением с глубины 11-м - том же грунте, что и в примерах 1 и 2. В опытных испытаниях использовали 1%, 0,75% и 0,5%-ные растворы фенола, т.к. известно, что раствор фенола препятствует развитию микроорганизмов, которые добавляли в грунт вместе со смесью 0,01% глюкозы и 0,1% нитрата калия.

На Фиг. 6 показано влияние смеси 1% фенола, 0,01% глюкозы и 0,1% нитрата калия.

Из Фиг. 6 видно, что добавление 1% фенола к смеси, вызывавшей в грунте газообразование (см. Фиг. 5), полностью подавляло данный процесс. Таким образом, фенол может быть использован в качестве вещества-ингибитора газообразования в грунтах. Поскольку фенол является токсичным соединением, то для снижения воздействия на окружающую среду в случае его применения в качестве ингибитора газообразования необходимо использовать как можно меньшую его концентрацию. Аналогичные графики были получены и в случаях использования 0,75% и 0,5% фенола и поэтому здесь не приводятся, однако из них следует, что для ингибирования газообразования в исследуемом грунте можно использовать и вдвое меньшую концентрацию фенола - 0,5%.

Предлагаемый способ позволяет подобрать и другие вещества-ингибиторы газообразования в грунтах и их минимальные концентрации, которые могут оказаться более «дружественными» к окружающей среде, а не ограничиваться только фенолом.

Предлагаемый способ позволяет определить изменение способности грунтов к газообразованию при воздействии на них различных химических соединений и их смесей, а также выбрать из них те соединения или смеси, которые подавляют газообразование в грунтах, а также подобрать их оптимальные концентрации.

#### Формула изобретения

Способ отбора веществ ингибиторов газообразования в почвогрунтах, включающий отбор образцов грунта, которые помещают в колбы с газоотводящей трубкой, подключенной к манометру, добавляют в колбу с контрольным образцом дистиллированную воду, в другую - с дистиллированной водой и раствор испытуемого вещества и/или его смесь с другим веществом, встряхивают до распада комочков грунта,

затем в ходе испытания через каждые 15-20 минут считывают показания манометров, сравнивают объем газа, выделившегося из контрольного образца грунта, обработанного дистиллированной водой, с объемом газа, выделившегося из опытного образца грунта, обработанного дистиллированной водой с испытуемым веществом и/или его смесью, при 15% превышении объема газа, выделившегося из опытного образца грунта, в сравнении с контрольным выбирают вещества и/или их смеси, устраняющие газообразование и обеспечивающие безопасность инженерных сооружений.

10

15

20

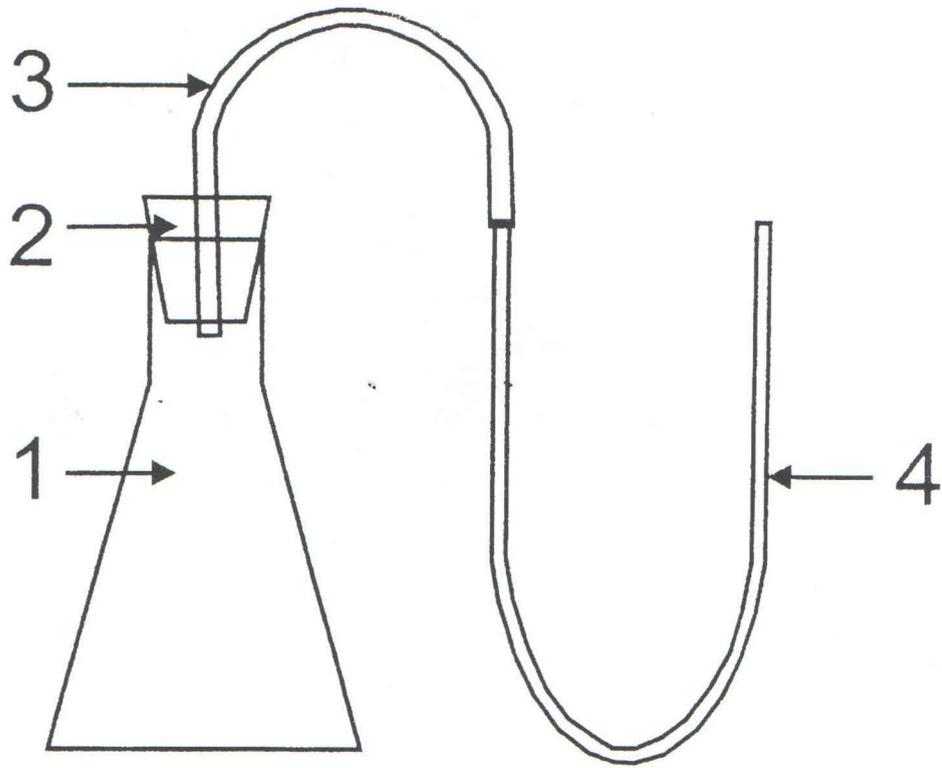
25

30

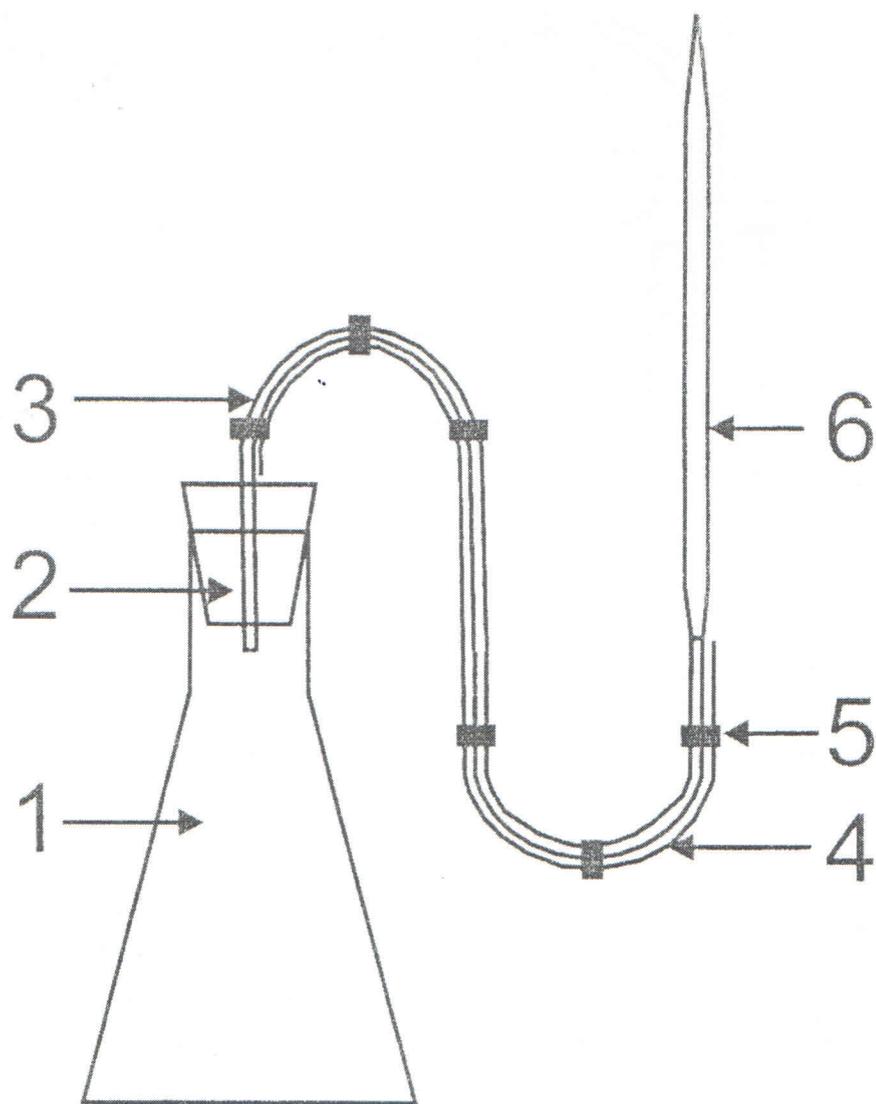
35

40

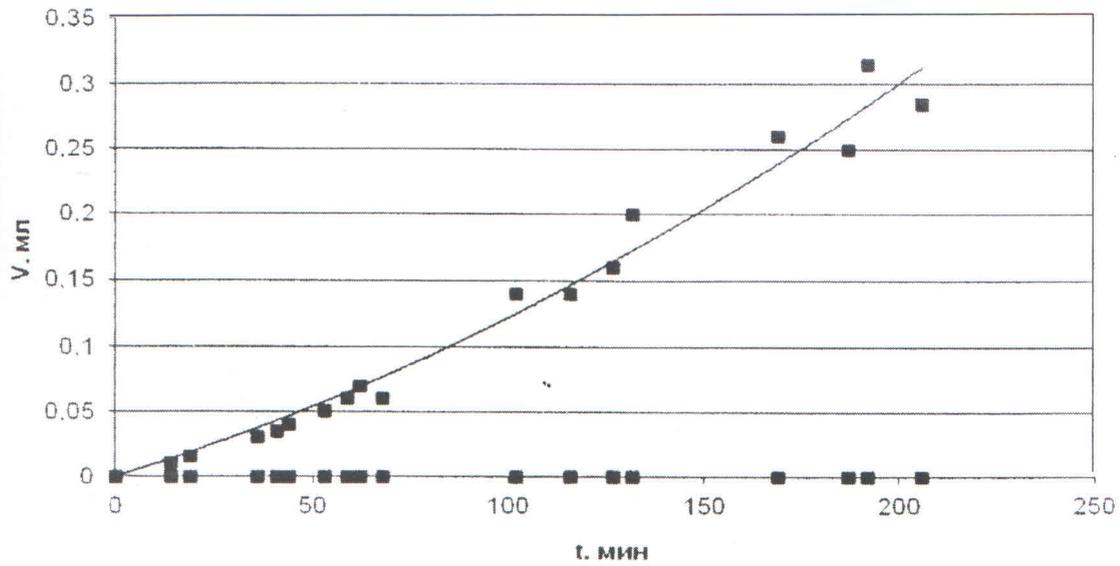
45



Фиг. 1



Фиг.2



Контрольный образец

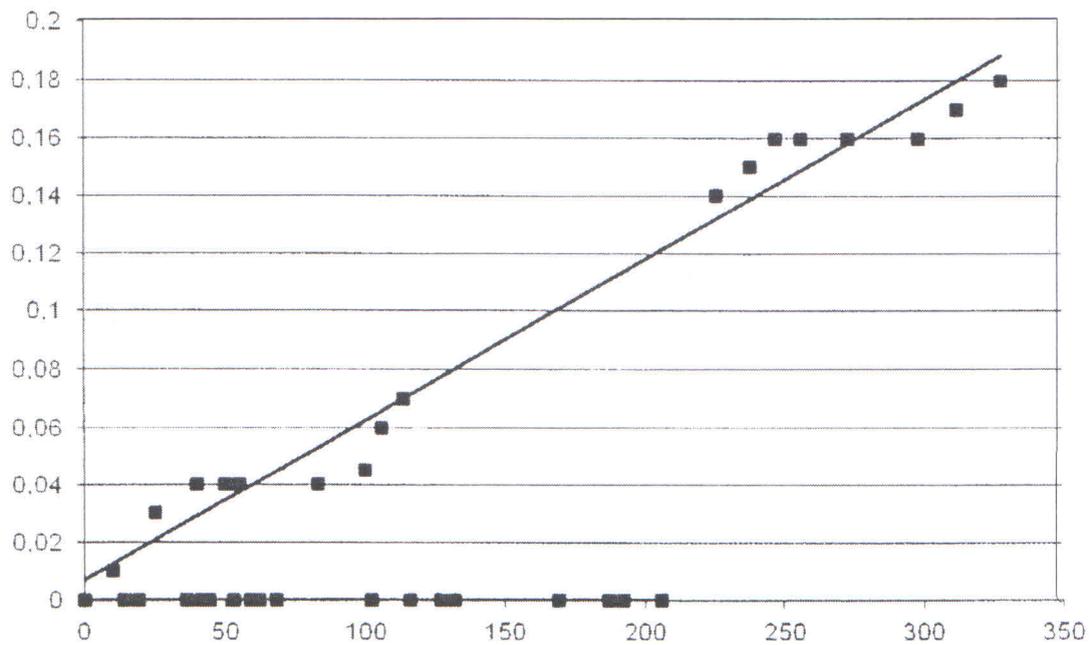
Влияние 0,01% раствора глюкозы на суглинок тяжелый пылеватый  
 мягкопластичный, отобранный бурением с глубины 11 м.

V,ml

Фиг. 3

V,ml

Опытный образец



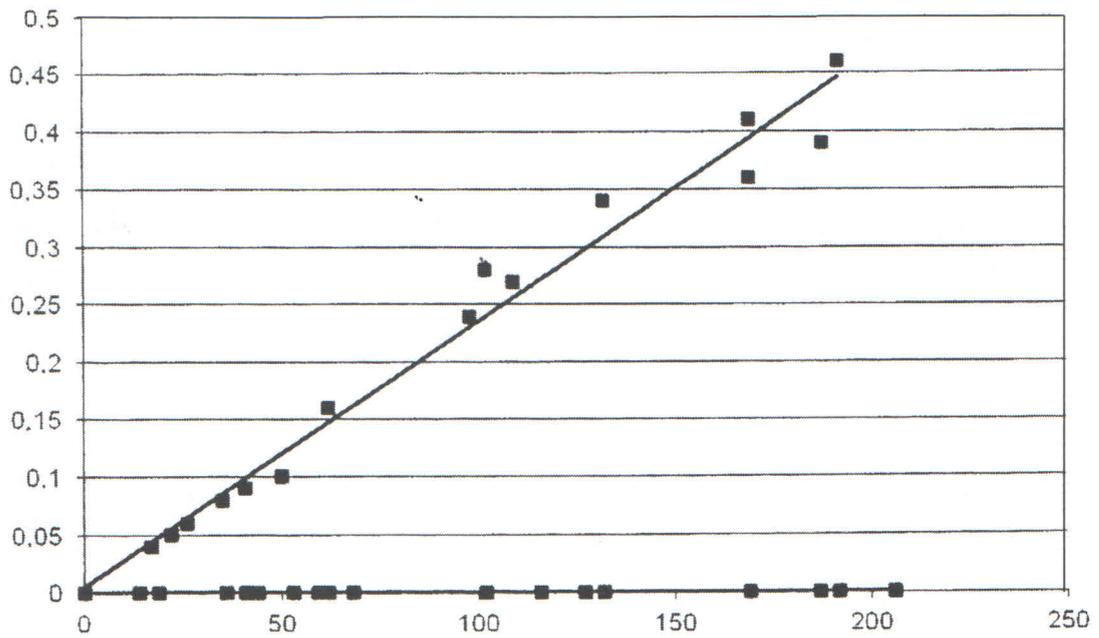
контрольный образец

Влияние 0,01% раствора глюкозы на глину тяжелую мягкопластичную, отобранную  
 бурением с глубины 7,5 м.

Фиг.4

V,ml

опытный образец



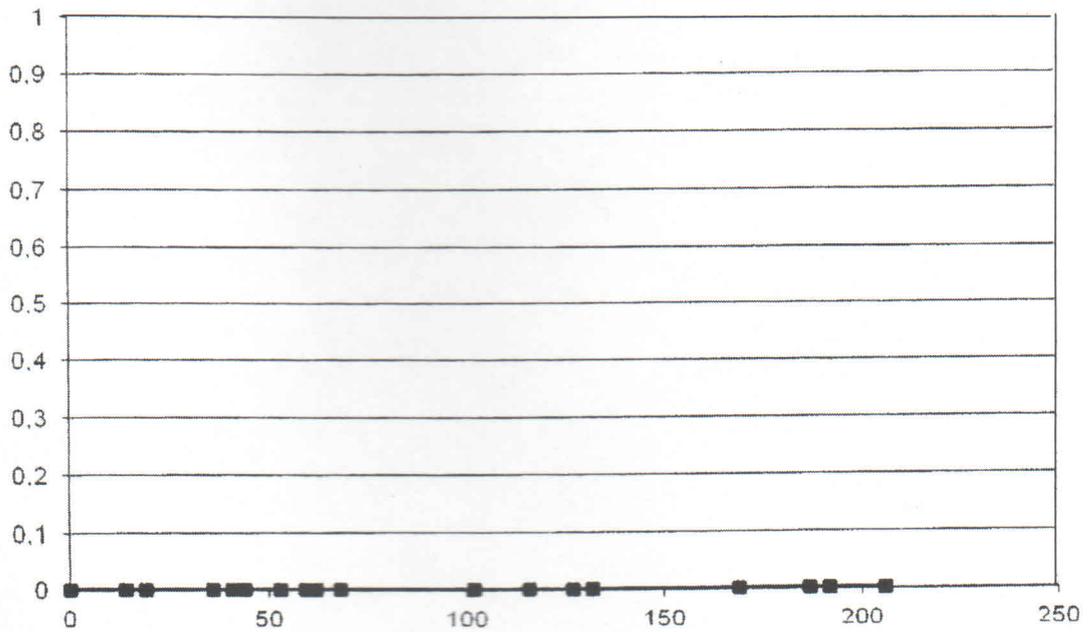
Контрольный образец

Влияние раствора со смесью 0,01% глюкозы и 0,1% нитрата калия на суглинок тяжелый пылеватый мягкопластичный, отобранный бурением с глубины 11 м.

Фиг. 5

V,ml

опытный образец



Влияние раствора со смесью 1% фенола, 0,01% глюкозы и 0,1% нитрата калия на суглинок тяжелый пылеватый мягкопластичный, отобранный бурением с глубины 11 м.

Фиг. 6