



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ВСЕСОЮЗНЫЙ

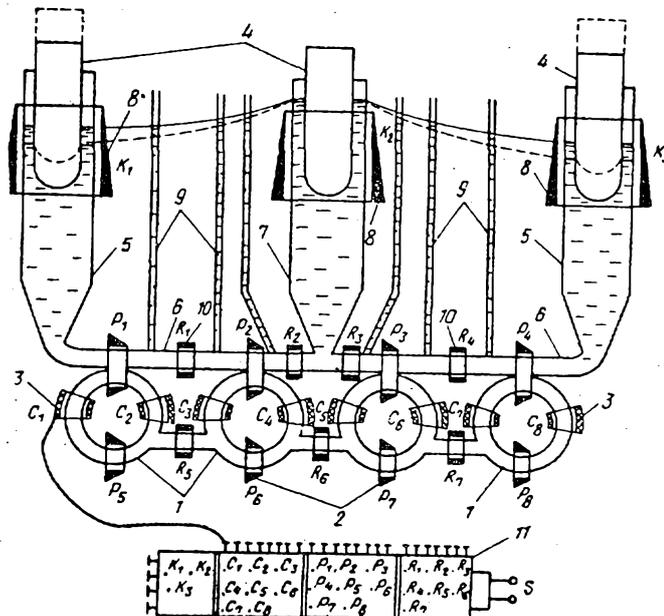
# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3959260/30-15  
(22) 08.07.85  
(46) 07.11.87. Бюл. № 41  
(71) Брестский инженерно-строительный институт  
(72) М.Ф. Мороз, П.В. Шведковский, К.А. Глушко и М.В. Голуб  
(53) 626.87(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 974974, кл. А 01 G 25/00, 1980.

(54) ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕГРАТОР

(57) Изобретение относится к области мелиорации в сельском хозяйстве и может быть применено для аналогового гидравлического моделирования процессов фильтрации в сложных гидрогеологических условиях. Гидравлический интегратор включает систему кольцевых вер-

тикальных трубопроводов 1 с индукторами 3 и электромагнитами 2, имеющими зоны переменной напряженности ( $P_1, P_2, P_3, \dots, P_8$ ) магнитного поля и бегущих магнитных полей ( $C_1, C_2, C_3, \dots, C_8$ ), способных ускорить, замедлить или изменить направление циркуляции ферромагнитной жидкости. Эти зоны соединены с блоком 11 программного управления, к которому подключены управляемые уровенные имитаторы 4 с электромагнитами 8, содержащими зоны ( $K_1, K_2, K_3$ ) управляемого магнитного поля, установленные в напорных сосудах 5 и 7 объемного типа, установленных на напорной линии 6. Линия 6 снабжена электромагнитными имитаторами 10 гидросопротивлений, представляющими собой обычные круговые электромагниты, и пьезометрами 9. 1 ил.



Изобретение относится к мелиорации в сельском хозяйстве, служит для решения фильтрационных задач методом аналогового гидравлического моделирования и может быть использовано для моделирования процесса фильтрации в сложных гидрогеологических условиях, а также для прогноза влияния мелиорации на уровень грунтовых вод смежных территорий с учетом взаимовлияния мелиоративных объектов.

Цель изобретения - повышение точности автоматизированного моделирования фильтрации в сложных гидрогеологических условиях.

На чертеже представлена схема гидравлического программного интегратора.

Интегратор содержит кольцевые вертикальные трубопроводы 1, соединенные трубками и задающие управляемую циркуляцию ферромагнитной жидкости в зонах ( $P_1, P_2, \dots, P_3$ ) действия электромагнитов 2. В этих зонах ( $P_1, P_2, \dots, P_8$ ) электромагнитами 2 создаются области переменной напряженности магнитного поля от нуля до максимального значения, при которой вязкость ферромагнитной жидкости изменяется от вязкости воды до абсолютно твердого тела. На трубопроводах 1 установлены также электромагнитные индукторы 3, создающие зоны ( $C_1, C_2, \dots, C_8$ ) бегущих магнитных полей, способных ускорить, замедлить или изменить направление циркуляции ферромагнитной жидкости, моделируя при этом локальные водоразделы исследуемого пласта грунта. Интегратор содержит также уровенные имитаторы 4, выполненные в виде стержней из магнитных материалов, напорных сосудов 5, установленных на напорной линии 6 при решении общих фильтрационных задач служат для моделирования уровня грунтовых вод на контуре питания, а в случае оценки влияния мелиораций на уровеньный режим смежных территорий, когда средний напорный сосуд 7 моделирует водораздел, являются аналогами режима грунтовых вод на границе мелиоративный объект - смежная территория.

Для управления положением уровня рабочей жидкости в напорных сосудах 5 и 7 уровенные имитаторы 4 снабжены электромагнитами 8, создающими зоны ( $K_1, K_2, K_3$ ) переменной напряженности магнитного поля. На харак-

терных участках моделируемого потока установлены пьезометры 9, а по длине напорной линии 6 и на трубках между кольцевыми вертикальными трубопроводами 1 установлены электромагнитные имитаторы 10 гидросопротивлений, представляющие собой обычные круговые электромагниты. Для управления процессом моделирования служит блок 11 программного управления.

Проводимость водоносного пласта моделируется пропорциональным значением напряженности магнитного поля с помощью электромагнита 2, с управляемой непосредственно в процессе моделирования напряженностью магнитного поля в зависимости от решаемой фильтрационной задачи. Это достигается программным изменением напряжения, от нуля до максимального значения, на полюсах электромагнита 2. Имитаторы 10, представляющие собой круговые электромагниты, моделируют длину водоносного пласта. Величина магнитного поля под их действием не изменяется, остается строго постоянной в течение моделирования конкретной фильтрационной задачи для соблюдения равенства критериев динамического и линейного подобия. Вертикальное положение индукторов является одним из возможных, также как и их количество. Положение индукторов не может оказывать влияния на процесс моделирования, так как случай разрыва движения ферромагнитной жидкости исключается и влияние сил тяжести отсутствует, а ускорить или замедлить ее движение можно с помощью магнитных молей, создаваемых электромагнитами 3.

Наличие подвижных границ характерно при моделировании фильтрационной задачи безнапорного питания. Так, например, при возмущении водоносного пласта скважиной вертикального дренажа радиус влияния изменяется во времени, не остается постоянным и "контур питания", т.е. границы области фильтрации являются подвижными. Моделирование "подвижных границ" конструкции интегратора достигается уровенными имитаторами 4, положение которых может измеряться по заданной программе в процессе моделирования, под действием зон ( $K_1, K_2, K_3$ ).

Интегратор работает следующим образом.

В зависимости от вида решаемой фильтрационной задачи составляется программа управления электромагнитными имитаторами 10, электромагнитами 3, моделирующими длину, водопроводимость и водоотдачу исследуемого пласта грунта. Принцип управления имитаторами, электромагнитами и индукторами основан на свойстве изменения вязкости ферромагнитной жидкости под воздействием магнитного поля. При этом вязкость изменяется в пределах от вязкости воды до абсолютно твердого тела. Кроме того, вязкость меняется только в области приложения магнитного поля и не происходит изменение объема жидкости в целом. Программа включает также последовательность и степень воздействия электромагнитов 8 с переменным напряжением магнитного поля на ферромагнитную жидкость напорных сосудов 5 и 7, в которых расположены уровенные имитаторы 4 объемного типа.

Изменение напряженности магнитного поля в зоне электромагнита 8 от нуля до максимального значения приводит к появлению выталкивающей силы, под действием которой происходит подъем уровенного имитатора 4, при этом уровень воды в напорных сосудах, моделирующих динамику уровней грунтовых вод на границе объекта понижается. Подъем уровня в напорных сосудах 5 и 7 происходит при погружении уровенного имитатора 4 под действием силы собственного веса и полностью или частично снятой напряженности магнитного поля в зоне электромагнитов 8.

После этого включается в сеть блок 11 программного управления с составленной программой. Все имитаторы и электромагниты в начальный момент времени занимают исходное (фиг.1) положение, а в напорных сосудах 5 и 7 устанавливается необходимый уровень рабочей жидкости. Напор между напорными сосудами 5 и 7 порождает движение моделируемого потока по напорной линии 6 и системе закольцованных индукторов.

Автономное управление напряженностью магнитного поля с помощью электромагнитов в зонах ( $P_5, \dots, P_8$ ) и ( $C_1, \dots, C_8$ ) обеспечивает не только моделирование сложных гидрогеологических условий (местного водораздела, многослойной среды и т.п.), но

и изменение длины расчетных участков в зависимости от выбранного масштаба и законов динамического подобия.

Снижение уровня грунтовых вод по расчетным зонам определяется по показаниям пьезометров 9 и зависит от расстояния от границы, удаленности водораздела, гидравлического уклона естественного потока, водопроводимости и водоотдачи моделируемого пласта.

Положительный эффект изобретения заключается в возможности использования гидравлического программного интегратора комплекса с управляющей машиной, на более высоком уровне автоматизации процесса моделирования с высокой точностью, особенно фильтрационных задач в сложных гидрогеологических условиях.

**Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я**

Гидравлический программный интегратор, включающий напорный трубопровод, заполненный ферромагнитной жидкостью, с установленными на нем пьезометрами, напорными сосудами и электромагнитными имитаторами, гидросопротивлений участка напорного трубопровода, отличающийся тем, что, с целью повышения точности автоматизированного моделирования фильтрации в сложных гидрогеологических условиях, интегратор снабжен подключенными к напорному трубопроводу между пьезометрами кольцевыми вертикальными трубопроводами, гидравлически связанными трубками с установленными на них электромагнитными имитаторами гидросопротивлений, уровенными имитаторами, установленными в напорных сосудах и выполненными из магнитного материала для взаимодействия с установленными на корпусах напорных сосудов управляемыми электромагнитами, а также блоком программного управления в виде установленных на кольцевых вертикальных трубопроводах сверху и внизу двух управляемых электромагнитов для имитации гидропроводимости ферромагнитной жидкости и установленного между ними электромагнитного индуктора бегущих электромагнитных волн для имитации водоотдачи в кольцевых вертикальных трубопроводах, причем все электромагниты интегратора подключены к программному блоку управления.