



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 682913

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 13.05.77 (21) 2483348/18-24

(51) М.Кл.² G 06 G 7/68

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

(43) Опубликовано 30.08.79. Бюллетень № 32

(53) УДК 681.333
(088.8)

(45) Дата опубликования описания 31.08.79

(72) Авторы
изобретения

В. М. Овсянко и Н. А. Орловский

(71) Заявитель

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени
политехнический институт

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ БАЛКИ НА НЕЛИНЕЙНОМ УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

1

2

Изобретение относится к области аналоговой вычислительной техники и предназначено для расчета балок, лежащих на физически нелинейном упругом основании.

Известны электрические модели, предназначенные для расчета стержневых систем [1].

Недостатками известных устройств являются узость функциональных возможностей, необходимость ручного многоциклового уравнивания.

Наиболее близким по техническому решению к изобретению является устройство для моделирования простой балки, содержащее резисторную сетку, к узлам которой подключены источники тока, а также сумматоры и инвертор [2].

Основной недостаток известного устройства — узость функциональных возможностей, на нем можно рассчитывать только статически определимые шарнирно опертые балки.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей за счет моделирования реакции нелинейного упругого основания.

Цель достигается тем, что в устройство дополнительно введены по два диода и по два дополнительных резистора на каждый узел резисторной сетки и источник опорно-

го напряжения, причем каждый узел резисторной сетки через соответствующий резистор соединен с выходом соответствующего сумматора и через последовательно соединенные первый диод и дополнительные резисторы подключен к источнику опорного напряжения, соединенному с шиной нулевого потенциала, связанной через второй диод с общим выводом дополнительных резисторов, выход инвертора подключен к первому входу первого сумматора, второй вход первого сумматора и первые входы второго и третьего сумматоров соединены соответственно с третьим, четвертым и пятым узлами резисторной сетки, вторые входы второго и третьего сумматоров соединены с выходами соответственно четвертого и пятого сумматоров, первые входы которых соединены соответственно с первым и вторым узлами резисторной сетки, а вторые входы четвертого и пятого сумматоров соединены соответственно с третьим и четвертым узлами резисторной сетки, первый узел которой соединен с третьим входом третьего сумматора, а второй узел резисторной сетки подключен к входу инвертора.

На фиг. 1 схематично показана балка на упругом основании; на фиг. 2 — график билинейной зависимости между реакцией P нелинейного упругого основания и его

осадкой Y , на фиг. 3 — электрическая схема устройства.

Устройство содержит узлы 1—5 резисторной сетки, резисторы 6—9, другие резисторы 10—12, дополнительные резисторы 13—18, диоды 19—24, источник 25 опорного напряжения, первый сумматор 26, второй сумматор 27, третий сумматор 28, четвертый сумматор 29, пятый сумматор 30, инвертор 31 и источники 32—34 тока.

Балка имеет свободные концы, зависимость между реакцией упругого основания P и осадкой Y является нелинейной и характеризуется тремя участками I, II, III (см. фиг. 2):

На участке I основание работает линейно, участок II определяет упрочнение материала основания, участок III — реальные свойства основания. Грунт может работать только на сжатие, поэтому если сечения балки будут перемещаться вверх, то балка отрывается от основания. В такой сложной постановке любое сечение балки имеет три варианта работы. Трём участкам работы основания соответствуют три дифференциальных уравнения изгиба балки на упругом основании:

$$\frac{d^4y}{dx^4} + \frac{\operatorname{tg} \alpha}{EI} y = -\frac{q}{EI},$$

$$\frac{d^4y}{dx^4} + \frac{\operatorname{tg} \beta}{EI} y + \frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}{EI} y_k = -\frac{q}{EI},$$

$$\frac{d^4y}{dx^4} = -\frac{q}{EI},$$

где y — перемещение сечения балки;
 $\operatorname{tg} \alpha, \operatorname{tg} \beta$ — тангенсы углов как погонные коэффициенты податливости;

y_k — перемещение, при котором происходит изменение характеристики основания (фиг. 2);

EI — жесткость балки;

q — нагрузка на балку.

Выражения (1), записанные в конечно-разностной форме для узлов 1—3 балки с учетом граничных условий на конце балки (для узлов 4, 5 уравнения по характеру будут такими же, как для узла 3), моделируются с помощью устройства, изображенного на фиг. 3.

Устройство работает следующим образом.

После коммутации элементов устройства, которая выполняется один раз при монтаже установки, набора резисторов для моделирования коэффициентов перемещений, выполняемого также один раз, производится установка величин источников тока для моделирования внешней нагрузки и пара-

метров резисторов для моделирования характеристик основания.

После этого происходит мгновенное решение задачи: отработка напряжений в узлах 1—5, эквивалентных искомым перемещениям. При решении различных задач необходимо изменять только величины резисторов 13, 14 и источники 32—34 тока.

Таким образом, выполнение устройства в соответствии с изобретением позволяет решать сложную конструктивно нелинейную задачу строительной механики.

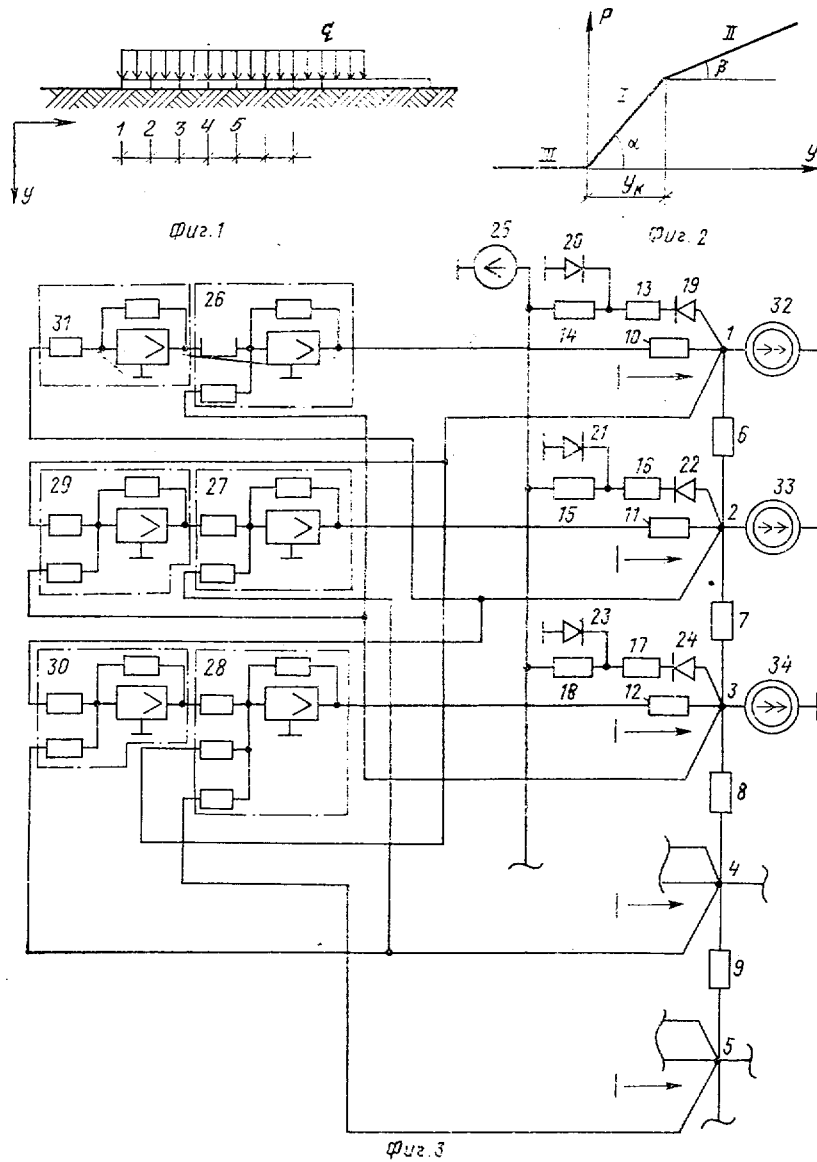
Формула изобретения

Устройство для моделирования балки на нелинейном упругом основании, содержащее резисторную сетку, к узлам которой подключены источники тока, а также сумматоры и инвертор, отличающееся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей за счет моделирования реакции нелинейного упругого основания, в него дополнительно введены по два диода и по два дополнительных резистора на каждый узел резисторной сетки и источник опорного напряжения, причем каждый узел резисторной сетки через соответствующий резистор соединен с выходом соответствующего сумматора и через последовательно соединенные первый диод и дополнительные резисторы подключен к источнику опорного напряжения, соединенному с шиной нулевого потенциала, связанной через второй диод с общим выводом дополнительных резисторов, выход инвертора подключен к первому входу первого сумматора, второй вход первого сумматора и первые входы второго и третьего сумматоров соединены соответственно с третьим, четвертым и пятым узлами резисторной сетки, вторые входы второго и третьего сумматоров соединены с выходами соответственно четвертого и пятого сумматоров, первые входы которых соединены соответственно с первым и вторым узлами резисторной сетки, а вторые входы четвертого и пятого сумматоров соединены соответственно с третьим и четвертым узлами резисторной сетки, первый узел которой соединен с третьим входом третьего сумматора, а второй узел резисторной сетки подключен ко входу инвертора.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. Пухов Г. Е. и др. Электрическое моделирование задач строительной механики. Киев, изд-во АН УССР, 1963.

2. Керопян К. К. и др. Электрическое моделирование в строительной механике. М., Госстройиздат, 1963, с. 24.



Составитель Л. Лебедев

Редактор А. Купрякова

Техред А. Камышникова

Корректор С. Файн

Заказ 766/965 Изд. № 482 Тираж 780 Подписное
 НПО «Поиск» Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Тип. Харьк. фил. пред. «Патент»