

## Streszczenie

Właściwości laminatów polimer-włókno mogą zmieniać się podczas użytkowania, ponieważ poszczególne komponenty ulegają degradacji. Zwiększenie odporności materiałów na czynniki środowiskowe i wydłużenie żywotności produktów to ważne kierunki dalszych badań. Spośród czynników przyczyniających się do degradacji laminatów, fotodegradacja spowodowana promieniowaniem ultrafioletowym (UV) jest prawdopodobnie najczęstszą przyczyną. Brak usystematyzowanej wiedzy na temat fotodegradacji laminatów polimerowo-włóknistych i brak znormalizowanych wytycznych dotyczących parametrów testowania fotodegradacji kompozytów stały się motywacją do przeprowadzenia badań.

W ramach badań określono wpływ promieniowania UV na strukturę i właściwości laminatów oraz opracowano metody ograniczania negatywnych skutków oddziaływania. Fotodegradację badano w środowisku naturalnym przez 36 miesięcy oraz w warunkach laboratoryjnych - stosując standardowe metody badań, a także metodę niestandardową. Ta nowatorska metoda stanowi odpowiedź na ograniczenia standardowych metod, włączając do badań promieniowanie UV-C oraz umożliwiając badania fotodegradacji przy stałej głębokości zanurzenia w wodzie.

Badania koncentrowały się na laminatach wzmacnianych włóknem węglowym o osnowie żywicy epoksydowej oraz laminatach wzmacnianych włóknem szklanym o osnowie żywicy epoksydowej i poliestrowej. Niezależnie od użytych materiałów wzmacniających i materiałów osnowy, promieniowanie UV powodowało zmiany próbek, w tym odbarwienia, matowienie, utratę transparentności, pękanie i stopniowe wykruszanie żywicy, co prowadziło do odsłonięcia włókien wzmacniających. Fotodegradacja laminatów początkowo zachodzi w cienkiej warstwie powierzchniowej, ale w miarę jej postępu zmiany stają się widoczne w całej objętości kompozytu. Laminaty o osnowie żywicy epoksydowej ulegają degradacji głównie na skutek fotodegradacji. Laminaty o osnowie żywicy poliestrowej, oprócz fotodegradacji, wykazują tendencję do degradacji hydrolitycznej spowodowanej osmozą cząsteczek wody. Prowadzi to do zmian na granicy międzyfazowej, co skutkuje zwiększoną ruchliwością włókien wzmacniających w polimerowej osnowie. Żywice epoksydowe w kontakcie z wodą ulegają fizycznemu pęcznieniu, co w połączeniu z fotodegradacją powoduje efekty synergistyczne, nasilając wykruszanie żywicy na powierzchni i powodując zmianę właściwości mechanicznych. Największe zmiany zaobserwowano dla wytrzymałości na zginanie, wytrzymałości na ścinanie międzywarstwowe i temperatury zeszklenia. W ramach pracy

opracowano metody konserwacji i naprawy laminatów polimerowo-włóknistych, w tym stosowanie powłok ochronnych ze stabilizatorami UV wykorzystujących różnorodne mechanizmy działania. Powłoki te można stosować zarówno zapobiegawczo, jak i naprawczo. Przedstawione wyniki badań wypełniają znaczną lukę w wiedzy dotyczącej mechanizmów fotodegradacji laminatów polimerowo-włóknistych w warunkach rzeczywistych i laboratoryjnych. Opracowane metody badawcze mogą służyć jako nowe standardy oceny procesów fotodegradacji laminatów. Wyniki umożliwiają praktyczne zastosowanie w projektowaniu i wytwarzaniu laminatów o zwiększonej trwałości. Najważniejszym osiągnięciem pracy jest przeprowadzenie unikatowych badań laminatów GFRP w naturalnych warunkach zewnętrznych oraz opracowanie nowej, innowacyjnej metody badań procesów fotodegradacji laminatów (i innych materiałów) w stałym zanurzeniu podwodnym.