

Качество через автоматизацию: трафаретный автомат G-Titan компании GKG

А. Калмыков¹, В. Мейлицев

УДК 004.3*1:621.79.03 | ВАК 05.27.06

Новейшая модель принтера, разработанная и производимая китайской компанией GKG – линейный трафаретный автомат G-Titan, – была впервые представлена европейской публике на выставке productronica-2017. Там она победила в конкурсе Productronica Innovations Award 2017, а в феврале следующего года получила награду за лучший новый продукт (NPI Award) на выставке APEx EXPO в г. Сан-Диего, став первым китайским принтером, достигшим успеха такого уровня.

Мы писали об этом в одной из серий репортажей с мюнхенской выставки [1], а сегодня можем добавить: по результатам 2017 года GKG вышла на первое место в мире по количеству проданных автоматических трафаретных принтеров, обогнав многолетнего лидера – британскую компанию DEK (завод которой, впрочем, тоже находится в Китае). Более того, статус лидера был подтвержден и в следующем, 2018-м, когда GKG продала более 2,5 тыс. своих принтеров, обойдя с очень большим отрывом ближайшего конкурента – ту же компанию DEK. И порядка 50% продаж приходится именно на G-Titan.

В чем же дело? Почему такой рост?

ШТРИХИ К ПОРТРЕТУ ЛИДЕРА

Как обычно, две главные составляющие успеха компании – качество продукта и эффективное построение и управление бизнесом. Безусловно, развитию GKG способствовала огромная емкость внутреннего рынка Китая. Любой станок – это такой продукт, который невозможно полностью отработать на предприятии-производителе. Он должен быть выпущен в значительном количестве экземпляров, активно поработать у заказчиков, желательно – в три смены. Только так можно выявить все слабые места в конструкции, изготовлении, комплектующих агрегатах. GKG имела возможность пройти этот путь быстро.

Благополучна судьба компании и с точки зрения управления. Ею до сих пор единолично владеет и руководит ее основатель – Гленн Цю (Glenn Qiu), который сам является высококлассным инженером-механиком и продолжает участвовать в создании новых машин. Он сумел собрать слаженный, компетентный коллектив, в котором, кстати, много выходцев из DEK, завод которой расположен неподалеку от основного завода GKG.

В компании внимательно отнеслись к процессу выхода на мировой рынок, создав специальное отделение

GKG Asia со штаб-квартирой в Сингапуре. Помимо всего прочего, такое решение объясняется тем, что жители этого государства одинаково хорошо говорят и на китайском, и на английском языках; в самом континентальном Китае знание профессионального английского до сих пор встречается достаточно редко.

Наконец, в продвижении принтеров GKG сыграло свою роль соглашение 2010 года с известным производителем сборочного оборудования для электронной промышленности – японской компанией JUKI, которая, получив такого



Завод компании GKG в г. Дунгуань (провинция Гуандун)

¹ ГК «Клевер Электроникс», директор по продажам и сервисной поддержке, akalmykov@clever.ru.

партнера, закрыла собственную программу трафаретных машин и теперь в дополнение к своим установщикам предлагает продукцию GKG под двойным брендом JUKI-GKG.

О высоком качестве принтеров GKG говорит и опыт ГК «Клевер» – единственной компании в России, имеющей с GKG официальное соглашение о дистрибуции и работающей в этом качестве уже 12 лет. Первые поступившие в страну машины еще не были свободны от недостатков, но исполнение механической части уже тогда было безкоризненным: несколько принтеров первой поставки – 2007 года – работают до сих пор. И уже имеются случаи повторного обращения наших производителей к этому бренду.

Что касается модели G-Titan, то, начав ее продвижение на российский рынок меньше чем полтора года назад, после выставки productronica, «Клевер» уже имеет три контракта, из которых два выполнены. Первая в России машина работает в ООО «АЛТ Мастер», и заказана она была именно по результатам 10-летней эксплуатации одной из прежних моделей принтеров GKG.

«ФИЛОСОФИЯ НУЛЕЙ»

Глен Цю, как это принято у наследников Среднего царства, формулирует свой конструкторский принцип в виде афористичной философской схемы – он называет ее «философией нулей».

Какие подходы в отношении производственных дефектов может практиковать изготовитель электронных устройств? «Философия нулей» констатирует, что в пределе их два: «нулевой брак», когда все дефектные изделия идут в ремонт, и «нулевой ремонт» – когда все они идут в брак. Что должен сделать для клиента производитель технологических машин? Он должен стремиться, чтобы его техника обеспечивала третий «ноль»: «ноль дефектов» – тогда заказчику не придется стоять перед вынужденным выбором между двумя первыми «нулями».

Прекрасная цель для любого производителя, а применительно к специализации GKG она особенно актуальна. Давно установлено, что главной причиной дефектов при изготовлении электронных узлов являются некачественные отпечатки паяльной пасты; связанная с ними доля в совокупном производственном браке составляет, по разным оценкам, от 35 до 60%. И получается, что, как бы ни была проста «философия нулей», она дает хорошую мотивацию именно для создания машин для нанесения паяльной пасты, обеспечивающих максимальную точность и повторяемость процесса печати.

Как добиться точности, повторяемости, а к тому же – высокой скорости печати? Ответ известен: автоматизировать процесс в тех фазах, где на эти параметры может негативно повлиять человеческий фактор. Так оно и делается. Загрузка и выгрузка плат, совмещение и наложение трафарета, управление движением ракеля и т. д. – все

эти операции в линейных станках трафаретной печати давно автоматизированы, нет необходимости описывать их в этой статье. Ее задача – показать то новое, что добавила к ним GKG в своей новой модели.

Совсем коротко это можно сформулировать так: в стандартной конфигурации модели G-Titan автоматизированы те операции, которые выполняются вручную в принтерах аналогичной и более низкой ценовой категории, а в более дорогостоящих, чем G-Titan, машинах автоматизируются только в опциональном, дополнительно оплачиваемом порядке.

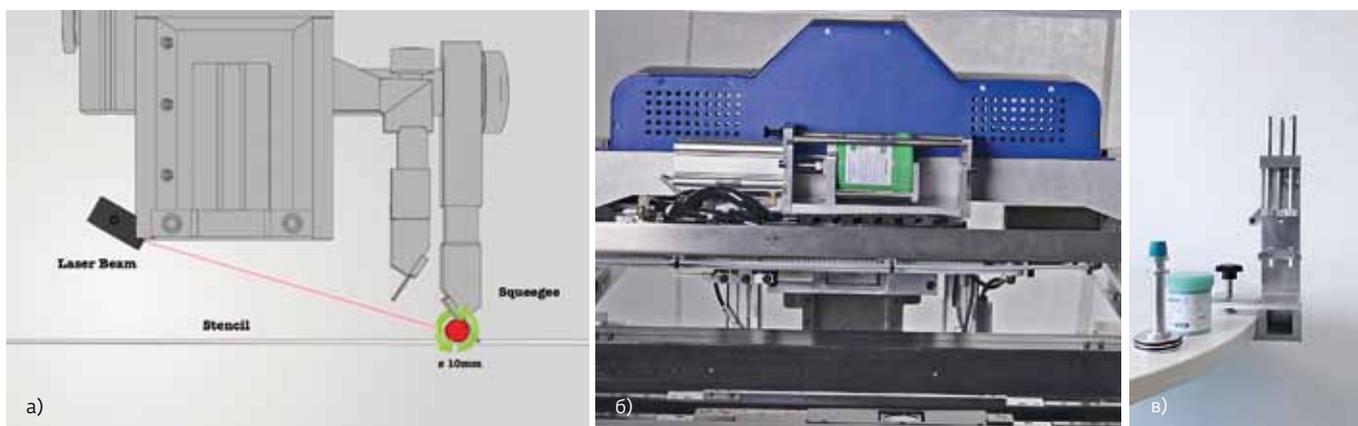
МАКСИМАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ В СТАНДАРТНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ

Нельзя сказать, что инженеры GKG стремились автоматизировать всё, что можно автоматизировать. Идея состояла в том, что в стандартной комплектации автоматически выполняться должны те операции, которые, во-первых, влияют на качество отпечатков и, во-вторых, относятся непосредственно к основному процессу, выполняемому машиной, то есть к нанесению паяльной пасты через трафарет. Остальное можно предлагать в виде опций.

Одна из самых интересных новаций новой модели – система автоматического нанесения паяльной пасты на трафарет и дополнения ее в ходе работы. При ручном нанесении валик пасты может оказаться неоднородным по толщине и форме. Еще большими проблемами чревато ручное дополнение: оператор может пропустить момент, когда валик пасты перед ракелем станет слишком тонким, и тогда можно получить недостаток пасты в апертурах или вообще ее отсутствие в некоторых зонах – если



Линейный автомат трафаретной печати GKG G-Titan



Система автоматического добавления паяльной пасты: а – схема действия лазерного измерителя; б – собранный дозатор, установленный в принтер; в – составные части дозатора и оснастка для установки штока в банку с паяльной пастой

валик утончится до разрыва на отдельные фрагменты. Задержка с дополнением грозит также тем, что остаток предыдущей порции пасты, с которыми смешивается новая, частично потеряет свои реологические свойства.

Автоматическое нанесение / добавление паяльной пасты работает следующим образом.

Толщина валика перед ракелем непрерывно контролируется лазерным измерителем. Нормальным считается диаметр валика, равный 15 мм, а при уменьшении его до 10 мм измеритель подает сигнал на дозатор добавления пасты. В последнем в качестве резервуара используется обычная поставочная банка. В нее при помощи оснастки вставляется поршень с полым штоком, через который паста поступает в линию подачи к трафарету. Собранный дозатор устанавливается в принтер, и о пополнении материала под ракелем можно не беспокоиться до тех пор, пока не опустеет 500-граммовая банка с пастой.

Приобретая G-Titan в стандартной конфигурации, пользователь бесплатно получает три поршня, приспособление для установки поршня в банку с пастой, а также расходные материалы: 10 кольцевых уплотнителей (надеваются на поршень) и 10 резиновых наконечников для штока.

Система автодобавления пасты – двойная новация СКГ: во-первых, другие производители, если и предлагают подобные системы для своих машин, то только как опцию; во-вторых, в их системах автодобавления используется стандартный картридж Semco, которыйкратно дороже обычной баночной упаковки.

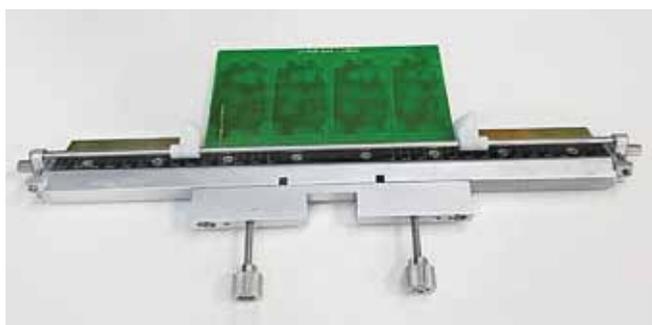
Перетекание пасты за края ракеля ведет к засыханию ее на краях трафарета, что затрудняет его отмывку; и сам по себе неоправданный перерасход ценного материала никому не нужен. Избежать перетекания просто: надо либо применять ракель, близкий по ширине к обрабатываемой плате, либо использовать широкий ракель, поставив на него ограничители.

Первый вариант невыгоден просто потому, что ракель – недешевый агрегат. Так, комплект из трех пар ракелей (300, 450 и 520 мм), поставляемый вместе с принтером G-Titan, стоит немногим менее 3 тыс. долл. Мало кто может позволить себе приобретение множества ракелей под габариты всех используемых плат, да и производители комплектуют свои установки лишь ракетами принятого у них размерного ряда.

Ограничители (или, по-другому, дефлекторы) появились много лет назад, но до сих пор всегда предлагаются как опция – опять же, довольно дорогостоящая. При том, что обычно бюджет заказчика так или иначе ограничен, первое, от чего он отказывается, – конечно, опциональные агрегаты. 300- и 450-мм ракели для G-Titan имеют конструкцию, предусматривающую установку ограничителей, и поставляются вместе с ними. И некоторое усложнение конструкции, и сами ограничители – простые пластмассовые детали – мало сказываются на стоимости комплекта.

Решение, простое до примитивности, но качество печати в этом аспекте гарантировано.

Стоит добавить, что по систематике, принятой в компании GKG, две этих системы – автодобавления паяльной



Ракель с ограничителями

пасты и ограничения растекания – носят название OPC (Optical Paste Control – оптический контроль пасты). Еще один комплекс функций получил название QPC (Quality Paste Control – контроль качества нанесения пасты). Сюда входят инспекция апертур трафарета, работающая совместно с устройством его очистки, и вакуумный натяжитель трафарета.

Система инспекции апертур трафарета введена в стандартную конфигурацию модели G-Titan, поскольку компания считает ее более актуальной, чем обычное решение – встроенная автоматическая 2D-инспекция нанесения пасты (АИП). С логикой такого подхода можно поспорить, но, несомненно, она там присутствует.

2D-АИП (она, кстати, тоже имеется в принтере) дает информацию о форме отпечатка в плане, что позволяет, при соответствующей организации информационных связей в машине, произвести коррекцию положения трафарета по осям X, Y, если АИП выявляет системный сдвиг отпечатков, или отправить трафарет на чистку, если она фиксирует отсутствие или уменьшение отпечатков. При этом работает встроенная АИП медленно и, чтобы не терять серьезно в производительности линии, приходится организовывать лишь выборочный контроль.

Система инспекции апертур использует подсветку сверху трафарета и контрольную камеру – снизу. Камера и алгоритмы обработки в этой системе значительно более просты, чем в АИП, поэтому работает она быстро, практически не влияя на скорость печати. При этом камера осуществляет полный обзор площади трафарета; а значимые ошибки позиционирования платы под трафаретом, из-за которых приходится корректировать совмещение, как показывает практика, в современных автоматических принтерах случаются редко.

При нахождении забитых апертур выдается сигнал на устройство очистки трафарета – тоже штатное устройство в составе стандартной комплектации G-Titan. В принтере

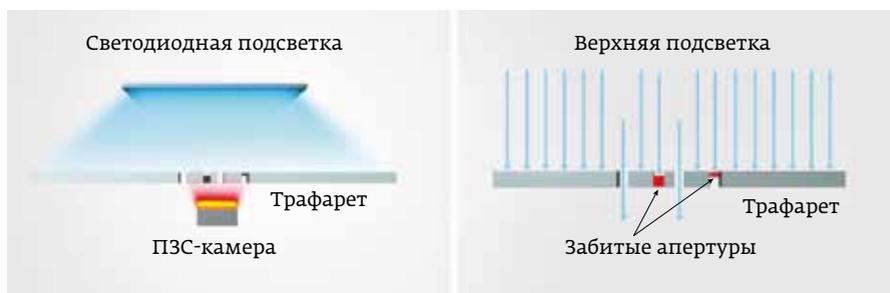


Схема работы системы инспекции апертур трафарета

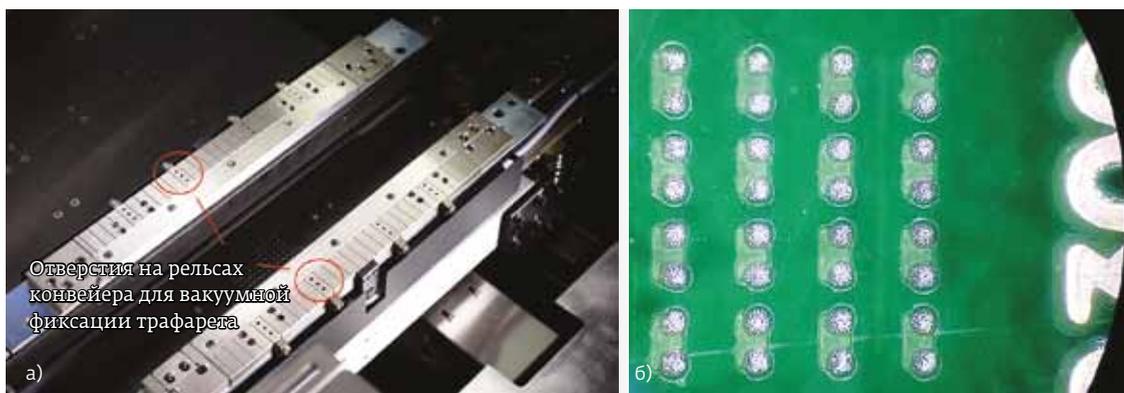
применена улучшенная технология нижней очистки трафарета с капельной подачей отмывочной жидкости на верхнюю поверхность трафарета. Собственно устройство очистки имеет сухой и влажный режимы плюс вакуум (принцип пылесоса).

Вакуумное натяжение трафарета реализуется при помощи системы отверстий в рельсах конвейера в зоне расположения рабочего стола. После подъема рабочего стола с платой под рамку с трафаретом в этих отверстиях создается разрежение, фиксирующее трафарет. Усилие фиксации распределяется по значительной площади краев трафарета, соприкасающихся с рельсами конвейера, и тонкий металл, равномерно натягиваясь, плотно прижимается к плате. Работе натяжителя помогает автоматический подбор высоты стола в зависимости от толщины платы – это также элемент стандартной конфигурации принтера; этими мерами исключается всякая возможность вибрации трафарета.

Система натяжения трафарета – эффективное средство обеспечения высокой точности печати. На ту же цель работает массивная станина принтера, определяющая его большой вес: G-Titan весит 1200 кг – при том, что вес станков аналогичного класса других брендов находится в пределах 600–900 кг. Тяжелая рама не только гарантирует долговременную точность печати, но и способствует текущей ее точности, так как минимизирует восприятие вибраций от соседних станков.

Наконец, увеличению точности печати способствуют изменения, произведенные в системе приводов ракеля.

Высокая точность печати:
а – отверстия вакуумного натяжителя на рельсах конвейера;
б – паяльная паста 5-го класса на контактных площадках для компонентов типоразмера 03015M



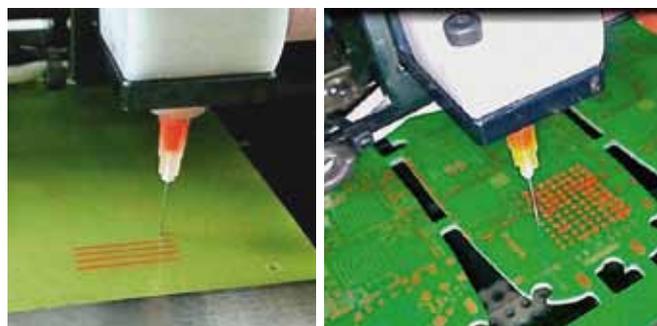
Перемещения балки ракеля (ось Y) и самого инструмента (ось Z) осуществляются непосредственно соединенными с ними шарико-винтовыми парами (ШВП); у предыдущей модели привод по оси Y был полностью ременным, а по оси Z включал ременную передачу как промежуточное звено между ШВП и ходовым винтом ракеля.

Результатом всех этих решений стала действительно выдающаяся для машин этой ценовой категории точность и повторяемость печати: 2 Срк @ ±18 мкм @ 6σ. Такой уровень точности позволяет надежно наносить пасту для монтажа чипов типоразмера 03015M (метрический), то есть компонентов с габаритами 300×150 мкм. Этим во многом объясняется закупка в 2017 году 400 принтеров G-Titan компанией Foxconn, что, несомненно, способствовало завоеванию компанией GKG позиции лидера мирового рынка в сегменте линейных автоматов трафаретной печати. Теперь все iPhone 8, 8+ и полный модельный ряд iPhone X собираются на станках G-Titan (точнее, GT++, как эту модель называют в континентальном Китае).

ОПЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

По опыту КГ «Клевер», у российских компаний самой популярной опцией может стать дозатор клеевых и припойных материалов: он приобретен всеми тремя уже состоявшимися заказчиками. Агрегат не прецизионный, со стандартными шприцем и иглами, зато недорогой; он устанавливается на балке, несущей верхнюю камеру.

Благоприятная перспектива обеспечивается дозатору спецификой, присущей значительному большинству предприятий отечественной электронной отрасли. У нас мало кто выпускает миниатюрные бытовые приборы. Наши производители занимаются в основном электроникой, в большей или меньшей степени специальной, и электронные узлы, которые они собирают, часто комплектуются тяжелыми компонентами, а также компонентами,



Дозатор клеевых и паяльных материалов

многократно различающимися по размерам. Первые требуют подклеивания, вторые – дополнительного нанесения паяльной пасты на контактные площадки, поскольку трафарет не может обеспечить одинаково высокое качество отпечатка и на очень маленьких, и на очень больших площадках.

Из других опций пользуется популярностью система самонастраивающейся нижней поддержки плат. Опция актуальна в тех случаях, когда компоненты монтируются на плату с двух сторон. Пины системы поддержки подвижны, и при расположении на них платы сами утапливаются, адаптируясь к высоте компонентов нижней стороны. Самое интересное: фиксация пинов в рабочем положении реализована чисто механически, фиксаторы срабатывают от рычага, приводимого рукой оператора. Получилось просто, надежно и дешево – в отличие, например, от пневматической фиксации, разработанной компанией DEK и стоящей кратно дороже решения GKG.

Вообще, как можно видеть, о многих устройствах в принтере G-Titan можно сказать: «Сделано по-китайски: просто, надежно и дешево». И, похоже, пора привыкать к такой формулировке.



Своими впечатлениями о продукции компании GKG делится основатель и руководитель ООО «АЛТ Мастер» Равиль Хамматович Дианов

Мы всегда стараемся использовать оборудование только ведущих производителей. Станки для трафаретной печати GKG используем с 2008 года. Первые поставленные нам принтеры моделей G3 зарекомендовали себя как крепкие и надежные «рабочие лошадки».

Максимум непрерывной работы при минимуме техобслуживания. Простое не было вообще.

Но модель G-Titan от GKG – это нечто особенное и, очевидно, уже совсем другой уровень. При том, что цена сохраняется во вполне разумных пределах. Впечатление (а, может быть, и не впечатление) такое, что производители слышат все наши разговоры и пожелания: нижняя поддержка, контроль размера и автоматическое пополнение валика пасты, прочие прелести. А для нас самое важное – встроенная клеевая машина! Полагаю, что эта модель на сегодня является лучшим предложением на рынке России.

И, конечно, приятно, что производители используемого нами оборудования поступательно развиваются, и, по данным зарубежной отраслевой прессы, всё более уверенно занимают лидирующие позиции на рынке оборудования для трафаретной печати.

Значит, мы сделали правильный выбор. Так держать!



Воздушный нож

Предлагается также воздушный нож на входе в рабочую зону – для очистки платы от возможных механических загрязнений; интерфейс и алгоритм для организации обратной связи с внешней АИП; несколько вариантов сканеров штрих- и бар-кодов для системы прослеживаемости. Наконец, можно заказать систему поддержания нужной температуры и влажности в рабочей зоне принтера, состоящую из датчика, индикатора и... обыкновенного кондиционера, устанавливаемого рядом с принтером и соединяемого с ним гибким рукавом. Опять: по-китайски, просто и дешево... Однако вполне эффективно для продления времени использования паяльной пасты.

* * *

Стремление к простоте не является неременным атрибутом «философии третьего нуля», а вот максимально серьезное отношение к проверке качества выпускаемых машин, безусловно, одна из ее составляющих. В структуре компании GKG имеется специальный департамент качества. Каждая единица продукции, выходящая из сборочного цеха GKG, проходит комплексную проверку, так называемую MCA – Machine Capability Analysis – с использованием оборудования и алгоритмов немецкой компании CeTaQ. GKG – единственный китайский производитель станков для трафаретной печати с такой строгой системой проверки качества.

В заключение стоит отметить, что усовершенствования в плане автоматизации операций, возможно более полного исключения человека из технологического процесса в компании GKG рассматривают не только как средство получения устойчиво высокого качества своих машин. Руководство и специалисты компании видят в этом реальные, практические шаги в направлении будущего – к «умному» предприятию, к безлюдному производству и, в конце концов, к достижению целей, сформулированных в концепции «Индустрия 4.0».

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ежов В., Ковалевский Ю., Мейлицев В.** Productronica 2017: волшебный мир технологий. Часть 3 // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2018. № 3. С. 62–65.

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 760 руб.

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ

**Жигачев А. О., Головин Ю. И., Умрихин А. В.,
Коренков В. В., Тюрин А. И., Родаев В. В., Дьячек Т. А.**
Под общей редакцией Ю. И. Головина

В книге обобщены данные по возможному химическому составу, кристаллической и микроструктуре, а также свойствам керамических материалов на основе диоксида циркония. Рассмотрены наиболее развитые технологии получения этих керамик и композитов на их основе. Монография состоит из четырех частей, каждая из которых освещает определенную область вопросов, связанных с керамическими материалами.

Книга будет интересна широкому кругу читателей: от студентов естественно-научных специальностей до инженеров, технологов и медицинских работников, связанных с практическим применением циркониевой керамики.

Разработка методов синтеза, получение и подготовка оригинальных керамических образцов на основе бадделейта выполнены при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 16-19-10405). Отработка методик исследования и определение физико-механических характеристик осуществлены при поддержке гранта Министерства образования и науки Российской Федерации (проект № 16.2100.2017/ПЧ).

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2018. – 358 с.
ISBN 978-5-94836-529-9

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; ☎ +7 495 956-3346; knigi@technosphaera.ru, sales@technosphaera.ru