

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2473128

СПОСОБ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И СООРУЖЕНИЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный политехнический университет" (ФГБОУ ВПО "СПбГПУ") (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2011117736

Приоритет изобретения 03 мая 2011 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20 января 2013 г.

Срок действия патента истекает 03 мая 2031 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011117736/08, 03.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.05.2011

(45) Опубликовано: 20.01.2013 Бюл. № 2

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 20070198230 A1, 23.08.2007. Корасик А. et al. 3D Model Creation of Hydro-Technical Structures, Engineering Surveys for Industry and Research, Munich, Germany, October 8-13, 2006. Teklemariam E. et al. Computational Fluid Dynamics: Diverse Applications in Hydropower Projects Design and Analysis, Annual Conference-Winnipeg, MB, June 11-14, 2002. RU 2119188 C1, 20.09.1998.

Адрес для переписки:

195251, Санкт-Петербург, ул.
Политехническая, 29, ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный политехнический университет", Отдел интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

**Васильев Юрий Сергеевич (RU),
Елистратов Виктор Васильевич (RU),
Кубышкин Леонид Иванович (RU),
Светозарская Светлана Владимировна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный политехнический университет" (ФГБОУ ВПО "СПбГПУ") (RU)

(54) СПОСОБ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И СООРУЖЕНИЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области автоматизированного моделирования гидроэнергетических объектов (ГЭО) и способам трехмерного моделирования. Техническим результатом является снижение временных ресурсов, затрачиваемых на моделирование ГЭО. Способ трехмерного параметрического моделирования оборудования и сооружений гидроэнергетических объектов включает предварительное создание базы данных многократно используемых параметрических моделей типовых конструктивных

компонентов оборудования и сооружений ГЭО и их совокупностей, формирование пользовательского проекта. Пользовательский проект будет представлять совокупность рабочих моделей конструктивных компонентов и/или их сборок. Преобразования рабочих моделей будут производить путем ввода одного или нескольких базовых параметров конструктивного компонента. После чего автоматически производится расчет размеров рабочих моделей по заданным в них математическим зависимостям с получением преобразованных моделей конструктивных компонентов.

RU 2 473 128 C1

RU 2 473 128 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G06T 17/00 (2006.01)
G06F 17/50 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2011117736/08, 03.05.2011

(24) Effective date for property rights:
03.05.2011

Priority:

(22) Date of filing: 03.05.2011

(45) Date of publication: 20.01.2013 Bull. 2

Mail address:

195251, Sankt-Peterburg, ul. Politekhnikeskaja,
29, FGBOU VPO "Sankt-Peterburgskij
gosudarstvennyj politekhnicheskij universitet",
Otdel intellektual'noj sobstvennosti

(72) Inventor(s):

Vasil'ev Jurij Sergeevich (RU),
Elistratov Viktor Vasil'evich (RU),
Kubyshkin Leonid Ivanovich (RU),
Svetozarskaja Svetlana Vladimirovna (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovaniya "Sankt-
Peterburgskij gosudarstvennyj politekhnicheskij
universitet" (FGBOU VPO "SPbGPU") (RU)

(54) METHOD FOR PARAMETRIC THREE-DIMENSIONAL MODELLING OF EQUIPMENT AND STRUCTURES OF HYDROPOWER OBJECTS

(57) Abstract:

FIELD: information technology.

SUBSTANCE: method for parametric three-dimensional modelling of equipment and structures of hydropower objects involves formation of a database of reusable parametric models of typical structural components of equipment and structures of hydropower objects and their aggregates, and creation of a user project. The user project will present a set of working models of structural components

and/or assemblies thereof. Transformation of working models will be carried out by inputting one or more basic parameters of the structural component. The dimensions of the working models are then automatically calculated based on mathematical relationships embedded therein to obtain transformations of models of structural components.

EFFECT: reducing time resources spent modelling hydropower objects.

RU 2 473 128 C1

RU 2 473 128 C1

Изобретение относится к области автоматизированного проектирования гидроэнергетических объектов и способам трехмерного моделирования. Изобретение может быть использовано при проектировании гидроэнергетических объектов, а именно гидроэлектрических станций и гидроаккумулирующих электрических станций.

5 Известен способ автоматического построения трехмерной геометрической модели изделия в системе геометрического моделирования [Патент РФ №2308763]. Способ заключается в выборе пользователем данных компьютерной математической модели, которые впоследствии используются для построения трехмерной геометрической
10 модели изделия, задании последовательности операций автоматического построения. Полученные от пользователя данные считываются и преобразовываются в значения геометрических параметров изделия, далее из предварительно созданной базы данных извлекаются трехмерные геометрические модели-примитивы, значения параметров
15 которых изменяются в соответствии с данными компьютерной математической модели. Затем выполняется динамическое построение элементов изделия, трехмерные геометрические модели-примитивы которых отсутствуют в базе данных, помещают полученные трехмерные геометрические модели элементов изделия в трехмерную геометрическую модель сборки изделия и накладывают сопряжения, фиксирующие
20 положение каждого элемента.

К недостаткам способа можно отнести необходимость задания пользователем компьютерной математической модели и последовательности типовых операций автоматического построения элемента, что усложняет работу и может привести к
ошибкам проектирования, т.е. невысокая точность.

25 Известен метод и система параметрического моделирования концептуального дизайна транспортного средства, выбранный за прототип [Заявка US №2007198230 от 23.08.2008]. Предлагаемый метод компьютерного моделирования предполагает ввод одного или нескольких размерных параметров транспортного средства или его
30 компонентов, ввод одной или нескольких геометрических характеристик моделируемого транспортного средства и построение параметрической концептуальной модели транспортного средства, соответствующей заданным размерам и геометрии.

35 Метод предполагает возможность внесения преобразований в конфигурацию модели транспортного средства и его компонентов, изменение типа транспортного средства и его дизайна (внешнего вида). Согласно методу концептуальная модель транспортного средства включает в себя типовой и проектный (рабочий) каркасы, которые могут быть преобразованы путем ввода размерных или геометрических
40 характеристик, определяющих габариты, пропорцию и/или конфигурацию транспортного средства. Типовой каркас используется для размещения и/или определения местоположения компонентов и/или внутренних систем (например, сидений, руля и т.д.). Проектный каркас используется для создания проектной или параметрической поверхности. Взаимодействие типового и проектного каркасов дает
45 возможность создания новых компонентов, используя поверхности, созданные в проектном каркасе и объединенные вместе с ранее созданными компонентами типового каркаса.

К недостаткам метода и системы компьютерного параметрического моделирования можно отнести возможность его использования только в узкоспециализированной
50 области автомобилестроения.

Задачей предлагаемого изобретения является создание способа параметрического моделирования оборудования и сооружений гидроэнергетических объектов (ГЭО),

позволяющего сократить временные ресурсы, затрачиваемые на проектирование ГЭО за счет исключения ручного внесения изменения геометрии моделей, что является источником потенциальных ошибок.

Предложен способ трехмерного параметрического моделирования оборудования и сооружений гидроэнергетических объектов, включающий предварительное создание компьютерной базы данных параметрических моделей типовых конструктивных компонентов оборудования и сооружений ГЭО и их совокупностей, формирование пользовательского проекта, путем извлечения моделей типовых конструктивных компонентов и/или их совокупностей. Пользовательский проект будет представлять совокупность рабочих моделей конструктивных компонентов и/или их сборок. Преобразование моделей производится путем ввода одного или нескольких базовых параметров конструктивного компонента. После чего автоматически производится расчет размеров рабочих моделей по заложенным в них математическим зависимостям с получением преобразованных моделей конструктивных компонентов.

Под базой данных (БД) понимается предварительно созданная компьютерная база данных трехмерных твердотельных моделей типовых конструктивных компонентов оборудования и сооружений гидроэнергетического объектов и/или совокупностей этих компонентов.

Под параметрическими моделями типовых конструктивных компонентов подразумеваются трехмерные твердотельные модели конструктивных компонентов основного оборудования и сооружений ГЭО, управление которыми осуществляется при помощи одного или нескольких базовых параметров, например, модели различных типов рабочих колес гидротурбины, спиральных камер, отсасывающих труб и т.д.

Под совокупностью типовых конструктивных компонентов подразумеваются сборки трехмерных твердотельных моделей типовых конструктивных компонентов, взаиморасположение которых определяется предварительно наложенными ограничениями, например сборкой является модель проточной части ГЭС, включающая в себя модели рабочего колеса гидротурбины, камеры рабочего колеса, спиральной камеры, колонн статора, направляющего аппарата и отсасывающей трубы.

Под рабочими моделями конструктивных компонентов и/или их совокупностями понимаются извлеченные, например, путем копирования из базы данных модели типовых конструктивных компонентов и/или их сборок.

В процессе создания модели ГЭО они изменяются пользователем путем внесения исходных данных в виде базовых параметров.

Под математическими зависимостями, управляющими размерами модели, понимается совокупность математических уравнений, определяющих зависимость размеров данного компонента от выбранных базовых параметров. [ОСТ 108.023.13-81. Камеры спиральные бетонные гидравлических вертикальных турбин. Очертания и размеры проточной части, ОСТ 108.122.01-76. Турбины гидравлические вертикальные. Трубы отсасывающие изогнутые. Очертания проточной части и размеры и др.]

Под ограничениями, определяющими взаиморасположение моделей типовых конструктивных компонентов в сборке, подразумеваются ограничения количества их степеней свободы и задание размеров одного компонента в зависимости от размеров другого, например задание размеров и местоположения кратера гидрогенератора в зависимости от размеров и местоположения корпуса статора гидрогенератора.

Под базовыми параметрами типового элемента конструктивного компонента

понимаются предварительно выбранные энергетические или геометрические характеристики оборудования или сооружений гидроэнергетического объекта.

5 Сущность предлагаемого способа заключается в том, что для автоматического построения разных трехмерных геометрических моделей гидроэнергетических объектов создают базу данных, которую в дальнейшем многократно используют для
каждого нового проекта гидроэнергетического объекта. Формируют пользовательский проект одного или нескольких пользователей, представляющий собой набор рабочих моделей типовых конструктивных компонентов и/или их сборок,
10 хранящихся на локальном компьютере пользователя или на сервере, при этом взаимодействие пользователей осуществляется посредством системы централизованного управления данными проекта.

15 Форма отдельных элементов параметрических моделей конструктивных компонентов является заданной, но количество таких элементов может быть изменено, например может быть изменено количество охладителей гидрогенератора выбранного типа, но не их форма.

20 Конструктивные компоненты, включенные в сборки, могут извлекаться как в составе сборки, так и в виде самостоятельных компонентов, в таком случае при включении этих компонентов в сборку ограничения, определяющие местоположение компонентов должны быть заданы пользователем.

25 После ввода базовых параметров автоматически производится расчет размеров рабочих моделей конструктивных компонентов ГЭО в соответствии с математическим зависимостям и производится переопределение взаиморасположения компонентов рабочей модели сборки оборудования и/или сооружений ГЭО в соответствии с новыми размерами рабочих моделей конструктивных компонентов в случае извлечения
пользователем сборки конструктивных компонентов. Преобразованные отдельные рабочие модели конструктивных компонентов ГЭО могут быть объединены путем
30 наложения ограничений друг с другом и/или с преобразованными рабочими сборками конструктивных компонентов в новые сборки оборудования и/или сооружений ГЭО. Например, с целью получения модели гидроагрегатного блока ГЭС пользователем могут быть объединены в сборку модели проточной части (совокупность конструктивных компонентов), гидрогенератора и массивной бетонной части
35 (конструктивные компоненты). На основе полученныхборок конструктивных компонентов предусмотрена возможность создания новых элементов конструктивных компонентов, не включенных в базу данных. Построенные пользователем новые модели конструктивных компонентов и/или их совокупности могут быть помещены в
40 базу данных в целях их повторного использования.

Для реализации способа в компьютерную базу данных может быть занесена сборка гидроагрегатного блока гидроэлектростанции (ГЭС), а также образующие ее
отдельные модели конструктивных компонентов различных типов. Сборка гидроагрегатного блока ГЭС может включать в себя модели бетонной массивной
45 части, гидрогенератора с валом, модели, образующие проточную часть: рабочее колесо гидротурбины, камеру рабочего колеса, спиральную камеру, колонны статора, направляющий аппарат и отсасывающую трубу. Перечисленный набор моделей позволяет создать укрупненную модель гидроагрегатного блока ГЭС и может быть
50 расширен.

В базу данных заносятся модели различных типов гидрогенераторов, бетонных и металлических спиральных камер, рабочих колес и т.д. Местоположение конструктивных компонентов в сборке определяют заранее наложенными

ограничениями. Таким образом, пользователь, извлекая из базы данных готовую сборку, не должен определять расположение конструктивных компонентов относительно друг друга. В сборках предусмотрена возможность замены одного конструктивного компонента другим, при этом наложенные ограничения сохраняются. Например, пользователь может заменить в сборке проточной части металлическую спиральную камеру на бетонную, один тип рабочего колеса гидротурбины - на другой и т.д.

Преобразование моделей осуществляют путем внесения/изменения одного или нескольких базовых параметров. Вследствие чего построение этих моделей осуществляют таким образом, чтобы все размеры, заложенные при построении модели, зависели от выбранного базового параметра(ов).

Обоснование выбора базовых параметров осуществляют на основе анализа математических зависимостей, используемых при проектировании данного конструктивного компонента. Например, в качестве базового параметра рабочего колеса гидротурбины или насоса-турбины может быть выбран его диаметр D_1 , расчет которого производят в соответствии с математическими зависимостями и методикой, приведенной в работах [Гидротурбины. Ковалев Н.Н. Л.: Машиностроение. 1971. 584 с.] для гидротурбин и в работе [Использование водной энергии: Учебник для вузов / Под ред. Ю.С.Васильева - 4-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоиздат, 1995. 608 с.] - для обратимых гидротурбин. Для реализации возможности корректного преобразования модели рабочего колеса путем внесения величины его диаметра необходимо выполнять построение трехмерной модели таким образом, чтобы величина каждого размера модели, используемого при ее построении (например, расстояние от оси гидротурбины до произвольной точки поперечного сечения лопасти рабочего колеса), рассчитывалась в зависимости от D_1 по определенным математическим зависимостям.

Для возможности многократного использования моделей конструктивных компонентов при создании каждого последующего объекта производят извлечение, например путем копирования, необходимых компонентов из базы в рабочий проект пользователя. Набор извлекаемых моделей определяется пользователем в зависимости от моделируемого объекта и необходимой степени его детализации.

Например, при создании трехмерной недетализированной модели гидроагрегатного блока ГЭС пользователем могут быть извлечены из базы данных модели основного оборудования и сооружений требуемого типа: бетонной массивной части, гидротурбины с валом, спиральной камеры, колонн статора, лопаток направляющего аппарата, крышки гидротурбины, рабочего колеса и отсасывающей трубы.

Для создания более детализированной модели пользователь извлекает большее количество конструктивных компонентов, например, к перечисленному набору могут быть добавлены модели фундаментного кольца направляющего аппарата, элементы крепления крышки турбины и т.д. Дальнейшую работу пользователь производит с рабочими моделями.

После извлечения из базы данных моделей необходимых конструктивных компонентов пользователь задает требуемые базовые параметры для преобразования выбранных моделей в соответствии с текущим проектом.

Например, для создания модели гидроагрегатного блока ГЭС пользователь задает базовые параметры всех конструктивных компонентов, необходимых для создания этой модели (перечислены выше). Кроме того, пользователю необходимо задать количество элементов конструктивных компонентов, включающих несколько

повторяющихся элементов. Например, пользователь должен задать необходимое количество лопаток направляющего аппарата, количество охладителей гидрогенератора и т.д. Таким образом пользователь получает модели конструктивных компонентов требуемого типа и размеров.

5 Далее пользователю необходимо определить местоположение рабочих моделей конструктивных компонентов относительно друг друга. То есть пользователю необходимо наложить ограничения, уменьшающие количество степеней свободы выбранных моделей. Например, для получения модели проточной части
10 гидроагрегатного блока пользователь должен ограничить перемещения моделей рабочего колеса, спиральной камеры, направляющего аппарата, колонн статора и отсасывающей трубы в горизонтальной и вертикальных плоскостях так, чтобы указанные модели были размещены конструктивно верно. Также пользователю необходимо ограничить возможность поворота невращающихся элементов, например
15 спиральной камеры, отсасывающей трубы и т.д. Далее к полученной сборке добавляют модель гидрогенератора и полученную сборку размещают в требуемом месте бетонной массивной части.

Для создания приведенной выше модели гидроагрегатного блока пользователем
20 могут быть извлечены из базы данных модели гидрогенератора и бетонной массивной части, а также готовая сборка проточной части. Далее при необходимости пользователем могут быть заменены компоненты готовой сборки. Например, пользователь может заменить модель бетонной спиральной камеры на
25 металлическую, а модель рабочего колеса поворотнлопастной гидротурбины - моделью рабочего колеса радиально-осевого типа. Каждая модель, которая подлежит замене в готовой сборке, предварительно должна быть извлечена из базы данных.

Дальнейшая работа производится аналогично приведенному выше алгоритму.

В результате пользователь получает модель, соответствующую требуемым
30 размерам и нужной детализации. Впоследствии полученная модель может быть дополнена моделями конструктивных компонентов с целью увеличения степени ее детализации.

Таким образом предлагаемый способ позволяет сократить временные ресурсы, затрачиваемые на моделирование ГЭО, за счет исключения ручного внесения
35 изменений в геометрию моделей.

Формула изобретения

Способ трехмерного параметрического моделирования оборудования и
40 сооружений гидроэнергетических объектов, включающий ввод одного или нескольких параметров, возможность преобразований рабочих моделей и их компонентов с последующим построением параметрической модели, отличающийся тем, что предварительно создают базу данных параметрических моделей типовых конструктивных компонентов оборудования и сооружений ГЭО и их совокупностей,
45 формируют пользовательский проект путем извлечения моделей типовых конструктивных компонентов и/или их совокупностей, представляющий собой совокупности рабочих моделей конструктивных компонентов и/или их сборок, в качестве параметров вводят базовые параметры конструктивного компонента, после
50 чего автоматически производят расчет размеров рабочих моделей по заложенным в них математическим зависимостям с получением преобразованных моделей конструктивных компонентов.