

УДК 681.

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТЕКЛОВОЛОКНА

Ложкин Н.Д., магистрант, гр. МАГ-УС-223.

Цифровая трансформация в системах управления, 27.04.04, 1 курс
Научный руководитель: Рыжкова Е.А., д.т.н., доцент,
заведующий кафедрой автоматики и промышленной электроники.
Российский Государственный Университет имени А. Н. Косыгина
г. Москва

Аннотация.

В данном докладе на конференции рассматривается значение стекловолокна как нового синтетического материала с уникальными свойствами. Описывается его системы контроля плотности при производстве. Основная идея заключается в том, что стекловолокно обладает высокой прочностью при небольшой плотности, а также обладает прекрасной оптической прозрачностью. Автор подчеркивает, что это делает стекловолокно ценным материалом в современном мире развития техники и технологий. В докладе также анализируются применение стекловолокна в различных отраслях, таких как строительство, автомобильная промышленность, аэрокосмическая отрасль и др. Автор делает вывод о важности поддержания качества при производстве согласно установленным стандартам.

Ключевые слова: волокно, система, контроль качества, техническое зрение, технологический процесс.

DENSITY CONTROL SYSTEMS IN FIBERGLASS PRODUCTION. REVIEW ARTICLE.

Abstract.

This article discusses the importance of fiberglass as a new synthetic material with unique properties. Its density control systems during production are described. The basic idea is that glass fiber has high strength at low density and also has excellent optical clarity. The author emphasizes that this makes fiberglass a valuable material in the modern world of engineering and technology development. The article also analyzes the use of fiberglass in various industries such as construction, automotive, aerospace, etc. The author concludes on the importance of maintaining quality in production according to established standards.

Key words: fiber, system, quality control, technical vision, technological process.

В современном мире развития техники побуждает необходимость создания новых материалов, обладающих особыми, не присущими природным материалам свойствами. Стекловолокно - это один из важнейших новых синтетических материалов, обладающий уникальными свойствами. Оно обладает огне-,

тепло-, химстойкостью, а также устойчиво к биологическим условиям. Но не только это делает его таким ценным. Стекловолокно отличается высокой прочностью при сравнительно небольшой плотности, а также обладает прекрасными оптическими, электрическими, тепловыми и звукоизоляционными характеристиками. Благодаря всем этим уникальным свойствам, стекловолокно применяется все чаще и чаще в различных отраслях промышленности.

Существует две основные категории стеклянных волокон: дешевые волокна для широкого применения и дорогостоящие волокна для специальных целей. Подавляющее большинство стеклянных волокон, производимых в настоящее время по всему миру, относится к категории E. Детальные требования к этим волокнам прописаны, например, в стандарте ASTM D578-98. Оставшиеся 10% волокон предназначены для специфических задач. Большинство типов стеклянного волокна получили свои названия в соответствии со своими уникальными свойствами.

Таким образом, для обеспечения максимальной прочности и электрической изоляции стекловолокон, предпочтительно использовать бесщелочное или малощелочное стекло, такие как алюмосиликатное или алюмоборосиликатное стекловолокно. Однако для неотчетливых конструкций можно использовать и щелочесодержащее стекловолокно.

При рассмотрении стеклянных и базальтовых волокон механические характеристики играют важную роль в определении возможности их применения в качестве наполнителя для композитных материалов. Однако влияние отдельных компонентов на эти свойства пока что не раскрыто достаточно полно. Механические характеристики волокон определяют на основании эксперимента на разрыв. Разрывное напряжение (σ) для элементарных нитей вычисляют по формуле

$$\sigma = \frac{4P \pm 10^4}{\pi d^2}$$

Таким образом, прочность базальтовых волокон не только зависит от их длины базы, но также может изменяться в результате старения и под действием высоких температур.

Процесс изготовления требует использования сложных технологических процессов, включающих работу с опасными веществами, в опасных средах с очень дорогим и высокотехнологичным оборудованием. Необходимы высокоточные, надежные системы управления, работающие в любых условиях.

Существует предположение относительно механизма, приводящего к разрушению волокон. Изучено, что при растяжении волокна, способ разрушения определяют следующие факторы: - разрыв волокна происходит на участках с дефектами критического размера; - дефекты случайным образом распределены по всей длине волокна; - вероятность разрушения в различных областях волокна независима.

Например, для достижения нужного поперечного сечения или диаметра стекловолокна, вытекающего из потока расплавленного стекла, требуется его контролируемая скорость. В данном случае, на ранней стадии, когда стекло выходит из фильеры, необходимо строго управлять поперечным сечением потока,

чтобы точно дозировать продукт на прядильной машине. Однако высокие температуры, сопровождающие этот процесс, делают невозможным применение прямых методов физической проверки. Именно поэтому компания Guardian внедрила систему технического зрения для обеспечения полноценного контроля в данном случае.

Для эффективного функционирования компьютеров в области зрения и их возможности адекватно реагировать на визуальные впечатления, необходимо сочетание вычислительной техники, оптики, инженерного искусства и автоматизации. Относительно аналогично тому, как человек анализирует детали или процессы, системы технического зрения применяют специальные цифровые камеры и программы для обработки изображений, чтобы оценить качество и детектировать дефекты. Информация, полученная от этих систем, передается оператору для анализа и/или автоматического использования в управлении технологическим процессом.

Система визуального контроля компании Guardian состоит из контроллера Opto 22 SNAP PAC S-1 и восьми Ethernet-камер CognexIn-Sight 5403. Они размещены в специальном кожухе с воздушным охлаждением для наблюдения за потоком расплавленного стекла, вытекающего из фильеры и поступающего в прядильную машину. Guardian сравнивает информацию, полученную от этих камер, расположенных вдоль пути движения стекла, со значением расхода, заданным оператором.

Аппаратное обеспечение Opto 22 выполняет точный процесс контроль и может выполнять быстрое сканирование ввода-вывода и получать точные измерения. Но система SNAP также имеет высокий уровень корпоративного подключения и возможность передавать показания ввода-вывода непосредственно в корпоративные системы и базы данных — как Microsoft SQL Server, Access и Excel.

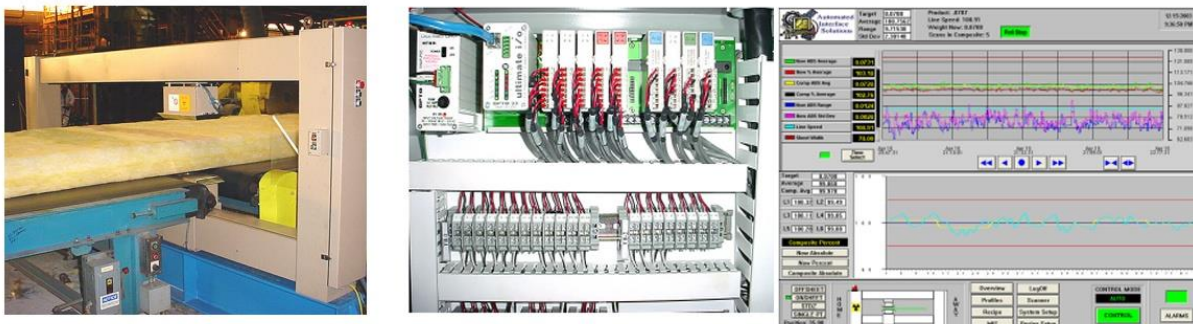


Рис. контроллер Opto 22

Автоматическая идентификационная система, также обнаружила вход-выход SNAP. система будет значительно больше доступная в цене с Opto 22 обновление оборудования на каждом из стоимость стекловолоконных линий примерно в два с половиной раза меньше чем система, которую она заменила. Кроме того, SNAP I/O система зарекомендовала себя как превосходное решение с точки зрения программного обеспечения. SNAP I/O программируется с использованием ioControl™, основанный на блок-схемах управляющее приложение, которое также включает в себя расширенные сценарии инструмент, способный выполнять сложные такие функции, как математика, строка обработка.

Таблица 1.

Химический состав некоторых стекол для получения непрерывного волокна.

Тип волокна	Состав, масс. %													
	SiO ₂	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	ZnO	TiO ₂	ZrO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	Li ₂ O	Fe ₂ O ₃	F ₂	
Е (с бором)	52-56	4-6	12-15	21-23	0,4-4	-	-	0,2-0,5	0-1	0-0,2	-	0,2-0,5	0,2-0,7	
Е	59-60	-	12-13	22-23	3-4	-	-	0,5-1,5	0,6-0,9	0-0,2	-	0,2	0,1	
S	60-65,5	-	23-35	0-9	6-11	-	-	0-1	0-0,1	-	-	0-0,1	-	
AR	58,3-60,6	-	0,2	-	-	-	0-2,8	18,1-21,2	13,0-14,1	0-2,8	-	-	-	
ECR	58,2	-	11,6	21,7	2	2,9	2,5	-	1	0,2	-	0,1	-	
D	72-75	21-24	0-1	0-1	0,5-0,6	-	-	-	0-4	0-4	-	0,3	-	
Кварц	99,5-99,9	-	-	-	--	-	-	-	-	-	-	-	-	
Базальт	47,5-55,0	-	14,0-20,0	7,0-11,0	3,0-8,5	-	0,3-2	-	2,5-7,5	2,5-7,5	-	7,0-13,5	-	

Таблица 2.

Физико-механические свойства некоторых марок стеклянного волокна.

Свойство	Тип волокна									
	Е (с бором)	Е (без бора)	S	AR	ECR	D	Кварц	Базальт		
Температура формования, °С	1160-1196	1260	1565	1260-1300	1213-1235	-	2300	1350-1450		
Температура размягчения, °С	830-860	916	1056	-	880	770		1100-1200		
Температура плавления, °С	1066-1077	1200	1500	1180-1200	1159-1166	-	1670	1200-1300		
Плотность, г/см ³	2,54-2,55	2,62	2,48,2,49	2,6-2,7	2,66-2,68	2,16	2,15	2,67		
Коэффициент линейного расширения, 10 ⁻⁶ С ⁻¹	4,9-6	6	2,9	7,5	5,9	3,1	0,54	-		
Диэлектрическая постоянная (20 С, 1 МГц), Ф/м	5,86-6,6	7	4,53-4,6	-	3,56-3,62	-	3,78	-		
Прочность, МПа	3100-3500	3100-3500	4380-4590	3100-3500	3100-3500	2410	3400	2700-3500		
Модуль упругости, ГПа	76-78	80-81	88-91	72-74	80-81	52	69	70-90		
Удлинение до разрыва, %	4,5-4,9	4,6	4,5-4,9	2-2,4	4,5-4,9	-	5	3		

В связи с этим способность системы Opto 22 работать в сети с другими интеллектуальными контроллерами (независимо от оригинальный производитель) оказалась наиболее ценным способом контроля качества.

В дополнение к датчикам измерительной системы и приводов, AIS также преуспела в интеграции оборудование SNAP I/O с различными онлайн-рентгенами, инфракрасный порт, штангенциркуль, температура, близость и влажность датчики. В целом отслеживает и/или контролирует более 30 точек ввода-вывода с новой системой.

Системы контроля плотности играют важную роль в производстве стекловолокна. Эти инновационные технологии позволяют обеспечить высокое качество и оптимальные параметры продукции. Мы рассмотрим различные системы контроля плотности, используемые в производстве стекловолокна.

Одним из эффективных методов контроля плотности стекловолокна является **оптический метод**. Этот метод позволяет провести надежный анализ и определить плотность стекловолокна с высокой точностью.

Оптический метод основан на использовании света и его взаимодействия со стекловолокном. В процессе контроля плотности стекловолокна, часть света проходит через образец и оказывает воздействие на волокна. Затем происходит измерение изменения света и анализ его влияния на физические свойства стекловолокна.

При использовании оптического метода контроля плотности стекловолокна получаем точные и надежные результаты. Этот метод обладает множеством преимуществ, включая высокую скорость измерений, возможность проводить измерения как на производстве, так и в лабораторных условиях, а также его достоверность и повторяемость результатов.

Кроме того, оптический метод контроля плотности стекловолокна позволяет эффективно обнаружить возможные дефекты и несоответствия в структуре стекловолокна. Это важно для обеспечения высокого качества и надежности оптических изделий, таких как оптоволокна, оптические кабели и другие оптические компоненты.

В целом, оптический метод контроля плотности стекловолокна является эффективным и универсальным инструментом для обеспечения высокого уровня качества и надежности оптической продукции. Его применение помогает достичь требуемой точности и соответствия стандартам в данной области применения стекловолокна.

Радиационный метод контроля плотности стекловолокна является эффективным и надежным способом определения плотности данного материала. Он основан на использовании радиационного источника, который излучает поток радиационных частиц через образец стекловолокна. Затем регистрируется изменение интенсивности прошедшего через образец излучения.

Применение радиационного метода позволяет точно измерить плотность стекловолокна, а также выявить дефекты и неоднородности в его структуре. Это особенно важно при производстве стекловолокна для использования в различных отраслях, таких как строительство, автомобильная и авиационная промышленность, энергетика и другие.

Преимущества радиационного метода контроля плотности стекловолокна состоят в его высокой точности, скорости и универсальности. Этот метод не требует разрушения образца и может быть применен как для определения средней плотности, так и для обнаружения локальных неоднородностей. Благодаря этим свойствам радиационный метод нашел широкое применение в промышленности и научных исследованиях.

Для проведения радиационного контроля плотности стекловолокна требуются специальные радиационные источники, детекторы и системы обработки данных. Зачастую, эти инструменты и аппаратура доступны только в специализированных лабораториях или на предприятиях, занимающихся производством стекловолокна.

В целом, радиационный метод контроля плотности стекловолокна является неотъемлемой частью процесса производства и обеспечивает высокую качество и надежность данного материала. Его применение позволяет снизить количество брака и повысить эффективность производства, что, в конечном итоге, благоприятно сказывается на конечном продукте и его потребителях.

Метод акустического контроля плотности стекловолокна является эффективным инструментом для определения качества и консистенции стекловолоконных материалов. Этот метод позволяет точно измерять плотность стекловолокна путем оценки звуковой скорости, распространяемой в материале.

Процесс акустического контроля плотности стекловолокна состоит из нескольких ключевых шагов. В начале процесса проводится подготовка образца стекловолокна путем удаления всех посторонних частиц и загрязнений, которые могут исказить результаты. Затем образец устанавливается в контрольную камеру, где происходит излучение звуковых волн определенной частоты.

Звуковые волны проходят через стекловолокно и затем регистрируются датчиками, установленными в камере. Используя данные, полученные с датчиков, производится анализ звуковой волны с помощью специальных программ, разработанных для определения плотности стекловолокна.

На основании этого анализа специалисты могут получить точные значения плотности стекловолокна, а также оценить структуру и равномерность его распределения в материале. Это позволяет производителям контролировать и оптимизировать производственные процессы, обеспечивая высокое качество своих продуктов.

Метод акустического контроля плотности стекловолокна имеет ряд преимуществ. Во-первых, он является быстрым и неразрушающим, что позволяет проводить контроль практически в реальном времени. Во-вторых, он обеспечивает высокую точность измерений, что позволяет минимизировать риски производственных дефектов и снижать издержки.

Наряду с этими методами, существуют и другие, менее распространенные системы контроля плотности. Например, методы, основанные на использовании магнитных полей или ультразвуковых волн. Все они имеют свои особенности и применяются в зависимости от требуемого уровня точности контроля плотности.

Одним из методов контроля является использование магнитных полей.

Магнитные поля в данном процессе используются для определения и регулирования плотности стекловолокна. Путем создания магнитного поля вокруг материала, можно контролировать его плотность и тем самым обеспечить высокое качество изделий.

Для достижения желаемой плотности стекловолокна, магнитные поля применяются в разных стадиях производственного процесса. Например, на этапе формования стекловолоконной пряжи используется магнитное поле для уплотнения материала и создания равномерной структуры. Важно отметить, что магнитные поля используются с учетом специфики каждого конкретного типа стекловолокна и требуемых характеристик.

Контроль плотности стекловолокна при изготовлении является одной из ключевых задач в области производства данного материала. Он позволяет достичь не только высокого качества, но и повысить эффективность процесса производства.

Таким образом, в докладе рассказали о различных системах контроля плотности при производстве стекловолокна.

Важность этих технологий заключается в обеспечении высокого качества продукции и предотвращении возможных дефектов. Применение современных методов контроля плотности позволяет повысить эффективность производства и улучшить конкурентоспособность предприятий этой отрасли.

Список литературы:

1. Вычерова Н. Р., Тимохова О. М. Механические свойства гибридных волокон-армированных композитных композитов // прогрессивные технологии в мировом научном пространстве. – 2022. – С. 60-80.
2. Асланова М.С., Колесов Ю.И., Хазанов В.Е., Ходаковский М.Д., Шейко В.Е. Стекланные волокна. М.: Химия. 1979. 256 с.
3. Колесов Ю.И., Кудрявцев М.Ю., Михайленко Н. Ю. Типы и составы стекол для производства непрерывного стеклянного волокна. // Стекло и керамика. 2001.
4. Гутников С.И., Лазорьяк Б.И., Селезнев А.Н. Стекланные волокна: учеб. пособие. М.: МГУ, 2010. С. 27-39.
5. Техническое зрение для контроля расплавленного стекла // URL: <https://controleng.ru/proekty-i-vnedrenija/rasplavlennogo-stekl/> (дата обращения: 24.11.2023).
6. Михайлин Ю.А. Волокнистые полимерные композиционные материалы в технике. СПб.: Научные основы и технологии, 2015.
7. Automated Interface Solutions // URL: https://documents.opto22.com/1531_Case_Study_Knauf_Fiberglass.pdf (дата обращения: 24.11.2023).