



(51) МПК
A61K 33/06 (2006.01)
A61K 33/38 (2006.01)
A61P 31/02 (2006.01)
A61P 31/04 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013107334/15, 19.02.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 19.02.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.02.2013

(45) Опубликовано: 20.07.2014 Бюл. № 20

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: CN 101589727 A 02.12.2009. CN
 102125055 A 20.07.2011. WO 2011160860 A1
 29.12.2011. RU 2330673 C1 10.08.2008. RU
 2408755 C1 10.01.2011. RU 2426560 C1
 20.08.2011

Адрес для переписки:

308015, г.Белгород, ул. Победы, 85, БелГУ, Отдел
 интеллектуальной собственности, Токтаревой
 Т.М.

(72) Автор(ы):

Буханов Владимир Дмитриевич (RU),
 Везенцев Александр Иванович (RU),
 Пономарева Надежда Федоровна (RU),
 Скворцов Владимир Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования
 "Белгородский государственный
 национальный исследовательский
 университет" (RU)

**(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА С АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА
 ОСНОВЕ МОНТМОРИЛЛОНИТ СОДЕРЖАЩИХ ГЛИН**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу получения
 материала с антибактериальными свойствами на
 основе монтмориллонитсодержащих глин.
 Неорганическую глину, представленную натрий-
 кальциевой, и/или кальциевой, и/или железистой
 формой монтмориллонита, модифицируют
 водным раствором нитрата серебра с
 концентрацией 0,16-9,9 масс.% в массовом
 соотношении глина:водный раствор нитрата
 серебра 1:5. Модифицирование проводят при
 перемешивании в течение от 3 до 7 часов при

температуре в интервале от 10°C до температуры
 кипения. Полученный материал промывают
 дистиллированной водой до pH≈6-5, пока не
 будет удален избыток нитрата серебра.
 Отстаивают при комнатной температуре и
 декантируют. Высушивают материал при
 температуре 20-160°C. Изобретение обеспечивает
 получение эффективного антибактериального
 материала для традиционной и ветеринарной
 медицины. 2 табл., 5 пр.

RU 2 522 935 C1

RU 2 522 935 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

A61K 33/06 (2006.01)*A61K 33/38* (2006.01)*A61P 31/02* (2006.01)*A61P 31/04* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013107334/15, 19.02.2013**(24) Effective date for property rights:
19.02.2013

Priority:

(22) Date of filing: **19.02.2013**(45) Date of publication: **20.07.2014** Bull. № 20

Mail address:

**308015, g.Belgorod, ul. Pobedy, 85, BelGU, Otdel
intellektual'noj sobstvennosti, Toktarevoj T.M.**

(72) Inventor(s):

**Bukhanov Vladimir Dmitrievich (RU),
Vezentsev Aleksandr Ivanovich (RU),
Ponomareva Nadezhda Fedorovna (RU),
Skvortsov Vladimir Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Belgorodskij
gosudarstvennyj natsional'nyj issledovatel'skij
universitet" (RU)**(54) **METHOD OF OBTAINING MATERIAL WITH ANTIBACTERIAL PROPERTIES BASED ON MONTMORILLONITE-CONTAINING CLAYS**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: inorganic clay, represented by sodium-calcium, and/or calcium and/or ferrous forms of montmorillonite, is modified with a water solution of silver nitrate with a concentration 0.16-9.9 wt % in a weight ratio clay:water solution of silver nitrate 1:5. Modification is carried out with mixing from 3 to 7 hours at a temperature in the interval from 10°C to the

temperature of boiling. The obtained material is washed with distilled water to pH ≈6-5, until excess of silver nitrate is removed, stood at room temperature and decanted. The material is dried at a temperature of 20-160°C.

EFFECT: obtaining an efficient antibacterial material for traditional and veterinary medicine.

2 tbl, 5 ex

RU 2 522 935 C 1

RU 2 522 935 C 1

Изобретение относится к способам получения антибактериальных материалов методами модифицирования природных монтмориллонитсодержащих глин для улучшения их антибактериальных характеристик, что позволяет использовать их в традиционной и ветеринарной медицине при создании комплексных антибактериальных препаратов.

Известен способ получения антибактериального материала (патент RU 2429857, опубл. 2011 г.), в котором предлагается на первом этапе бентонит Na-формы активировать раствором хлористого натрия с последующим удалением анионов хлора при промывке и фильтровании, на втором этапе полученный полуфабрикат интеркалируют ионами металлов бактерицидного действия, например Ag^+ , путем обработки в водных растворах неорганических солей этих металлов. Удаляют соли натрия при промывке продукта деионизованной водой, фильтруют, сушат и измельчают до дисперсности частиц 20-150 нм, где согласно изобретению процессы активации и интеркаляции бентонита осуществляют при использовании ультразвука с частотой 20-50 кГц и интенсивностью 10-100 Вт/см², а процесс очистки интеркалированного продукта от солей натрия производят в два этапа, на первом - продукт декантируют, а на втором этапе промывают в деионизованной воде, содержащей 30 ppm - 100 ppm комплексообразователя ионов щелочных металлов на основе краун-эфиров с молекулярной массой не более 264. При этом полученный материал содержит 2,35 и 2,95 масс.% серебра.

Известен способ получения антимикробного препарата (патент US 2012093907 (A1), опубл. 2012 г.), согласно которому 1% масс. суспензию из наносиликатных пластин обрабатывают раствором нитрата серебра (AgNO_3) (1% масс.) при соотношении Ag^+ :глина равном 7:93. Добавляют 6~8 мл метанола. Химическое взаимодействие проводят с помощью ультразвукового перемешивания на водяной бане при 70~80°C. Недостатком данного способа является предварительное получение наносиликатных пластин из слоистых глинистых минералов, что значительно влияет на продолжительность процесса. Также используют метанол, который является ядовитым веществом. Содержание серебра в образцах, определенное масс-спектрометрическим методом (ICP-MS), соответствует примерно от 120 до 190 частей на миллиард.

Наиболее близким по существу является изобретение, заключающееся в модифицировании неорганического минерала - монтмориллонита неорганическими солями металла в полярном растворителе и последующей выдержке бентонита в растворе соли, в удалении продуктов модифицирования бентонита из раствора с последующей сушкой при температуре не выше 100°C, при этом согласно изобретению перед модифицированием бентонит обогащают ионами Na^+ путем обработки его 3-10 масс.% водным раствором хлористого натрия с последующей промывкой и фильтрованием полученного полуфабриката, который затем модифицируют 10-20 масс.% раствором неорганических солей металла, в качестве которых используют нитрат серебра или сульфат меди, производят выдержку модифицируемого бентонита в указанных солевых растворах в течение 12-24 час, а затем очистку промодифицированного бентонита от солей натрия путем его промывки и фильтрации. После сушки полученный препарат измельчают до дисперсности частиц 20-150 нм, при этом обработку неорганического минерала названными растворами производят при соотношении, масс.ч. - бентонит:раствор как 1:(10-40) (А.А. Абрамян, В.И. Беклемышев, И.И. Махонин, П.И. Махонин, В.А. Солодовников. Способ получения антимикробного препарата. [Описание изобретения к патенту RU 2330673 от 22.11.2006]).

Недостатком прототипа, как и вышеуказанных аналогов, является то, что в них используется только Na-форма монтмориллонита, что ограничивает сырьевую базу, т.к. чаще встречаются монтмориллонитовые глины, представленные натрий-кальциевой, и/или кальциевой, и/или железистой формой монтмориллонита. Также к недостаткам прототипа можно отнести длительность процесса и использование при модификации высоких концентраций нитрата серебра.

Задачей настоящего изобретения является создание материала с антибактериальными свойствами на основе недефицитных монтмориллонит содержащих глин, который может эффективно подавлять рост патогенных микроорганизмов.

Техническим результатом изобретения является получение эффективного антибактериального материала на основе недефицитных натрий-кальциевых, и/или кальциевых, и/или железистых монтмориллонитов за счет менее затратного по используемым ингредиентам и продолжительности технологического процесса модифицирования ионами серебра с использованием растворов AgNO_3 более низких концентраций.

Предлагаемое изобретение, заключающееся в модифицировании глины, включающей неорганический минерал - монтмориллонит, раствором нитрата серебра, промывке и последующей сушке, включает следующие новые признаки:

- глина, включающая неорганический минерал - монтмориллонит, представлена натрий-кальциевой, и/или кальциевой, и/или железистой формой монтмориллонита;

- массовое соотношение глина:модифицирующий агент составляет 1:5;

- процесс модифицирования глины водным раствором нитрата серебра AgNO_3 с концентрацией 0,16-9,9 масс.% проводят при температуре в интервале от 10°C до температуры кипения, продолжительность обработки от 3 до 7 часов;

- полученный модифицированный материал промывают дистиллированной водой до тех пор, пока не будет удален избыток нитрата серебра до $\text{pH} \approx 5-6$;

- отстаивают при комнатной температуре и декантируют;

- материал высушивают при температуре $20-160^\circ\text{C}$, в результате чего получают мягкий, легко измельчаемый глинистый материал от светло-коричневого до темно-коричневого цвета.

Способ реализуют следующим образом.

Минералогический состав исходной недефицитной натрий-кальциевой, и/или кальциевой, и/или железистой глины: монтмориллонит, иллит, каолинит, кварц, мусковит, кальцит, полевые шпаты, где основным сорбционным материалом является монтмориллонит.

Исходную глину заливают модифицирующим раствором нитрата серебра с концентрацией 0,16-9,9 масс.% в соотношении глина:модифицирующий агент, равном 1:5. Перемешивают в течение от 3 до 7 часов при температуре от 10°C до температуры кипения. По завершении процесса полученный продукт промывают до $\text{pH} \approx 5-6$ для удаления избытка нитрата серебра и высушивают при температуре $20-160^\circ\text{C}$. Сушка при температуре менее 20°C происходит в значительном интервале времени и требует использования охлаждающего оборудования, что экономически нецелесообразно. Материалы, высушенные при температуре более 160°C , имеют более низкое антибактериальное действие.

Примеры выполнения

Пример 1. Исходную глину заливали модифицирующим раствором нитрата серебра с концентрацией 3,2 масс.% в соотношении глина:модифицирующий агент, равном 1:5. Перемешивали в течение 3 часов при температуре $20-30^\circ\text{C}$. По завершении процесса

полученный материал промывали для удаления избытка нитрата серебра до $pH \approx 5-6$, высушивали при температуре 20-40°C.

Пример 2. Исходную глину заливали модифицирующим раствором нитрата серебра с концентрацией 3,2 масс.% в соотношении глина:модифицирующий агент, равном 1:5. 5 Перемешивали в течение 3 часов при температуре кипения смеси. По завершении процесса полученный материал промывали для удаления избытка нитрата серебра до $pH \approx 5-6$, высушивали при температуре 80-105°C.

Пример 3. Исходную глину заливали модифицирующим раствором нитрата серебра с концентрацией 0,16 масс.% в соотношении глина:модифицирующий агент, равном 1: 10 5. Перемешивали в течение 7 часов при температуре 20-30°C. По завершении процесса полученный материал промывали для удаления избытка нитрата серебра до $pH \approx 5-6$, высушивали при температуре 100-160°C.

Пример 4. Исходную глину заливали модифицирующим раствором нитрата серебра с концентрацией 0,16 масс.% в соотношении глина:модифицирующий агент, равном 1: 15 5. Перемешивали в течение 7 часов при температуре кипения смеси. По завершении процесса полученный материал промывали для удаления избытка нитрата серебра до $pH \approx 5-6$, высушивали при температуре 100-160°C.

Пример 5. Исходную глину заливали модифицирующим раствором нитрата серебра с концентрацией 9,9 масс.% в соотношении глина:модифицирующий агент, равном 1:5. 20 Перемешивали в течение 3 часов при температуре 10-15°C. По завершении процесса полученный материал промывали для удаления избытка нитрата серебра до $pH \approx 5-6$, высушивали при температуре 100-160°C.

В образцах материалов по примерам 1-5 определяли содержание серебра. Для исследований использовался метод количественного анализа, основанный на измерении 25 объема или массы реагента, требующегося для реакции с исследуемым веществом, - титрометрический анализ.

Титрометрический анализ по определению количества серебра в материалах, полученных по примерам 1-5, осуществляли с использованием индикаторов, фиксирующих точку эквивалентности титрования. При проведении титрометрического 30 анализа по определению в исследуемых образцах содержания серебра (масс.%) использовали в качестве реагентов концентрированную азотную кислоту, в качестве раствора титранта - роданид аммония или калия, в качестве индикатора - раствор железоаммонийных квасцов. В результате проведенных исследований установлено, что исследуемый образец по примеру 1 содержит 3,36 масс.% серебра, исследуемый 35 образец по примеру 2 содержит 3,61 масс.% серебра, исследуемые образцы по примеру 3 и 4 содержат серебро в количестве 0,10 и 0,20 масс.% соответственно, исследуемый образец по примеру 5 содержит 4,35 масс.% серебра. Кроме того, химический состав обогащенного и модифицированных образцов материалов по примерам 1-5 определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа на рентгеновском спектрометре ARL OP- 40 TIM'X (таблица 1).

Таблица 1										
Средний химический состав образцов материалов в пересчете на оксиды, масс.%										
Образец материала	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Ag ₂ O	Σ
Обогащенная глина	60,12	19,36	5,27	0,94	3,04	8,87	2,40	0,38	-	100,38
Пример 1	59,37	13,40	4,37	0,89	2,05	8,28	4,05	0,26	6,99	99,60
Пример 2	59,69	16,79	4,06	0,92	2,34	6,18	2,16		7,51	99,65
Пример 3	59,87	18,90	4,38	0,85	3,03	8,70	3,76		0,21	99,09
Пример 4	60,31	18,60	5,90	0,82	3,22	8,12	2,30		0,42	99,69
Пример 5	58,78	13,05	4,26	0,83	2,30	7,78	3,33		8,67	100,00

Испытания эффективности бактерицидных свойств материала на основе монтмориллонитсодержащей глины модифицированной ионами серебра проводились в стерильных условиях с использованием стерильного оборудования и материалов. Для испытаний были использованы стерильные чашки Петри, содержащие стерильный мясопептонный агар (МПА) или кровяной агар с рН=7,2-7,4. Толщина слоя охлажденного МПА или кровяного агара - 2,5-3,0 мм. В питательные среды, охлажденные до 45-48°C, вносили навески стерильного материала в диапазоне от 1,56 до 100 мг на 1 мл питательной среды и взвесь исследуемых штаммов микроорганизмов. В контрольные чашки с питательной средой вносили только взвесь исследуемых микроорганизмов. Культивирование *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella dublin*, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus hyicus*, *Staphylococcus intennedius*, *Staphylococcus aureus* осуществляли на МПА, а *Proteus vulgaris* и *Candida albicans* - на кровяном агаре. Определение чувствительности микроорганизмов к материалам, полученным по примерам 1-5, в зависимости от их концентрации в МПА и кровяном агаре, проводили после их культивирования в термостате при температуре 37°C в течение 16-18 часов. Полученные результаты, приведенные в таблице 2, позволили установить их минимальную бактериостатическую концентрацию. Данные об эффективности бактерицидных свойств материала на основе монтмориллонит содержащей глины модифицированной ионами серебра, полученного по примерам 1-5, представлены в таблице 2.

Таблица 2							
Чувствительность микроорганизмов к полученным материалам по примерам 1-5							
Микроорганизмы	Концентрация материала, мг/мл	Количество КОЕ/мл по McFarland					
		пример 1	пример 2	пример 3	пример 4	пример 5	контроль **
25 <i>Salmonella Dublin</i>	12,50			*	*		
	6,25	*	*	3·10 ⁸	2·10 ⁸		12·10 ⁸
	3,125	2·10 ⁸	1·10 ⁸	9·10 ⁸	8·10 ⁸	*	
	1,56	9·10 ⁸	6·10 ⁸	12·10 ⁸	15·10 ⁸	3·10 ⁸	
30 <i>Salmonella enteritidis</i>	12,50			*	*		22·10 ⁸
	6,25	*	*	2·10 ⁸	1·10 ⁸		
	3,125	2·10 ⁸	6·10 ⁸	18·10 ⁸	20·10 ⁸	*	
	1,56	18·10 ⁸	15·10 ⁸	22·10 ⁸	24·10 ⁸	2·10 ⁸	
35 <i>Staphylococcus hyicus</i>	25,00			*	*		36·10 ⁸
	12,50			3·10 ⁸	1·10 ⁸		
	6,25	*	*	9·10 ⁸	8·10 ⁸		
	3,125	6·10 ⁸	9·10 ⁸	33·10 ⁸	30·10 ⁸	*	
	1,56	15·10 ⁸	18·10 ⁸	39·10 ⁸	39·10 ⁸	2·10 ⁸	
40 <i>Proteus vulgaris</i>	12,50			*	*		36·10 ⁸
	6,25	*	*	6·10 ⁸	3·10 ⁸		
	3,125	2·10 ⁸	3·10 ⁸	30·10 ⁸	30·10 ⁸	*	
	1,56	18·10 ⁸	21·10 ⁸	36·10 ⁸	36·10 ⁸	3·10 ⁸	
45 <i>Staphylococcus aureus</i>	25,00			*	*		36·10 ⁸
	12,50	*	*	6·10 ⁸	2·10 ⁸		
	6,25	2·10 ⁸	1,5·10 ⁸	33·10 ⁸	30·10 ⁸	*	
	3,125	21·10 ⁸	15·10 ⁸	39·10 ⁸	36·10 ⁸	1,5·10 ⁸	
<i>Escherichia coli</i>	25,00			*	*		39·10 ⁸
	12,50	*	*	3·10 ⁸	1·10 ⁸		
	6,25	2·10 ⁸	1,5·10 ⁸	36·10 ⁸	30·10 ⁸	*	

		3,125	18·10 ⁸	9·10 ⁸	45·10 ⁸	39·10 ⁸	6·10 ⁸	
		25,00			*	*		39·10 ⁸
		12,50	*	*	8·10 ⁸	6·10 ⁸		
5	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6,25	3·10 ⁸	6·10 ⁸	30·10 ⁸	21·10 ⁸	*	
		3,125	18·10 ⁸	15·10 ⁸	33·10 ⁸	33·10 ⁸	3·10 ⁸	
		25,00			*	*		30·10 ⁸
		12,50	*	*	2·10 ⁸	1,5·10 ⁸		
	<i>Staphylococcus intermedius</i>	6,25	2·10 ⁸	3·10 ⁸	21·10 ⁸	18·10 ⁸	*	
10		3,125	24·10 ⁸	18·10 ⁸	33·10 ⁸	30·10 ⁸	3·10 ⁸	
		25,00			*	*		39·10 ⁸
		12,50	*	*	6·10 ⁸	3·10 ⁸		
	<i>Candida albicans</i>	6,25	8·10 ⁸	9·10 ⁸	33·10 ⁸	30·10 ⁸	*	
15		3,125	15·10 ⁸	15·10 ⁸	45·10 ⁸	39·10 ⁸	6·10 ⁸	

* Минимальная бактериостатическая концентрация;

** При проведении контрольных экспериментов использовали стерильный мясопептонный или кровяной агар без введения глины.

Из данных, приведенных в таблице 2, видно, что полученные материалы по примерам 1, 2 и 5 обладали более выраженным бактериостатическим действием, чем образцы материала, которые были получены по примерам 3 и 4. Рассматриваемая таблица иллюстрирует и объясняет неодинаковое проявление чувствительности исследуемых микроорганизмов к различным антибактериальным материалам, полученных по примерам 1-5, так как в данных формах соответственно содержится 3,36; 3,61; 0,10; 0,20 и 4,35 масс.% серебра. Исследуемые антибактериальные материалы, полученные по примерам 1 и 2, подавляли рост и образование колоний *Salmonella Dublin*, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus hyicus* на поверхности МПА и *Proteus vulgaris* на кровяном агаре уже при концентрации 6,25 мг на 1 мл питательной среды. Более эффективное бактериостатическое действие на эти же бактерии оказывал материал, полученный по примеру 5, при концентрации 3,125 мг/мл питательной среды. В то же время минимальная бактериостатическая концентрация изучаемых антибактериальных материалов, полученных по примерам 1 и 2, для *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius* на поверхности МПА и *Candida albicans* на кровяном агаре составила 12,50 мг материала на 1 мл питательной среды. Антибактериальный материал, полученный по примеру 5, угнетал рост данных микроорганизмов при концентрации 6,25 мг/мл питательной среды. С целью определения бактерицидной концентрации антибактериальных материалов, полученных по примерам 1-5, со смывов из чашек, где отсутствовал рост исследуемых микроорганизмов, производили посевы на плотные питательные среды МПА и кровяного агара, которые не содержали изучаемого материала. После культивирования этих посевов в термостате при температуре 37°C, в течение 16-18 часов, отсутствовал рост микроорганизмов со смывов МПА и кровяного агара, в которых минимальная бактериостатическая концентрация антибактериального материала составляла 3,125; 6,25 и 12,50 мг/мл питательной среды. Такое же бактериостатическое действие антибактериальные материалы, полученные по примерам 3 и 4, проявили по отношению к *Salmonella Dublin*, *Salmonella enteritidis* и *Proteus vulgaris*, но при концентрации 12,50 мг/мл. На *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus hyicus*, *Staphylococcus intermedius* и *Candida albicans* данные материалы влияли бактериостатически в концентрации 25,00 мг/мл. В то же время обогащенная форма нативной монтмориллонитовой глины при концентрации 100 мг/мл МПА и кровяного агара не подавляла рост исследуемых микроорганизмов, а наоборот, усиливала. При этом количество колониеобразующих

единиц в смывах с поверхности плотной питательной среды опытных чашек Петри было в 1,1-1,9 раза больше чем в контрольных, т.е. не содержащих нативной формы глины. Таким образом, поставленная задача по созданию материала с антибактериальными свойствами на основе натрий-кальциевых, и/или кальциевых, и/или железистых монтмориллонитсодержащих глин, который может эффективно подавлять рост патогенных микроорганизмов с использованием при модифицировании растворов AgNO_3 более низких концентраций по сравнению с прототипом, решена.

Формула изобретения

Способ получения материала с антибактериальными свойствами на основе монтмориллонитсодержащих глин, заключающийся в модифицировании глины, включающей неорганический минерал - монтмориллонит, раствором нитрата серебра, промывке и последующей сушке, отличающийся тем, что глина, включающая неорганический минерал - монтмориллонит, представлена натрий-кальциевой, и/или кальциевой, и/или железистой формой монтмориллонита; массовое соотношение глина: модифицирующий агент составляет 1:5, при этом концентрация модифицирующего агента - водного раствора нитрата серебра - составляет 0,16-9,9 масс.%; процесс модифицирования проводят при перемешивании в течение от 3 до 7 часов при температуре в интервале от 10°C до температуры кипения, промывку полученного модифицированного материала осуществляют дистиллированной водой до $\text{pH} \approx 5-6$, пока не будет удален избыток нитрата серебра; отстаивают при комнатной температуре и декантируют, после чего материал высушивают при температуре 20-160°C.

25

30

35

40

45