

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКРИЛОВЫХ ДИСПЕРСИЙ

*Иманкулова Айым Сатаровна*, д.т.н., профессор, Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматов 66, Тел: 0312-56-14-62, e-mail: ias-52

*Курманалиева Айзат Курушбековна*, ст. преп., Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматов 66, Тел: 0704 782109, e-mail: ayzat.kurmanalieva.78@mail.ru

**Аннотация.** Цель данной работы заключается в исследовании физико-механических свойств ранее полученных композиционных материалов с использованием акриловых дисперсий. Композиционные материалы - армированные пластики, лакокрасочные покрытия и другие - широко применяются в различных отраслях промышленности. В последнее время значительно возрос интерес к композиционным текстильным материалам на основе акриловых дисперсий. Водные акриловые дисперсии с успехом используют для производства специальных клеев, к которым предъявляются повышенные требования. К числу их главных преимуществ относятся простота в обращении благодаря низкой вязкости даже при сравнительно большом содержании полимера и негорючесть, объясняемая отсутствием органических растворителей. Они хорошо зарекомендовали себя, в частности, при веллоровой отделке тканей, бумаги или пленок из мягких пластиков электростатическим опылением или изготовлении клеящей ленты. Специфическая особенность акриловых дисперсий — внутренняя пластификация, достигаемая применением сополимеров и не снижающаяся в процессе эксплуатации.

В данной работе проводились экспериментальные исследования по определению физико-механических свойств, полученных композиционных материалов с использованием акриловых дисперсий.

**Ключевые слова:** эмульсия, порошок, процесс, механизм, смачивания, разрывная нагрузка, относительное разрывное удлинение, толщина, поверхностная плотность, жесткость, кожевенная крошка, механическая прочность, акриловая дисперсия, базальтовая крошка, волокна, базальт, ширина, длина, пленка, материал, отход, прочность, свойств, клей.

## STUDY OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS USING ACRYLIC DISPERSIONS

*Imankulova Ayim Satarovna*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov Ave. 66, Tel: 0312-56-14-62, e-mail: ias-52

*Kurmanalieva Aizat Kurushbekovna*, Art. lecturer, Kyrgyz State Technical University. I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov Ave. 66, Tel: 0704 782109, e-mail: ayzat.kurmanalieva.78@mail.ru.

**Abstract.** The purpose of this work is to study the physical and mechanical properties of the obtained composite materials using acrylic dispersions. Composite materials - reinforced plastics, paint coatings and others – are widely used in various industries. Recently, there has been a significant increase in interest in composite textile materials based on acrylic dispersions. Aqueous acrylic dispersions are successfully used for the production of special adhesives, which are subject to increased requirements. Their main advantages are ease of handling due to their low viscosity even with a relatively high polymer content and incombustibility due to the absence of organic solvents. They have proven themselves particularly well in velor finishing of fabrics, paper or soft plastic films by electrostatic dusting or in the production of adhesive tape. A specific feature of acrylic dispersions is internal plasticization achieved by the use of copolymers and does not decrease during operation.

In this work, experimental studies were carried out to determine the physical and mechanical properties of the obtained composite materials using acrylic dispersions.

**Keywords:** emulsion, powder, process, mechanism, wetting, breaking load, elongation at break, thickness, surface density, hardness, leather chips, mechanical strength, acrylic dispersion, basalt chips, fibers, basalt, width, length, film, material, waste, strength, properties, glue.

Общепризнанно, что уровень развития техники в значительной степени определяется наличием необходимых материалов. Наиболее наглядно это можно проследить на примере развития древних цивилизаций, когда изобретение или создание нового прогрессивного материала становилось толчком к развитию техники и цивилизации. Недаром технический уровень развития цивилизации характеризуют видом материала, позволявшего создавать в свое время наиболее передовые орудия и средства производства. Так были каменный век, бронзовый век, железный век. Настоящее время многие ученые называют «век композиционных материалов» [1].

Настоящее время отличается высокими темпами научно-технического прогресса. Бурное развитие современной техники требует все новых материалов с заранее заданными свойствами. Требуются материалы со сверхвысокой прочностью, твердостью, жаростойкостью, коррозионной стойкостью, другими характеристиками и совместным сочетанием этих свойств. Вместе с тем, в настоящее время известны сотни тысяч различных некомпозиционных природных и искусственных материалов, которые уже не отвечают возрастающим требованиям. При этом открытие принципиально новых материалов происходит крайне редко. Это свидетельствует о том, что подавляющее большинство «простых» (некомпозиционных) материалов уже открыто, и ждать в этом направлении больших достижений не приходится. Но научно-технический прогресс не останавливается и требует новых материалов. Поэтому основное и долгосрочное направление в разработке новых материалов сейчас состоит в создании материалов путем соединения различных уже известных материалов, то есть – в получении композиционных материалов (КМ).

Композиционные материалы являются сложными, в состав которых входят сильно отличающиеся по свойствам нерастворимые или мало растворимые друг в друге компоненты, разделённые в материале ярко выраженной границей. Свойства композиционных материалов в основном зависят от физико-механических свойств компонентов и прочности связи между ними. Отличительной особенностью композиционных материалов является то, что в них проявляются достоинства компонентов, а не их недостатки. Вместе с тем композиционным материалам присущи свойства, которыми не обладают отдельные компоненты, входящие в их состав.

Полученные ранее новые композиционные материалы имеет в составе: отходы кожевенной промышленности, отходы базальтовых волокон местного производства и качестве связующего компонента – водную дисперсию сополимера эфиров акриловой кислоты и винилацетата Лакротэн Э-51 – ТУ 2241-020-51769914-2004.

Базальт – магматическая вулканическая горная порода основного состава нор-

мального ряда щёлочности из семейства базальтов. Образование базальтов происходит при излиянии и застывании лавы основного состава (содержание  $\text{SiO}_2$  45-52%), как на поверхности континентов, так и глубинах океанов. Базальты являются самыми распространёнными на Земле магматическими оородами. Большая их часть образуется в срединно-океанических хребтах – областях расхождения тектонических плит с повышенной сейсмической активностью. Базальты также встречаются на других планетах и их спутниках. Нередко базальты образуют интересные формы рельефа, как, например, базальтовые колонны правильной пяти- или шестиугольной формы, которые появляются, когда на слое магмы возникают трещины. Такие базальтовые образования встречаются в Ирландии (Дорога гигантов), Шотландии (Фингалова пещера), США (Башня дьявола), Исландии (водопад Свартифосс) и в других точках нашей планеты.

Термин «базальт» как название конкретной породы впервые использовал немецкий ученый Георг Агрикола, которого считают одним из основоположников минералогии.

Добыча базальта в Кыргызстане снизилась на 72,4%. Базальтовые волокна становятся весьма перспективным материалом, если принять во внимание большие запасы базальтовых и алевролитовых пород в Кыргызстане и хорошо отработанные технологии получения волокон с помощью электрического нагрева [4].

Большие запасы алевролитового сырья в Кыргызстане предопределили результаты исследования, представляющего собой сравнительный анализ состава и свойств супертонких волокон, полученных из базальта и алевролитового сырья, с целью широкого использования алевролита при производстве супертонкого минерального волокна.

Современное кожевенное предприятие отличается высоким уровнем механизации труда, наличием автоматизированного оборудования, применением химических материалов, которые улучшают качество кожи и существенно ускоряют процессы производства. В настоящее время назрела особая необходимость революционизирующего преобразования промышленности путем интенсификации производства, внедрения достижений науки и техники, значительного улучшения качества продукции.

За последнее десятилетие внесены существенные изменения в технологию кожевенного производства. Это вызвано как повышенными требованиями к качеству и ассортименту натуральных кож, так и экологическими соображениями [5]. Кожевенное производство сегодня – одно из самых емких по использованию многочисленных химических материалов и аппаратуры, в основном зарубежного производства. Это вызывает определенные сложности в управлении таким производством.

Кожевенно-меховая промышленность потребляет на технологические нужды гораздо больше воды, чем другие отрасли легкой промышленности. Это связано с тем, что все процессы переработки кожевенно-мехового сырья происходят в водной среде, что приводит к образованию большого количества сточных вод, содержащих в основном растворимые протеины и излишки используемых химических материалов [18]. Переработка отходов кожевенного производства включает и утилизацию осадков, образующихся при очистке сточных вод. Эта проблема стала особенно актуальной в связи с введением во многих странах ограничений на захоронение осадков, в т. ч. и образующихся на кожевенных заводах.

Известны различные способы утилизации отходов кожевенного производства, технология которых определяется назначением получаемого материала.

Известен способ переработки кожевенных отходов в кожевенный порошок, заключающийся в замачивании кожевенных отходов в водной среде в течение 2-6 часов с добавлением гидролизующего агента - соли щелочного металла в количестве 0,5-3 м. ч и последующей сушке отходов при 130-150 $^{\circ}$ С в течение 20-80 мин. Для получения конечного продукта высушенный кожевенный материал помещают сначала в мельницу, где размалывают до диаметра менее 5 мм, а затем измельченный материал переносят в дисковый дезинтегратор. Получаемый этим способом кожевенный порошок состоит из частиц диаметром менее 100 мкм [6]. Недостатком известного способа является большое

потребление воды, образование сточных вод, требующих очистки, а также повышенная энергоемкость процесса, связанная с сушкой кожевенных отходов после замачивания. Наиболее близким аналогом является способ переработки кожевенных отходов в кожевенный порошок, заключающийся в том, что увлажняют кожевенные отходы, предварительно размалывают отходы натуральной кожи до частиц размером 0,5-5 мм и осуществляют последующее измельчение увлажненных отходов и последующую сушку отходов [5].

Отходы кожевенного производства - мелкая крошка кожи с размерами частиц от 1 до 10 мм - является хорошим материалом для закупорки поглощающих каналов и уменьшения растекаемости тампонажных смесей.

В кожевенном производстве акриловые дисперсии используют, во-первых, для отделки поверхности кожи и, во-вторых, при переработке отходов от раскроя и вырубки. Пленочное покрытие должно быть достаточно гибким и вместе с тем твердым и стойким к растворителям нитролаков. Для грунтовки кожи весьма пригодны частички сшитые полимеры, обладающие высокой стойкостью к растрескиванию, растворителям и воздействию низких температур. Для получения верхних слоев применяют более твердые, нелипкие дисперсии акриловых сополимеров. Если требуется, к ним добавляют пигменты, небольшое количество спирта, способствующего проникновению дисперсий в жирную кожу, а иногда и восковые эмульсии, улучшающие сопротивление истиранию и снижающие клейкость покрытия при глажении. Относительно легкие кожи, идущие на изготовление галантерейных товаров, отделывают мягкими полимерами низших акриловых эфиров, на более тяжелые кожи наносят более твердые пленочные покрытия [5].

Для оптимизации свойств выбирают компоненты с резко отличающимися, но дополнительными друг от друга свойствами.

В основе производства композиционных текстильных материалов (КТМ) лежат клеевой, огневой и прошивной способы соединения двух и более текстильных материалов. Наиболее прогрессивным является клеевой способ. В качестве полимерного связующего используются полиамидные, полиэтиленовые, акриловые и другие клеевые композиции, с температурой плавления 80-130 °С. Однако такие полимеры в основном закупаются за рубежом. Кроме того, производители КТМ не всегда учитывают интересы потребителя [2,3].

Совместная работа специалистов химиков - технологов и швейников позволит решить данную проблему. Производство новых высококачественных материалов и швейных изделий может быть достигнуто за счет применения полимерных адгезивов, обладающих высокой когезионной прочностью и адгезией к текстильным материалам, а также разработки технологий КТМ и швейных изделий, отвечающих экономическим и экологическим требованиям современности. Развитие клеевой технологии осуществляется одновременно с фундаментальными исследованиями адгезии полимеров к текстильным материалам. В настоящее время еще не сформировалась единая теория адгезии термопластичных полимеров к текстильным волокнам, которая позволила бы получать КТМ с заданными свойствами. Поэтому разработка новых и совершенствование существующих технологий производства КТМ и швейных изделий на основе новых акриловых сополимеров является актуальной проблемой. Разработка технологии КТМ на основе отечественных акриловых сополимеров, характеризующихся высокой когезионной прочностью и адгезией к текстильным материалам, позволит не только повысить качество и конкурентоспособность продукции, но и сократить затраты на закупку импортной продукции.

Для нового композиционного материала применяется связующий компонент-водная дисперсия сополимера эфиров акриловой кислоты и винилацетата Лакротэн Э-51 – ТУ 2241-020-51769914-2004. В настоящее время для создания покрытий находят применение акриловые водные дисперсии. Акриловые дисперсии представляют собой твердые, эластичные, мягкие или липкие при обычной температуре, бесцветные и прозрачные продукты. Они термопластичны и легко подвергаются переработке различными технологическими способами [1]. Стирол-акриловые дисперсии имеют высокую скорость отверждения и образуют декоративную пленку, обладающую высокой эластичностью,

хорошей адгезией к различным материалам, водостойкостью, паропроницаемостью и малой токсичностью [2].

Используемые сырьевые материалы:

- базальтовая крошка,
- отходы СП Булгаары (кожевенная крошка),
- водная дисперсия сополимера эфиров акриловой кислоты и винилацетата Лакротэн Э-51 – ТУ 2241-020-51769914-2004(связующий компонент)

Кожевенная крошка, используется как теплозащитный компонент. Базальтовая крошка для теплоизоляции

Базальтовая крошка – относительно новый, удобный и экономичный минераловатный теплоизоляционный материал, получаемый при изготовлении базальтовых цилиндров для теплоизоляции труб.

В процессе изготовления базальтовых скорлуп и цилиндров используется качественное и дорогое сырье высокого качества - базальтовые маты. Технология изготовления скорлупы из базальта предполагает остаток "обрезь" от используемого сырья, которым является минераловатные плиты из базальта.

Это не отходы минеральной ваты, а именно первичное сырье, которое имеет отличные теплоизоляционные свойства и уникальные качества теплопроводности.

Физико-механические свойства базальтовой крошки: окраска темная, черная, темно-серая. Структура: плотное строение, тонкозернистое. Текстура пористая, миндалекаменная или массивная. Излом неровный. Шероховатый на ощупь, удельный вес-26-3,11г/см<sup>3</sup>. Твердость по шкале Мооса от 5 до 7. Температура плавления 1100-1450°С. Тонина 70 - 240 мкм, извитость 19%, длина – 55 мм, прочность – 10,8 - 14,0 кН/текс, разрывное удлинение 25 – 35 %, гигроскопичность 8 - 9%. Является негорючим материалом (группа горючести НГ), длительный период разложения (50 лет), химическая стойкость, теплопроводность (0,042 Вт/(мК)), водопоглощение (не более 2 %), плотность 25-35 кг/куб.м (легко можно уплотнить механически до 60 кг/куб.м, дальнейшее уплотнение приведет к увеличению коэффициента теплопроводности).

Теплоизоляционные свойства: базальтовая крошка состоит из тончайших волокон, хаотично соединенных между собой и образующих ячейки, заполненные воздухом.

Противопожарные свойства: в отличии от эковаты, материалы из базальтовой ваты эффективно препятствуют распространению пламени и могут использоваться в качестве противопожарной изоляции и огнезащиты.

Высокая паропроницаемость: если в каком-то случае вода и проникнет в волокно, то после прекращения такого воздействия влага из нее испарится. Хорошо пропускает водяной пар, каменная вата практически всегда остается сухой, сохраняя внутренний температурный режим помещения.

Безопасность и экологичность: крошка базальтовая безопасна для экологии и здоровья человека. Она нетоксична, не подвергается биологическому разложению, не имеет запаха.

Преимущества применения: обладает эластичностью и легкостью, обладает малой усадкой и не аккумулирует влагу, легкость монтажа в труднодоступных местах, позволяет заполнить все имеющиеся пустоты и трещины конструкций, позволяет создать ровный, плотный непрерывный слой теплоизоляции, гарантирует отсутствие «мостиков холода и гарантирует сокращение энергозатрат на отопление

В настоящее время в нашей стране наблюдается устойчивая тенденция роста потребности отрасли в базальтовой крошке. Рынок активизируется, и все больше заказчиков заинтересованы в использовании технологии автоматизированного монтажа насыпной крошки из базальта, и даже вспомогательных слоев теплоизоляции из отходов базальтового производства.

Таким образом структура ранее полученного композиционного материала представлена на Рис.1.



Рис. 1. Структура композиционного материала с использованием акриловой дисперсии

Получены экспериментальные образцы новых композиционных материалов. Далее проводились экспериментальные исследования определения следующих физико-механических свойств: разрывная нагрузка, относительное разрывное удлинение, жесткость, поверхностная плотность, толщина.

По полученным результатам экспериментальных исследований (табл.1) проведен предварительный анализ свойств композиционного материала по физико-механическим характеристикам.

Таблица 1.

Показатели основных физико-механических характеристик полученного композиционного материала с использованием акриловой дисперсии.

Показатели	Концентрация связующего, в %		
	7	10	15
Разрывная нагрузка $P_p$ , Н	$\frac{623}{602}$	$\frac{678}{655}$	$\frac{716}{697}$
Относительное разрывное удлинение $\epsilon_p$ , %	$\frac{37}{34}$	$\frac{38}{35}$	$\frac{38}{36}$
Жесткость EI, мкН·см <sup>2</sup>	$\frac{17255}{19203}$	$\frac{18472}{19569}$	$\frac{18765}{19890}$
Поверхностная плотность $M_s$ , г/м <sup>2</sup>	$\frac{519.6}{533,2}$	$\frac{604.5}{624,2}$	$\frac{637}{689,4}$
Толщина b, мм	$\frac{2.3}{2.4}$	$\frac{2.3}{2.5}$	$\frac{2.4}{2.5}$

Для определения оптимального состава компонентов нового композиционного материала проводились также экспериментальные исследования с различными комбинациями компонентов и с различной концентрацией раствора связующего компонента. Изменялись длина волокон армирующей основы - 0,5÷1,5 см, из восстановленных отходов легкой промышленности и отходов кожевенного производства. [14]

Исследовалось влияние состава связующего на свойства композиционного материала, изготовленного на основе отходов кожевенного производства по разработанной нами методике. Рассматривались такие свойства, как разрывная нагрузка, разрывное удлинение, жесткость, поверхностная плотность и толщина. Полученные результаты экспериментальных исследований приведены в таблице 2.

Влияние концентрации раствора связующего компонента на свойства нового композита

Показатели композита из отходов	Концентрация связующего, в %						
	5	10	15	20	22	25	26
Разрывная нагрузка $R_p$ , Н	264	268	274	276	279	289	292
Относительное разрывное удлинение $\epsilon_p$ , %	38	42	45	47	48	49	49
Жесткость $EI$ , $\text{мкН}\cdot\text{см}^2$	3456	3558	4460	4320	4998	5129	6017
Поверхностная плотность $M_s$ , $\text{г}/\text{м}^2$	311	320	342	348	353	361	369
Толщина $b$ , мм	3,4	3,42	3,43	3,45	3,5	3,56	3,6

Как видно из таблицы 2, анализ приведенных данных позволяет выявить, что с повышением концентрации связующего происходит повышение значений исследуемых характеристик материала: разрывной нагрузки и относительного разрывного удлинения, жесткости при изгибе и поверхностной плотности. Следует отметить, что за оптимальную концентрацию связующего компонента можно принять 15-20%.

При этом составе связующего компонента разрывная нагрузка составляет 274-276  $R_p$ , относительное разрывное удлинение 45-47  $\epsilon_p$ , %, жесткость - 4460-4320  $\text{мкН}\cdot\text{см}^2$ , поверхностная плотность - 342-348  $M_s$ ,  $\text{г}/\text{м}^2$ , толщина - 3,43-3,45  $b$ , мм. Все эти параметры наиболее оптимальны.

### Выводы

На основании экспериментальных исследований представлены следующие комбинации компонентов: армирующих основ - волокон разной длины (0,5 - 1,5 см, из восстановленных отходов текстильной и кожевенной промышленности - базальтовые и кожевенные крошки), и связующих - водная дисперсия сополимера эфиров акриловой кислоты и винилацетата Лакротэн Э-51 - ТУ 2241-020-51769914-2004.

Полученный композиционный материал с использованием акриловых дисперсий характеризуется разрывной нагрузкой 274 - 276 Н; относительным разрывным удлинением 45 - 47 %; жесткостью 4460 - 4320  $\text{мкН}\cdot\text{см}^2$ ; поверхностной плотностью 342 - 348  $\text{г}/\text{м}^2$  при толщине 3,43 - 3,45 мм. и температурный режим составляет 15 - 20 °С. При 15-20% концентрации связующего компонента.

### Литература

1. Фрейдин А. С. Прочность и долговечность клеевых соединений. М.: Химия, 1981.-270 с.157
2. Куликова А. Е. Акриловые сополимеры // Пласт, массы. — 1989. № 12.- С. 8-9.
3. Глубшин П. А. Применение полимеров акриловой кислоты и ее производных в текстильной и легкой промышленности. М.: Легкая индустрия, - 1985. - 205 с.
4. Хавкина Б. Л. Особенности структурных превращений в акриловых дисперсиях (обзор) // Пласт, массы. 1991. - №3. - С. 12-16.

5. Справочник по клеям // Под ред. Г. В. Мовсяна. Л.: Химия, 1980.- 304 с
6. Елисеева В. И. Полимерные дисперсии. М.: Химия, 1980. - 296 с.
7. Гидрофильные сополимеры на основе акрилатов / Е. С. Ключин, Т. Л. Переплетчикова, М. Б. Фисенко и др. // Пласт, массы. 1999. - № 6. - С. 21
8. Вододисперсионные акриловые клеи / Е. С. Ключин, Л. М. Шевчук, Т. А. Валешная и др. // Пласт, массы. -1999. - № 6. - С. 41-42.
9. Клеи для этикеток // РЖ Легкая промышленность. 1998. - № 4. - 4В6Т. - Реф. ст.: Ablosbarer textilklebstoff // Coating. - 1998.-32, №2. - S. 156.
10. Хамидулова З. С. Прочные акриловые клеи / З. С. Хамидулова, А. П. Синеоков // Пласт, массы. 1989. - № 12. - С. 40-42.
11. Manfred Schwartz. Лакокрасочные материалы на основе акриловых латексов // Лакокрасочные материалы и их применение. 2003. - № 5. - С 8-12.
12. Кокеткин П. П. Механические и физико-химические способы соединения деталей швейных изделий. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 200 с.
13. Артемов А. В. Физико-химические и физико-механические свойства полиэфироуретановых пленок, модифицированных добавками полиэтиленгликолей / А. В. Артемов, Ю. М. Куштов // Хим. волокна. -1999.-№4.-С. 46-48.
14. Иманкулова А.С. Акриловые и стиролакриловые дисперсии как связующие компоненты текстильных комплексных материалов / Иманкулова А.С., Курманалиева А.К. // Известия КГТУ им. И.Раззакова Теоретический и прикладной научно-технический журнал- №2 (50) Часть II. 142-155стр. 2019г.