

Oleh Kokorin, Vadym Chernov, Natalya Cherkashyna

Kharkiv Scientific – Centrum Badań Kryminalistycznych Ministerstwa Spraw Wewnętrznych Ukrainy

Identyfikacja strony szyby, z której doszło do uszkodzenia, jako typ zadań diagnostycznych w ramach badań kryminalistycznych

Streszczenie

Tematem artykułu jest konkretne zadanie diagnostyczne w zakresie kryminalistycznego badania śladów mające na celu ustalenie, z której strony szyba została uszkodzona, w zależności od lokalizacji zarysowań na powierzchniach przełomów. Zbadano działanie siły na szkło. Zanalizowano zmiany siły bocznej i momentu zginającego wpływających na taflę szkła, na którą działa siła przyłożona na środku badanego obszaru i na jej wolnym końcu. Ustalono miejsca, w których współczynniki siły mają maksymalne wartości. Wyznaczono kolejność powstawania promienistych i koncentrycznych pęknięć na szybie okna. Zbadano wzór zarysowań na brzegach pęknięć i na krańcowych powierzchniach fragmentów szkła. Rozpoznano mechanizm tworzenia się pęknięć promienistych i koncentrycznych, łukowatych linii i ząbków na krawędziach oraz na bokach uszkodzeń. Wyjaśniono proces powstawania wgłębionych pęknięć promienistych. Sformułowano rekomendacje w zakresie zabezpieczania obiektów ze szkła i kierowania ich do badań.

Słowa kluczowe: identyfikacja strony uszkodzenia, powstawanie pęknięć, pęknięcia promieniste i koncentryczne, wzór żłobień, brzegi pęknięć, wyraźnie zaznaczone pęknięcia promieniste

Istota problemu

W czasie oględzin miejsca zdarzenia funkcjonariusz dochodzeniowy i technik kryminalistyki często muszą zajmować się wybitymi szybami w oknach. Aby ocenić, czy mają one istotne znaczenie dla zdarzenia, konieczne jest ustalenie natury uszkodzenia szyby przez działanie jakiegoś obiektu, np. pocisku, silnego wiatru itp. Po stwierdzeniu faktu zbitcia szkła analizowany jest mechanizm uszkodzenia. Dodatkowo, w zależności od kierunku siły, w chwili gdy szkło było poddane jej działaniu, możliwe jest ustalenie, z której strony doszło do uderzenia (z wewnątrz pomieszczenia czy z zewnątrz). Jest to fakt istotny z punktu widzenia badań kryminalistycznych, od których zależy dochodzenie i wykrycie przestępstwa.

Badania kryminalistyczne pozwalają uzyskać odpowiedź na powyższe pytania, które z kolei ukierunkowują zadania diagnostyczne. Aby efektywnie przeprowadzić badania kryminalistyczne, przede wszystkim konieczne jest prawidłowe zebranie i zabezpieczenie techniczne (kryminalistyczne) fragmentów szkła i dostarczenie ich do laboratorium w celu dokonania dalszych czynności.

Odłamki albo fragmenty wyrobów szklanych są jednym z przedmiotów analizy kryminalistycznej i zajmują istotne miejsce w dochodzeniach w sprawach kradzieży, zabójstw, przestępstw drogowych i innych. Pewne

właściwości szkła bowiem umożliwiają wykorzystanie go jako dowodu nawet po upływie znacznego okresu od popełnienia przestępstwa (Кайргалиев, Лобачева, Васильев, 2014, s. 244).

Jak stwierdza inna autorka (Маланьина, 1984, s. 15), o specyfice wyrobów szklanych decyduje duża stabilność ich właściwości wewnętrznych: niezmienność cech, nieograniczony okres identyfikacji cech, stabilność formy, która determinuje zbiór cech morfologicznych.

Identyfikacja mechanizmu uszkodzenia i kierunku, z którego działała siła niszcząca (ustalenie strony, od której szkło zostało zбите), determinuje rodzaj zagadnień diagnostycznych w ramach badania szkła (Комкова, Беляева, Зайцев, 2006, s. 149–150).

Ekspert kryminalistyki musi zatem dysponować wiedzą fachową, technikami i metodami koniecznymi do opracowania tego typu ekspertyzy. Istotne jest więc zbadanie, od której strony dana szyba została zбита, na podstawie wzoru zarysowań na krawędziach pęknięć i krańcowych powierzchni odłamków.

Analiza najnowszych badań i publikacji

Kwestia kryminalistycznych badań materiałów, substancji i produktów była głównym przedmiotem badań naukowych (Кайргалиев i in., 2014; Маланьина, 1984; Митричев, Хрусталеv, 2003). W powyższych pracach

rozważano naukowe podstawy badań kryminalistycznych niektórych rodzajów materiałów, substancji i wyrobów, w tym szkła i ceramiki. Autorzy opracowali klasyfikację szkła i specyfikę zabezpieczania szklanych przedmiotów na miejscu zdarzenia. Ponadto zbadali metody i środki techniczne pozwalające na analizę składu, struktury i różnych właściwości substancji i materiałów na potrzeby ekspertyz kryminalistycznych.

Publikacja Комкова i in. (2006) zawiera informacje teoretyczne i praktyczne zalecenia odnośnie do ekspertyz dotyczących szkła i wyrobów szklanych. Przedstawiono w niej nowoczesne algorytmy przeprowadzania kompleksowych (śladowych i materiałowych) badań szkła, specyfiki produkcji i ekspertyz wyrobów z różnych rodzajów szkła, a także opis wyjaśniania konkretnych pytań (problemów) diagnostycznych.

Jednak kwestia określenia strony zbitcia szyby na podstawie zarysowań na krawędziach pęknięć i krańcowych powierzchni odłamków we wspomnianych powyżej pracach badawczych pozostaje niedostatecznie zbadana.

Celem artykułu jest więc zwrócenie uwagi na specyfikę rozwiązywania problemów diagnostycznych dotyczących określenia strony, od której siła działała na szkło, na podstawie rozmieszczenia zarysowań na czołach pęknięć i na krańcowych powierzchniach odłamków.

Cel badań

Wykonanie zadań diagnostycznych w ramach badania szkła ma na celu ustalenie przyczyn i warunków zmian właściwości obiektu, jego stanu początkowego oraz charakterystyki czasowej zdarzeń (Комкова i in., 2006, s. 149). Комкова i in. (2006, s. 36) odnotowali, że takie zadanie zwykle pojawia się w związku z prowadzonym śledztwem lub z rekonstrukcją przestępstwa. W tym przypadku przy podejmowaniu decyzji o przeprowadzeniu ekspertyzy brane są pod uwagę następujące kwestie: przyczyna uszkodzenia obiektu, mechanizm uszkodzenia, kierunek działania siły lub osoby, która działała siłą; narzędzie, którego działanie doprowadziło do zniszczenia obiektu, itp.

Комкова i in. (2006, s. 36) podkreślają, że rozwiązywanie powyższych problemów opiera się na ogólnych założeniach teorii wytrzymałości i cechach mechanizmu tłuczenia szyby, i odnoszą się do kształtu odłamków, topografii pęknięć, mikrożłobienia powierzchni uszkodzenia i cechy struktury wewnętrznej obiektu.

Poniżej zostaną omówione procesy zachodzące podczas działania siły na tafelę szkła. Jak stwierdzają Митричев i Хрусталеv (2003, s. 243), szkło mocowane w ramie jest wyginane pod wpływem siły. Zaobserwowali oni, że powierzchnia szyby, do której przykładana jest siła, ulega ścisnaniu, a powierzchnia przeciwna – rozciągnięciu. Dodatkowo, zdaniem tych autorów, wytrzymałość tafli szkła na ścisnienie jest znacznie większa, toteż pęknięcie szkła zaczyna się od powierzchni

rozciąganej, czyli przeciwnej do tej, na którą działa siła.

W celu oceny wytrzymałości szyby konieczne jest wyznaczenie obszarów, w których siły wewnętrzne (siła boczna Q i moment zginający M) osiągają maksymalne wartości. Według innych autorów (Леденева, Юганов, 2009, s. 146) wynik analizy współczynników sił wewnętrznych będzie oczywisty, jeśli zostaną skonstruowane wykładniki zmienności siły bocznej (Q) i momentu zginającego (M) wzdłuż osi środkowej tafli szklanej.

Weźmy szklaną płytę przymocowaną do dwóch wsporników z obciążeniem na środku sekcji (ryc. 1). Podczas tworzenia się łuku dodatnie wartości sił poprzecznych i momentu zginającego są odkładane w górę od osi, a cofnięte wartości są zaznaczane w kierunku do dołu; oś łuku prowadzona jest równoległe do osi tafli szklanej (Леденева, Юганов 2009, s. 146).

Wartości Q i M można określić na dowolnym przekroju szklanej szyby. Zgodnie z tym wzorem przyłożonej siły najniebezpieczniejszy jest przekrój na środku, ponieważ w tym punkcie działa maksymalny moment zginający.

Никоноров i Евстропьев (2009, s. 20) stwierdzają, że jeżeli boki szkła są przymocowane do wsporników, to w miejscu przyłożenia siły występuje maksymalne zginanie. Dlatego szkło ulega zniszczeniu, gdy siła wzrasta (powyżej maksymalnej dopuszczalnej wartości).

Ponieważ siła oddziałuje równomiernie na całą powierzchnię szyby, rozchodząc się promieniście na wszystkie strony od punktu przyłożenia, na szybie powstają pęknięcia o kierunku zgodnym z kierunkiem działania siły (ryc. 2). Pęknięcia te prowadzą do powstawania fragmentów szkła o trójkątnym kształcie.

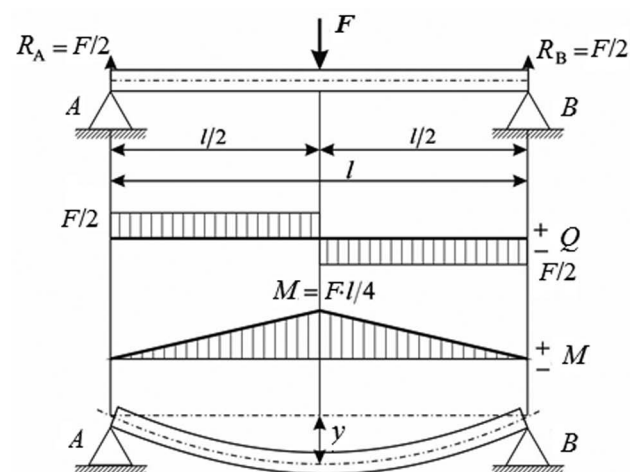
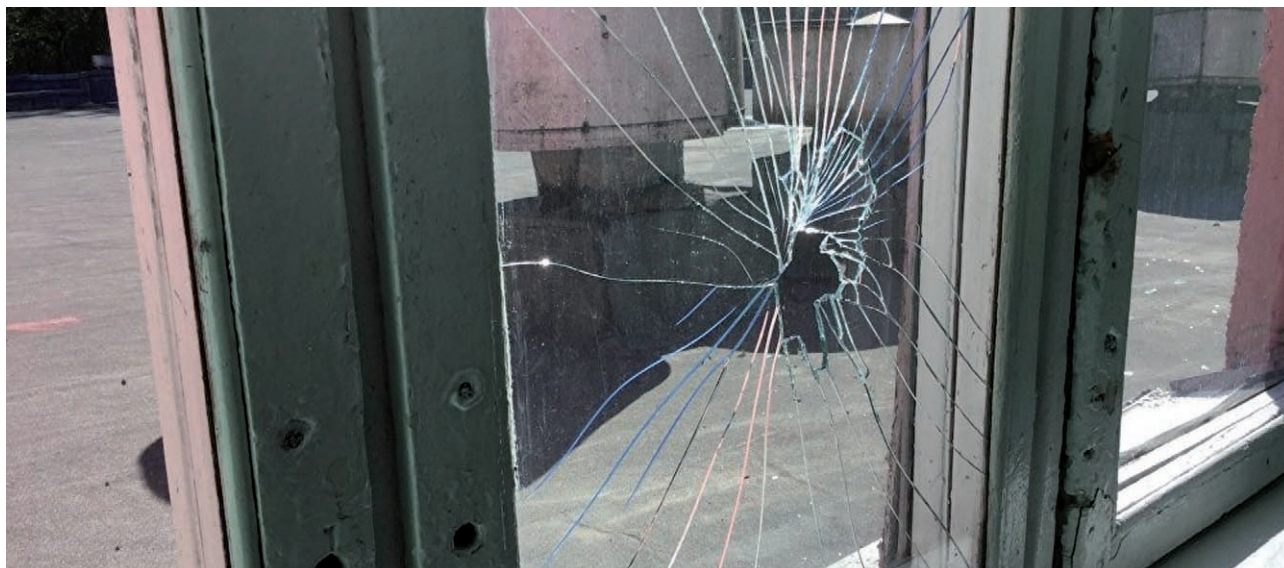


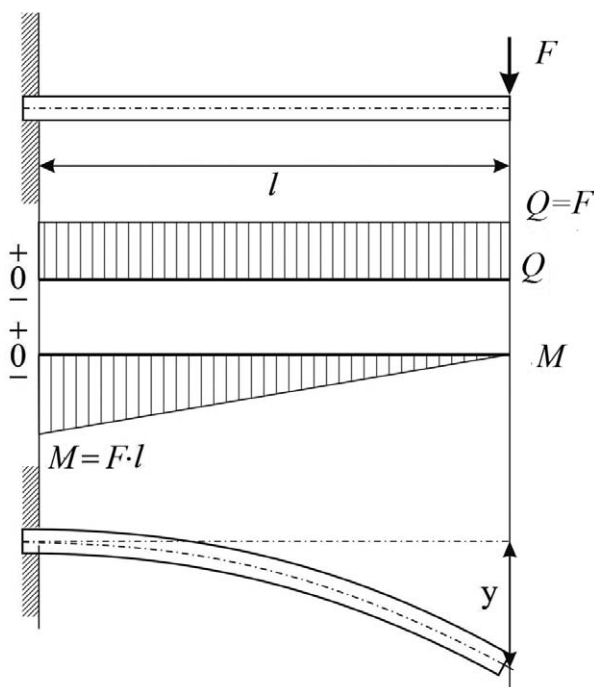
Рис. 1. Siły poprzeczne (Q) i moment zginający (M) dla podwójnej tafli szkła, na której środku przyłożono siłę F . Uwaga: A, B – wsporniki, R_A, R_B – reakcja na podparcie A i B , F – siła przyłożona do tafli szkła, l – odległość między wspornikami A i B , y – ugięcie.



Ryc. 2. Ogólny widok pęknięć promienistych powstałych w momencie zbitcia szkła umocowanego w ramie.

Siła nadal działa na te fragmenty. Ponadto wyodrębniają się pojedyncze kawałki szkła, które są umocowane w ramie tylko jedną krawędzią i oddzielone pęknięciami. Pod działaniem siły swobodny koniec fragmentu ulega wygięciu, co powoduje wydłużenie górnej warstwy (już przedniej) powierzchni i kompresję tylnej powierzchni szkła.

Aby to zilustrować, skonstruowano nasadkę na szybę, której koniec był obciążony siłą skoncentrowaną na wolnym końcu (ryc. 3).



Ryc. 3. Łuki siły poprzecznej (Q) i momentu zginającego (M) dla szyby, której umocowany koniec jest obciążony siłą skoncentrowaną na wolnym końcu.

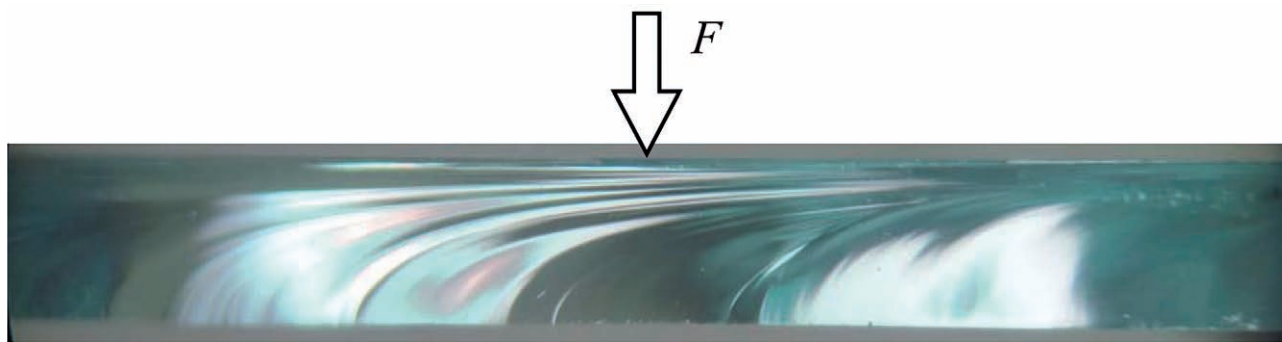
Badania (Леденева, Юганов, 2009, s. 148) pozwoliły wysnuć następujące wnioski: w dowolnej sekcji szklanej szyby siła boczna jest równa przyłożonej sile F i dodatnia, ponieważ siła zewnętrzna dąży do obniżania prawej części szklanej płyty ($Q = F$). Wektor siły poprzecznej jest prostą linią równoległą do osi szklanej płytki. Moment zginający w dowolnym przekroju tafli szklanej od wolnego końca równy jest momentowi siły zewnętrznej F względem środka przekroju i momentowi nierozzerwalności, ponieważ siła ta wygina płytkę szklaną, kierując ją ku górze. Łuk momentów zginających jest nachyloną linią prostą. Dlatego największy bezwzględny moment zginający występuje w sekcji zamka.

Ponieważ siła niszcząca nadal działa, a odgięcie wolnego końca odłamka staje się większe niż dopuszczalne odchylenie w ramach elastyczności, w pewnym momencie powstaje pęknięcie, które jest koncentrycznie umiejscowione w punkcie przyłożenia siły. Pęknięcia zaczynają więc powstawać na powierzchni, której górna warstwa jest rozciągnięta, a następnie rozprzestrzeniają się na całą grubość szkła. Na tej podstawie stwierdzono, że najpierw powstają pęknięcia promieniste, a następnie koncentryczne.

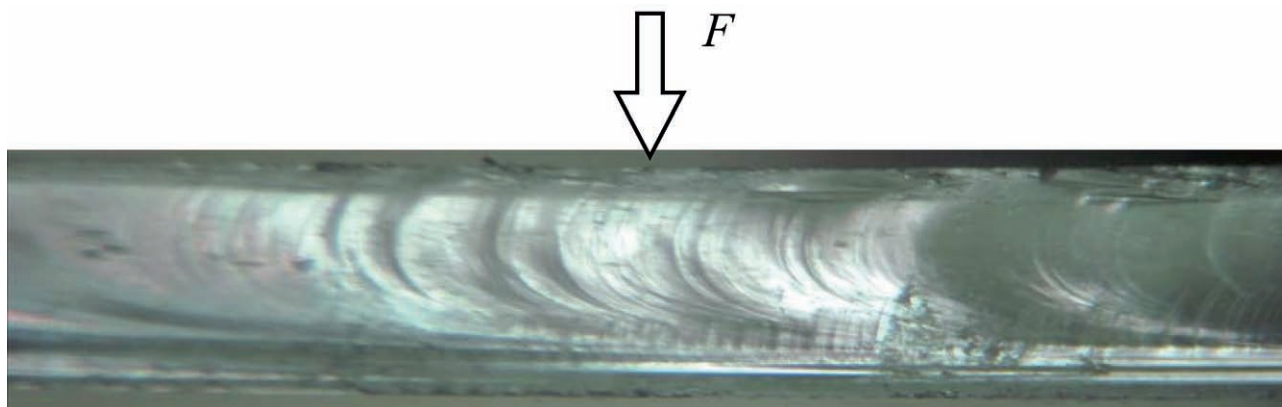
Analizując topografię pęknięć, można zatem uzyskać informacje o rodzajach i sposobie ich powstawania, przebiegu, przyczynach uszkodzenia oraz wartości sił zewnętrznych działających na szkło.

Rozwiązywanie wszelkich zadań diagnostycznych w ramach ekspertyzy szkła opiera się na badaniu rys i pęknięć (powierzchniowych), ponieważ ślady powstające w momencie uszkodzenia wyrobów szklanych mają swoje odzwierciedlenie w przebiegu „fal” pęknięć i naturze włamań, co pozwala uzyskać odpowiedź na pytania zadawane w trakcie badań (Майлис, 2007).

W ramach ustalania, od której strony na szkło działała siła tłukąca, oprócz badania fal pęknięć ważne



Ryc. 4. Widok ogólny łukowatych linii na brzegu pęknięcia promienistego.



Ryc. 5. Widok ogólny łukowatych linii na powierzchni pęknięcia koncentrycznego.

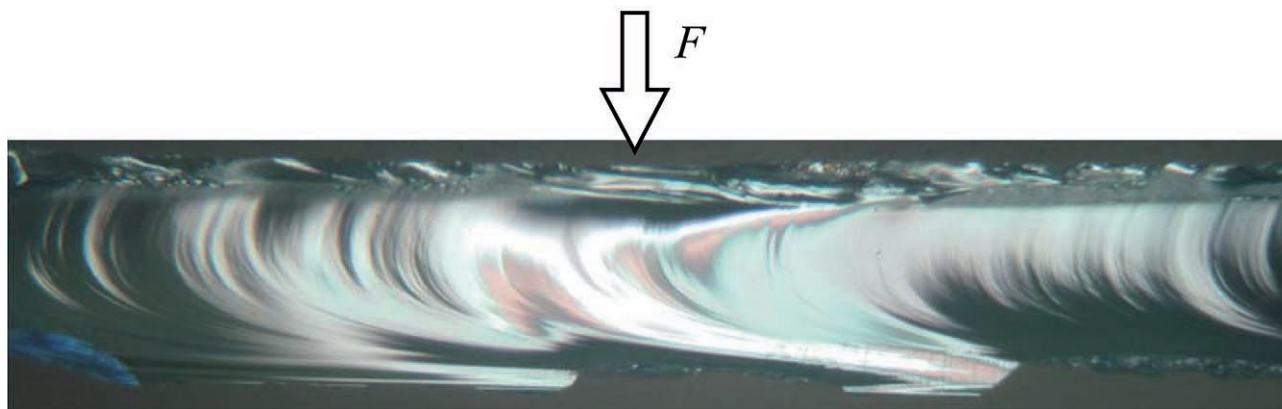
informacje można uzyskać na podstawie analizy wzoru zarysowań na powierzchniach przełomów.

Analiza struktury pęknięć (pęknięć powierzchniowych) jest wykorzystywana do rozwiązywania problemów diagnostycznych i opiera się na jednym z podstawowych założeń. Pęknięcia, których powstawanie rozpoczęło się na powierzchni będącej w stanie rozciągania, zbiegają się w krążki zwężające się w kierunku powierzchni ściśniętej. Podczas badania krawędzi pęknięć widać więc zarysowania w postaci łukowatych linii.

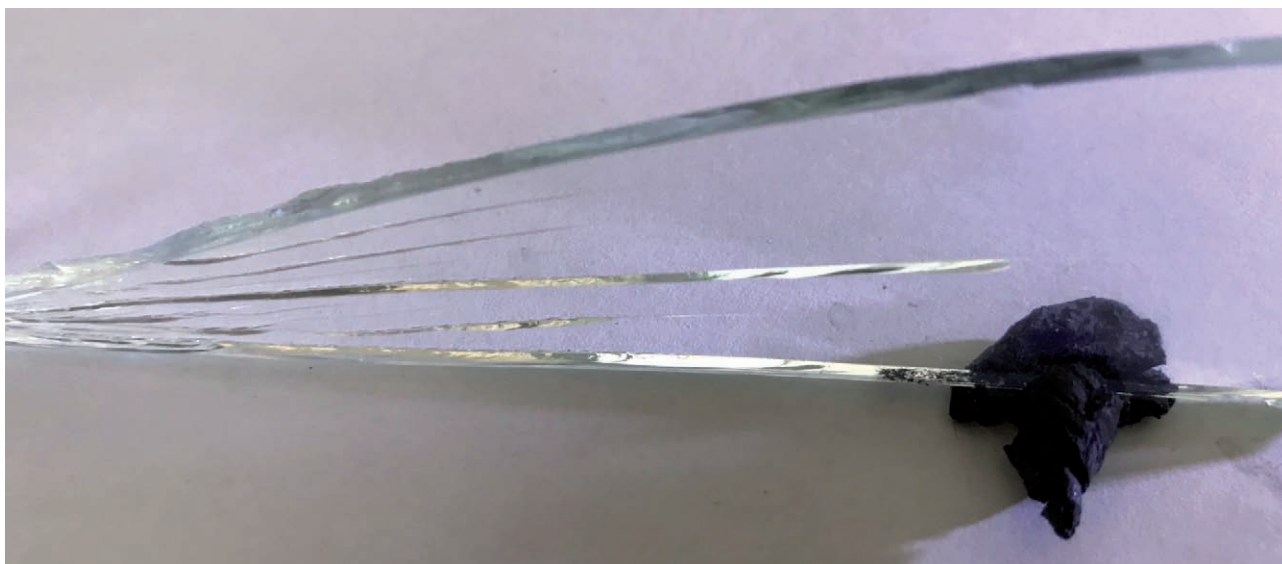
Na powierzchniach (szczelinach) pęknięć promienistych (jak twierdzą Комкова i in., 2006, s. 161)

łukowate linie rozpoczynają się od powierzchni, w kierunku przeciwnym do działania siły, zbiegają się na końcach w zespoły i dochodzą do powierzchni, na którą działa siła (strony, po której na szkło działała siła uszkadzająca) (ryc. 4), przy czym promień krzywizny łuków zaczyna się w miejscu miejsca przyłożenia siły. Natomiast w przypadku pęknięć koncentrycznych promienie zbiegają się po przeciwnej stronie siły.

Położenie łuków na powierzchniach pęknięć promienistych i koncentrycznych tłumaczy się tym, że pęknięcia te zaczynają się na powierzchni tolerującej rozciąganie, następnie rozchodzą się na całą grubość szkła i powodują zniszczenie powierzchni ściśniętej.



Ryc. 6. Widok ogólny ząbków na powierzchni fragmentu szkła – pęknięcie koncentryczne.



Ryc. 7. Widok ogólny wgłębionych pęknięć promienistych na fragmencie szkła (strona przednia).

W konsekwencji zniszczenie powierzchni, która wytrzymuje rozciąganie, wyprzedza zniszczenie powierzchni, która wytrzymuje ściskanie, dlatego pęknięcia przyjmują kierunek wzdłuż krzywej przebiegającej od powierzchni tolerującej rozciąganie do przeciwległej powierzchni, biegnąc jakby wzdłuż linii najmniejszego oporu.

W trakcie badań stwierdzono także występowanie nierówności w postaci drobnych ząbków na krawędziach na rozciąganej powierzchni. Ponadto po bokach pęknięć promienistych znajdują się one w obszarze działania siły, a po bokach pęknięć koncentrycznych – w obszarach najbardziej rozciągniętych (ryc. 6). Wynika to z faktu, że gdy pęknięcie pojawia się w miejscu przyłożenia siły, wierzchnia warstwa szkła pęka, tworząc nierówną krawędź, przybierającą postać małych, widocznych ząbków.

Po naruszeniu integralności szkła dalsze pęknięcia tworzą się nie z powodu rozrywania, ale w wyniku rozłamu, szkło więc wydaje się pęknięte, a w obszarach bocznych oddalonych od punktu przyłożenia siły nierówności krawędzi są znacznie mniej wyraźne.

Dodatkowo na fragmentach szkła sąsiadujących z obszarem działania siły pojawiają się pęknięcia promieniste, które biegną na obszarze przyłożenia siły oraz, w miarę dalszego postępowania, pęknięcia biegnące w kierunku krawędzi zewnętrznej o charakterze częściowym, to znaczy nieprzechodzące przez całą grubość szkła. Znajdują się one na powierzchni przeciwległej do tej, do której przyłożono siłę (ryc. 7).

Obecność wgłębionych pęknięć na tej powierzchni potwierdza wcześniejszy wniosek, że uszkodzenie szkła zaczyna się od powierzchni, która jest rozciągnięta. W związku z tym zadania diagnostyczne w ramach badania szkła w celu określenia kierunku działania siły lub strony, po której została ona przyłożona, można w większości przypadków rozwiązać, analizując

jak najwięcej fragmentów. W czasie zabezpieczania odłamków szkła trzeba oznaczyć stronę wewnętrzną i zewnętrzną. Najbardziej efektywne jest badanie fragmentów, które pozostały w ramie.

Aby pomyślnie przeprowadzić badanie szkła, konieczne jest wypełnienie następujących rekomendacji dotyczących ujawniania i zabezpieczania obiektów szklanych.

1. Należy zebrać wszystkie fragmenty szkła wykryte na miejscu zdarzenia (jeśli to możliwe) i przekazać do zbadania.
2. Dowody rzeczowe muszą być przekazane do zbadania w takiej postaci, w jakiej je zastano (na powierzchni fragmentów mogły się zachować różne ślady).
3. Podczas usuwania fragmentów szyby okiennej (z fragmentu) należy zaznaczyć zewnętrzną lub wewnętrzną stronę odłamków; jeśli na fragmentach są pęknięcia, trzeba wskazać, do których miejsc docierają.
4. Podczas pakowania należy przedsięwziąć środki zapobiegające pęknięciu odłamków w trakcie transportu.
5. Do pakowania dowodów nie wolno używać szklanych pojemników.
6. Trzeba określić, czy zniszczenie części dowodów rzeczowych w czasie badania jest dopuszczalne, czy niepożądane.

Z uwagi na specyfikę badania szkła ogólne procedury diagnostyczne dotyczące określenia strony zniszczenia szyby okiennej są następujące.

Etap pierwszy. Zapoznanie się z obiektami badawczymi i aktami sprawy. Przedmiotem badań są fragmenty szkła zabezpieczone z miejsca zdarzenia. Na tym etapie należy określić charakterystykę obiektów i charakter badań. W wyniku przeprowadzonych czynności ustala się, czy na przewidzianych do badań fragmentach szkła występują oznaki ekspozycji na działanie siły.

Etap drugi. Badanie cech morfologicznych obiektów. Na tym etapie konieczne jest określenie cech zewnętrznych. W trakcie badania ustala się parametry ogólne: kolor, kształt, wymiary geometryczne. Badanie określa, czy dane obiekty mają wspólne pochodzenie.

Etap trzeci. Badanie śladów i rekonstrukcja obiektu. Na tym etapie konieczne jest zidentyfikowanie pasujących do siebie powierzchni podziału i odtworzenie obiektu. W wyniku badań wszystkie fragmenty są układane wzdłuż linii podziału, wyznaczane są pęknięcia promieniste i koncentryczne.

Etap czwarty. Badanie pęknięć (wizualne i mikroskopowe). Celem etapu jest opis przebiegu pęknięć, w tym pęknięć małych i tych, które nie postępowały dalej. Badanie prowadzi do identyfikacji epicentrum uderzenia i określenia wzoru siatki pęknięć. W wyniku analizy układu pęknięć określa się liczbę uszkodzeń, charakter i kierunek uderzenia.

Etap piąty. Badanie pęknięć szkła (wizualne i mikroskopowe). Celem tego etapu jest wyznaczenie wzoru mikrozarysowań na powierzchniach pęknięć. Badanie identyfikuje stronę przyłożenia siły i prowadzi do wniosku, że uszkodzenie obiektu rozpoczęło się w określonym punkcie oraz miało charakter mechaniczny.

Etap szósty. Zestawienie wyników badań i wyciąganie wniosków. Celem tej fazy pracy jest dokonanie syntezy, uzasadnienie i sformułowanie wniosku. Na podstawie wyników badań określa się punkt i kierunek przyłożenia siły uszkadzającej oraz jej działania na szkło. Wyniki obejmują opisy zidentyfikowanych śladów i wskazują charakter uszkodzeń. Wnioski powinny określać szczególne okoliczności zdarzenia lub istotne dla niego fakty. Przykładowa odpowiedź na postawione pytanie o stronę (zewnątrzną lub wewnętrzną) uszkodzenia szyby okiennej może brzmieć następująco: „Siła, która uszkodziła szybę okienną, była skierowana do wnętrza pomieszczenia” lub „Siła, która uszkodziła szybę okienną, była skierowana z wewnątrz pomieszczenia”.

Wnioski

W świetle powyższych zaleceń podczas wykonywania wszystkich czynności w ramach badania szkła w celu określenia kierunku działania siły lub strony, z której ta siła działała, muszą być znane następujące parametry:

1. Lokalizacja odłamków szkła na miejscu zdarzenia (większość odłamków znajduje się po przeciwnej stronie siły).
2. Umieszczenie wzoru rys na powierzchniach przełomów pęknięć (w pęknięciach promienistych końce łuków zbiegają się w kształcie snopa do powierzchni, z której została przyłożona siła, a w pęknięciach koncentrycznych – do powierzchni przeciwnej).
3. Obecność ząbków na krawędziach lica (ząbki powstałe na krawędziach brzegów pęknięć promienistych – po stronie przeciwnej do powierzchni, do której przyłożono siłę, po bokach pęknięć koncentrycznych – po stronie, z której została przyłożona siła).

4. Obecność wgłębionych pęknięć promienistych (powstają po stronie przeciwnej do powierzchni, do której przyłożono siłę).

Zdaniem części autorów (Комкова i in., 2006, s. 161) nie we wszystkich obiektach da się określić stronę, po której pękło szkło. Wyjątki obejmują:

- szkło hartowane lub polerowane, które w momencie zniszczenia rozpada się na drobne kawałki bez charakterystycznych mikrozarysowań;
- niewielkie szybki szklane mocno osadzone we framudze (ramie), ponieważ nie wykazują one zginania, a obszar uderzenia obiektu jest porównywalny z powierzchnią szkła;
- obiekty, które zostały zniszczone przez ogrzewanie lub eksplozję, ponieważ nie mają tak zwanego ogniska uszkodzenia, czyli punktu przyłożenia siły.

Źródła rycin:

Rycina 1: Леденева, Юганов, 2009, s. 150. Ilustracja została zmodyfikowana na potrzeby artykułu.

Rycina 2: <https://sputnik.kg/images/101944/58/1019445881.jpg> (dostęp 9.11.2020)

Rycina 3: Леденева, Юганов, 2009, s. 148. Ilustracja została zmodyfikowana na potrzeby artykułu.

Ryciny 4–7: autorzy

Bibliografia

1. Кайргалиев, Д.В., Лобачева, Г.К., Васильев, Д.В. (2014). *Криминалистическое исследование веществ, материалов и изделий*. Волгоград: ВА МВД России.
2. Комкова, Е.А., Беляева, Л.Д., Зайцев, В.В. (2006). *Экспертное исследование стекла и изделий из него*. Саратов: СЮИ МВД России.
3. Леденева, Н.Ф., Юганов, В.С. (2009). *Механика*. Ульяновск: УВАУ ГА(И).
4. Маланьина, Н.И. (1984). *Криминалистическое исследование стекла*. Саратов: Издательство Саратовского университета.
5. Майлис, Н.П. (2007). *Руководство по трасологической экспертизе*. Москва: Издательство «Щит-М».
6. Митричев, В.С., Хрусталева, В.Н. (2003). *Основы криминалистического исследования материалов, веществ и изделий из них*. Санкт-Петербург: Питер.
7. Никоноров, Н.В., Евстропьев, С.К. (2009). *Оптическое материаловедение: основы прочности оптического стекла*. Санкт-Петербург: СПб ГУИТМО.

Tłumaczenie Ewa Nogacka