

Новая методика исследования динамического разрыва в экранах смартфонов

И.А. Магомедов

Чеченский государственный университет, г. Грозный

Аннотация: Цель данной работы-сравнение экранов двух смартфонов Apple и Samsung на предмет быстрого разлома (перелома). При анализе использовалась новая методика исследования быстрого разлома, которая состоит из расширенной версии конечных элементов и когезионной модели. Результаты, вычисленные с помощью вышеупомянутой методики являются максимально приближены к экспериментальному результату. В данной работе было проанализировано влияние нарезов (меток) в структуре на инициирование новой трещины. Результаты показали, что начальные трещины могут увеличить смещение деформированного тела, но при этом уменьшить распространение трещины. Было доказано, что экран Samsung (Gorilla Glass) имеет тенденцию деформироваться больше по сравнению с экраном Apple (Sapphire). Также было рассмотрено влияние нарезов (нарезы для кнопок) на скорость распространения трещины близ ее вершины. Результаты показали, что нарезы увеличивают скорость распространения трещины близ вершин для обеих геометрий (Sapphire, Gorilla Glass).

Ключевые слова: скорость распространения трещины, Gorilla Glass, быстрый перелом, сапфир, смещение деформированных тел.

Введение

В текущем десятилетии смартфоны интегрировались в нашу жизнь и зависимость от них с каждым годом возрастает. Преобладание продукта на рынке зависит от качества и стоимости. Именно поэтому компании тратят значительные средства на надежность своей продукции. Было подсчитано, что большинство случаев поломок связаны с падением смартфона (примерно на 80% от общего числа поломок) [1]. Дисплей смартфона подвержен риску повреждения, поскольку площадь экрана становится все больше с каждым годом, что увеличивает вероятность повреждения [2]. Исследования показывают, что, несмотря на повреждение экрана смартфона, клиенты продолжают использовать поврежденный смартфон, ссылаясь на высокую стоимость ремонта или на незначительность поломки [3, 4]. Экран смартфона играет значительную роль, поскольку визуализация очень важна, что

является основной причиной, по которой они так популярны [5]. На рисунке 1 ниже показаны две популярных модели смартфона.

Есть различные методы исследования распространения трещин по поверхности экрана смартфона: теоретические, экспериментальные и метод конечных элементов (числовой). Экспериментальные методы являются наиболее надежными из-за реальных измеренных данных и надежности результатов [6, 7]. Однако из-за стоимости и временных затрат экспериментальной методики, исследователи склонны к использованию метода конечных элементов. Метод конечных элементов используется для моделирования распространения трещины, поскольку он может работать с огромным количеством чисел степеней свободы [8]. Несмотря на ряд преимуществ данного метода, метод конечных элементов всегда будет использоваться как инструмент прогнозирования. Вследствие этого, всегда будет потребность в экспериментальных исследованиях для проверки и подтверждения данного метода. В этом проекте будут использоваться программные обеспечения Code-Aster и Solome mesa для дизайна и анализа быстрого разлома экранов.



Рис. 1. - Apple и Samsung

Таблица №1

Свойства двух экранов [9].

	Sapphire	Gorilla glass
Вязкость разрушения Мпа	2.30	0.68
Твёрдость (шкала Мора)	9.00	6.80
Плотность г/см ³	2.54	3.98
жесткость (Кноор hardness) Гпа	18.60	6.70
Strain energy release	14.37	6.22
Предел прочности эластичности Гпа	7.33	2.16

Главная цель

Общая цель текущего проекта заключается в анализе и сравнении проявлений быстрого разлома в экранах на примере двух смартфонов ведущих брендов. Для достижения данной цели были выделены следующие подцели(задачи):

- Разработка модели экрана
- Сравнение результатов быстрого перелома на примере вышеупомянутых экранов

Разные виды трещин или начальные метки

Данный анализ был сделан для того, чтобы увидеть, как другие трещины (нарезы) влияют на инициирование и распространение новой трещины с точки зрения смещения. На рисунке 2 показаны граничные условия. Также рисунок 2 иллюстрирует четыре аналогичных структуры с разными нарезами. На рисунке 3 показаны деформированные структуры,

после анализа со свойствами материала сапфира, и на рисунке 4 – данные Samsung со свойствами материала Gorilla Glass. На рисунках 5 и 6 показано смещение четырех деформированных тел за время анализа. На рисунке 5 представлены результаты со свойствами материала сапфира и на рисунке 6 – со свойствами материала Gorilla Glass.

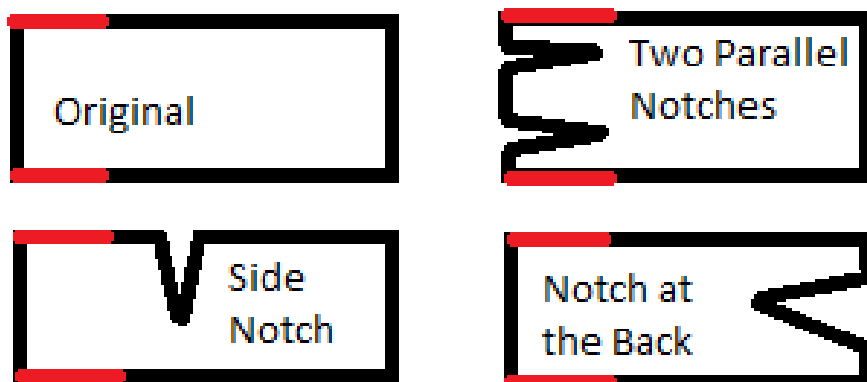


Рис. 2. - Четыре структуры с различными нарезками

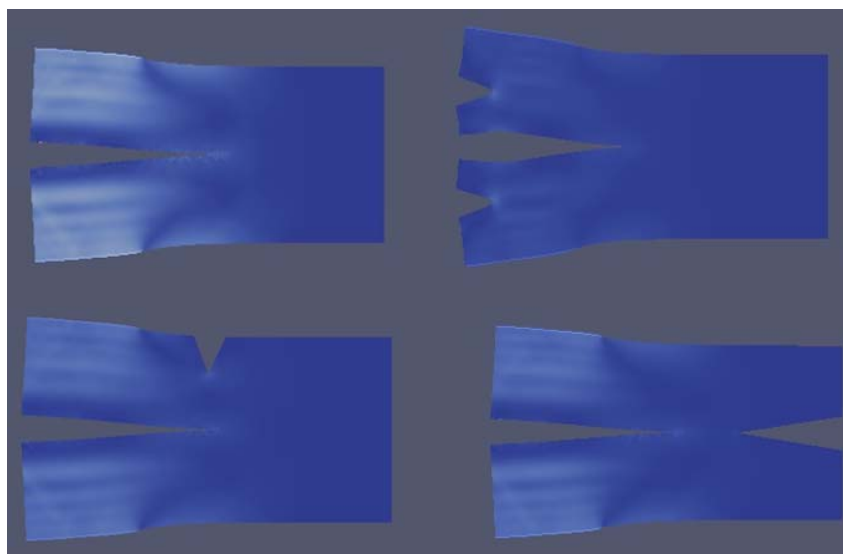


Рис. 3. - Четыре разных деформированных тела со свойствами сапфира

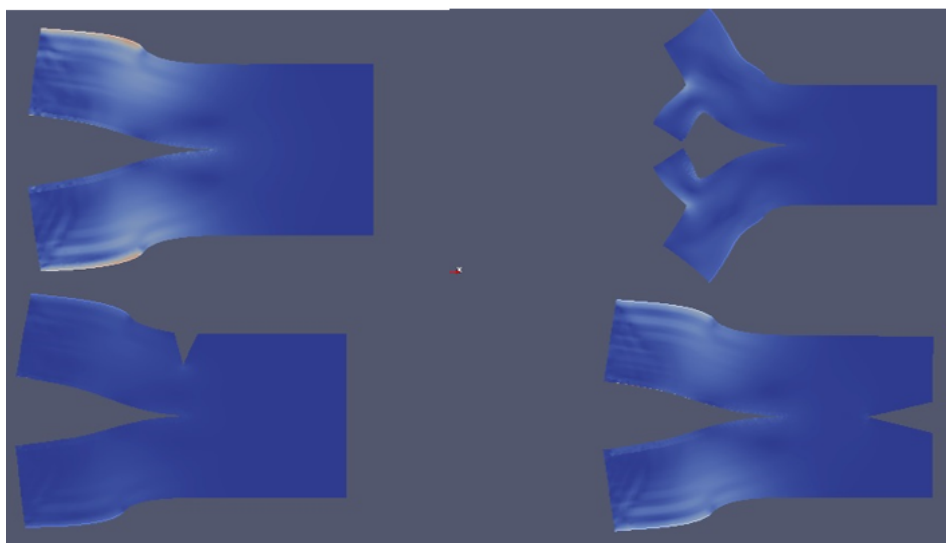


Рис. 4. - Четыре разных деформированных тела со свойствами материала Gorilla Glass

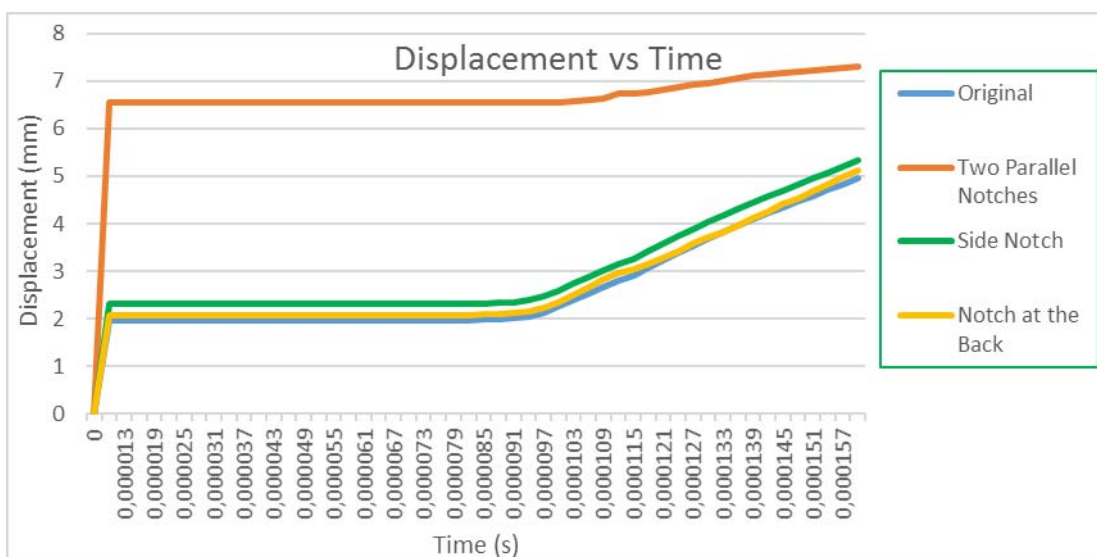


Рис. 5. - Смещение в структуре Apple



Рис. 6. - Смещение в структуре Gorilla Glass

Таблица № 2

Длина трещины для разных структур с различными свойствами материала

Структуры	Длина трещины (мм) Apple (сапфир)	Длина трещины (мм) Samsung (Gorilla Glass)
Оригинал	53.48	52.8
Два параллельных нареза	46.50	44.90
Нарез сбоку	51.30	50.80
Нарез сзади	53.6	52.9

Влияние нарезов для кнопки на структуру

Данный анализ был сделан для выявления влияния нарезов на разлом в структуре. Результаты показали, что нарезки не влияют на разлом в теле. Однако деформация или смещение в структуре увеличивается. Кроме того, материалы были заменены, как показано на рисунке 8. Результаты, показанные на рисунке 8, иллюстрируют, что трещина в структуре экрана Apple (сапфир) распространяется медленней, чем в структуре Samsung. Однако тенденция в Apple изменяется после 7 мкс, когда трещина открывается на несколько мм больше, чем в структуре Gorilla Glass. Рисунок

9 показывает два деформированных тела структур Samsung и Apple, соответственно. Рисунок 10 показывает данные структуры Apple с нарезом и без, где оранжевая линия представляет результаты целой структуры без нареза. Рисунок 11 показывает данные Samsung.

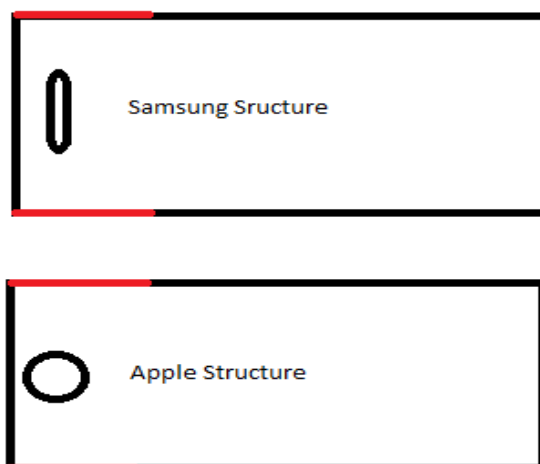


Рис. 7. - Структуры с нарезами

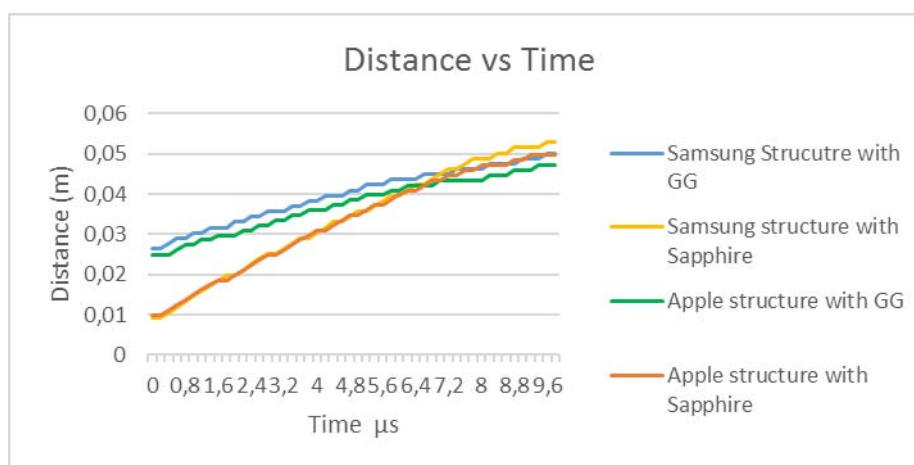


Рисунок 8. Расстояние vs времени



Рис. 9. - Два деформированных тела с нарезами

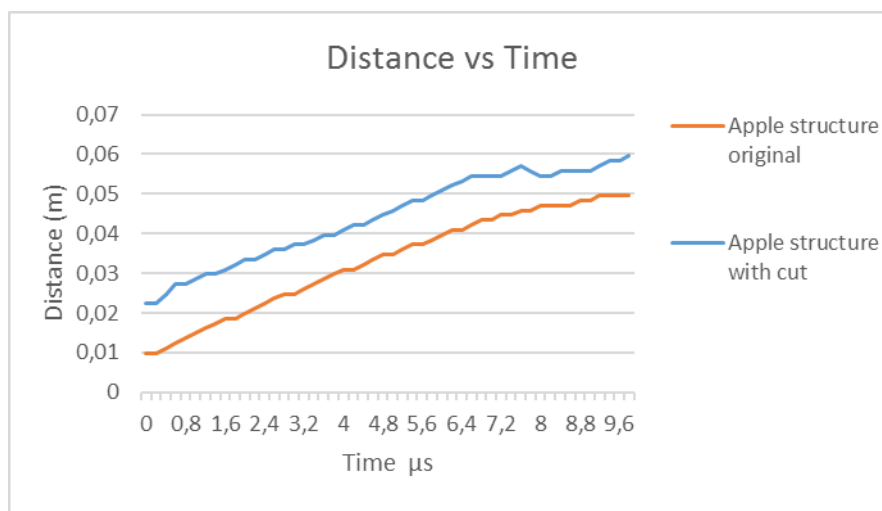


Рис. 10. - Расстояние vs время (с нарезом и без) сапфир

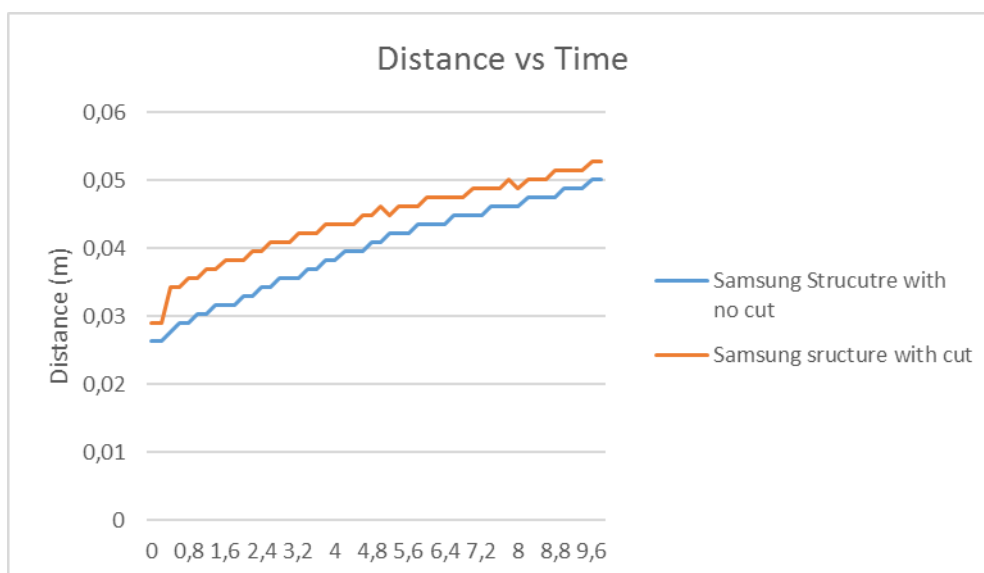


Рис. 11. - Расстояние vs время (с нарезом и без) GG

Обсуждение

Были исследованы геометрии с начальными отметками (острые нарезы в конце структуры), чтобы выявить влияние на инициирование трещин на предмет смещения. Проиллюстрированные результаты исследования для обоих материалов, показывают, что два параллельных нареза будут иметь большее влияние, чем остальные нарезы. Боковые и задние нарезы почти не влияли на распространение трещин. Тенденция будет одинаковой для обоих свойств материала. Однако, при больших смещениях, раскрытие трещины

сокращается (рисунок 3 и 4). Было вычислено, что для двух параллельных нарезов длина распространения трещин будет 46,5 мм и 44,9 мм для сапфира и Gorilla Glass соответственно. Но для структуры без нарезов длина распространения трещин составила 53,48 мм и 52,8 мм. Также был исследован боковой нарез, где длина распространения трещин составила 51,3 мм для сапфира и 50,8 мм для GG. Было также вычислено, что Gorilla Glass, если сравнивать с сапфиром, будет иметь большее смещение, однако меньшее влияние на распространение трещины.

Также в данной работе было рассмотрено влияние нарезов на экране в смартфонах. При создании 3D моделей экранов смартфона были сделаны нарезы, например, для экрана Apple был сделан круглый нарез, а для Samsung квадратный нарез (рисунок 7). Результаты показывают, что нарезы увеличивают скорость близ вершины трещины. Для структуры Apple результаты показали, что срез будет иметь большее влияние на скорость близ вершины трещины, чем на структуру Gorilla Glass (рисунок 10 и 11). Также на рисунке 8 показано, что для сапфира скорость близ вершины трещины будет меньше, чем в GG в начале, однако, после 7 мкс скорость в сапфире увеличится на определенные значения больше, чем в GG.

Заключение

В заключение, данная работа была проделана для сравнения двух экранов смартфонов, а также для выявления структур, имеющих сильное сопротивление к разлому и выявления слабых мест в структуре, вида нарезов, острых углов и различных форм несовершенства материала.

Литература

1. Squaretrade, cell phone comparison study nov 10 // «squaretrade». 2016.
URL: squaretrade.com/cell-phone-comparison-study-nov-10



2. CNET, Sapphire phone screens not as strong as you think, Corning. 2013. URL: cnet.com/news/sapphire-phone-screens-not-as-strong-as-you-think-says-corning
 3. Schaub F., Seifert J. Broken display = broken interface? The impact of display damage on smartphone interaction. 2016. URL: uni-ulm.de
 4. Asay M. The ridiculous profit made from replacing cracked smartphone screens // «techrepublic» 2015. URL: techrepublic.com/article/dude-youre-getting-a-cracked-iphone-screen/
 5. Yi B., Cao X., Fjeld M., and Zhao S. Exploring user motivations for eyes-free interaction on mobile devices. In CHI '12, ACM, 2012. 2789–2792, pp.2789
 6. Rabia A. And Ghazaly N. Experimental studies of automotive disc brake noise and vibration: A review. 2013. URL: ijmer.com
 7. Наумов А.А., Айдинян А.Р. Надежность программного обеспечения и методы ее повышения // Инженерный вестник Дона. 2018. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4946
 8. Nouby M. And Srinivasan K. Simulation of the structural modifications of a disc brake system to reduce brake squeal. Proceedings of the institution of mechanical engineers, Part D: Journal of automobile engineering, 225(5), pp.653-672.
 9. Corning.com. Corning and Gorilla material properties. 2018. URL: corning.com/microsites/csm/gorillaglass/PI_Sheets/Corning
 10. Jiang H. Cohesive zone model for carbon nanotube adhesive simulation and fracture/fatigue crack growth. The University of Akron. 2010, pp.129
 11. Datta D. (n.d.). Introduction to extended finite element (XFEM) method. erasmus msc in computational mechanics, 2016. URL: arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1308/1308.5208.pdf
-



12. Филипов А.М. Использование сетки конечных элементов, построенной программой gmesh, для вычислений в программе Mathcad // Инженерный вестник Дона. 2016. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3511

References

1. Squaretrade, cell phone comparison study nov 10. 2016. URL: squaretrade.com/cell-phone-comparison-study-nov-10
2. CNET, Sapphire phone screens not as strong as you think. 2013. URL: cnet.com/news/sapphire-phone-screens-not-as-strong-as-you-think-says-corning
3. Schaub F., Seifert J. Broken display = broken interface? The impact of display damage on smartphone interaction. 2016. URL: uni-ulm.de
4. Asay M. The ridiculous profit made from replacing cracked smartphone screens. 2015. URL: techrepublic.com/article/dude-youre-getting-a-cracked-iphone-screen/
5. Yi B., Cao X., Fjeld M., and Zhao S. Exploring user motivations for eyes-free interaction on mobile devices. In CHI '12, ACM, 2012. 2789–2792, pp.2789
6. Rabia A. And Ghazaly N. Experimental studies of automotive disc brake noise and vibration: A review. 2013. URL: ijmer.com
7. Naumov A.A., Ajdinyan A.R. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4946
8. Nouby M. And Srinivasan K. Journal of automobile engineering, 225(5), pp.653-672.
9. Corning. Corning and Gorilla material properties. 2018. URL: corning.com/microsites/csm/gorillaglass/PI_Sheets/Corning
10. Jiang H. The University of Akron. 2010, pp.129



11. Datta D. (n.d.). Introduction to extended finite element (XFEM) method. erasmus msc in computational mechanics, 2016. URL: arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1308/1308.5208.pdf

12. Filipov A.M. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3511