

Изобретение относится к технике испытания материалов, а именно к устройствам для испытания образцов грунтов, строительного-дорожных материалов на деформируемость и прочность при различных режимах трехосного нагружения.

Близкой к заявляемой по технической сущности и достигаемому результату является установка для трехосных испытаний грунтов статическими и динамическими нагрузками [1], содержащая размещенную внутри разборного корпуса рабочую камеру, выполненную в виде куба с жесткими взаимоподвижными стенками-штампами, подпружиненными относительно корпуса и связанными посредством подвижных упоров со штоками трех взаимоперпендикулярных гидроцилиндров, сообщенных с тремя независимыми гидросистемами, содержащими отдельные насосные станции и управляющие элементы, а также измерительные элементы, выполненные в виде манометров и датчиков перемещения, кроме того, независимые гидросистемы снабжены общим генератором гидравлических импульсов, связанным с торцевыми полостями управляющих элементов со стороны пружин и через регулируемый дроссель - с противоположными торцевыми полостями управляющих элементов, а также с дополнительным гидронасосом, причем генератор гидравлических импульсов выполнен в виде подпружиненного двухступенчатого сливного клапана с регулируемой пружиной, а управляющие элементы выполнены в виде трех подпружиненных золотников с кольцевыми сливными и рабочими расточками, связанными с напорными магистралями насосных станций и рабочими полостями гидроцилиндров.

Функциональные возможности прототипа ограничены испытанием образца нерегулируемой по величине статической нагрузкой, нерегулируемой по форме траектории динамической нагрузкой, Регулирование статического нагружения в широком диапазоне величин посредством предохранительного клапана насосной станции затруднительно и неточно из-за иного назначения последнего. Кроме того, для создания продолжительной во времени статической нагрузки необходима длительная работа насосных станций, что не экономично. Конструкция гидросистем делает невозможным осуществление равномерно возрастающей, убывающей, изменяющейся по сложной траектории динамической нагрузки или заранее заданной статической нагрузки из широкого выбираемого диапазона величин, а также ограничивает возможность независимо сочетать различные режимы нагружения по трем осям, так как генератор гидравлических импульсов является общим для трех гидросистем. Кроме того, односторонность действия гидроцилиндров исключает возможность испытания образца на растяжение и затрудняет извлечение последнего из рабочей камеры.

В основу изобретения поставлена задача создания установки для трехосных испытаний грунтов статическими и динамическими нагрузками, в которой введением в ветвь динамического нагружения каждой из трех независимых гидросистем электрогидравлического усилителя с регулируемым давлением с обратной связью по перепаду давления на гидроцилиндре и по перемещению штока последнего и грузопоршневого аккумулятора с концевыми переключателями, электрически связанными с электромагнитом трехпозиционного гидрораспределителя и с устройством включения насосной станции, в ветвь статического нагружения, а также двусторонним исполнением гидроцилиндров обеспечивается возможность создания трехосной нагрузки на образец, регулируемой по величине, по направлению и во времени в широком выбираемом диапазоне, а также отпадает необходимость в непрерывной работе насосных станций при создании длительных во времени статических нагрузок, в результате чего расширяются функциональные возможности устройства при экономичном режиме работы.

Поставленная задача решается тем, что в установке для трехосных испытаний грунтов статическими и динамическими нагрузками, содержащей размещенную внутри разборного корпуса рабочую камеру, выполненную в виде куба с жесткими взаимоподвижными стенками-штампами, подпружиненными относительно корпуса и связанными посредством подвижных упоров со штоками трех взаимоперпендикулярных гидроцилиндров, сообщенных с тремя независимыми гидросистемами, содержащими отдельные насосные станции и управляющие элементы, а также измерительные элементы, выполненные в виде манометров и датчиков перемещения, каждая независимая гидросистема снабжена ветвями статического и динамического нагружения, выполненными с возможностью поочередного сообщения с напорной магистралью насосной станции посредством управляющего элемента, представляющего собой трехпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель с двусторонним электромагнитным управлением, средняя позиция которого выполнена по схеме с закрытым центром и закрытым сливом, причем ветвь статического нагружения представляет собой гидролинию с грузопоршневым аккумулятором, верхнее и нижнее положения поршня которого ограничены концевыми переключателями, электрически связанными с электромагнитом управляющего элемента и устройством включения насосной станции, кроме того, на входе в ветвь статического нагружения установлен дроссель, ветвь динамического нагружения содержит электрогидравлический усилитель с регулируемым давлением, напорная гидролиния которого сообщена с управляющим элементом, а выходная гидролиния соединена со сливом через регулируемый дроссель и с двухпозиционным четырехлинейным гидрораспределителем с электромагнитным управлением, посредством которого ветви статического и динамического нагружения имеют возможность поочередного сообщения с поршневой или штоковой рабочими полостями гидроцилиндра, выполненного двусторонним, кроме того, рабочие полости гидроцилиндров снабжены датчиками давления, причем все датчики давления и перемещения, электромагниты гидрораспределителей, устройства включения насосных станций, концевые переключатели положения поршней грузопоршневых аккумуляторов, электрогидравлические усилители электрически связаны с пультом управления, подключенным к персональной электронно-вычислительной машине.

На фиг. 1 показан вертикальный разрез по оси рабочей камеры установки для трехосных испытаний грунтов статическими и динамическими нагрузками; на фиг. 2 - разрез А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - схема независимой нагружающей гидросистемы.

Установка содержит жесткий корпус 1 с рабочей камерой 2 (фиг. 1), выполненной в форме куба, образованного четырьмя жесткими подвижными вертикальными стенками-штампами 3, 4 (две из которых не

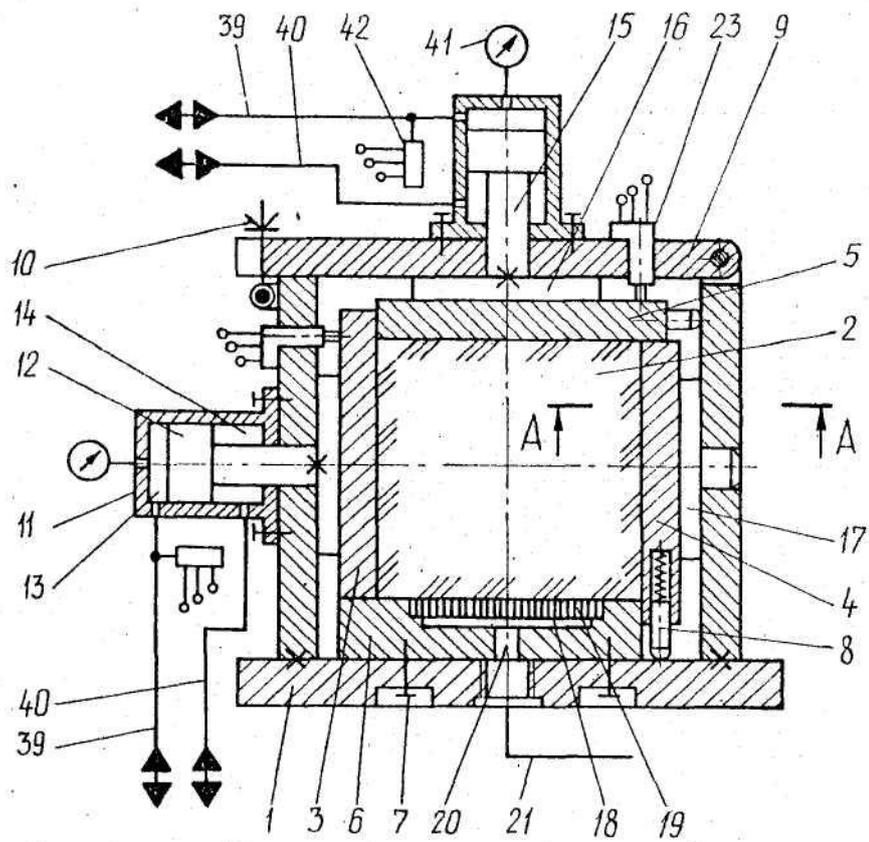
показаны, так как параллельны плоскости чертежа), подвижной верхней горизонтальной 5 и неподвижной нижней горизонтальной стенкой-штампом 6, закрепленной на основании корпуса 1 болтами 7. Все подвижные стенки-штампы 3, 4 и 5 подпружинены относительно корпуса 1 посредством плунжерных толкателей 8. Для загрузки и выгрузки испытуемых образцов корпус 1 содержит подвешенные на шарнирах стенки: верхнюю горизонтальную 9 и боковую вертикальную (не показано), которые выполнены с возможностью открывания наружу и жесткой фиксацией в закрытом положении посредством откидных болтов 10. На стенках корпуса 1 закреплены взаимоперпендикулярно друг другу три гидроцилиндра двустороннего действия 11, внутри которых поршнями 12 образованы по две рабочие полости 13 и 14. Штоки 15 жестко соединены с подвижными упорами 16. На противоположных стенках корпуса 1 соосно гидроцилиндрам 11 размещены неподвижные упоры 17. Нижняя горизонтальная стенка-штамп 6 содержит полость 18 со сменной пористой вставкой 19. Полость 18 через канал 20 и трубопровод 21 соединена с системой водонасыщения образца, измерения количества отдренированной жидкости, порового давления жидкости. Все взаимоподвижные стенки-штампы 3, 4 и 5 закреплены на упорах 16, 17 посредством болтов 22 (фиг. 2) с возможностью скольжения в плоскости по направляющим поверхностям упоров 16 и 17, так как в процессе нагружения образца по трем взаимоперпендикулярным осям происходит взаимное скольжение пяти подвижных стенок-штампов 3, 4 и 5, а также скольжение их в плоскостях по направляющим поверхностям упоров 16 и 17. На стенках корпуса 1 (фиг. 1), на которых закреплены гидроцилиндры 11, установлены корпуса трех датчиков перемещения 23 параллельно осям нагружения с активными элементами, находящимися в контакте с подвижными стенками-штампами 3 и 5. Гидроцилиндры 11 соединены с тремя независимыми нагружающими гидросистемами (фиг. 3), каждая из которых содержит насосную станцию 24, сообщенную через напорную магистраль 25 с трехпозиционным гидрораспределителем 26 с электромагнитами 27 и 28, линии управления которого соединены с двумя ветвями нагружения: статического и динамического. Ветвь статического нагружения состоит из гидролинии 29, соединенной через дроссель 30 с грузопоршневым аккумулятором 31 с концевыми переключателями 32 и 33, электрически связанными с электромагнитом 27 трехпозиционного гидрораспределителя 26 и устройством включения насосной станции 24, и с двухпозиционным гидрораспределителем 34 с электромагнитным управлением. Ветвь динамического нагружения содержит гидролинию 35, связанную с напорной линией электрогидравлического усилителя с регулируемым давлением 36, линия управления которого соединена посредством гидролинии 37 с двухпозиционным гидрораспределителем 34, а также через регулируемый дроссель 38, установленный для устойчивой работы электрогидравлического усилителя 36, сообщена со сливом. Гидрораспределитель 34 гидролиниями 39, 40 сообщен соответственно с поршневой 13 и штоковой 14 рабочими полостями гидроцилиндра 11. Величины прикладываемых нагрузок определяются по показаниям манометра 41 и датчика давления 42, подключенных к поршневой 13 или штоковой 14 рабочим полостям гидроцилиндра 11 в зависимости от вида испытаний: сжатия или растяжения. Деформации образца определяются датчиком перемещения 23. Датчики давления 42 и перемещения 23 являются также и датчиками обратной связи электрогидравлического усилителя 36 соответственно по перепаду давления в полостях гидроцилиндра 11 и по перемещению штока 15 последнего. Все датчики давления 42, перемещения 23, электрогидравлические усилители 36, концевые переключатели 32 и 33, электромагниты гидрораспределителей 26, 34, устройства включения насосных станций 24 электрически связаны с пультом управления, подключенным к персональной электронно-вычислительной машине (ПЭВМ).

Установка работает следующим образом.

Работа установки производится по режиму нагружения, определяемому программой испытаний. Для создания статической нагрузки, длительной во времени, производится пуск насосных станций 24, включаются электромагниты 27 гидрораспределителей 26. В напорных магистралях 25 создается давление рабочей жидкости, которое передается в рабочие полости грузопоршневых аккумуляторов 31. Требуемое давление в рабочих полостях 13, 14 гидроцилиндров 11, регистрируемое датчиками давления 42 и манометрами 41, устанавливается с помощью сменных грузов грузопоршневых аккумуляторов 31. Верхнее положение поршня аккумулятора 31 контролируется переключателем 32, выключающим электромагниты 27 гидрораспределителей 26 и насосные станции 24, отрезая тем самым гидролинии 29 от слива и напора. По мере утечек рабочей жидкости из гидролиний 29 поршни аккумуляторов 31 опускаются. Нижнее положение поршней контролируется концевыми переключателями 33, включающими насосные станции 24. и электромагниты 27 гидрораспределителей 26. Поршни аккумуляторов 31 поднимаются в верхнее положение до выключения переключателем 32 насосных станций 24 и электромагнитов 27 гидрораспределителей 26. Таким образом, цикл зарядки грузопоршневых аккумуляторов 31 происходит автоматически, компенсируя утечки рабочей жидкости в гидролинии 29. Дроссели 30 сглаживают пульсации давления в полостях грузопоршневых аккумуляторов 31 и в гидролиниях 29. В гидроцилиндрах 11 давление рабочей жидкости воспринимают и передают возникающее усилие поршни 12 через штоки 15 с подвижными упорами 16 на три взаимоподвижные стенки-штампы 3, 5, которые, перемещаясь по трем взаимоперпендикулярным осям, а также скользя по сопрягаемым поверхностям прилегающих двух подвижных стенок-штампов 4, перемещая их при этом и по неподвижной стенке-штампу 6, а также по направляющим поверхностям упоров 16, 17, объемно нагружают образец в рабочей камере 2. В то же время рабочая жидкость из штоковых рабочих полостей 14 по гидролиниям 40, гидрораспределители 34, регулируемые дроссели 38 (либо также и через сливную линию электрогидравлического усилителя 36) вытесняется на слив. Для передачи на образец растягивающих усилий к граням последнего приклеивают все шесть стенок-штампов 3, 4, 5 и 6, предварительно заменив пористую вставку 19 на цельную. Производится включение электромагнитов гидрораспределителей 34. Рабочая жидкость из гидролиний 29 через гидрораспределители 34 по гидролиниям 40 поступает в штоковые рабочие полости 14, а из поршневых 13 по гидролиниям 39 через гидрораспределители 34, регулируемые дроссели 38 вытесняется на слив. Для регистрации давлений в штоковых рабочих полостях 14 к ним подсоединяются манометры 41 и датчика давления 42.

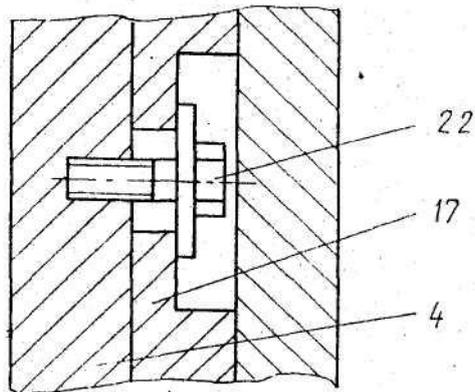
Для создания возрастающей, убывающей, циклически повторяющейся или изменяющейся по сложной

траектории нагрузки на образец по одной, двум или трем осям с пульта ПЭВМ производится включение электромагнитов 28 гидрораспределителей 26 и электромагнитов гидрораспределителей 34 соответствующих нагружающих гидросистем, на электрогидравлические усилители 36 подается управляющий электрический сигнал, изменяющийся по заданной программе, согласно которому изменяется давление в гидролиниях 37 и 39, и рабочих полостях 13 гидроцилиндров 11. В случае испытания образца на растяжение по одной из осей нагружения электромагнит гидрораспределителя 34 выключается. Рабочая жидкость из гидролинии 37 через гидрораспределитель 34 по гидролинии 40 поступает в штоковую рабочую полость 14, а из поршневой рабочей полости 13 по гидролинии 39 через гидрораспределитель 34, по гидролинии 29, гидрораспределитель 26 вытесняется на слив.

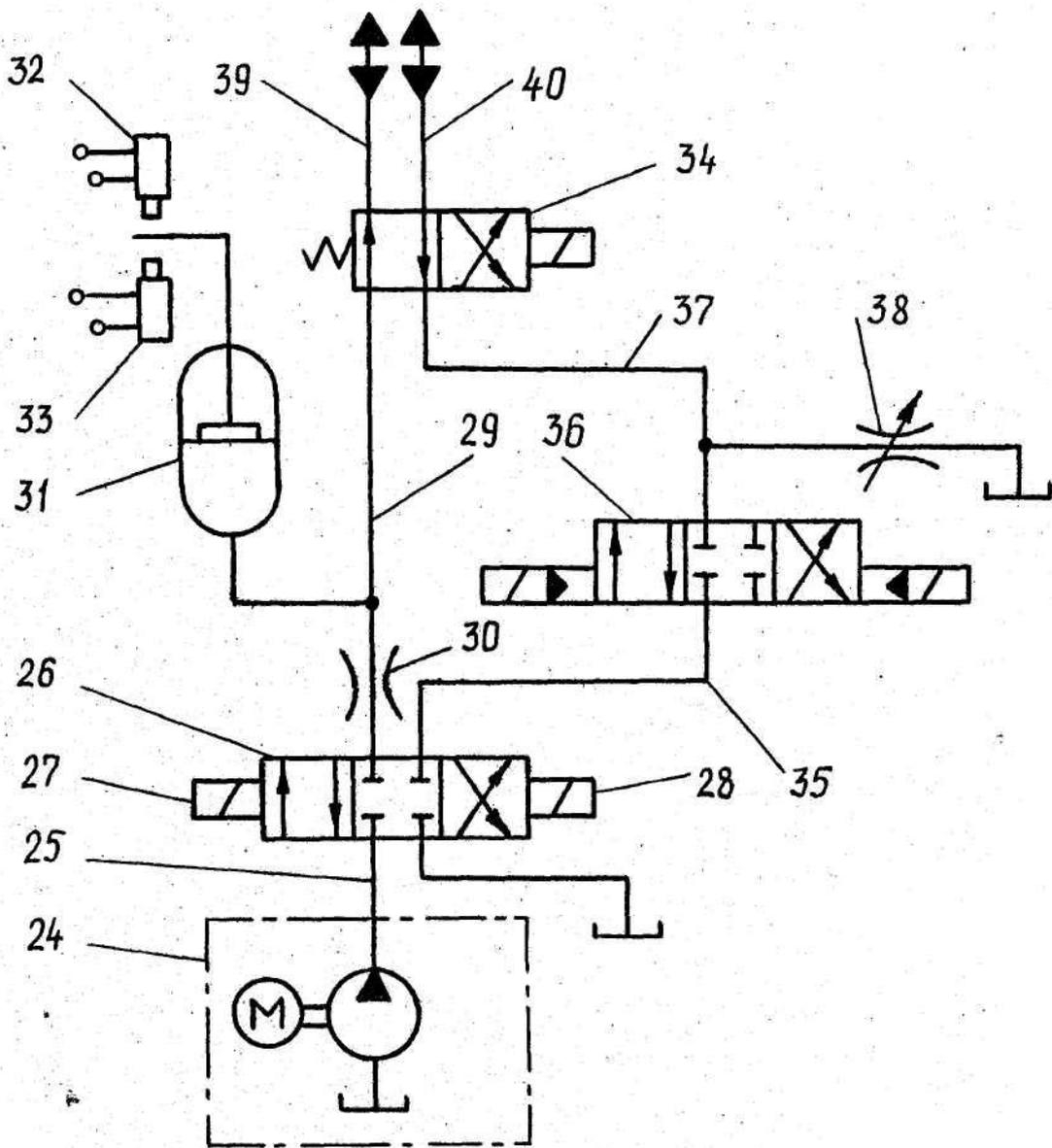


Фиг. 1

A-A



Фиг. 2



Фиг. 3