Научно-технический конкурс

«Открытый мир. Старт в науку»

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Исследовательская работа по теме:

«Особенности поливинилацетатного клея»

Гукасян Анаит Айковна, учащаяся 8 в класса

МОУ «Глебовская СОШ»

Научный руководитель: Кокорева Светлана Викторовна, учитель химии, МОУ «Глебовская СОШ»

Московская область

г.о. Истра

пос. Глебовский

Аннотация

Цель: исследование качества образцов поливинилацетатного клея.

Задачи исследования:

1. Изучить нормативные документы, действующие в области качества клея
2. Изучить ассортимент торговых марок и разновидности клея
3. Исследовать состав и характеристики клея
4. Провести экспертизу качества клея различных торговых марок
5. Провести анализ полученных результатов

Объект исследования: показатели качества поливинилацетатного клея.

В работе рассмотрены факторы, формирующие качество клея, классификация и получение поливинилацетатного клея. Рассмотрены органолептические и физико-химические показатели качества шести образцов поливинилацетатного клея разных торговых марок.

Проведены исследования, согласно действующему стандарту в области, и дан анализ экспериментальной работы.

**Содержание**

Введение ………………………………………………………………………. 4

Глава 1

* 1. Современные крепёжные материалы ……………………………... 5
  2. История изобретения поливинилацетатного клея ……………….. 7
  3. Сырьевые компоненты для изготовления поливинилацетатного

клея …………………………………………………………….......... 8

* 1. Технология производства поливинилацетатного клея ………….. 9
  2. Основные виды поливинилацетатного клея …………………….. 10

Глава 2

* 1. Показатели качества поливинилацетатного клея …………………... 12
  2. Определение внешнего вида и посторонних включений поливинилацетатного клея …………………………………………... 12
  3. Определение показателя активности водородных ионов ………….. 15
  4. Определение осаждения при разбавлении ………………………….. 16
  5. Определение жизнеспособности клея ………………………………. 18

Заключение ………………………………………………………………...... 19

Список используемой литературы …………………………………………. 21

Приложения ………………………………………………………………….. 22

**Введение**

Сложно представить офис, школу, детский сад, мастерскую и обычную квартиру без наличия в них универсального клеящего вещества ПВА. А все потому, что этот состав безопасен, прост и самое главное надежен в использовании.

Загадочная аббревиатура ПВА – это анаграмма эмульсии основного вещества клея на водной основе: поливинилацетат. Кроме основного компонента и воды, в состав клея ПВА входят реагенты-пластификаторы и добавки, характеристики которых могут изменяться в зависимости от специфики сцепляющего раствора. Пластификаторы придают веществу вязкость, ускоряют время образования пленки. В составе могут присутствовать эфирные компоненты, стабилизаторы, ацетон. Благодаря им состав можно использовать в качестве грунтовки при строительных работах.

Изобретенный в 1912 году в Германии, ПВА за пару лет из диковинки превратился в широко используемый и всем известный клей. Произошло это благодаря двум основным характеристикам: нетоксичности и универсальности. Сегодня продолжается совершенствование состава и выпускаются все новые марки, клей ПВА приобретает все новые свойства.

Поэтому поливинилацетатный клей стал предметом исследовательской работы.

*Гипотеза*

Если знать недостатки и преимущества канцелярского клея, то качество работы повысится.

**Глава 1**

* 1. **Современные крепёжные материалы**

Строительство дома и обустройство приусадебной территории довольно ***сложный и длительный*** процесс:

* выбор участка
* оформление разрешительных документов на строительство
* земляные работы: выравнивание участка, разметка и закладка фундамента на участке
* основная часть строительства – возведение каркаса дома, фасадные и кровельные работы
* внутренние работы: возведение перегородок, заливка полов
* монтирование инженерных систем: внутренняя электропроводка, водопроводные трубы, система отопления, газопровод.

После завершения всех «грязных работ» приступают к декоративной отделке интерьера: установка внутренних дверей, лестничных балясин, декоративной отделке стен, потолков, укладке напольного покрытия. Устанавливают электроприборы, выключатели, розетки, сантехнику, отопительные приборы, бытовую технику.

Завершение: отделка комнатных стен обоями.

Для того чтобы выбрать клей, подходящий под обои, нужно учесть ряд факторов.

Деревянное основание или фанера будут покрывать стены.  
Параметры влажности и температуры комнаты также немаловажны. Состав и качество действующих элементов клея.

Сравнительный анализ отличий и особенностей двух покрытий приведен ниже.

Характерные свойства дерева:

* Высокая прочность и однородность покрытия.
* Большая теплоотдача и звукоизоляция.
* Сравнительно низкая цена.
* Тонкий слой листа

Характерные свойства фанеры:

* Менее подвержена деформации при установке.
* Легка в обработке.
* Удерживает влагу.
* Показатель прочности единый по всей площади листа.
* Сквозные трещины отсутствуют.

Особо важна концентрация раствора. Он должен равномерно наноситься кистью и распределяться по всей поверхности. Образование комков нежелательно.

Желательно чтобы клей быстро разводился с водой, не оставлял пятен и был крепкой фиксации.

Стоит обратить внимание на показатель прочности - адгезия. Он указывает степень проникновения в различные материалы.

Проверить совместимость поверхности покрытия. Для этого внимательно изучить предназначение продукции.

Уровень рН в районе 6–7. Соблюдение этого правила поможет избежать желтых пятен на обоях.

В настоящее время помимо традиционных крепежных материалов имеется огромное количество всевозможных клеящих составов.

При склеивании, в отличие от сварки и пайки, не требуется нагревать изделие до высоких температур, а высокая термостойкость обеспечивает возможность повторных нагревов.

Соединение может обладать эластичностью, что снижает уровень механических напряжений после отверждения и обеспечивает прочность в условиях различных нагрузок.

К качеству клеев предъявляют высокие требования, т.к. от него зависит прочность изделия в целом, его надежность и безопасность, поэтому важно исследовать факторы, определяющие качество клея. В этом и заключаются **актуальность исследования**.

* 1. **История изобретения поливинилацетатного клея**

Интересна история открытия поливинилацетатного клея. Его открыли два человека, причем независимо друг от друга.

Все началось в Германии. В 1912 г. доктор Фритц Клатт открыл производство винилацетата путем извлечения его из газа ацетилена. Этот газ легко полимеризовался, в результате чего образовывал твердое вещество. А соответственно – склеивал разнородные поверхности.

Наиболее широкое распространение винилацетат получил после того, как был запатентован в 1912 г. Позже предприниматель Фарбен организовал производство поливинилацетата (ПВА) в крупных коммерческих масштабах. Тогда Фарбен работал только с клеями, образующими пленки. Первое производство этого клея было налажено в США в 1937 году в Монсанто. Использовался тогда клей ПВА для сохранения автомобильных стекол.

Спустя два года корейский ученый Ли Сын Ги, ученик профессора Итиро Сакурады вместе с японскими коллегами Каваками и Масахидэ открыли волокно, которое было растворимо в воде. Волокно получило название виналон и было основано на поливиниловом спирте. 1941 году Ли Сын Ги получил патент на открытие нового материала, которое позже станет основным составляющим в клее ПВА.

Далее в 1946—1950 годах Ли Сын Ги работает над получением ацетилена из карбида. Ацетилен преобразуется в винилацетат. А винилацетат в свою очередь преобразуется в поливинилацетат (ПВА).

Вот так, независимо друг от друга, два ученых – Фритц Клатт и Ли Сын Ги, стали первооткрывателями самого популярного в мире клея.

* 1. **Сырьевые компоненты для изготовления поливинилацетатного клея**

Состав сырьевых компонентов в различных видах клея ПВА разный. Однако все сырье, используемое на предприятиях, изготавливающих клей, можно разделить на такие группы:

**Клеящие вещества** – крахмал, растительные или синтетические смолы, декстрин, нитроцеллюлоза. Эти вещества обеспечивают адгезионную прочность клеевого соединения.

**Растворители** – ацетон, бензин или сложные эфиры. Растворители оказывают огромное влияние на формирование физико-механических свойств клея, а именно на тепло-, водостойкость и величину усадочного напряжения. Однако растворители снижают прочность, герметичность клеевой прослойки. Поэтому состав растворителей в клее должен быть минимальным.

**Пластификаторы** – глицерин, малолетучие (low volatile) жидкости, камфорное масло. Пластификаторы включают в состав клея для усиления пластичности и гибкости клеевой пленки, морозоустойчивости. В самом клее пластификатора около 1-2%.

**Наполнители** – мел, тальк и каолин. Благодаря наполнителям улучшается прочность, теплостойкость клеящего вещества.

**Отвердители** – способствуют скорейшему отверждению клея. В качестве отвердителей используют фарфор, металл, стекло.

**Стабилизаторы и ингибиторы** – включают в состав клея для увеличения срока хранения исходного сырья. В качестве ингибиторов используют ароматические амины, ингибиторы стирола, некоторые нитросоединения.

ПВА — продукт химической промышленности и назван он по основному действующему веществу, поливинилацетату, он и составляет 95 % всего клея. Получают поливинилацетат с помощью полимеризации мономера винилацетата, различными промышленными способами. Вещество не поддается растворению в воде (только набухает) и масляных растворах. Устойчиво к низким и высоким (но не выше 100˚ C) температурам, но не к их чередованию. Инертен к воздействию воздушной среды. Главная особенность — при использовании повышает сцепление между поверхностями материалов.

Основой клея является виналон – синтетическое волокно, главным компонентом  которого является поливиниловый спирт. Данное вещество не является токсичным, и поэтому клей ПВА безопасен для здоровья. В ограниченных количествах, конечно.

Виналон преобразуют в поливинилацетат, который потом разбавляют. В результате получается как раз тот клей, которой мы покупаем в магазине. В зависимости от предназначения, в него добавляют различные составляющие. Это могут быть спирты и второстепенные элементы, усиливающие скрепление поверхностей.

Клей ПВА относится к пожаробезопасным клеям, морозоустойчив и влагоустойчив за исключением некоторых видов. Как правило, время высыхания клея – 24 часа. ПВА имеет небольшой расход – примерно от 100 г/м2 до 900 г/м2 поверхности.

* 1. **Технология производства поливинилацетатного клея**

Качество клеев зависит не только от сырьевых компонентов, но и от соблюдения технологии производства.

Единой методики производства клея нет, т.к. сырье, используемое при изготовлении различных типов клеев, и его свойства существенно отличаются друг от друга.

Самая общая технологическая схема производства клеев выглядит следующим образом:

* Подготовка сырьевых компонентов;
* Дробление сырья;
* Подготовка необходимых порций и взвешивание сырья;
* Обработка сырья;
* Варка вещества;
* Отстой продукта;
* Розлив и упаковка клея.

В производстве клея ПВА существует одна сложность: высокая вязкость продукта затрудняет качественное и быстрое перемешивание, диспергирование и транспортировку к месту упаковки клея.

Получение поливинилацетатных клеев возможно путем растворения смолы в соответствующем растворителе с добавлением инициатора и ускорителя полимеризации.

* 1. **Основные виды поливинилацетатного клея**

*Клей ПВА бытовой*применяется для склеивания изделий из бумаги, для приклеивания бумажных и моющихся обоев на бумажной основе на оштукатуренные, деревянные и бетонные поверхности. По внешнему виду представляет собой однородную, без комков, массу белого или кремового цвета. Морозостойкость бытового клея ПВА составляет 6 циклов замораживания-оттаивания при −40 °C.

*Клей ПВА канцелярский (ПВА-К)* применяется для склеивания бумаги, фотобумаги, картона. По внешнему виду представляет собой вязкую жидкость белого или слегка желтоватого цвета, без комков и механических включений; допускается поверхностная плёнка. Клей не водостоек, неморозоустойчив.

*Клей ПВА универсальный (ПВА-МБ)* применяется для склеивания изделий из дерева, бумаги, картона, кожи, для приклеивания бумаги, ткани на деревянные, стеклянные, металлические поверхности, в качестве компонента рецептур шпатлёвок, грунтовок, бетонных смесей на водной основе. По внешнему виду представляет собой вязкую массу белого или слегка желтоватого цвета, без комков и посторонних включений. Морозостойкость составляет 6 циклов замораживания-оттаивания при −20 °C.

*Клей ПВА супер (ПВА-М)* применяется для склеивания изделий из дерева, бумаги, картона, стекла, фарфора, кожи, тканей, а также приклеивания фотографий, линолеума, облицовочных плиток при ремонте. По внешнему виду представляет собой вязкую массу белого или слегка желтоватого цвета, без комков и посторонних включений. Морозостойкость составляет 6 циклов замораживания-оттаивания при −40 °C.

***Дисперсионные (ПВА) клеи*** представляют собой дисперсию полимера в воде, в которую для усиления прочности склеивания могут добавляться водорастворимые полимеры с высокой адгезией — поливиниловый спирт, производные целлюлозы. Вода позволяет с успехом использовать такие клеи для склеивания пористых гигроскопичных поверхностей.

Недостатки:

* длительное время схватывания
* низкая микробиологическая стойкость клеевого шва (можно повысить введением фунгицидов)

Глава 2

**2.1. Показатели качества клея поливинилацетатного клея**

Ко всем клеям предъявляют следующие ***требования***:

* внешний вид;
* наличие посторонних примесей
* определение показателя активности водородных ионов
* вязкость
* толщина клеевого слоя
* определение осаждения при разбавлении
* жизнеспособность

**Для организации экспериментальных исследований использовано оборудование:** стеклянные, железные пластинки, мерные цилиндры, химические стаканы, колбы, электронные весы, воронки, рН-метр, образцы клея, металлические пластины и **реактивы: C2H5OH, Н2О**

**2..2. Определение внешнего вида и посторонних включений поливинилацетатного клея**

Внешний вид, цвет и наличие инородных включений определяют визуально (Приложение1)

Эксперимент проводят следующим образом: клей наливают в стакан (при температуре 23+2°C). В клей опускают стеклянную пластинку, предварительно обезжиренную этиловым спиртом. Затем пластинку вынимают и для стекания избыточного клея держат над стаканом 10-20 с. Образовавшуюся на стекле пленку просматривают на свет. Испытание проводят трижды. Пленка должна быть белого или слегка желтого цвета без комков и посторонних включений. Данные исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  Образец | Клей | Цвет | Запах | Консистенция |
| 1 | ПВА. Экспоприбор. Россия. Калужская область г.Обнинск | Бесцветный | Без запаха | Желеобразный, без комков и посторонних включений |
| 2 | Момент. Столяр. ПВА. Универсальный. Россия. Ленинградская область г.Тосно | Белый | Без запаха | Густой, без комков и посторонних включений |
| 3 | ПВА-М.  Универсальный Россия. г.Рязань | Белый | Без запаха | Густой, без комков и посторонних включений |
| 4 | ПВА-М. Луч  Универсальный Россия  г.Ярославь | Белый | Без запаха | Жидкий, без комков и посторонних включений |
| 5 | ПВА-М  Универсальный Россия  Московская область  с.Федино | Белый | Без запаха | Жидкий, без комков и посторонних включений |
| 6 | Titebond  США | Желтый | Без запаха | Густой, без комков и посторонних включений |

Показатели качества клея ПВА нормируются по ГОСТ 18992-80 «Дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная. Технические условия».

Данный документ внешний вид клея ПВА определяет как вязкую жидкость белого или слегка желтого цвета без комков и посторонних включений, с размером частиц 1-3 мкм, с возможностью образования поверхностной пленки.

На внешний вид клея ПВА оказывает влияние этап дробления сырья и варка (ее продолжительность и поддержание необходимой температуры), введение различных наполнителей с целью увеличения вязкости, а также соблюдение санитарно-гигиенических требований.

*Вывод:* согласно проведенным испытаниям исследуемые образцы полностью соответствуют требованиям стандарта.

* 1. **Определение показателя активности водородных ионов**

На прочность склеивания существенное влияние оказывает водородный показатель.

Величина рН имеет большое значение для определения условий хранения клеев, выбора типа и количества отвердителя, определения способности клеев соединять различные материалы.

Определение показателя активности водородных ионов проводят методом непосредственной оценки концентрации водородных ионов в водном растворе с массовой долей клея 1% при температуре 23 + 2°С по отсчетному устройству рН-метра (Приложение 2).

Согласно ГОСТ 30535-97 «Дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная. Технические условия» показатель активности водородных ионов варьируется от 4,5 до 6,0. Значение рН свидетельствует о кислотности клея, которая отрицательно влияет на срок его хранения. *В процессе изготовления клея заданную величину рН регулируют соответствующей дозировкой отвердителя или стабилизатора на заключительном этапе варки.*

Данные исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  Образец | Клей | рН | Срок хранения |
| 1 | ПВА. Экспоприбор. Россия. Калужская область г.Обнинск | 10.4 | 1 год |
| 2 | Момент. Столяр. ПВА. Универсальный. Россия. Ленинградская область г.Тосно | 10.8 | 1 год |
| 3 | ПВА-М.  Универсальный Россия. г.Рязань | 11.4 | 2 года |
| 4 | ПВА-М. Луч  Универсальный Россия  г.Ярославь | 9.8 | 1 год |
| 5 | ПВА-М  Универсальный Россия  Московская область  с.Федино | 11.4 | 2 год |
| 6 | Titebond  США | 11.8 | 1. года |

По полученным результатам можно сделать *выводы*:

* значение рН превышает установленные границы
* все образцы имеют высокую прочность клеевого соединения
* значение рН образца №6 свидетельствует о длительном сроке хранения. Это соответствует указанному сроку хранения.
  1. **Определение осаждения при разбавлении**

Метод основан на определении объёма прозрачного водного слоя, образующегося при отстаивании раствора, разбавленной до 20%-ной концентрации, в течение 24 часов (Приложение 3).

50 см3 приготовленного раствора внести в измерительный цилиндр и оставить в покое на 24 ч. при комнатной температуре. Измерить объём отстоявшегося водного слоя

Осаждение при разбавлении (%) вычисляют по формуле:

**Х**

**– объём отслоившегося водного слоя (**см3**)**

**– исходный объём раствора (**см3**)**

Данные исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  Образец | Клей | V (см3) | Х (%) |
| 1 | ПВА. Экспоприбор. Россия. Калужская область г.Обнинск | 4 | **8** |
| 2 | Момент. Столяр. ПВА. Универсальный. Россия. Ленинградская область г.Тосно | 3 | **6** |
| 3 | ПВА-М.  Универсальный Россия. г.Рязань | 1 | 2 |
| 4 | ПВА-М. Луч  Универсальный Россия  г.Ярославь | 2 | 4 |
| 5 | ПВА-М  Универсальный Россия  Московская область  с.Федино | 2 | 4 |
| 6 | Titebond  США | 2 | 4 |

Согласно ГОСТ 18992-80 «Дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная. Технические условия» показатель осаждения при разбавлении: не более 5 %.

По полученным результатам можно сделать *вывод*: не соответствуют ГОСТ образцы №1, 2.

* 1. **Определение жизнеспособности клея**

**Жизнеспособность смеси** - это характеристика, указывающая на то, в течение какого времени с момента высыхания, возможно использование готового состава без потери его клеящей способности. Время жизнеспособности зависит от количества модифицирующих добавок.

Согласно ГОСТ 190329 – 82, существует 2 метода определения жизнеспособности клеев.

Метод А применяется для определения жизнеспособности клеев, которые готовятся из отдельных компонентов.

**Метод Б** распространяется на клеи представляющие собой готовые композиции (использован). Сущность метода Б заключается в определении времени, в течении которого клей с момента нанесения на склеиваемые поверхности сохраняет липкость и не образует поверхностную пленку.

**Методика выполнения:**

На металлическую пластинку, поверхность которой подготовлена в соответствии с нормативно-технической документацией на клей, наносят кистью или шпателем клей. Отмечают время, в течении которого клей сохраняет свою липкость с момента нанесения его на пластину и до момента образования поверхностной пленки. Определение жизнеспособности клея проводится органолептически при стандартной атмосфере.

Установленное время контролируется прочностью при сдвиге клеевого соединения или определением прочности при отрыве, при отслаивании, при расслаивании (Приложение 3)

По полученным результатам можно сделать ***выводы***:

*Все образцы, кроме №3, №5 (липкие), через 3часа 50 минут образовали пленку: невысокая клеящая способность.*

**Заключение**

Выдвинутая гипотеза о том, что если знать недостатки и преимущества канцелярского клея, то качество работы повысится.

Среди всего многообразия клеев один из наиболее популярных клеев - поливинилацетатный клей (ПВА).

Область применения клея ПВА достаточно широка - в строительной, текстильной, обувной, кожевенной, табачной промышленностях, при производстве упаковок, водно-дисперсионных красок, при выполнении офисных работ. Помимо высокой морозоустойчивости клеевого соединения и хорошей клеящей способности клей ПВА абсолютно нетоксичен, пожаро- и взрывобезопасен, что позволяет использовать его в домашних условиях и детских учреждениях.

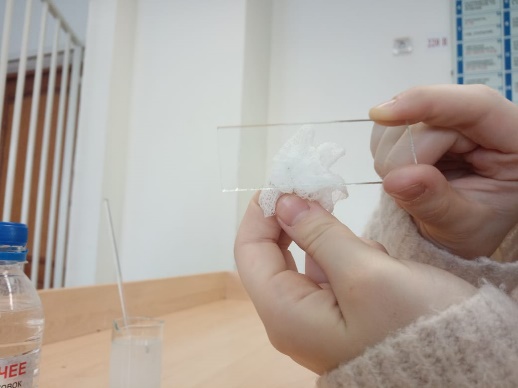
**Практическое использование результатов эксперимента:**

* В ходе исследований было выявлено, что на качество и срок хранения клея влияют как клеящие компоненты, так и свойства вводимых добавок.
* По экспериментальным данным по таким показателям качества как внешний вид, цвет, консистенция все образцы соответствуют требованиям ГОСТ.
* *Во всех образцах превышена* концентрация ионов водорода.
* *Не соответствуют* ГОСТ образцы №1, 2 по определению осаждения при разбавлении.
* *Высокая клеящая способность* экспериментально определена для образцов №3, №5.
* Рекомендовано к использованию (Приложение 4)
* ПВА-М. Универсальный Россия г.Рязань
* ПВА-М. Универсальный Россия Московская область с.Федино

Список используемой литературы

1. Айрапетян Л.Х., Заика В.Д., Елецкая Л.Д., Яншина Л.А. Справочник по клеям: Санкт-Петербург: Изд-во «Химия», 1990.
2. Бегунков О.И. Испытания жидких клеевых материалов: Методические указания. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2002.
3. Кардашов Д.А., Петрова А.П. Полимерные клеи. Создание и применение. – Москва: Изд-во «Химия», 1983.
4. Хрулев В.М. Синтетические клеи и мастики: Учебное пособие. – Москва: Изд-во «Высшая школа», 1991.
5. ГОСТ 18992-80 Дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная. Технические условия.
6. ГОСТ 190329 – 82 Дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная. Технические условия.
7. ГОСТ 28780-90 Клеи полимерные. Термины и определения.
8. ГОСТ 30535-97 Клеи полимерные. Номенклатура показателей.
9. ГОСТ 9980.1-86 Материалы лакокрасочные Правила приемки.
10. ГОСТ 9980.2-86 Материалы лакокрасочные. Отбор проб для испытаний.
11. <http://www.bitumsibir.ru/> «гидроизоляция»
12. <http://www.znaytovar.ru/>
13. <http://ru.wikipedia.org/>
14. [http://www.drevesinas.ru/proizvmebeli/glue/4.html#](http://www.drevesinas.ru/proizvmebeli/glue/4.html)
15. <https://vuzlit.ru/1534803/pokazateli_kachestva_kleya_metody_opredeleniya>
16. <https://studref.com/689982/stroitelstvo/metodika_laboratornyh_ispytaniy_kleev_kleevyh_soedineniy>
17. <https://www.vseinstrumenti.ru/krepezh/klej/articles/tehnicheskie_harakteristiki/>
18. [https://xn--b1aafeqcbxpcbxdjdebh.xn--p1ai/klei-pva-sostav-tehnicheskie-harakteristiki](https://твойдомстройсервис.рф/klei-pva-sostav-tehnicheskie-harakteristiki)

Приложение 1



Приложение 2



Приложение 3



Приложение 4

