

Юсупов Зарифджон Нематджонович

канд. физ.-мат. наук, доцент

Худжандский государственный университет

им. академика Б. Гафурова

г. Худжанд, Республика Таджикистан

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ПРОЧНОСТЬ И СТРУКТУРУ НАТУРАЛЬНОЙ И ИСКУССТВЕННОЙ КОЖИ

***Аннотация:** в статье были приведены результаты систематических исследований влияния солнечной радиации на прочность и разрушение натуральной и искусственной кожи.*

Солнечная радиация для полимеров является одним из самых распространённых и действенных дестабилизирующих факторов, который почти во всех случаях приводит к деструктивным явлениям. В науке о материалах и в физике твёрдого тела это явление называют фотодеструкцией. В результате, действия квантов солнечных лучей (в основном ультрафиолетовой части спектра) происходит распад цепей полимера, а следовательно это ведёт к потере механической прочности и снижению долговечности.

***Ключевые слова:** температура, влажность, солнечная радиация, натуральная кожа, искусственная кожа, полимеры, образцы, полимеризация, фотодеструкция.*

Композиционные материалы (КМ) находят широкое применение в различных областях современной науки, техники и производства, включая судостроение, приборостроение, авиакосмическую технику, а также в производстве мебели и товаров повседневного спроса. В связи с этим, исследования прочностных и деформационных характеристик композиционных материалов с добавлением промышленных синтетических веществ становятся особенно актуальными. В производственных процессах важную роль играет технология организации адгезионных контактов и регулирования их физических и функциональных

свойств, что делает эти материалы привлекательными, а порой и единственными возможными для соединения элементов различной конструкции.

Адгезионные контакты представляют собой структурные элементы и неотъемлемые части современных композиционных материалов. Работоспособность и долговечность механизмов и машин, в которых широко применяются композиты, в значительной степени зависят как от прочности и долговечности самих адгезионных контактов, так и от природы адгезионных пар, обеспечивающих надежную связь. Также на эти характеристики влияют интенсивность воздействия внешних факторов, механическая нагрузка, температура и другие условия эксплуатации.

В последнее время опубликовано множество исследований, посвященных влиянию указанных факторов на прочность и долговечность композиционных материалов, которые, как правило, определяются экспериментальным путем. Поэтому исследование влияния внешних факторов на прочность и процессы разрушения композиционных материалов представляет собой своевременную и актуальную задачу в области науки о прочности и деформации, а также в технологии производства.

Исследования, касающиеся долговечности и частичного разрушения композиционных материалов под воздействием внешних факторов на микроскопическом уровне, позволяют выявить общие закономерности разрушения адгезионных контактов и соединений в композиционных материалах с различной объемной долей волокон и матриц [4]. Результаты таких исследований предоставляют возможность прогнозировать не только долговечность реально исследуемых материалов и образцов, но и свойства проектируемых конструкций из композиционных материалов или их элементов.

В данной статье автор представляет результаты анализа влияния солнечной радиации на структуру и прочность исследуемого композита. Влияние солнечной радиации на полимеры и биологические системы является одним из наиболее распространенных и мощных ионизаторов, приводящих к дестабили-

зации атомов и молекул в образцах материала. В данном случае объектом исследования выступают как натуральные, так и искусственные полимеры.

Ранее проведенные эксперименты показывают, что почти во всех случаях воздействия солнечной радиации наблюдаются деструктивные разрушения в искусственных полимерах. Это явление называется фото деструкцией [1–2]. В результате действия квантов солнечной энергии, преимущественно в ультрафиолетовой части спектра, происходит распад сильно растянутых цепей полимера, что, в свою очередь, приводит к снижению прочности и долговечности исследуемого материала.

Ранее проведенные исследования продемонстрировали, что влиянию солнечной радиации на прочность и долговечность полимеров посвящено значительное количество научных работ, многие из которых описывают только фотодеструкцию структуры синтетических аморфных и аморфно-кристаллических полимеров. Натуральные полимеры, такие как кожа, несмотря на их широкое практическое применение, остаются вне поля зрения исследователей.

С учетом условий лаборатории физики Худжандского научного центра Академии наук Республики Таджикистан были проведены эксперименты и анализы влияния солнечной радиации на прочность и структуру как натуральных, так и искусственных полимеров.

Методика проведения лабораторный эксперимента

Образцы, изготовленные из натуральной и искусственной кожи толщиной 1,1–1,2 мм, были вырезаны в форме прямоугольников размером 60x10 мм. После этого образцы были размещены на специальном древесном поддоне и выставлены на солнечное воздействие, имитируя условия, аналогичные крыше здания. Доска была установлена таким образом, чтобы солнечные лучи в полдень падали перпендикулярно на поверхность подготовленных образцов. Время, в течение которого образцы находились под воздействием солнечного света, варьировалось от 0 до 400 часов. Оценка влияния дозы солнечной радиации на прочность образцов проводилась на различных высотах:

а) На высоте 350 м над уровнем моря (на территории Худжандского научного Центра);

б) На высоте 1000 м над уровнем моря, в посёлке Фирдоуси, расположенном в районе Шахристан.

Утром температурный режим в месте нахождения образцов составлял около 30 °С, а к середине дня повышался до 55–60 °С (май-июнь 2024 г., ХНЦ, г. Худжанд). Эксперименты в районе Шахристан проводились в период с июня по август 2024 года, при этом температура колебалась от 25 °С (утром) до 50 °С (в середине дня) и 30 °С на закате солнца. Влажность воздуха во время экспозиции образцов не учитывалась. Испытания образцов проводились в условиях одноосного растяжения.

На графике 1 представлена зависимость прочности образцов натуральной кожи от времени экспозиции под воздействием солнечной радиации на различных высотах. Как видно из представленного графика, зависимость прочности натуральной кожи от времени воздействия солнечной радиации на высоте 350 м (график 1) и 1000 м (график 2) над уровнем моря демонстрирует нелинейное снижение прочности образцов из натуральной кожи с увеличением времени экспозиции. Экспериментаторы отметили, что скорость потери прочности на больших высотах значительно превышает таковую на низких высотах.

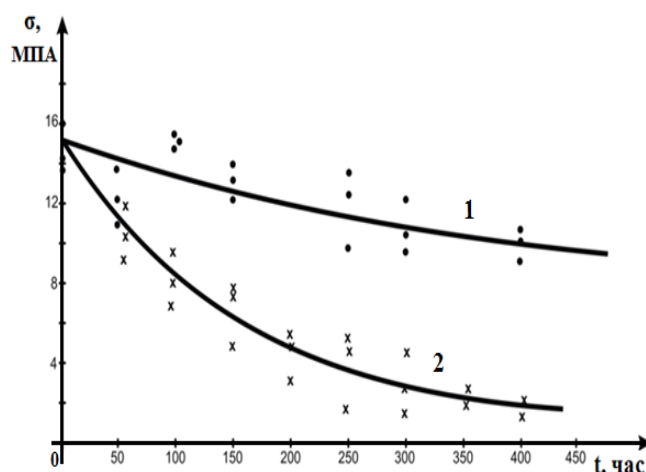


Рис. 1. График 1. Зависимость прочности натуральной кожи от времени действия солнечной радиации на высоте 350 м (1) и 1000 м (2) над уровнем моря.

Обсуждение полученных результатов.

Потеря прочности материалов в зависимости от высоты над уровнем моря может быть обусловлена изменениями уровня солнечного излучения и атмосферного давления. Известно, что атмосфера Земли поглощает значительную часть солнечной радиации, и с увеличением высоты интенсивность этого излучения значительно снижается, что приводит к увеличению прочности материалов в нижних слоях атмосферы.

На больших высотах уровень солнечной радиации, напротив, возрастает по сравнению с нижними слоями атмосферы, что предполагает более выраженное деструктивное воздействие на материалы. Экспериментальные данные подтверждают данное предположение.

В таблице представлены результаты испытаний прочности натуральной кожи на высоте 350 м над уровнем моря. Исходная прочность образцов до экспозиции составила $\sigma=14,7$ МПа, а после 400 часов воздействия на высоте 350 м она снизилась до $\sigma=10,4$ МПа, что соответствует потере прочности около 29%.

Также в таблице приведены результаты испытаний для идентичных образцов кожи на высоте 1000 м над уровнем моря. Для необлучённых образцов прочность составила $\sigma=14,7$ МПа, а после 400 часов экспозиции на высоте 1000 м она снизилась до $\sigma=2$ МПа, что указывает на восьмикратное падение прочности.

Экспериментальные данные, полученные при исследовании искусственной кожи, показали, что изменения прочностных характеристик имеют несколько иной характер. Как видно из графика зависимости прочности от времени, после предварительного облучения она демонстрирует экстремальный характер с максимумом в диапазоне 100–200 часов. Зафиксированное изменение потери прочности на высоте 1000 м приблизительно в два раза больше, чем на высоте 350 м над уровнем моря. Подобные изменения зависимости прочности искусственной кожи от времени экспозиции под воздействием солнечной радиации на высотах 350 м (1) и 1000 м (2) над уровнем моря представлены на графике 2.

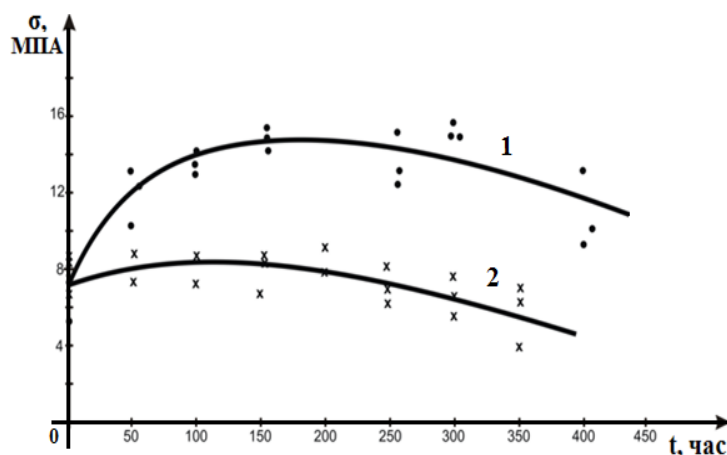


Рис. 2. График 2. Зависимость прочности искусственной кожи от времени экспозиции под солнечной радиацией на высотах 350 м (1) и 1000 м (2) над уровнем моря.

В соответствии с нашими исследованиями, характер зависимости прочности от уровня воздействия радиации, вероятно, обусловлен взаимодействием в полимере как минимум двух конкурирующих процессов: фотополимеризации и фотодеструкции. Анализ графика 2 позволяет предположить, что в диапазоне 100–200 часов воздействия солнечной радиации происходит завершение процесса полимеризации, что, в свою очередь, приводит к увеличению прочностных характеристик материала. Однако по мере завершения фотополимеризации наблюдается резкое увеличение деструктивных процессов в материале, вызванное действием радиации. Мы полагаем, что с момента начала экспозиции начинают действовать оба механизма, при этом на начальном этапе преобладают процессы полимеризации, а с завершением этих процессов начинают доминировать деструктивные.

Деструкционные процессы происходят в результате разрывов полимерных цепей под воздействием ультрафиолетовых квантов солнечной энергии, что приводит к образованию дефектной структуры в материале. Экспериментальные данные показывают, что на высоте 1000 м над уровнем моря, из-за высокой интенсивности радиации, процесс фотополимеризации не наблюдается, и фиксируется лишь фотодеструкция, вызванная разрывами сильно растянутых связей под действием солнечной энергии.

Таким образом, деструктивные эффекты облучения оказываются столь значительными, что процесс фотополимеризации становится практически незаметным по сравнению с фотодеструкцией. Результаты экспериментов демонстрируют, что при высоких дозах солнечной радиации скорость деструктивных процессов существенно зависит от уровня воздействия радиации, в результате чего фотополимеризация становится малозаметной в образцах искусственной кожи, что приводит к значительному снижению прочностных характеристик.

Сравнение графиков 1 и 2 показывает, что прочностные характеристики как натуральной, так и искусственной кожи значительно снижаются под воздействием солнечной радиации. При этом прочность искусственной кожи падает быстрее, чем прочность натуральной, что указывает на ее меньшую устойчивость к солнечной радиации. Экспериментальные данные подтверждают, что скорость снижения прочности искусственной кожи значительно превышает таковую для натуральной, что свидетельствует о более быстрой деструкции искусственных материалов под действием солнечной радиации.

Таким образом, результаты экспериментов показывают, что солнечная радиация оказывает различное влияние на прочностные характеристики натуральной и искусственной кожи. С увеличением времени экспозиции наблюдается нелинейное снижение прочностных свойств натуральной кожи, причем с увеличением дозы солнечной радиации наблюдаются значительные потери прочности в обоих случаях. В то же время, в случае искусственной кожи, при небольших дозах (до 150–200 часов) фиксируется увеличение прочности (до 100%), что свидетельствует о завершении процесса полимеризации под воздействием солнечной радиации. Однако дальнейшее увеличение времени экспозиции приводит к нелинейному снижению прочности. Сравнение прочностных характеристик натуральной и искусственной кожи под воздействием солнечной радиации позволяет сделать вывод о меньшей устойчивости искусственной кожи к деструктивным эффектам солнечной радиации.

Список литературы

1. Бобоев Т.Б. Фотомеханическое разрушение полимеров / Т.Б. Бобоев. – Душанбе: Матбуот, 2000. – 241 с.
2. Рэнби Б. Фотодеструкция, фотоокисление, фотостабилизация полимеров / Б. Рэнби, Я. Рабек. – М.: Мир, 1988. – 675с.
3. Томашевский Э.Е. Устройство для поддержания постоянного напряжения в одноосно растягивающемся образце / Э.Е. Томашевский, А.И. Слуцкер // Заводская лаборатория. – 1963. – №8. – С. 994–996.
4. Юсупов З.Н. Температурно-временная зависимость прочности АК кожа-кожа / З.Н. Юсупов, А. Абдуманонов // Учёные записки ХГУ им. акад. Б. Гафурова, 2004. – №7–8. – С. 37–42.