



Проектные задания для стажерских площадок

ЗАО «ИПТ «Идея»
Использование кавитации
для переработки
высоковязких жидкостей

3

АО «Оптическое Волокно Системы»
Идентификация производителя
оптического волокна

13

PICASO 3D
3D фермы как новый тренд
аддитивного производства

24

ООО «РуГаджет»
Температурный пластырь LEKKO

35

ЗАО «ИПТ «Идея»

представляет кейс

Использование кавитации для переработки высоковязких жидкостей



Информация о компании

ЗАО «ИПТ «Идея» – первый в России Технопарк, который состоит в Европейской сети бизнес-инновационных центров вместе с 200 другими участниками из 45 стран и входит в ТОП-15 лучших в своем классе. Основанный в феврале 2004 года, Технопарк оказывает поддержку стартапов в решении конкретных бизнес-задач: бизнес-планирование, маркетинговые исследования, подготовка к участию в конкурсах, подача заявок на финансирование, поиск партнеров и инвесторов в России и в любой стране Европейского союза.

«ИПТ «Идея» – площадка постоянного взаимодействия науки, бизнеса и власти. Большая часть наших резидентов – перспективные технологические компании на стадиях стартапа и расширения, предоставляющие инжиниринговые услуги. Центр предоставляет доступ к высокотехнологическому оборудованию для проведения исследований и разработок в области нанотехнологий.

Технопарк оказывает резидентам набор сервисов и услуг - доступ к аналитическому и технологическому оборудованию для проведения исследований и разработок, разработка бизнес-планов, бизнес-экспертиза проектов, образование и повышение квалификации технических специалистов, презентация проектов потенциальным инвесторам, подготовка и оформление заявок на конкурсы и программы, составление технологических предложений для зарубежных партнеров и размещение их в базе данных Европейской сети поддержки предпринимательства, возможность участия в мероприятиях Европейской сети по различным кластерным направлениям, семинары, тренинги, юридическое сопровождение, технологический аудит.



Введение

Среди проблем, сопровождающих расширение использования автомобильного транспорта, ключевой можно считать топливную. Именно доступность топлива определяет темп развития рынка автомобилей и автоперевозок. Истощение нефтяных месторождений, ежегодное увеличение потребления моторного топлива, экономические и политические проблемы в мире приводят к дефициту и, как следствие, повышению стоимости бензина и дизельного топлива.

С другой стороны, автомобильный транспорт является одним из крупнейших загрязнителей окружающей среды во всем мире. Ежегодно только отечественным автопарком выбрасывается с отработавшими газами 14 млн т вредных веществ, что составляет 40% общих промышленных выбросов в атмосферу. В крупных городах они достигают 90% и представляют собой серьезную экологическую угрозу. Величина экологического ущерба, наносимого промышленными выбросами, достигает 2% валового национального продукта, при этом, 60% ущерба наносится именно автомобильным транспортом.

Для качественной работы газомоторной техники, обусловленной специфическими условиями сгорания топлива, выделением оксида азота, избыточного количества пара требуется специализированное моторное масло. Оно нивелирует отрицательные процессы и сохраняет работоспособность техники, сохраняя ее заявленный ресурс и срок эксплуатации.

Текущая ситуация

Для того чтобы получить моторное масло, предназначенное для осуществления смазочных процессов в двигателе, в базовое масло добавляют пакет присадок (химически активных веществ) и блендируют (перемешивают). Блендинг является традиционным способом перемешивания и не всегда дает желаемый результат. Принципиально иной способ смешивания базовых масел и присадок и одна из самых современных технологий производства моторных масел основаны на процессе кавитации (кавитационное смешивание).

Используя имеющуюся технологию с помощью кавитационной колонны и необходимого пакета присадок для базового масла, основываясь на

заявленных требованиях к газомоторным двигателям эксплуатирующей организации, промышленно было получено специализированное моторное масло с требуемыми характеристиками. Полученные параметры подтверждены Международным исследовательским центром по горюче-смазочным материалам (МИЦ ГСМ, г.Москва) На сегодняшний день идут дорожные испытания полученного продукта на серийном автобусе Нефаз с газомоторным двигателем.

Таблица 1. Показатели полученного специализированного масла.

Показатель, ед. изм.	New TIR GAS 10W-40	Идеальные показатели
Вязкость при 100°C, мм ² /с	15,50	16 – 18
Вязкость при 40°C, мм ² /с	105,16	111 – 115
Индекс вязкости	156	156
Щелочное число TBN (ASTM D 2896), мг KOH/г	6,94	4
Температура вспышки о.т., °C	226	226
Температура застывания, °C	- 43,8	- 50 – - 60
Зольность сульфатная, %	0,77	0,2 – 0,5

Теоретическая информация

Как создать высококачественное газомоторное масло?

Традиционной методикой производства моторных масел являлся блендинг – смешивание базового масла и присадок при нагреве. Основным преимуществом блендирования является его относительная простота. Однако по мере повышения требований к смазывающим материалам усложнялся и их состав. Они становились все более сложными, многокомпонентными и трудно смешиваемыми структурами, и блендирование уже не всегда обеспечивает хорошее качество товарного продукта. Минусами блендирования можно считать следующее:

- поэтапный ввод и растворение в базовых маслах полимеров (модификаторов вязкости и депрессоров) и легирующих присадок;

- огромные энергозатраты при технологическом нагреве всей массы готовящегося продукта (нагрев от 70°C до 90°C);
- нестабильное качество при смешивании базовых масел различной природы с легирующими присадками, в результате чего по истечении времени возникает полное или частичное расслоение полученного продукта;
- недостаточное дробление мицелл присадок, а значит меньшая площадь взаимодействия со средой.

Затраты на проведение этой технологической операции достаточно высоки, поэтому и конечная стоимость продукции непривлекательна для многих потребителей. Еще более важным фактором, говорящим не в пользу блендированных масел, является их низкая однородность. Дело в том, что коллоидную систему в таких материалах образуют различные присадки, многие из которых имеют форму мицелл – частиц, состоящих из нерастворимого ядра и стабилизирующей оболочки.

Размеры этих частиц могут быть разными. К примеру, мицеллы диспергирующих присадок – одни из самых крупных (рис. 1.). Основная задача таких присадок – растворять загрязнения и поддерживать их в мелкодисперсном состоянии. При этом большинство молекул диспергентов оказываются изолированными от основного объема масла и не выполняют свою функцию. Это негативно отражается на качестве смазочной жидкости и ее ресурсе.

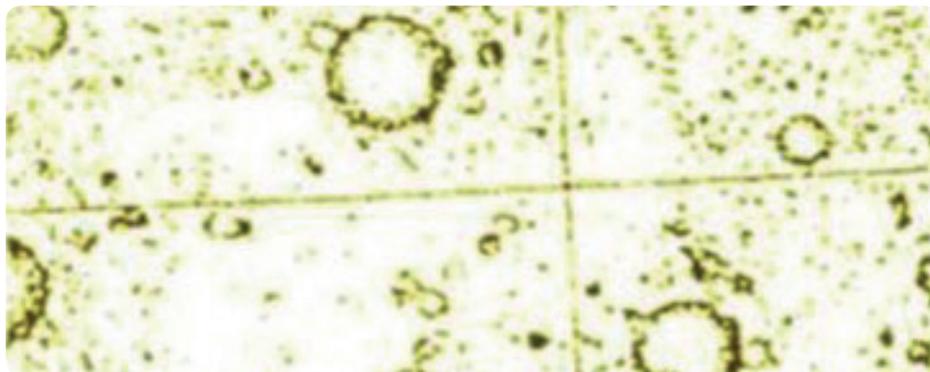


Рис. 1. Обычное масло под микроскопом (увеличение x45)

Кавитация – физический процесс образования пузырьков в жидких средах, с последующим их схлопыванием и высвобождением большого количества энергии, которое сопровождается шумом и гидравлическими ударами. Кавитация возникает в результате местного понижения давления в жидкости. Перемещаясь с потоком в область с более высоким давлением или во время полупериода сжатия, кавитационный пузырёк схлопывается, излучая при этом ударную волну. В своей основе кавитация имеет тот же механизм действия, что и ударная волна в воздухе, возникающая в момент преодоления твердым телом звукового барьера.

Явление кавитации носит локальный характер и возникает только там, где есть условия. Исследования показали, что ведущую роль в образовании пузырьков при кавитации играют газы, выделяющиеся внутрь образующихся пузырьков. Эти газы всегда содержатся в жидкости, и при местном снижении давления начинают интенсивно выделяться внутрь указанных пузырьков.

Поскольку под воздействием переменного местного давления жидкости пузырьки могут резко сжиматься и расширяться, то температура газа внутри пузырьков колеблется в широких пределах, и может достигать нескольких сот градусов по Цельсию. Имеются расчётные данные, что температура внутри пузырьков может достигать 1500 °C. Следует также учитывать, что в растворённых в жидкости газах содержится больше кислорода в процентном отношении, чем в воздухе, и поэтому газы в пузырьках при кавитации химически более агрессивны, чем атмосферный воздух – вызывают в итоге окисление (вступление в реакцию) многих обычно инертных материалов.

Кавитационные процессы имеют высокую разрушительную силу, которую используют для дробления твёрдых веществ, которые находятся в жидкости. Одним из применений таких процессов является измельчение твёрдых включений в тяжёлых топливах, что используется для обработки котельного топлива с целью увеличения калорийности его горения.

В промышленности кавитация часто используется для гомогенизации (смешивания) и отсадки взвешенных частиц в коллоидном жидкостном составе, например, смеси красок или молоке. Многие промышленные смесители основаны на этом принципе. Обычно это достигается благодаря

конструкции гидротурбин или путём пропускания смеси через кольцевидное отверстие, которое имеет узкий вход и значительно больший по размеру выход: вынужденное уменьшение давления приводит к кавитации, поскольку жидкость стремится в сторону большего объёма. Этот метод может управляться гидравлическими устройствами, которые контролируют размер входного отверстия, что позволяет регулировать процесс работы в различных средах. Внешняя сторона смесительных клапанов, по которой кавитационные пузыри перемещаются в противоположную сторону, чтобы вызвать имплозию (внутренний взрыв), подвергается огромному давлению и часто выполняется из сверхпрочных или жестких материалов, например, из нержавеющей стали, стеллита или даже поликристаллического алмаза (PCD).

Конструкция кавитационной колонны представлена в приложениях.

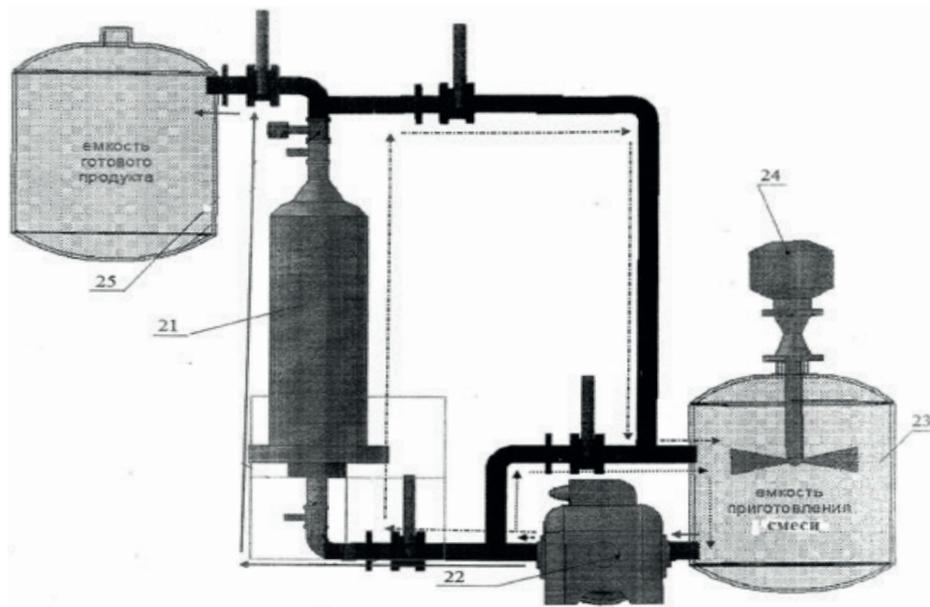


Рис. 2. Пример использования кавитационной колонны в линии смешивания смазочных масел, где 21 - колонна кавитационная; 22 - насос; 23 - емкость приготовления смеси; 24 - устройство для перемешивания смеси; 25 - емкость готового продукта.

Совместно с партнером-патентодержателем, мы научились использовать и «приручили кавитацию» для гомогенизации жидких сред (базового масла и пакета специальных присадок) с целью получения высококачественного продукта с требуемыми характеристиками – специализированного масла для газомоторной техники.

Процесс смешивания происходит внутри реактора, в кавитационной колонне, поднимающей давление до очень высоких значений. В результате образуется огромное количество пузырьков воздуха, которые, разрываясь, смешивают базовые масла и присадки на молекулярном уровне. Температура при этом повышается до нескольких сотен градусов только локально.

При кавитации крупные мицеллы разрушаются, делая готовый продукт максимально однородным (рис. 2.). Эффект гомогенизации 100%-ный, дисперсность масла достигает 98%.

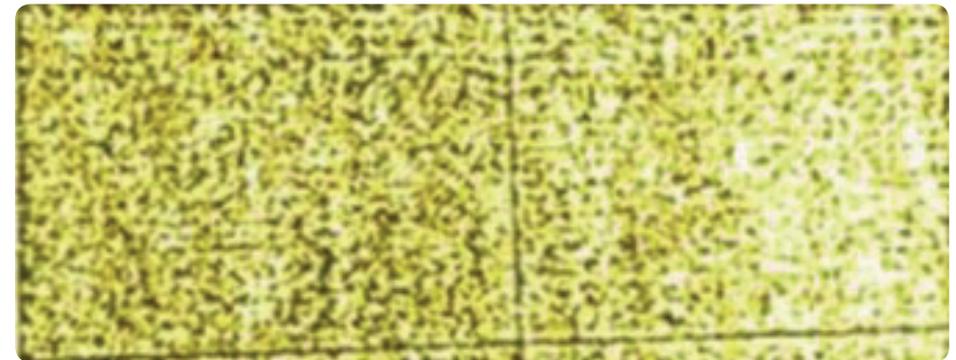


Рис. 3. Масло под микроскопом (увеличение x45)

Развитие технологии смешивания масел на основе кавитации позволяет диспергировать твердые частицы в жидкости до микронного уровня и интенсифицировать химические реакции в десятки, а порой и в тысячи раз. Все это дает возможность получать смазочные масла высочайшего качества для удовлетворения растущих потребностей современной промышленности и автомобилестроения.

Проблематика

После анализа мирового опыта производства масел и имеющиеся образцы газомоторных масел необходимо получать специализированного масла с «идеальными» характеристиками (указаны в таблице ранее) для максимальной конкурентоспособности на рынке. Существуют зарубежные аналоги, близкие к заявленным параметрам, но они не представлены на российской рынке и стоят очень дорого, что делает их невостребованными. Несмотря на работу в совместном проекте о совершенствовании способов получения масла, имеющийся способ смешивания посредством кавитационной колонны запатентован, автор – партнер Технопарка и патентодержатель, который не спешит тиражировать и улучшать свое решение, тем самым становится проблематично серийное тиражирование такого рода производства. С целью широкого вывода на рынок масла для газомоторной техники необходимо предложить улучшения к существующему либо альтернативные решения по подготовке, смешиванию и получению качественного продукта.



Задания для стажеров

Техническое задание

Задача: предложить альтернативные способы и решения по подготовке, смешиванию базового масла и комплекса присадок с целью получения высококачественного газомоторного масла .

Необходимо предложить технологическое решение и/или блок-схему специального устройства с описанием ее принципов работы, позволяющего получить газомоторное масло с «идеальными» характеристиками. Можно рассмотреть следующие пути «развития»

- Предложить рецептуру(состав) присадок (с учетом адекватной себестоимости продукта).
- Предложить другие пути смешивания масла до гомогенного (однородного состояния), например, добавление дополнительных веществ (ПАВ, ...), облегчающих процесс растворения присадок
- Модифицировать имеющееся техническое решение: геометрия колонны, режимы работы, внешние воздействия, источники энергии и др.

Дополнительное задание

Оценить рынок специализированного масла для газомоторной техники, определить основных конкурентов, преимущества или недостатки имеющейся технологии по сравнению с усовершенствованной по получению смазочных материалов.

Оценить экономический эффект изготовления смазочных материалов с помощью использования кавитационной колонны по сравнению с классической технологией изготовления. (блендирование). Акцентировать внимание на преимуществах и недостатках двух технологий.

Предложить способы внедрения предложенных решений в промышленном секторе, а также стратегию вывода на рынок РФ и стран СНГ нового продукта – специализированного газомоторного масла.

Приложения

Приложение 1

В основе многих процессов переработки нефти и нефтяных остатков лежат фазовые переходы, характерные для нефтяных дисперсных систем.

Воздействовать на кинетику фазовых переходов можно химическими веществами (поверхностно-активными веществами – ПАВ, присадками и т.д.) и физическими полями (тепловыми, кавитационными, электромагнитными и т.д.). В результате такого вмешательства изменяется радиус ядра и толщина адсорбционно-сольватной оболочки сложной структурной единицы, которая является элементом нефтяной дисперсной системы.

В гидродинамическом ультразвуковом кавитационном поле уменьшается выход карбидов, а при увеличении выхода бензина уменьшается количество непредельных углеводородов в бензиновых фракциях.

Кавитационная обработка ускоряет диффузию нефти в полости парафина, интенсифицирует процесс его разрушения. Ускорение растворения парафина идет за счет интенсификации перемешивания нефти на границе нефть-парафин и действия импульсов давления, которые как бы разбрызгивают частицы парафина.

Нефть не обладает вязкостью, подчиняющейся законам Ньютона, Пуазейля, Стокса, так как длинные беспорядочно расположенные молекулы парафина и смол образуют некоторую гибкую решетку, в которой располагается раствор. Поэтому система оказывает значительное сопротивление силам сдвига. Кавитация разрывает непрерывную цепочку, разрушая связи между отдельными частями молекул. Связи эти сравнительно малы, поэтому необходимо незначительное воздействие акустических волн.

Таким образом, кавитация влияет на изменение структурной вязкости, т.е. на разрыв Ван-дер-ваальсовых связей.

В процессе крекинга энергия, выделяющаяся при схлопывании кавитационных пузырьков, используется для разрыва химических связей между атомами больших молекул углеводородных соединений.

На рисунке 3 показано изменение структуры мирового энергопотребления за последние 150 лет и дан прогноз на ближайшие 30 лет. Как видно, в первой половине прошлого столетия превалировало использование угля, во второй половине – нефти и природного газа.

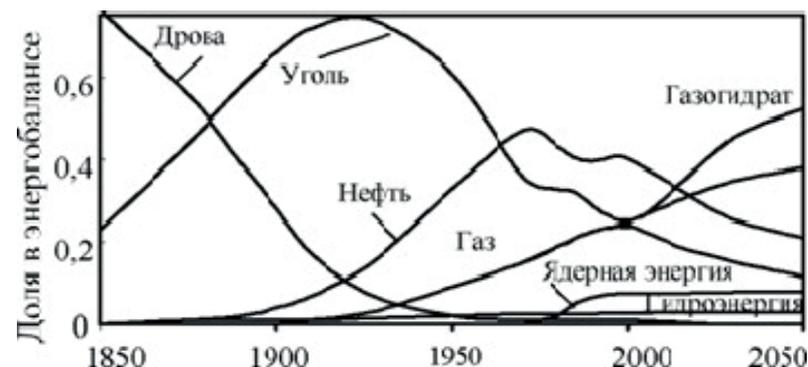
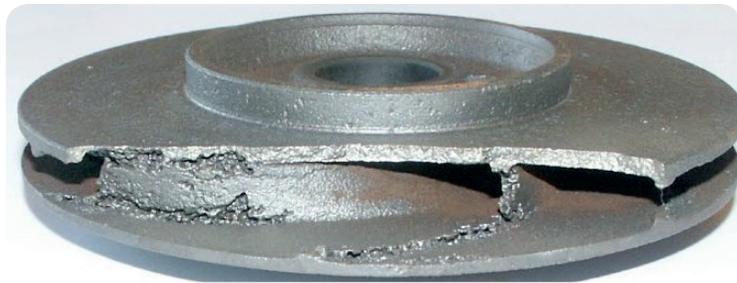


Рис. 3. Изменение мирового энергобаланса за период 1850-2000 г.г. и прогноз до 2050 г.

Плюсы и минусы кавитации

Есть и отрицательные последствия возникновения в жидкостях кавитационных процессов.

Химическая агрессивность газов в пузырьках, имеющих к тому же высокую температуру, вызывает эрозию материалов, с которыми соприкасается жидкость, в которой развивается кавитация. Эта эрозия и составляет один из факторов вредного воздействия кавитации. Второй фактор обусловлен большими забросами давления, возникающими при схлопывании пузырьков и воздействующими на поверхности указанных материалов.



Повреждения, наносимые эффектом кавитации (часть насоса)

Кавитационная эрозия металлов вызывает разрушение гребных винтов судов, рабочих органов насосов, гидротурбин и т. п., кавитация также является причиной шума, вибрации и снижения эффективности работы гидроагрегатов.

Отметим и признанные положительные свойства кавитационных процессов. Хотя кавитация нежелательна во многих случаях, есть исключения. Например, сверхкавитационные торпеды, используемые военными, обволакиваются в большие кавитационные пузыри. Существенно уменьшая контакт с водой, эти торпеды могут передвигаться значительно быстрее, чем обыкновенные торпеды. Так сверхкавитационные торпеды («Шквал» и «Барракуда»), в зависимости от плотности водной среды, развивают скорость до 370 км/ч. Кавитация применяется также для стабилизации игольчатых пуль подводных боеприпасов.



Носовая часть торпеды «Шквал»

Кавитация используется при ультразвуковой очистке поверхностей твёрдых тел.

Приложение 2

Ниже приведены: чертёж кавитационной колонны, изображения камер кавитационной колонны, чертёж крышки и пример использования кавитационной колонны.

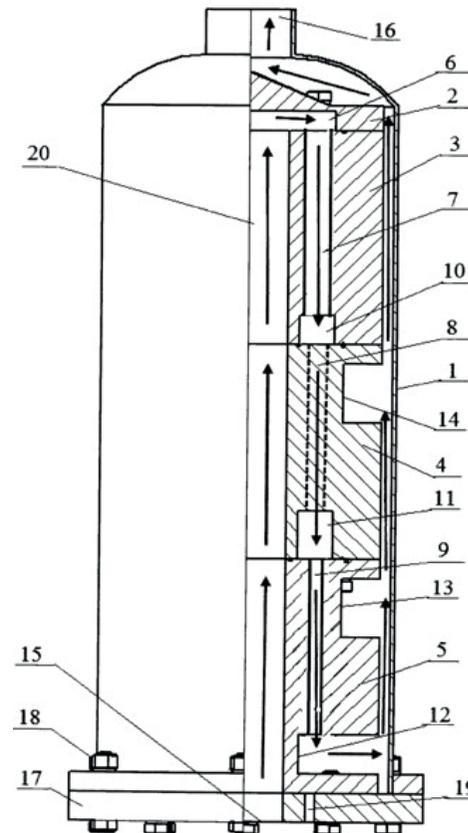


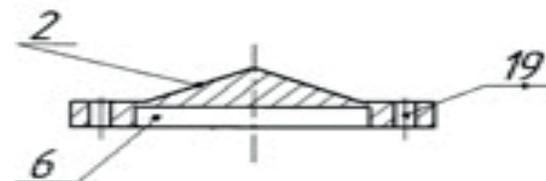
Чертёж кавитационной колонны с указанным направлением движения потока смеси, продольный разрез $\frac{1}{4}$ части, где 1 - кожух; 2 - крышка; 3 - камера верхняя; 4 - камера средняя; 5 - камера нижняя; 6 - полость внутренняя в крышке; 7 - отверстие калиброванное в верхней камере; 8 - отверстие калиброванное в средней камере; 9 - отверстие калиброванное в нижней камере; 10 - канавка радиусная на нижнем торце верхней камеры; 11 - канавка радиусная на нижнем торце средней камеры; 12 - канавка радиусная на внешней цилиндрической поверхности в нижней части нижней камеры; 13 - канавка радиусная на внешней цилиндрической поверхности в верхней части нижней камеры; 14 - канавка радиусная на внешней цилиндрической поверхности в верхней части средней камеры; 15 - патрубок ввода смеси; 16 - патрубок вывода готового продукта; 17 - основание; 18 - элемент крепления; 19 - отверстие крепежное; 20 - канал для подачи смеси.



Изображение верхней камеры, верхний торец, где 7 - отверстие калиброванное в верхней камере; 19 - отверстие крепежное.



Изображение верхней камеры, нижний торец, где 10 - канавка радиусная на нижнем торце верхней камеры; 19 - отверстие крепежное.



Чертеж крышки, вертикальный разрез, где 2 - крышка; 6 - полость внутренняя в крышке; 19 - отверстие крепежное.



Изображение средней камеры, верхний торец, где 8 - отверстие калиброванное в средней камере; 19 - отверстие крепежное.



Изображение средней камеры, нижний торец, где 11 - канавка радиусная на нижнем торце средней камеры; 19 - отверстие крепежное.



Изображение нижней камеры, верхний торец, где 9 - отверстие калиброванное в средней камере; 12 - канавка радиусная на внешней цилиндрической поверхности в нижней части нижней камеры; 13 - канавка радиусная на внешней цилиндрической поверхности в верхней части нижней камеры; 19 - отверстие крепежное.



Изображение нижней камеры, нижний торец, 12 - канавка радиусная на внешней цилиндрической поверхности в нижней части нижней камеры; 13 - канавка радиусная на внешней цилиндрической поверхности в верхней части нижней камеры; 19 - отверстие крепежное.

Приложение 3



Патент кавитационной колонны
elibrary.ru/item.asp?id=38297429

АО “Оптическое Волокно Системы”

представляет кейс

Идентификация производителя оптического волокна



Оптическое Волокно
Системы

Информация о компании

АО «Оптиковолокonné Системы» – первый и единственный в России завод по производству оптического волокна, расположенный в Саранске (Республика Мордовия). Официальное открытие завода состоялось 25 сентября 2015 года.



Рис. 1. Первый в России завод по производству оптического волокна АО «Оптиковолокonné системы», г. Саранск

АО «Оптиковолокonné Системы» дает возможность серийно изготавливать практически все известные типы волокон по разным спецификациям. Реализованное серийное производство оптического волокна способно удовлетворить до 80% объема потребления оптического волокна в России. Продукция сертифицирована в РФ, качество подтверждено ПАО «Ростелеком», ПАО «МегаФон» и другими ведущими российскими кабельными предприятиями и зарубежными потребителями.

Введение

Сегодня оптические волокна используются в оптоволоконной связи (высокоскоростной интернет), которая позволяет передавать цифровую информацию на большие расстояния и с более высокой скоростью передачи данных, чем в электронных средствах связи. В ряде случаев они также используются при создании датчиков (например, давления и температуры).

Оптическое волокно – это стеклянная нить, используемая для переноса света внутри себя посредством полного внутреннего отражения.

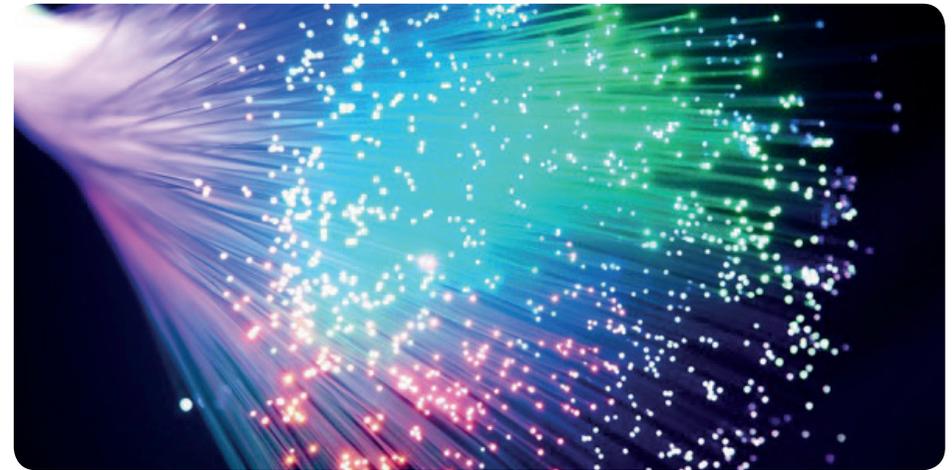


Рис. 2.

Структура оптического волокна (ОВ) представлена на рис. 3. Материал оболочки волоконного световода, как правило, – чистый диоксид кремния (SiO_2), в то время как сердцевину дополнительно легируют диоксидом германия ($\text{SiO}_2+\text{GeO}_2$) для повышения показателя преломления. Снаружи ОВ покрывается двойным защитным полимерным покрытием для механической защиты стекла от повреждений и для придания ему дополнительных свойств изгибостойкости.

Принцип действия ОВ базируется на явлении полного внутреннего отражения (ПВО): путем многократных отражений от границы раздела сердцевина/

оболочка, - свет распространяется внутри ОВ (рис. 4). В свою очередь, явление ПВО становится возможным за счет того, что показатель преломления сердцевины больше показателя преломления оболочки.

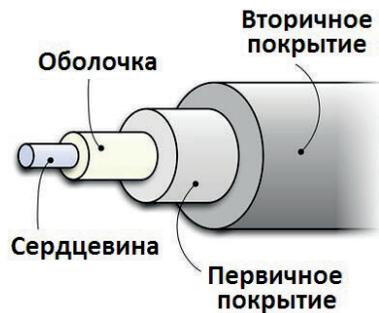


Рис.3. Структура оптического волокна



Рис. 4. Распространение света по ОВ посредством многократных отражений.

Текущая ситуация

В мире проложено 5 млрд. км волоконно-оптического кабеля в одноволоконном исчислении. 50% объема потребления приходится на Китай. Доля России – (1-1,5) % (рис. 5).



Рис. 5. Структура мирового рынка оптического волокна.

В 2020 г. потребление волоконно-оптического кабеля (ВОК) сократилось на 1,5% до 470 млн км. Основные причины снижения спроса: COVID-19, задержки 5G. С 3 кв. 2020г. началось восстановление рынка – ежеквартальное потребление увеличилось на 5-6% (рис. 6).



Рис. 6. Мировое квартальное потребление ВОК за 2019 и 2020 годы. Источник: CRU Optical Fibre and Cable Monitor, March, 2021



Рис. 7. География продаж АО «Оптиковолокonné Системы» в 2020 году.

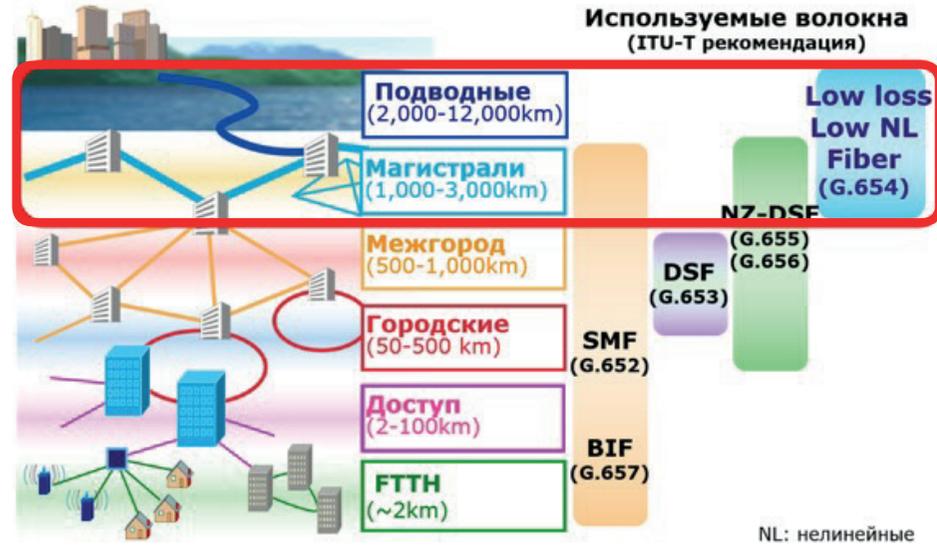


Рис. 8. Рынок одномодовых оптических волокон по дальности применения

Российский рынок характеризуется низкой степенью развития сетей связи: объем установленного оптического волокна в России составляет всего 11% от соответствующего показателя США, что эквивалентно четырехкратному отставанию на душу населения. По количеству проложенного волокна на душу населения Россия отстает от развитых стран в 3-4 раза (рис. 9, 10).

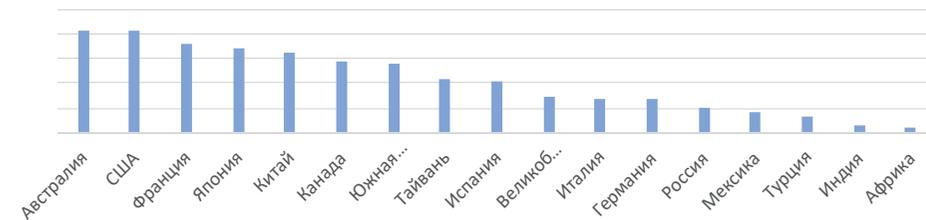


Рис. 9. Проложено оптического волокна на душу населения, км. Источник: CRU Optical Fibre and Cable Monitor, September, 2020



Рис. 10. Отставание России по потреблению оптического волокна на душу населения

Теоретическая информация

Описание технологии производства оптического волокна

Упрощенно, технология производства оптического волокна состоит из следующих этапов (рис. 11).



Рис. 11. Упрощенная технологическая схема получения оптического волокна

В зависимости от конструкции, волоконно-оптический кабель может содержать в себе до 144 оптических волокон (рис. 12).

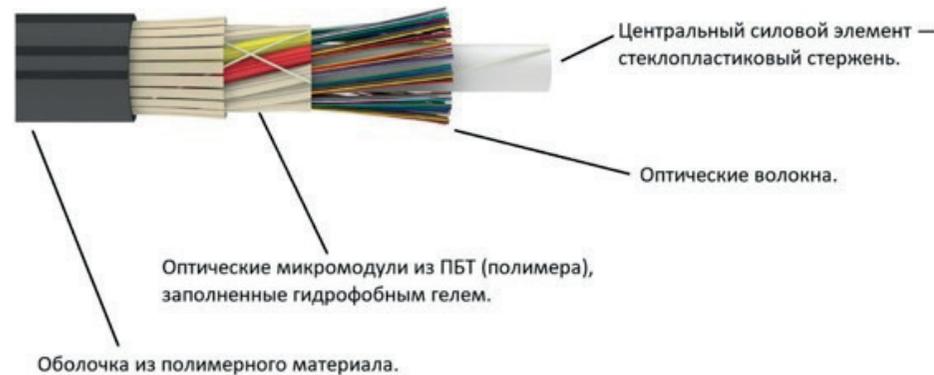


Рис. 12. Типичная кабельная конструкция

В настоящее время, для идентификации оптических волокон в составе кабеля используется процедура покраски оптических волокон (рис. 13). Для этих целей используется, как правило, не более 16 цветов, т.к. большое количество оттенков уменьшит контрастность и ухудшит различимость в условиях плохой освещенности. Марки красочных покрытий и описание процесса находятся в Приложениях.



Рис. 13. Внешний вид катушек с окрашенным оптическим волокном

Для различия бóльшего числа волокон в составе кабеле, на окрашенное волокно дополнительно наносят штриховую маркировку («Ring Marking») (рис. 14).



Рис. 14. Внешний вид окрашенного в желтый цвет волокна с нанесенными штрихами (Ring Marking).

Иногда волокна в составе кабеля принадлежат разным производителям. У разных производителей оптических волокон - разные эффективные показатели преломления, а следовательно, и разные скорости распространения света по оптическому волокну. Современные оптические рефлектометры позволяют определять расстояние до события (например, до обрыва линии) зная всего лишь один параметр: эффективный показатель преломления.

В случае аварии на ВОЛС (волоконно-оптической линии связи), требуется ввести корректный показатель преломления в оптический рефлектометр (рис. 17) для точного определения места обрыва на линии. Ремонтная бригада выезжает на место, зная точный километраж ВОЛС.

Во избежание путаницы в показателях преломления, необходимо разработать метод идентификации производителя оптического волокна в уже готовом оптическом кабеле т.к. если ошибиться



Рис. 17. Оптический рефлектометр

в показателе преломления на 1%, то будем иметь погрешность в локализации места аварии равным 1%. В случае, если протяженность ВОЛС несколько десятков или сотен километров или если ВОЛС составлен из оптических волокон разных производителей по схеме 2 (см. рис 19), то поиск аварийного участка не в том месте может стать крайне трудоемким занятием.

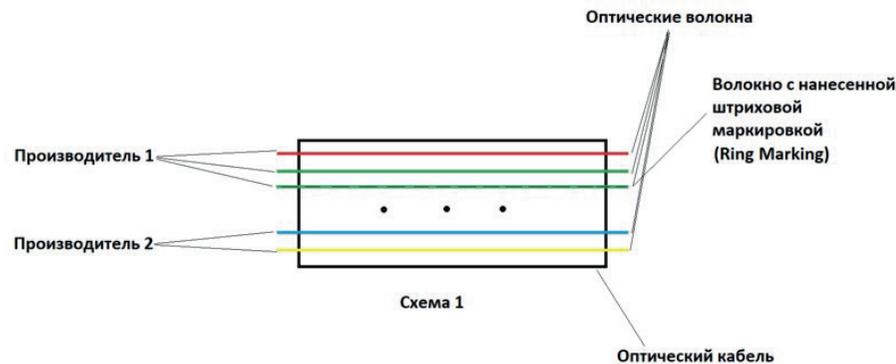


Рис. 18. Схема 1 расположения разных производителей оптического волокна в составе кабеля. Штриховая маркировка помогает отличить производителя оптического волокна.

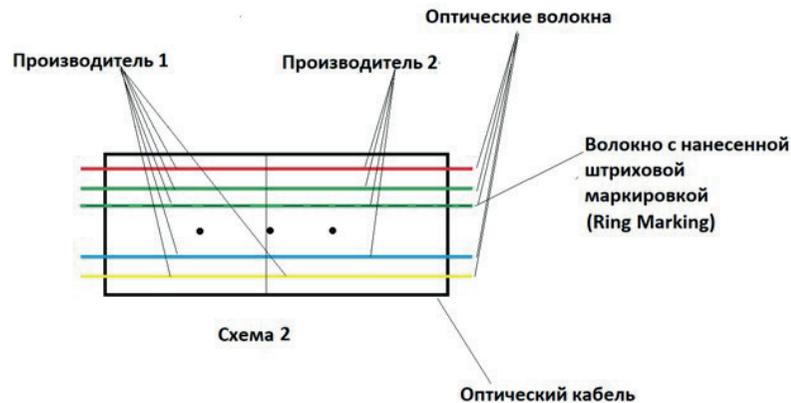


Рис. 19. Схема 2 расположения разных производителей оптического волокна в составе кабеля. Штриховая маркировка не помогает отличить производителя оптического волокна. Между собой соединены волокна разных производителей (например, при наращивании инфраструктуры)

Справочно, основными причинами повреждений оптических кабелей (ОК) являются механические повреждения ОК при выполнении строительно-монтажных работ сторонними организациями в пределах охранных зон кабельной линии (механизированные экскаваторные раскопки), а также в результате актов вандализма. Кроме того, это могут быть механические повреждения ОК от перемещения грунтов (обвалы, оползни, селевые потоки и т.д.); повреждения ОК от воздействия грызунов и т.д. (рис. 20).

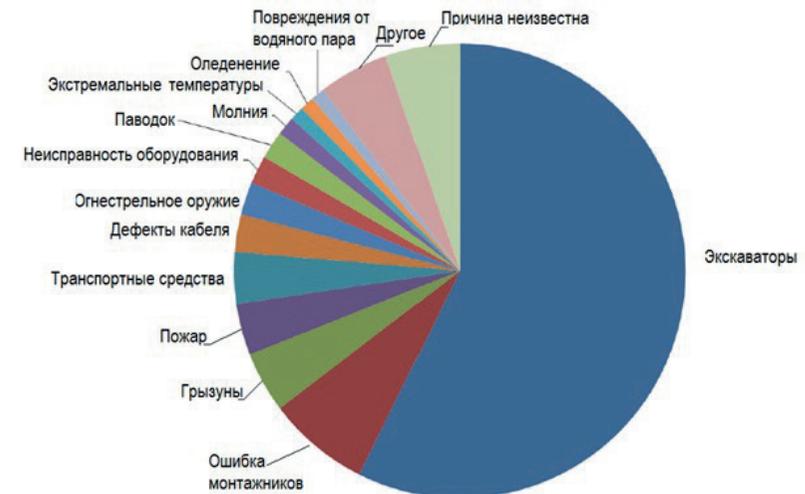


Рис. 20. Материалы переведены на русский из источника: Patrick Van Vickle, Sumitomo Electric Lightwave «Optical Fiber Cable Design & Reliability»

Проблематика

Документация при строительстве ВОЛС обычно содержит информацию о производителях волокон, однако с течением времени, контрастность цветовой идентификации волокон и модулей может ухудшиться. Дополнительно с этим, цветовые оттенки могут отличаться в зависимости от толщины слоя краски (рис. 21) т.к. более тонкий слой краски имеет менее насыщенный оттенок, и в зависимости от повторяемости свойств партий красок фирм-изготовителей.

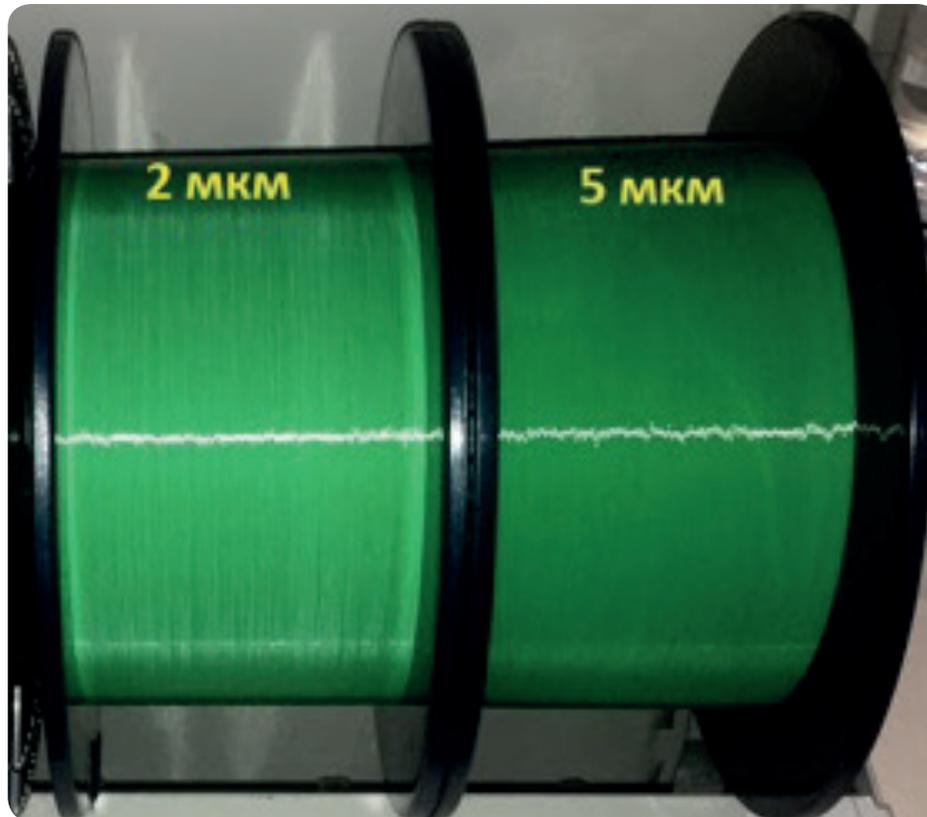


Рис. 21. Отличие оттенков красок разной толщины. На фото зеленый цвет краски. В результате чего зеленый (2 мкм) можно спутать с салатовым (5 мкм).

Несмотря на то, что АО Оптоволоконные системы является производителем волокна, а не его потребителем, и компания не сталкивается с задачей различить волокна разных производителей, для заказчика (любого организатора инфраструктуры оптоволоконных сетей) возможность дополнительного способа идентификации отдельных волокон в кабеле (например, от АО Оптоволоконные системы) будет реальным конкурентноспособным преимуществом на современном рынке, поскольку добавит удобство при работе с волокном ОВС при монтаже линии.

Следует заметить, что волокна разных типов (например, G.654 и G.652) отличить друг от друга не составляет труда после анализа оптических характеристик (например коэффициент затухания и т.д.). Задача состоит в том, чтобы отличить волокна разных производителей телекоммуникационного волокна в пределах одного типа (например, разных производителей одной категории G.652.D). Сложность состоит в том, что каждый производитель ограничен требованиями стандартов ITU-T, IEC, ГОСТ к соответствующему типу волокна и поэтому логично, что отличить производителей крайне затруднительно, ведь отклонения параметров волокон находятся в пределах перечисленных норм. В этой связи, единственным перспективным направлением представляется нанесение «маркера» производителя. При этом, волокно должно быть промаркировано по всей длине. Маркировка может быть видимой или условно видимой.

Маркировка (Ring Marking) волокна прямо во время вытяжки невозможна по той причине, что тогда бы заводу пришлось маркировать все производимое волокно чтобы получить способ идентификации, однако в большинстве случаев заказы поступают именно на неокрашенное оптическое волокно (в том числе без нанесенных штрихов). При этом, процедура покраски (с Ring Marking или без него) чаще всего происходит на заводе-изготовителе оптического кабеля.

Надо также учитывать, что нанесение визуальной маркировки по технологии «Ring Marking» не дает возможности отличить производителей в случае, указанном на рисунке 17 (волокна разных производителей сварены друг с другом последовательно, образуя единый канал). Это тоже требует решения.

Кроме того, частое нанесение штрихов может увеличивать коэффициент затухания волокон (может ухудшать их оптические свойства), поэтому любой способ визуальной идентификации с помощью Ring Marking был бы вынужденной мерой и нелучшим решением.

Задания для стажеров

Предложите идею «маркера» производителя волокна с использованием уникальной методики идентификации. Следует учитывать, что визуальная маркировка (Ring Marking) неэффективна по возможному ухудшению оптических свойств волокна и технических ограничений. Предложите вариант принципиально иной маркировки прямо в процессе вытяжки, либо в процессе окраски. Методика вытяжки оптического волокна описана в Приложениях.

Проанализируйте основные драйверы развития рынка оптических волокон в будущем: реализация национальной программы «Цифровая экономика в Российской Федерации», «5G», интернет вещей.

Оцените влияние на объемы потребления оптического волокна развертывания инфраструктуры спутникового интернета.



Илон Маск создаст всемирную беспроводную сеть скоростного интернета?
astromagazin.net/ru/publications/read/1-189_ilon-mask-sozdast-

Продумайте пути увеличения объема продаж за счет создания уникальных технических свойств российского оптического волокна.

Дополнительное задание

Сегодня АО «Оптическое Волокно» выпускает 6 типов продукции: G652D, G657A1/G652D, G657A1/G652D ALPHA, G654E, Волокно повышенной прочности 2%, Волокно диаметром 200 мкм. Планируются к выпуску оптические волокна G.651, G.655.

Предложите коммерческое наименование каждому типу оптического волокна. Наименования должны охватываться единой концепцией и общей историей.

Приложения

Продукция компании

АО «Оптическое Волокно Системы» расширяют ассортимент серийной продукции до оптических волокон типов G.651, G.652, G.655 и G.657.

«**Многомодовое оптическое волокно**» (G.651) — предназначено для передачи информации во внутриобъектовых системах связи, а также в системах «последняя миля», «волокно в дом» и пр.

«**Одномодовое оптическое волокно**» (G.652) — является самым распространенным типом оптического волокна. Данный тип волокон используется телекоммуникационными компаниями для передачи данных на большие и средние расстояния.

«**Одномодовое волокно со смещённой ненулевой дисперсией**» (G.655) — данное оптическое волокно было разработано для поддержки систем с большими пролётами, использующими передачу на высоких скоростях передачи информации с плотным спектральным уплотнением DWDM.

«**Оптическое волокно, с пониженной чувствительностью к изгибу**» (G.657), — данное волокно характеризуется низкими потерями сигнала при изгибах радиуса до 7,5 мм. АО «Оптическое Волокно Системы» производят гибридный тип ОВ G.652.D/G.657.A1, позволяющий иметь минимальные изгибные потери и отличную свариваемость с волокнами категории G.652.D.

Вытяжка оптического волокна

Вытяжка оптических волокон осуществляется на двухсторонних (имеющих две одинаковые линии вытяжки) башнях вытяжки оптического волокна OFC 20 (рис.22).

Упрощенно, принцип вытяжки волокна заключается в том, что подготовленная преформа специальным способом устанавливается в индукционную печь (рис. 24), расположенную в верхней части башни, и после разогрева ее до размягчения стекломассы вытягивается в тонкую гибкую стеклянную нить.

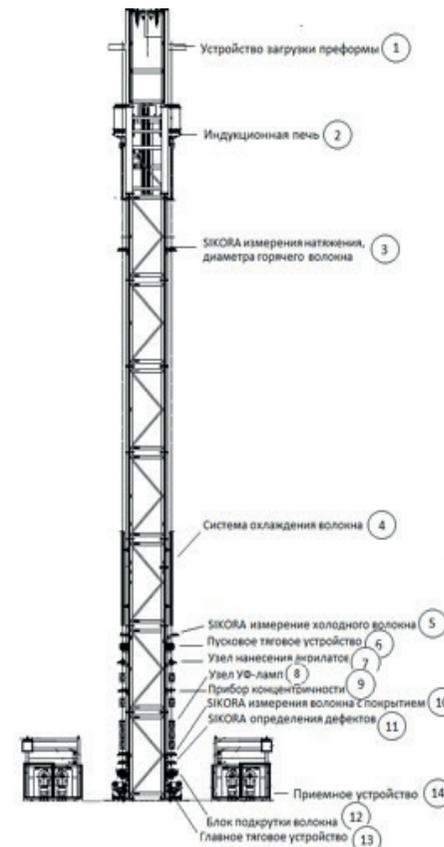


Рис. 22. Башня вытяжки оптического волокна OFC 20



Рис. 23. «Капля» расплавленного стекла в начале вытяжки

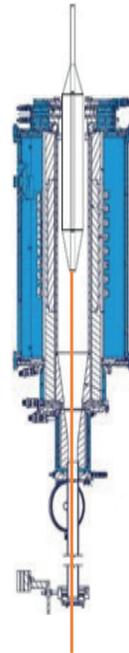
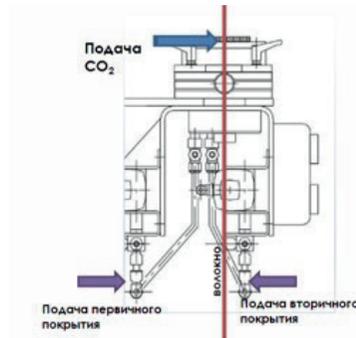


Рис. 24. Индукционная графитовая печь NIF 120 с преформой

В процессе вытяжки, на поверхность волокна наносится защитное акрилатное покрытие (рис. 25).



Рис. 25. Фильера для нанесения защитного акрилатного покрытия (первичного и вторичного)



Нанесенное акрилатное покрытие отверждается (полимеризуется) в блоке УФ-ламп (рис. 26). ОВ протягивается вниз главным кабестаном (рис. 27) на скоростях порядка 1700 м/мин.

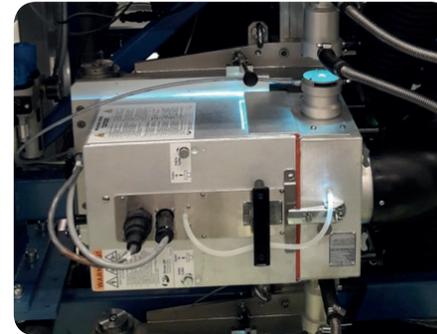


Рис. 26. УФ-лампа

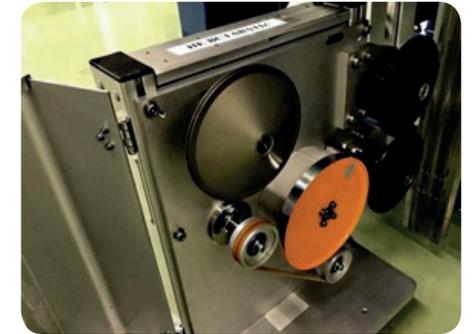


Рис. 27. Главное тяговое устройство (кабестан)

Приемное устройство осуществляет намотку готового ОВ на катушки вместимостью до 1000 км (рис. 28, 29).



Рис. 28. Приемное устройство. Максимальная скорость 2100 м/мин, приёмные катушки по 250 км.



Рис. 29. Приемное устройство на высокоскоростной линии вытяжки. Максимальная скорость 2500 м/мин, приёмные катушки по 1000 км.

Покраска волокна

Окраска происходит с помощью УФ-отверждаемых красок производства «Nersula» («Херкула», Германия); «Phichem» («Фичем», Китай).

Покрасочная машина показана на рисунках 15 и 16. Процедура покраски представляет из себя перемотку оптического волокна с одной катушки на другую с одновременным нанесением жидкой краски на поверхность волокна и дальнейшего ее отверждения в блоке УФ-ламп. Типичная толщина слоя краски составляет 5 мкм (микрон). Справочно: 1 мкм = 10^{-6} м.

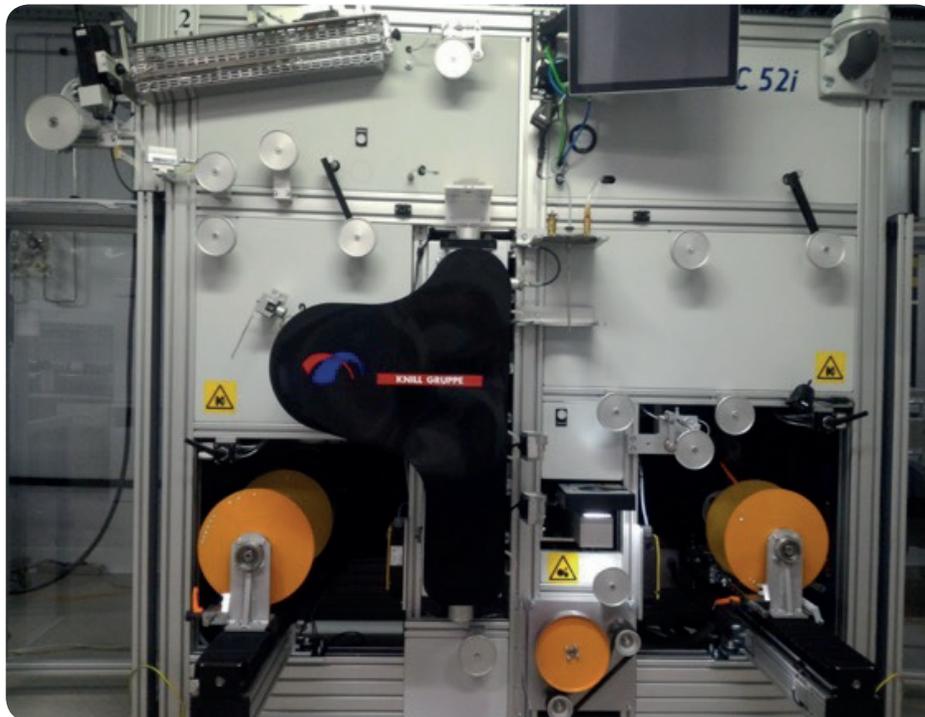


Рис. 15. Фото покрасочной машины

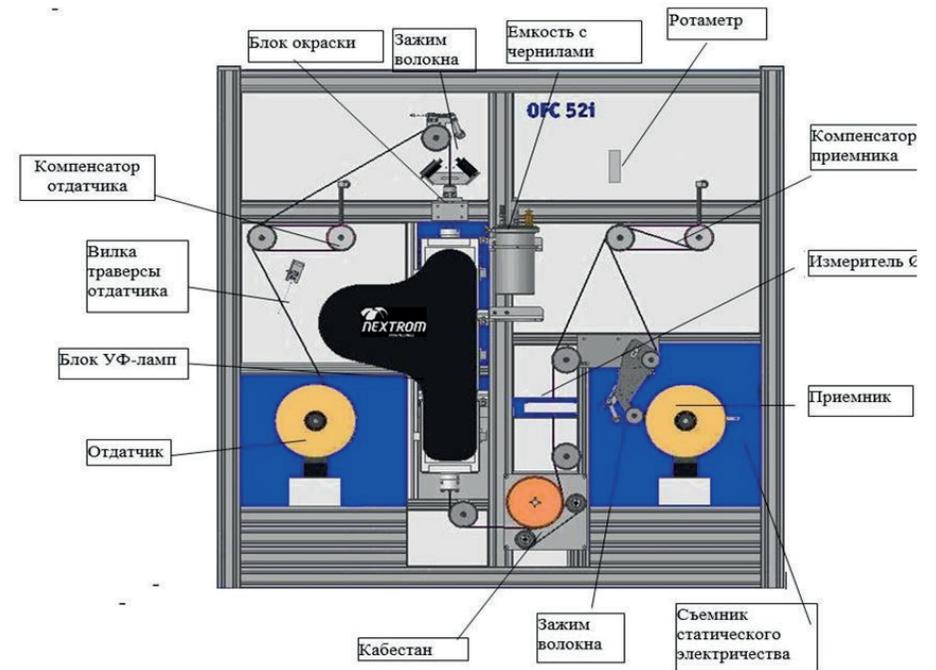


Рис. 16. Блок-схема узлов покрасочной машины

PICASO 3D

представляет кейс

3D фермы как новый тренд аддитивного производства

PICASO^{3D}



Информация о компании

PICASO 3D - первый российский производитель 3D принтеров настольного профессионального сегмента. За десятилетнюю историю компании было выпущено 5 поколений устройств, оборудование используется в различных отраслях – от промышленности и медицины до образования и креативной индустрии.

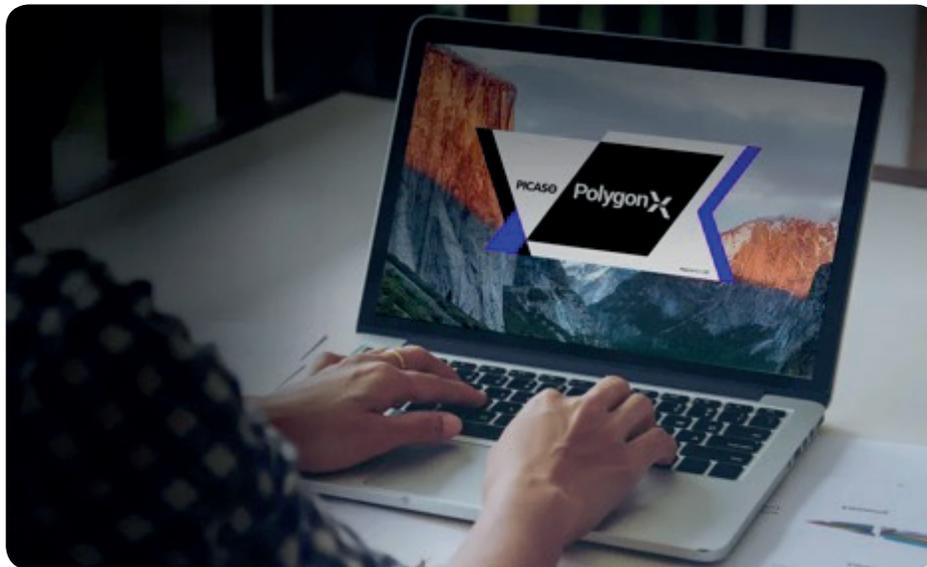
Основатели компании – инженеры, которым для работы понадобился 3D принтер и, перебрав все возможные варианты, мы решили создать свой. Именно этот момент определил всю идеологию компании и создаваемых продуктов. С 2011 года компания выпустила 5 поколений устройств. На 2021 год линейка компании PICASO 3D включает в себя 5 3D принтеров - четыре из них построены на платформе X, а также есть самый доступный принтер - Designer Classic.

- Год создания компании: 2011 г.
- Количество сотрудников: 50 чел.
- Оборудование компании используется в России, странах Европы и СНГ.
- Выпущено 5 поколений 3D принтеров (9 моделей 3D принтеров), 5 устройств в текущей линейке (спецификации представлены в Приложении).
- 4 поколения программного обеспечения.
- Компанией создана образовательная онлайн-платформа – Polygon.online.
- Производство и офис находится в г. Зеленограде, имеет две производственные площадки - экспериментальное производство и сборочный цех.
- Компания является резидентом технопарка ЭЛМА (г. Зеленоград).
- Текущая производительность - 6000 шт./год.



Введение

В настоящее время набирает тренд организации 3D ферм – объединенных в единую сеть 3D принтеров, которыми оператор управляет с одного ПК (в том числе удаленно). Такое решение позволяет удобно мониторить состояние оборудования, планировать его загрузку и обеспечивать максимальную скорость производства. Для организации 3D фермы компания PICASO 3D используется собственное программное обеспечение Polygon X, которое позволяет максимально быстро и качественно подготовить задание на печать, а также управлять подключенными по сети 3D принтерами.



Текущая ситуация

Если сравнивать с прошедшими годами, значительно выросло количество и качество историй прикладного применения 3D принтеров. Для многих внедрение в производство аддитивных технологий открыло ранее недоступные возможности. Раньше от первоначального CAD-проекта до его физической

реализации проходило достаточно много времени: для изготовления любого тестового прототипа требовался запуск цикла производства длительностью от одного до нескольких месяцев. Сейчас на это уходит от нескольких часов до одного-двух дней – и деталь уже можно отправлять на тестирование или на сборку.

Аддитивное производство (АП) или 3D-печать – группа технологических методов производства изделий и прототипов, основанная на поэтапном добавлении материала на основу в виде плоской платформы или осевой заготовки. В данный момент есть несколько технологий АП позволяющих изготавливать детали при производстве готовой продукции, вспомогательных инструментов, технологической оснастки, прототипов, макетов, и т.д. Самым перспективным применением аддитивного производства является 3D ферм.

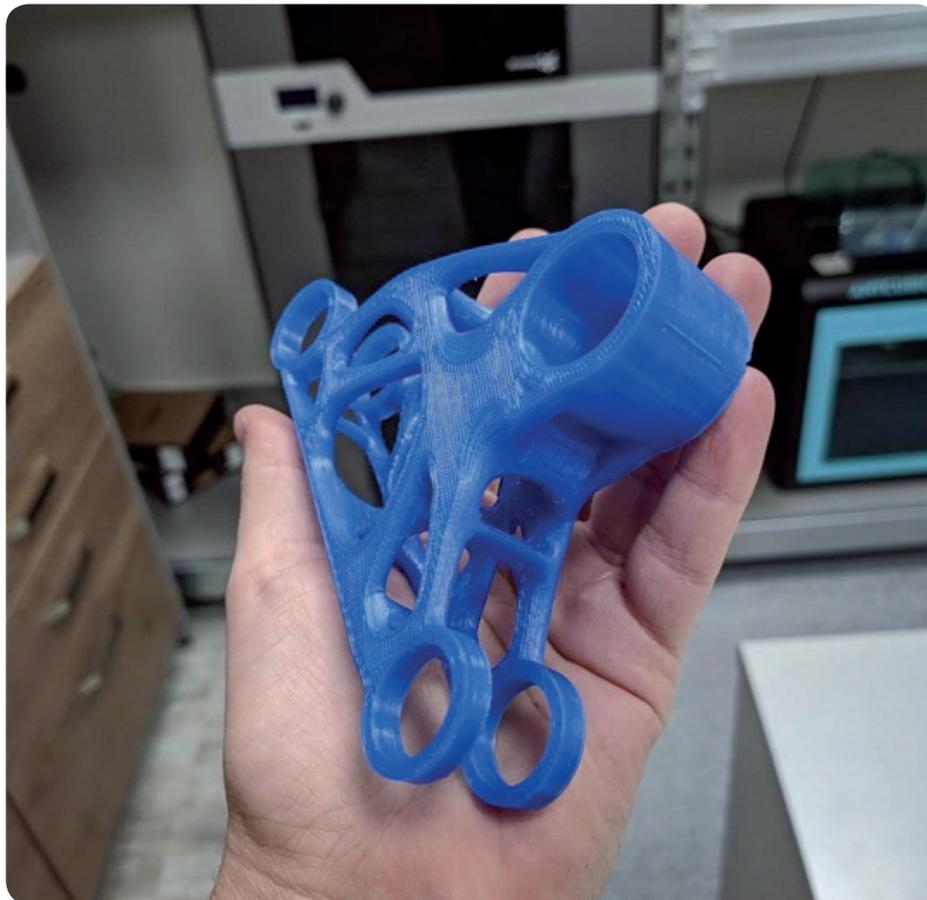
3D ферма - несколько 3D принтеров, объединенных программно в одну сеть. Часто используются в совокупности с дистанционным запуском печати.

Все технологии АП обладают рядом общих свойств:

- высокая скорость изготовления единичного изделия по цифровой копии
- низкая стоимость изготовления единичного изделия по сравнению с традиционными технологиями
- средние требования к персоналу
- постоянная себестоимость изделия вне зависимости от величины партии
- высокая повторяемость изделий, не зависящая от квалификации сотрудника
- экономия материала (за счет пустот внутри изделия)
- возможность изготовления ранее “невозможных” изделий
- быстрая перенастройка оборудования для изготовления другого изделия

Самая распространенная задача, связанная с аддитивными технологиями - максимально эффективное использование доступных производственных мощностей.

Также важны прочностные характеристики получаемых прототипов, новые области применения уже существующих технологий, существуют мифы ограничений технологии, далекие от реальности. Кроме того, появился тренд “чистого” контрактного аддитивного производства - когда детали печатаются с максимальным качеством без дополнительной постобработки после изготовления, в большинстве своем это стало возможным благодаря применению 3D ферм. К примеру, технология FFF позволяет изготавливать детали сложной формы из воска для последующего литья:



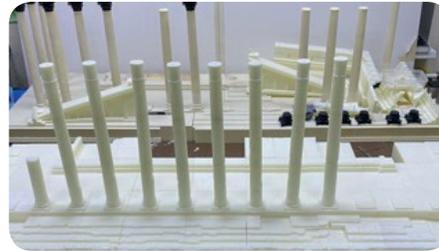
Технология постоянно сталкивается с барьерами восприятия пользователей - кто-то рассматривает только традиционные способы производства и не знает о возможностях аддитивных технологий, кто-то неверно понимает особенности 3D печати, кто-то хотел бы научиться, но считает это очень сложным и долгим процессом. Но с точки зрения оптимизации производственных процессов, просчеты вариантов применения аддитивного производства (в частности, 3D ферм) - актуальная производственная и экономическая задача на сегодняшний день.

Если ранее 3D принтеры были развлечениями для хобби, инженеров и разработчиков, то сейчас технология становится доступной и понятной как специалисту не глубоко инженерной отрасли (медицины, дизайна), так и простому школьнику, занимающемуся в кружке робототехники.

Актуальность 3D ферм принтеров технологии FFF также явно прослеживается в крупных коммерческих центрах прототипирования, где на заказ производятся как партии до 3000 единиц, так и крупные индивидуальные проекты.



К примеру, если раньше декоративные элементы изготавливались часто вручную, то сейчас 3D фермы становятся отличным решением как для самих творцов, так и для студий, оказывающих услуги 3D печати.



Итак, с одной стороны 3D фермы являются логичным решением для обеспечения стабильного и воспроизводимого производства. С другой стороны, технология постоянно сталкивается с барьерами восприятия пользователей.



Проблематика

3D фермы (объединенные в единую сеть 3D принтеры) позволяют в теории постоянно следить за исправностью оборудования, планировать его загрузку и обеспечивать стабильную повторяемость изделий. На данный момент ни производители, ни потенциальные заказчики полностью не понимают, насколько эффективно и экономически обоснованно применять подобный вид организации аддитивных технологий для изготовления партий изделий сложной формы.



Многие зарубежные решения показали себя слишком сложными и дорогостоящими, в России же пока предпочитают «традиционное» применение аддитивных технологий – единичные принтеры в собственности и обслуживание каждой производственной единицы в отдельности.

Также встречается более классическое устройство производственного цикла – когда небольшая партия изделий создается при помощи традиционных технологий – сначала заказ пресс-формы, далее литьё. Подобные решения применимы и объяснимы для отлаженных процессов, но при экспериментальных разработках или небольших партиях часто слишком дорогие и длительные.

Задания для стажеров

Техническое задание

Необходимо решить производственно-экономическую задачу для реального производства - в каких случаях внедрение 3D ферм рентабельно.

Напомним, что 3D ферма (вне зависимости от технологии) – это совокупность 3D принтеров, обладающая следующими отличительными свойствами:

- единое ПО (мониторинг, распределение заданий, учет материала, удаленное управление)
- локальное расположение (все оборудование расположено в одном месте)
- квалифицированный персонал
- возможность работать в режиме 24/7

Для экономического расчета можем предоставить реальные параметры нашей 3D фермы:

- 20 шт 3D принтеров (например, Designer X PRO)
- единое управление с одного компьютера (в том числе настроена возможность удаленного доступа - можно формировать очередь из заданий)
- обученный персонал (2 чел.), позволяющий работать 24/7
- наличие материала (ABS / PLA - стоимость 1500р / катушка 750 гр., диаметр нити 1.75)
- Изделие - фигура с линейными размерами близкими к 60х60х15 см, имеющая две половинки с резьбовым соединением. Объем готового изделия 30 см³.



Пример формы для изготовления

drive.google.com/drive/folders/1i6kVkf0Mg6-0pGstbbhWYz_1rDbc8A00

Подсказка: взять три разных изделия, каждое из которых, для простоты, обладает только тремя свойствами: линейный размер, величину партии и условно “сложность” топологии. Альтернативная ветка исследования - решить эту же

задачу только обращая внимание на возможность заказать изделие через специализированный сервис (удаленная 3D ферма). Учитывайте, что предприятие может иметь как единичный заказ, так и регулярную потребность в использовании 3D ферм.

В качестве стартовых условий берем следующую модельную ситуацию:

- не обращаем внимание на материал изделия. По умолчанию считаем, что материал подходит по своим ТТХ для готового изделия (в условиях реального производства можно подобрать материал, который будет не уступать изделию, изготовленному традиционным способом)
- предприятие изготавливает серийно крупногабаритные изделия традиционным способом - фрезеровка / литье (вертолеты, грузовики, прицепы, танки, яхты, трамваи и т.д.)
- технолог предприятия уже знает о существовании АП и решается на эксперимент - внедрить элемент АП в текущее производство
- технолог выбирает три разных изделия (размер, количество изделий в год и “сложность” задаем, за исходную форму можно взять модель по ссылке ниже) и дает задание своему экономисту рассчитать условия, при которых это будет экономически выгодно (два пути развития: собственная 3D ферма и заказ на специализированной 3D ферме)



Пример модели

drive.google.com/drive/folders/1i6kVkf0Mg6-0pGstbbhWYz_1rDbc8A00

Как будет выглядеть правильное решение - найти закономерность, по которой можно грубо оценить рентабельность внедрения АП на действующем предприятии.

Дополнительное задание (Маркетинговое)

- провести анализ, в каких отраслях наиболее вероятно внедрение 3D ферм в ближайшее время (обоснование)
- определить ЦА подобных применений
- подготовить варианты маркетинговых активностей, направленных на донесение до потенциальных потребителей ценности решения

Приложения



Роботизированное аддитивное производство
additiv-tech.ru/publications/vzglyad-v-budushchee-robotizirovannoe-additivnoe-proizvodstvo.html

Чаще других технологий, для быстрого недорогого прототипирования используется технология FFF – послойного наплавления пластика. Подобные решения также пробовали объединять в «фермы», но чаще – это много принтеров, стоящих в одном месте, но никак не объединенных программой:



Three hundred 3D printers in one room: A quick look to our printing farm
youtube.com/watch?v=qqQzTvvrXo8



Рынок технологий 3D-печати в России и мире:
перспективы внедрения аддитивных технологий в производство
delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-tekhnologiy-3d-pechati-v-rossii-i-mire-perspektivy-vnedreniya-additivnykh-tekhnologiy-v-proizv

Теория, собранная нами для введения в особенности технологии и описание предметной области:



Теория Аддитивные технологии Picaso 3D
docs.google.com/document/d/1Yh7X5tWBnoeMSye7yNdE60Nxr--cAnqzPRT0ax6E



Введение в аддитивную инженерию.
Часть 1: Базовые основы аддитивного производства
stemford.org/education/courses/details/6410690722451343824



Введение в аддитивную инженерию.
Часть 2: Знакомство с технологией послойного наплавления
stemford.org/education/courses/details/6410690722451344118



Истории применения 3D печати в различных областях
picaso-3d.com/ru/applying/stories/



Инструкции по особенностям оборудования
(прочитав, можно понять ключевые моменты работы 3D принтера)
picaso-3d.com/ru/techsupport



Обучающие вебинары по работе с принтером + распаковку и первый запуск
youtube.com/channel/UCscxnuwdq0F8kdoe5hE4OTg



Базы готовых 3D моделей
thingiverse.com, myminifactory.com, grabcad.com

Спецификация продуктов



Designer Classic - базовый 3D принтер для простого знакомства с технологией 3D печати, созданный для домашнего использования и обучения. Понятное управление и настроенные профили для популярных материалов помогут легко освоить новую технологию. Область печати составляет 200×200×210 мм, скорость печати 100 см³/час. Спектр расходных материалов включает в себя наиболее простые пластики (такие как PLA, PVA, ABS, PETG, TPE, SBS и другие) с температурой плавления до 250 градусов (возможна версия с диапазоном - до 410 градусов). Используется ручная калибровка печатной платформы.



Designer X – базовый 3D-принтер линейки X от российской компании PICA-SO 3D. Наличие датчиков и систем контроля за работой принтера позволяет свести к минимуму процент «брака» печати и добиться качества, которое ранее было недоступно для настольных 3D принтеров. Область печати составляет 200×200×210 мм, толщина слоя от 10 микрон, скорость печати до 100 см³/час. Спектр расходных материалов включает в себя любые термопластики, вплоть до температуры плавления 410 градусов



Designer X PRO - флагманский 3D-принтер от российской компании PICASO 3D. Устройство оснащено двумя соплами, работающими по технологии JetSwitch. Область печати составляет 200×200×210 мм, скорость печати 100 см³/час, время переключения между соплами составляет всего 5 секунд, что делает его самым быстрым двухматериальным принтером на рынке по технологии FDM/FFF. Спектр расходных материалов включает в себя любые термопластики, вплоть до температуры плавления 410 градусов.

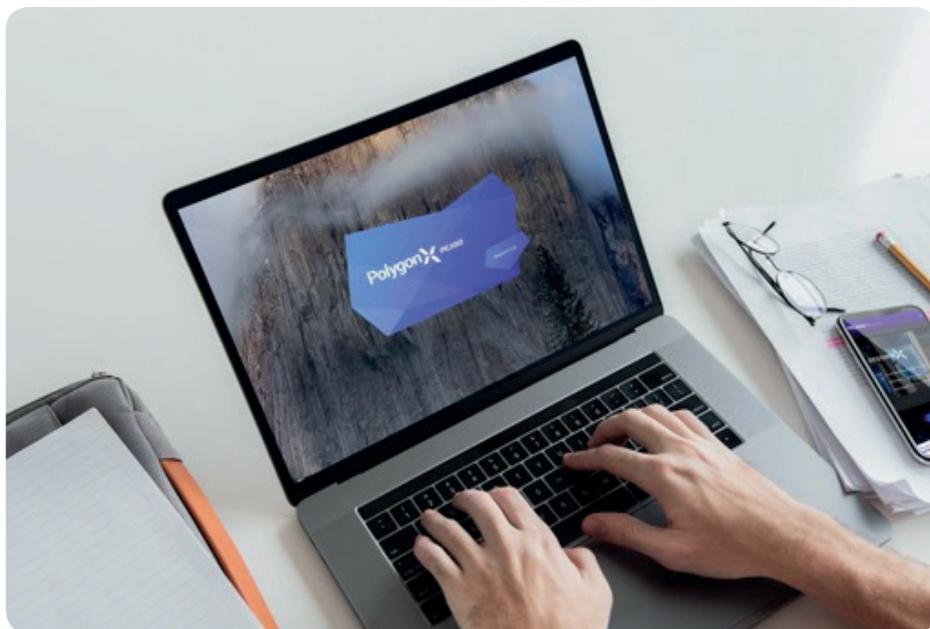


Designer XL - профессиональный принтер с большой областью печати от российской компании PICASO 3D. Построенный на платформе X, Designer XL обладает всеми преимуществами принтеров обновленной линейки и дополнительными системами, упрощающими работу с устройством. Область печати - 360×360×610 мм, толщина слоя от 50 микрон, скорость печати до 100 см³/час. Специально для Designer XL разработан новый способ выравнивания рабочей платформы - автоуровень, не требующий участия пользователя. Спектр расходных материалов включает в себя любые термопластики, вплоть до максимальной рабочей температуры в 410 градусов.

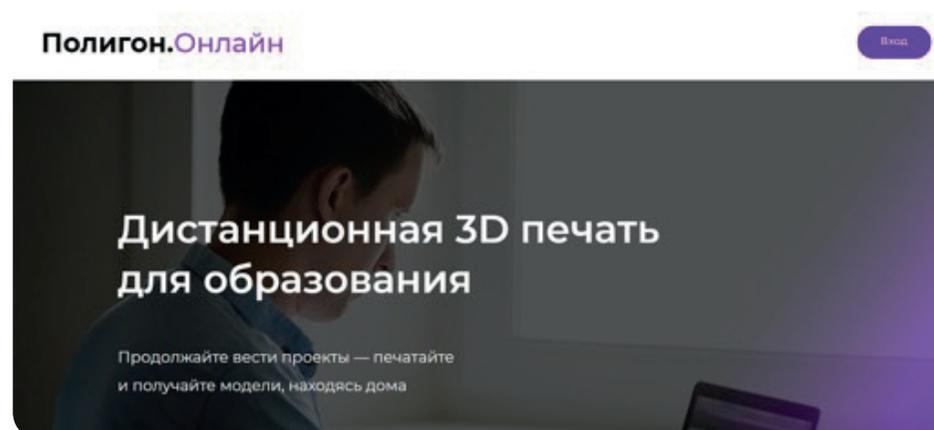


Designer XL PRO - это двухматериальный принтер с большой областью печати от российской компании PICASO 3D. Построенный на платформе X, Designer XL PRO обладает всеми преимуществами принтеров обновленной линейки и дополнительными системами, которые упрощают работу с устройством. Область печати - 360×360×610 мм, толщина слоя от 10 микрон, скорость печати до 100 см³/час. Специально для серии XL разработан новый способ выравнивания рабочей платформы - автоуровень, не требующий участия

пользователя. Спектр расходных материалов включает в себя любые термопластики, вплоть до максимальной рабочей температуры в 410 градусов, XL PRO позволяет печатать двумя материалами одновременно, что позволяет создавать детали любой формы. Система профилей, реализованная в линейке X позволяет подготовить задание без привязки к конкретному материалу, а сетевая работа - объединить принтеры линейки в единую систему для легкого управления и контроля процесса печати с одного ПК.



Polygon X - программное обеспечение российской компании PICASO 3D, которое позволяет максимально быстро и качественно подготовить задание на печать. Особенность Polygon X – три режима подготовки задания - «Быстрый» - для начинающих и «Расширенный» - для тех, кому важно иметь доступ к настройкам слайсера, а также «Профессиональный» - для всех, кто понимает в особенностях настройки задания и хочет иметь доступ ко всем параметрам.



Полигон.Онлайн - образовательный портал российской компании PICASO 3D для реализации удалённой печати с применением ферм устройств серии X. Позволяет школьникам подготавливать задания для печати, преподавателям - проверять эти задания, в исполнителям - выполнять печать и отправлять распечатанные модели учителю. Проект является площадкой таких образовательных конкурсов, как 3D БУМ, ШУСтРИК, ШРД, дистанционные чемпионаты WorldSkills.

ООО «РуГаджет»

представляет кейс

Температурный пластырь ЛЕККО



RUGADGET



Информация о компании

ООО «РуГаджет» – дочерняя компания Ульяновского наноцентра ULNANO-TECH) – компания занимается контрактной разработкой электроники. Сфера применения разработанных устройств - медицина, навигация, телеметрия различных объектов, автоматизация и пр.

Компания основана в 2015 году и на сегодняшний день обладает профессиональными компетенциями и линейкой оборудования для реализации проектов любой сложности.

В компании работают молодые профессионалы высокого уровня – программисты, инженеры-электронщики, системотехники, дизайнеры, работающие с ведущими российскими и зарубежными компаниями, которые, следуя по технологической цепочке «от идеи до внедрения», в зависимости от сложности и объема проекта способны разработать и внедрить технические и программные комплексы любой сложности в рамках новых и существующих технологий. На данный момент в штат сотрудников составляет 12 человек. Производственные операции производятся на контрактной основе на различных предприятиях России. К ключевым направлениям работы компании относятся:

- Разработка потребительских гаджетов
- Разработка специализированных приборов (медицинские, измерительные и др.)
- Разработка встраиваемой электроники
- Контрактная разработка электронных изделий

В портфеле компании особенно стоит выделить следующие реализованные проекты:

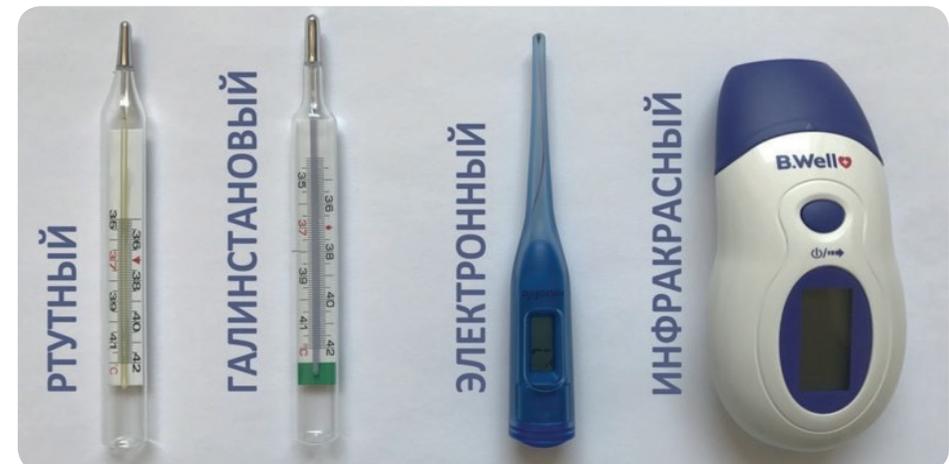
- носимое устройство для измерения температуры;
- инсулиновая помпа;
- прототип устройства для восстановления двигательных и чувствительных функций кисти при неврологических заболеваниях;

- вендинговый аппарат для печати на сувенирных монетах;
- комплект «умных» гантелей для снятия физических показателей;
- электроника для системы «Умный дом»;
- инерциальный датчик для измерения скорости и ускорения спортивных саней

Введение

В настоящее время в медицинских учреждениях существуют разные методы и приборы измерения температуры больного: это традиционные ртутные градусники, быстродействующие электронные градусники и бесконтактные инфракрасные измерители.

Традиционные «контактные» градусники могут быть опасными в применении и неудобными в эксплуатации, когда температуру нужно измерить, например, у ребёнка, или пациента, находящегося в тяжёлом состоянии в отделении реанимации, где температура тела измеряется регулярно каждый час. Используя, например, ртутный градусник, непосредственно процесс измерения занимает



порядка 5 минут. При этом задействуется человеческий ресурс – медсёстры, на которых нагрузка и без того высокая. Поскольку такой тип измерения температуры является контактным, это недопустимо в условиях эпидемий или инфекций, передающихся контактным или воздушно-капельным путём. С другой стороны, инфракрасные термометры могут быть достаточно дорогими, чтобы приобретать их в личное пользование и такие термометры имеются не во всех медицинских учреждениях.

Текущая ситуация

Температурный пластырь (бренд LEKKO) - носимое устройство для измерения температуры тела с передачей показаний данных о температуре в режиме реального времени. Благодаря пластырю термометр плотно прикрепляется к телу, что позволяет предоставлять точные сведения о температуре на различные устройства. В условиях личного пользования эти данные могут передаваться на смартфон, в условиях больницы эти данные могут передаваться на центральный компьютер отделения и автоматически заноситься в базу. Программное обеспечение позволяет настраивать получение уведомлений при превышении заданного значения температуры.

Устройство (температурный пластырь) состоит из двух основных частей – корпус температурного пластыря, в котором находятся гибкая плата (см. теоретическую часть) и элемент питания (батарейка или аккумулятор), пластырь медицинский, который крепит корпус устройство к телу пациента.

Техническая реализация:

- SoC (система на кристалле) CC2541,
- Цифровой датчик температуры: точность измерения температуры - 0.1°C в диапазоне 25-44°C,
- Непосредственное измерение,
- Биосовместимый силикон,
- Гибко-жесткая печатная плата,

- Элемент питания (на выбор)
 - » Или несменная батарейка CR1220: устройство работает до одного года
 - » Или аккумулятор, который позволяет подзаряжать устройства по мере необходимости. Подзарядка происходит через кейс, поставляемый вместе с устройством. Модель: LP401220-PCM, Аккумулятор литий-полимерный (Li-Pol) 70мАч 3.7В, с защитой, PoliCell.

Требования к устройству

Требования к устройству «Температурный пластырь», которые должны быть учтены при выборе дизайна устройства:



Чертеж и готовый макет устройства с зарядным кейсом (пластырь гибкий в месте соединения двух окружностей)



Предполагаемый дизайн устройства: корпус (белый) и пластырь (коричневый)

Еще один пример макета устройства

- Наиболее эффективное и точное измерение температуры тела человека происходит в подмышечной области. Если измерение проводить на открытом участке кожи, то измеряемое значение может значительно отличаться от реальной температуры тела.
- Антенна, которая находится в корпусе устройства и обеспечивает связь устройства со смартфоном или иным гаджетом, не должна перекрываться телом человека, т.е. не должна находиться в подмышечной области, т.к. будет нарушена связь устройства с гаджетом.
- Требования к корпусу устройства: минимальный вес (для длительного ношения); не иметь острых краев (отсутствие травм при физической активности); обеспечивать водонепроницаемость; иметь размер, который позволит оптимально и комфортно расположить устройство на теле не только взрослого человека, но и ребенка, не позволит ребенку проглотить устройство.
- Пластырь медицинский должен иметь следующие требования: надежно крепить устройство к телу человека для длительного и комфортного ношения в течение нескольких дней; быть гипоаллергенным и не вызывать раздражение кожного покрова; не должно терять своих свойств в воде.

Теоретическая информация

Компоненты гибкой печатной платы

Описание частей платы:

Плата представляет собой пленочную гибкую структуру. Такой вид исполнения позволяет получить физически гибкое устройство. На плате размещен процессор, цепи формирования тактовой частоты, цепи питания, Bluetooth антенна и температурный датчик.

Стоимость:

Расчет стоимости, по которой данное изделие должно продаваться конечному потребителю складывается из:

1. Себестоимость корпуса устройства «Температурный пластырь», которая зависит от количества производимых устройств в месяц. Если производить 1000 устройств в месяц, то их стоимость будет 700-800 руб. за шт, при партии в 5000 устройств в месяц стоимость – 500- 600 рублей за штуку. (для температурного пластыря с несменной батареей).
2. Себестоимость пластыря медицинского необходимой формы;
3. Себестоимость упаковки, дизайна и т.д.

Проблематика

Текущая проблема проекта заключается в следующем: компания РуГаджет разработала электронную плату, снимающую показания температуры, и соответствующее ПО; создан готовый макет предполагаемого устройства, однако конечный вариант готового изделия и желаемая бизнес-модель до сих пор полностью не описаны. С одной стороны, рынок может быть не готов к подобной технологии по причине ее высокой стоимости и достаточно узкой ниши. Российский потребитель не готов платить 1 500р. за «одноразовое» изделие. С другой, если устройство будет перспективным для внедрения, разработанной технологии требуется привлекательный узнаваемый дизайн и подбор гипоаллергенных материалов как для корпуса устройства, так для пластыря и его клеевой основы.

Задания для стажеров

Техническое задание

1. Опишите текущий (традиционный) метод измерения температур в медицинских учреждениях, в частности в отделениях реанимации. Опишите альтернативные методы измерения температуры человека, которые применяются в настоящее время. Расскажите о достоинствах и недостатках каждого из этих методов. Подумайте в каких ситуациях использование данных методов наиболее уместно и удобно.
2. Определите основные преимущества продукта перед другими методами отслеживания температур. Выберите круг лиц, которые будут наиболее заинтересованы в использовании нашего продукта.
3. Разработать дизайн устройства, который наиболее полно соответствует техническим требованиям к устройству, а также той группе лиц, которая будет использовать данное устройство. Привести аргументы в пользу своего выбора.
4. Предложить материалы, которые могут применяться при изготовлении корпуса температурного пластыря, дизайн которого был выбран как оптимальный.
5. Провести анализ медицинских пластырей, которые будут удовлетворять предъявляемым к ним требованиям.

Дополнительное задание

1. Разработать состав и перечень компонентов/материалов, помимо Корпуса и Пластыря медицинского, которые должны быть в конечном продукте, представляемом покупателю (упаковка и т.д.).
2. Бренд продукта - «LEKKO»: Придумайте логотип продукта, слоган, дизайн упаковки.
3. Рассчитать себестоимость конечного продукта и стоимость для конечного покупателя.
4. Провести анализ конкурентов на Российском рынке, сравнить с нашим продуктом, выявить преимущества и недостатки, определить ценовой сегмент рынка.
5. Оцените возможность продажи и использования продукта в секторах B2B и B2G (в медицинских учреждениях, в частности); продумайте стратегию для продвижения.
6. Сформируйте бизнес-модель, а именно каким способом будет формироваться доход при продаже готовых устройств: либо это за продажу готового пластыря вместе с электронной начинкой, либо будут продаваться комплекты пластырей к готовому устройству и себестоимость электроники будет входить в стоимость первого комплекта, либо же средства будут зарабатывать за счёт платной покупки мобильного приложения или лицензии на использование ПО (в условиях мед учреждения).

Приложения

Выбор электронных компонентов схемы на примере температурного датчика:

Основным компонентом для градусника, который определяет быстродействие, точность измерения – является температурный датчик. На рынке электронных компонентов имеются различные решения. Для выбора термодатчика были сформулированы требования:

1. Доступность, т.е. поставку датчиков можно легко организовать.
2. Цена датчика - должна быть не выше 1.5\$. Данный предел выбран из экономических показателей устройства.
3. Гарантия пятилетнего выпуска, т.е. датчик должен гарантированно выпускать изготовителем в течении пяти лет.
4. Требования к точности измерения - датчик должен работать в диапазоне температур от +25 до +44°C, с точность 0.1°C
5. Требования к энергозатратам и напряжению питания. В нашем устройстве мы используем батарейку напряжением 3В. Для данной батареи так же характерно падение напряжения до 2.5В в случае разряда. Соответственно термодатчик должен работать в диапазоне рабочих напряжений от 2.0В до 3.5В. При этом ток должен быть как можно ниже, чтобы заряда батарейки хватило на максимально количество измерений.
6. Требования к температурной инерциальной (насколько быстро нагреется датчик от источника тепла, чтобы начать измерение). Данное требование, не рассматривалось как основное, т.к. изделие клеится на тело человека на длительный срок, т.о. инерциальность не является критической характеристикой, но чем меньше инерциальность, тем лучше.

Был выбран термодатчик от компании «TexasInstruments», который отвечает всем предъявленным требованиям.



Линейка моделей «TexasInstruments»

ti.com/sensors/temperature-sensors/overview.html

Аналогичным способом подбирались остальные электронные компоненты схемы.

Примеры литературных источников



Ашанин Василий Николаевич, Мельников Анатолий Аркадьевич, Чувыкин Борис Викторович Контактный цифровой медицинский термометр повышенного быстродействия // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2017. №1 (19). cyberleninka.ru/article/n/kontaktnyy-tsifrovoy-meditsinskiy-termometr-povyshennogo-bystrodeystviya



Пестерникова, Н. Н. Разработка силиконового трансдермального пластыря / Н. Н. Пестерникова, Д. Р. Хисамиева, Р. Ю. Галимзянова // Вестник современных исследований. – 2018. – № 2.2(17). – С. 69-72.

elibrary.ru/item.asp?id=32723652



Kwak, M. K., Jeong, H.-E., & Suh, K. Y. (2011). Rational Design and Enhanced Biocompatibility of a Dry Adhesive Medical Skin Patch. *Advanced Materials*, 23(34), 3949–3953. doi:10.1002/adma.201101694

onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/adma.201101694