



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2012158030/05, 28.12.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.12.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.12.2012

(45) Опубликовано: 20.05.2014 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 839711 A1, 23.06.1981; . RU 2215653  
C2, 10.11.2003; . RU 2006139861 A, 20.05.2008;  
. RU 2188126 C2, 27.08.2002; . US 4863663 A,  
05.09.1989

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для  
Ярославцева В.М. (каф. МТ-13)

(72) Автор(ы):

Ярославцев Виктор Михайлович (RU),  
Назаров Николай Григорьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

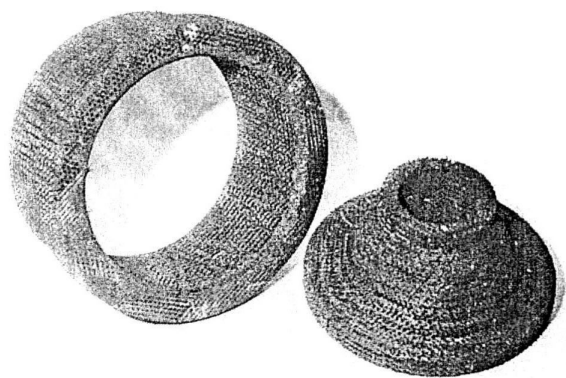
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Московский государственный технический  
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ  
им. Н.Э. Баумана) (RU)

**(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к технологии изготовления деталей из композиционных материалов, а именно к обработке резанием армирующего каркаса из несвязанного армирующего материала до их пропитки связующим веществом и его отверждения. Задачей изобретения является повышение качества деталей из композиционных материалов. Согласно способу заготовку получают пропиткой временным связующим каркаса из армирующих элементов, затем заготовку охлаждают, после отверждения связующего проводят механическую

обработку резанием полученной заготовки, после чего удаляют временное связующее и проводят все последующие этапы технологического процесса до получения готовой детали. В качестве временного связующего применяют воду. Отверждение заготовки осуществляют путем замораживания заготовки при температуре 77...253 К, а затем заготовку нагревают, поместив в форму, приближенную к конфигурации готовой детали и имеющую каналы для отвода временного связующего. 3 ил.



Фиг. 2

RU 2516628 C1

RU 2516628 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 516 628** (13) **C1**

(51) Int. Cl.

**B29B 11/16** (2006.01)

**B29B 15/08** (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012158030/05, 28.12.2012**

(24) Effective date for property rights:  
**28.12.2012**

Priority:

(22) Date of filing: **28.12.2012**

(45) Date of publication: **20.05.2014** Bull. № 14

Mail address:

**105005, Moskva, ul. 2-ja Baumanskaja, 5, str. 1,  
MG TU im. N.Eh. Baumana, TsZIS, dlja  
Jaroslavl'tseva V.M. (kaf. MT-13)**

(72) Inventor(s):

**Jaroslavl'tsev Viktor Mikhajlovich (RU),  
Nazarov Nikolaj Grigor'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Moskovskij  
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni  
N.Eh. Baumana" (MG TU im. N.Eh. Baumana)  
(RU)**

(54) **METHOD FOR MANUFACTURING PARTS FROM COMPOSITE MATERIALS**

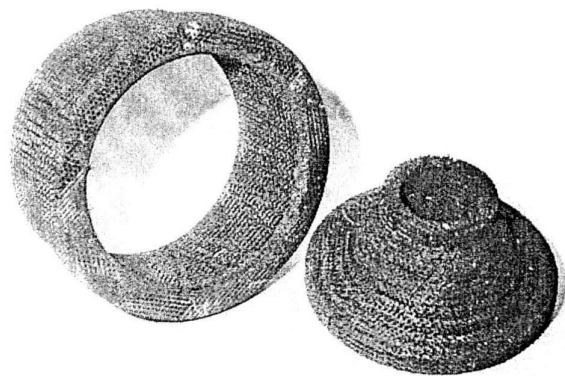
(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: workpiece is produced by impregnation of a frame from reinforcing elements with temporary binder, then the workpiece is cooled, after the binder is hardened the obtained workpiece is machined by cutting, then the temporary binder is removed and all further stages of manufacturing process are carried out up to production of a ready part. Water is used as the temporary binder. The workpiece is hardened by freezing under temperature of 77-253 °K, then the workpiece is heated after being placed in a mould whose shape is close to the configuration of a ready part and which is fitted by grooves for temporary binder withdrawal.

EFFECT: improved quality of parts made from

composite materials.  
3 dwg



Фиг. 2

## Область техники

Изобретение относится к технологии изготовления деталей из композиционных материалов (КМ), а именно к обработке резанием армирующего каркаса из несвязанного армирующего материала до его пропитки связующим веществом и его отверждения.

## Уровень техники

Известен способ изготовления деталей из углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ). На первом этапе производят укладку с помощью специальных приспособлений пространственного каркаса из полимеризованных углеродных волокон или стержней арматуры диаметром от 1,0 до 1,8 мм (фиг.1), а затем осуществляют пропитку каркаса связующим веществом. Связующее вещество при последующем затвердевании обеспечивает окончательное формирование детали (Буланов И.М., Воробей В.В. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов: Учеб. для вузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. - 516 с., с.94-95).

Проблема состоит в том, что форма каркаса заготовки, состоящего из не скрепленных, не связанных между собой волокон или стержней арматуры (наполнителя), до пропитки его связующим должна быть приближена к форме детали. Осуществление необходимого формообразования путем механической обработки такого каркаса резанием представляется невозможным. Кроме того, после формообразования необходимо обеспечить удержание формы каркаса в процессе выполнения последующих технологических операций до его окончательной пропитки связующим. Характерным дефектом обработки резанием КМ с волокнистыми наполнителями является образование на обработанной поверхности ворса из перерезанных волокон.

Известен способ обработки волокнистых композиционных материалов, заключающийся в том, что на обработанную поверхность заготовки наносят твердеющее технологическое покрытие, которое затем удаляют при повторном проходе инструмента в тот же размер (Авторское свидетельство СССР №839711, МПК В29С 17/10, опубл. 23.06.1981). Технологическое покрытие заполняет неровности обрабатываемой поверхности, после полимеризации обеспечивает хорошую адгезию с материалом заготовки и отдельных армирующих волокон. При последующем срезании технологического покрытия срезается и ворс, оставшийся от обработки заготовки до нанесения технологического покрытия.

Недостатком данного способа является то, что он позволяет обработать заготовку уже после полимеризации связующего. В то же время для создания наиболее благоприятных условий пропитки каркаса связующим и обеспечения высокого качества рабочих поверхностей детали, изготовленной из УУКМ, необходимо еще до пропитки каркаса придать ему форму, максимально приближенную к форме готовой детали, и исключить ворсистость наружных поверхностей.

Наиболее близким техническим решением является способ предварительного формования с охлаждением (Патент Японии №JP 4193507, МПК В29В 11/16, опубл. 13.07.1992). Заготовку (препрег) при предварительном формовании охлаждают и перемещают в охлажденном виде на последующие стадии технологического процесса. Это делают для того, чтобы заготовка сохраняла свою форму до последующего этапа технологического процесса.

Однако этот способ неприменим для изготовления деталей из УУКМ ввиду того, что каркас из не скрепленных между собой элементов еще не содержит связующего и из-за этого его охлаждение не имеет смысла.

## Раскрытие изобретения

Задачей изобретения является повышение качества деталей из композиционных материалов за счет обеспечения возможности предварительной подготовки (формообразования) механической обработкой резанием каркаса, выполненного из не скрепленных между собой волокон, нитей, жгутов, стержней армирующего материала.

Задача решается тем, что в способе обработки композиционных материалов, заключающемся в охлаждении предварительно сформованной заготовки, заготовку получают пропиткой каркаса из несвязанных армирующих элементов временным связующим. Затем заготовку охлаждают, после отверждения проводят механическую обработку резанием полученной заготовки и затем удаляют временное связующее.

После этого проводят все последующие этапы технологического процесса до получения готовой детали.

В качестве временного связующего преимущественно применяют воду (также в качестве временного связующего могут быть использованы парафин, сплав Вуда, некоторые виды пластмасс и другие составы, которые при определенных условиях могут затвердевать и при определенных условиях легко удаляться из каркаса).

Пропитанный каркас замораживают до температуры 77...253 К, производят механическую обработку, удаляют временное связующее путем нагревания заготовки. Нагревание производят при установке заготовки в форму, максимально приближенную к форме готовой детали.

#### Перечень фигур

На фиг.1 показан исходный каркас из армирующего материала; на фиг.2 - заготовки, полученные в результате обработки резанием и после удаления временного связующего; на фиг, 3 - готовая деталь после прохождения последующих стадий технологического процесса.

#### Осуществление изобретения

Формообразование каркаса методом резания перед пропиткой его основным связующим с применением изобретения осуществляют в несколько этапов:

1. Получение заготовки для обработки резанием - пропитка водой (временным связующим) исходного каркаса (фиг.1) из армирующего материала;

2. Замораживание пропитанного каркаса в криостате, заполненном жидким азотом (температура 77 К);

3. Проведение операций механической обработки резанием на обрабатывающем станке заготовки - замороженного пропитанного каркаса;

4. Промывка заготовок (заготовки) теплой водой (30...40°C) в форме;

5. Сушка в вакуумной печи (60...70°C).

Операции 4 и 5 проводят, поместив заготовку в специальную форму, приближенную к конфигурации готовой детали. Это делают для того, чтобы при удалении временного связующего не произошло деформации (изменения формы) заготовки. Для ускорения процесса удаления связующего такую форму выполняют пористой и имеющей каналы для отвода временного связующего.

Диапазон температур 77...253 К (-196...-20°C) определяется техническими возможностями современной холодильной и криогенной техники. Как показывают экспериментальные исследования, замораживание заготовки с помощью жидкого азота (77°К) обеспечивает возможность выполнения достаточно длительной технологической операции обработки резанием (до 20-25 мин) с обеспечением высокого качества обработанной поверхности. В процессе обработки резанием под действием температуры резания и окружающей среды температура поверхностного слоя заготовки постоянно растет, что изменяет физико-механические свойства связующего, приводит к ухудшению

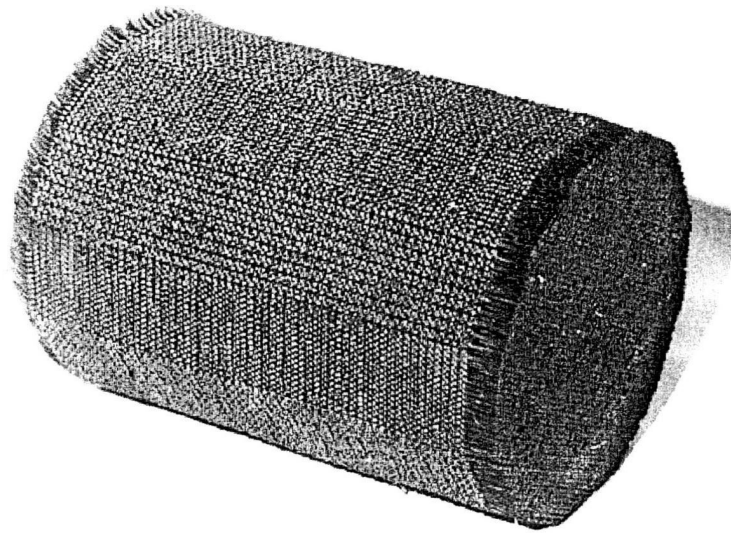
связи волокон или стержней наполнителя со связующим (льдом). В результате при температуре выше 253 К (-20°C) качество обработанной резанием поверхности заготовки падает.

Для подтверждения этого были проведены эксперименты. Определение верхнего значения температуры замораживания определяли при обработке заготовок диаметром 100 мм и длиной 140 мм с внутренним отверстием диаметром 40 мм. Заготовки замораживались в морозильной камере при фиксированных температурах: минус 5, 10, 15 и 20°C. Замороженные заготовки устанавливались в трехкулачковый патрон токарного станка мод. 1К62 (вспомогательное время приблизительно 3 мин) и подвергались обработке ( $v=0,42$  v/c,  $S_0=0,2$  мм/об) - удалению припуска 10 мм на сторону за 2 прохода. Было установлено, что в процессе резания заготовок, замороженных при температурах - 5, - 10 и - 15°C, на обработанных поверхностях формируется дефектный слой материала - образуются локальные вырывы, отслоения чешуек связующего, наблюдается расслоение и образование ворсистой наполнителя, что является недопустимым для качественных деталей из КМ. При этом происходит таяние связующего в поверхностном слое заготовки и ослабление закрепления ее в патроне. При обработке заготовки, замороженной при - 20°C, первый проход - удаление слоя 5 мм - показал удовлетворительные результаты по качеству обработки, а при втором проходе на обработанной поверхности проявляются дефекты, которые наблюдались при обработке заготовок, замороженных при более высоких температурах. Это объясняется действием относительно высокой температуры окружающей среды и выделением тепла в зоне резания, вызывающим в результате таяния льда потерю жесткой связи связующего с наполнителем. На основании результатов экспериментов был сделан вывод о том, что верхней температурной границей замораживания заготовок для механической обработки в обычных условиях производства (температура воздуха 20°C) является температура - 20°C (253 К), при которой время обработки составляет примерно 6-7 мин.

После предварительной механической обработки заготовки (фиг.2) выполняют все последующие стадии технологического процесса, включая пропитку основным связующим с последующим его отверждением, карбонизацию, графитизацию, окончательную механическую обработку резанием с обеспечением заданных чертежом размеров детали и т.д. до получения готовой детали (фиг.3).

#### Формула изобретения

Способ изготовления деталей из композиционных материалов, заключающийся в охлаждении предварительно сформованной заготовки, отличающийся тем, что заготовку получают пропиткой временным связующим каркаса из армирующих элементов, затем заготовку охлаждают, после отверждения связующего проводят механическую обработку резанием полученной заготовки, после чего удаляют временное связующее и проводят все последующие этапы технологического процесса до получения готовой детали, причем в качестве временного связующего применяют воду, отверждение заготовки осуществляют путем замораживания заготовки при температуре 77...253 К, а затем заготовку нагревают, поместив в форму, приближенную к конфигурации готовой детали и имеющую каналы для отвода временного связующего.



Фиг. 1



Фиг. 3