

## НЕКИ НОВИ МАТЕРИЈАЛИ КОЈИ БИ МОГЛИ ДА ПРОМЕНЕ САВРЕМЕНО ДРУШТВО

*Весна Петровић<sup>1</sup> Душан Гавански<sup>2</sup>*

**Резиме:** Резултати истраживања нових материјала све више померају границе науке и технике. За неке од материјала, као што су полимери и нано материјали, се очекују нова достигнућа, међутим за неке од њих нпр. легура метала, за које се сматрало да је дошло до краја истраживања, ипак долази до нових сазнања. У 2018. години јавила се серија нових материјал за које се сматра да могу значајно да утичу на многе области савременог друштва. Ова серија обухвата седам потпуно различитих материјал као што су: полимери, наноматеријали, метали и њихове легуре. У раду је дат приказ ових материјала и њихових значајних карактеристика.

**Кључнечерчи:** нови материјали, наноматеријали, полимери, „паметна стакла“, био-материјали

## SOME NEW MATERIALS THAT COULD CHANGE MODERN SOCIETY

**Abstract:** The results of research into new materials are increasingly pushing the boundaries of science and technology. For some of the materials, such as polymers and nano materials, new achievements are expected, but for some of them, e.g. metal alloys, which were thought to have come to the end of research, yet new insights are emerging. In 2018, a series of new materials appeared that are considered to be able to significantly influence many areas of modern society. This series includes seven completely different materials such as: polymers, nanomaterials, metals and their alloys. The paper presents these materials and their significant characteristics.

**Key words:** new materials, nanomaterials, polymers, „smart glasses“, bio-materials

### 1. УВОД

Сазнања о материјалима су одувек заузимала посебно место у развоју људске цивилизације. Тако је способност појединих друштава да производе и користе поједине материјала директно утицала на њихов развој и опстанак. Развојем људског друштва развијани су нови материјали као и технике за њихово добијање, али и начини да се утиче на њихове особине. Сваки напредак у откривању и обликовању материјала довео је до овладавања новим технологијама и условило развој друштва. Савремена наука је омогућила да се врши манипулација са материјалима на атомском нивоу, што за последице има експанзију научних дисциплина (физике, хемије и биологије) али и технологија (нанотехнологије, електронска индустрија,...) [1], [2].

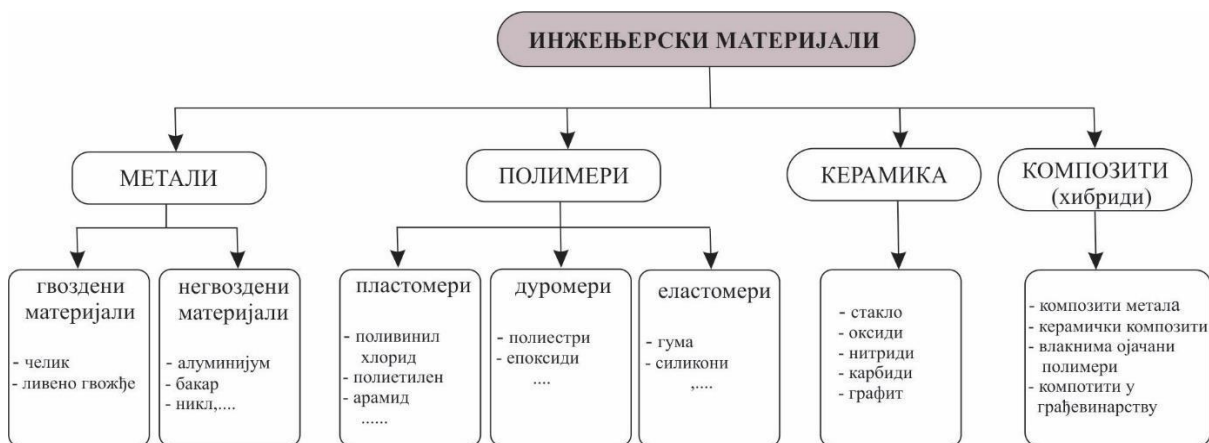
Огроман број материјала који је до сада развијен неопходно је према структури и/или особинама груписати. Постоји више начина груписања, а један од њих је приказан је на слици 1 [1].

<sup>1</sup>Доктор наука, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, petrovic.v@vtsns.edu.rs

<sup>2</sup>Доктор наука, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, gavanski@vtsns.edu.rs

## КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године



Слика 1 – Подела материјала [1]

Метали – се састоје од једног или више металних елемената, а могу да садрже и неке неметале. Већина метала на собној температури је кристалне структуре, а карактерише их добра електрична и термичка проводљивост. Већина метала има високу температуру топљења [1], [2].

Полимери – су органска једињења која се добијају процесом полимеризације<sup>3</sup>, и садрже угљеник, водоник и различите неметале. Структура полимера је обично аморфна (неуређена) са местимичном кристалном структуром. Обухватају широку групу материјала веома различитих особина, те су се унутар полимера развиле подгрупе. То су: пластомери (термопласти), дуромери (термостабили) и еластомери (гуме) [1], [2].

Керамике – су неорганска једињења метала и неметала везаних јаким јонским и ковалентним везама. Атомска веза између елемената у керамичким материјалима може да буде чисто јонска или чисто ковалентна, мада се најчешће среће комбинација ова два типа хемијске везе. Структура керамичких материјала је кристална и најкомплекснија структура од свих материјала. Одликује их велика тврдоће и кртост, трајност, постојаност у води; имају ниску пластичност, а велику отпорност на притисак, хабање и корозију. Не проводе струју ни топлоту [2].

Композити – су материјал који се састоји од две или више компоненти различитих својстава и јасне границе између њих. Код композитног материјала разликује се матрица (основни материјал) у који се додаје појачање (обично влакана). Матрица може бити метална, полимерна или керамичка. Ови материјали су тако конципирани да користе најбоља својства сваке своје поједине компоненте [1], [2].

## 2. МАТЕРИЈАЛИ СИНТЕТИСАНИ 2018 GODINE

Велики број нових материјала се свакодневно проналази, међутим, њихове карактеристике веома често не пружају могућност да им се нађе примена у многобројним сферама науке и технике. Али неки од новооткривених материјала својим карактеристикама указује на примену у појединим гранама, док се само за малобројне може рећи да могу значајно да утичу на савремено друштво. Током 2018. године десило се да је откривено чак седам врста материјала који могу значајно да обележе своје подручје примене. То су:

- Дрвени (наноцелулозни) сунђер – зелени начин чишћења океана;
- Најјачи био-материјал – јачи од челика, а биоразградив;

<sup>3</sup>Полимеризација је реакција код које хемијска једињења мале молекулске масе (мономер) или смеша неколико таквих једињења реагују међусобно (док се не исцрпе слободне функционалне групе) услед чега настају молекули са много већом молекулском масом од реактанта – полимери.

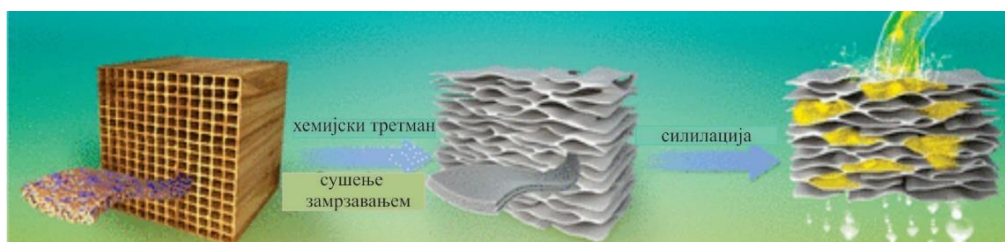
## КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

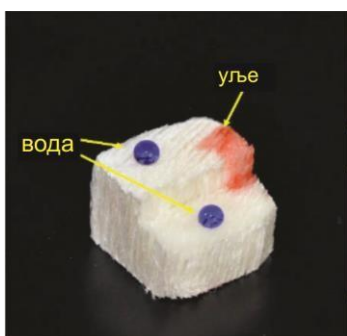
- Самоизлечив материјал – без спољашњег утицаја;
- Легура чврстоће дијаманта у отпорности према хабању;
- Силицијум Х - који може учинити чуда у технологији;
- Полимери са поновљивом рециклажом;
- Паметан премаз за стакла[3].

### 2.1. Наноцелулозни сунђер

Материјали базирани на наноцелулози показали су се као атрактивни апсорбенти за чишћење изливених уља и органских загађивача због своје мале тежине, изузетног капацитета апсорпције и одрживости. Међутим, већина ових материјала нема довољну механичку компактност да би се могла примењивати. Радећи на овом пољу, група истраживача [4] је развила технологију добијања анизотропне сунђере на бази целулозе које карактерише ламелна структура од бласа дрвета<sup>4</sup>. Селективно уклањање лигнина и хемицелулозе хемијским третманом разбило је танке ћелијске зидове природног дрвета, што је довело до ламеларне структуре са таласастим наслаганим слојевима након сушења замрзавањем, и потом процеса силилације слика 2. Добијени сунђер показао је високу механичку компресију (реверзибилну компресију од 60%) и еластични опоравак (~99% након 100 циклуса при 40% деформације).



Слика 2 – Технологија добијања нано сунђера [4]



Слика 3 – Селективна апсорпција сунђера[4]

Добијени наноцелулозни сунђер показао је одличну селективност упијања уља/воде са високим капацитетом апсорпције уља, слика 3. Поред тога, апсорбована уља се могу повратити једноставним механичким цеђењем, а добијени сунђер је задржао висок капацитет упијања уља током више циклуса апсорпција – цеђење. Исто тако могуће га је рециклирати [4].

Користећи особину једносмерног транспорта течности наноцелулозног сунђера, успешно је дизајниран уређај за сакупљање уља који континуирано одваја загађиваче из воде. Такав једноставан и јефтин начин има велики потенцијал за развој ефикасних и виšekратних упијача уља за одвајање уља/воде [4].

### 2.2. Најјачи биоматеријал

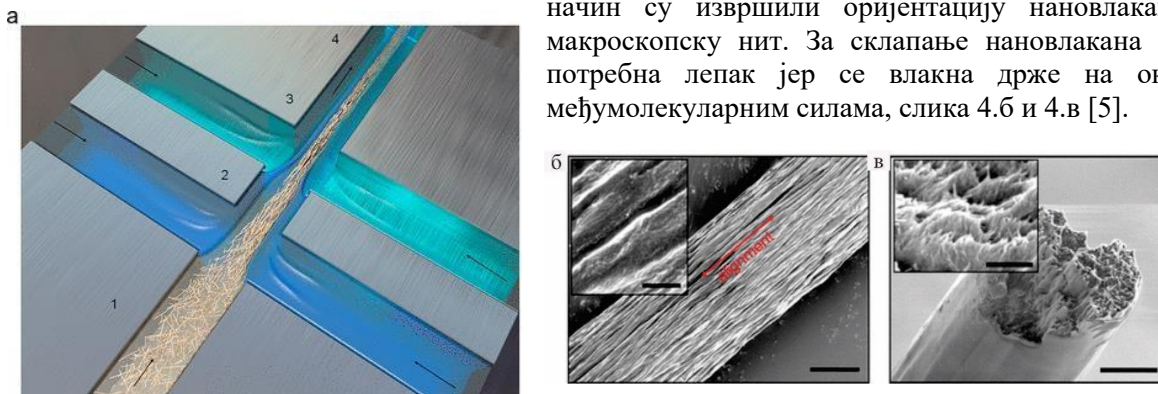
Тим предвођен шведским истраживачима под водством Даниела Содерберга (Daniel Söderberg) са Краљевског технолошког института у Стокхолму, произвео је најјачи биоматеријал који је икада направљен. Вештачка, али биоразградива целулозна влакна су јача од челика, па чак и од влакна паукове свиле, која се обично сматра најјачим материјалом на бази биологије [5].

<sup>4</sup>Балса је листопадно дрво из тропске Америке. Сматра се најлакшим дрветом на свету, јер његова густина није већа од 160 килограма по кубном метру.

## КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

Ултрајаки материјал је направљен од целулозних нановлакна (CNF) користећи нову методу производње. Нановлакна су суспендована у води и доведена у мали канал, широк само један милиметар, док је кроз два пара канала који су постављени нормално на главни додана је вода са ниском рН вредности притискајући нановлакна и убрзавајући њихов ток, слика 4.а. На овај начин су извршили оријентацију нановлакан у макроскопску нит. За склапање нановлакна није потребна лепак јер се влакна држе на окупу међумолекуларним силама, слика 4.б и 4.в [5].



Слика 4 – Најјача биовлакна: а) начин добијања, б) и в) изглед влакна [5]

Истраживачи су ренгенским зрацима могли да прате процес и врше оптимизацију. Добијене нити су имале пречник од 15 микрометара и дужину од неколико метара. Испитивања механичких особина су показала да влакна имају затезну крутост од 86 GPa и затезну чврстоћу од 1,57 GPa.

Сам Содерберга је о најјачем биоматеријалу рекао: „Новоформирана наноцелулозна влакна су 8 пута чвршћа и имају већу снагу од природних влакана паукове свиле. Ако тражите материјал на бази биологије, не постоји ништа слично њему. Такође је јачи од челика и било ког другог метала или легуре, као и од стаклених влакана и већине других синтетичких материјала [5].

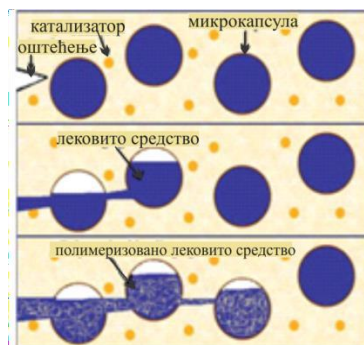
### 2.3. Самоизлечив материјал

Добијање самоизлечивих материјала су наредна генерација материјала високих перформанси. Овај концепт се развио како би се смањио замор и тиме вероватноћа настанка оштећења заједно са продуженим веком трајања полимерних материјала и полимерних композита. Полимери и полимерне матрице композита су склоне кваровима због цикличког механичког и термичког оптерећења. Значајна деградација полимерних структура на површинским местима може се уочити и отклонити, међутим, унутрашње микропукотине није лако открити те оне доводе до повећања оштећење све до тренутка када следи колапс структуре. Идеја за настанак материјала који имају способност самоизлечења је настала по угледу на био-системе имају технике откривања оштећења, поправке и накнадне превенције. Сада треба ове могућности био-система уградити у вештачке материјале и тако добити самоизлечиве материјале [6].

Први такав материјал направио је Мерциер [7] који је развио самоизлечиву гуму која може поново да запечати оштећење настало убодом. Даљи развој је довео до техника које инкапсулирају шупља влакна, па при унутрашњем оштећењу врши се зарастање ковалентним везивањем и молекуларним интеракцијама. Ало овај начин је делотворан само при једном оштећењу. Данас се развијају различите методе укључујући инкапсулацију (слика 5), уградњу шупљих влакана и васкуларне методе, а неке унутрашње, динамичке везе се стварају реверзибилним ковалентним мрежама и молекуларном интеракцијом заснованом на Н-вези, вези метал-лиганд и јономери.

## КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године



Слика 5 – Самоизлечење методом инкапсулације [6]

Посебна важност постизања самоизлечења код полимера одражава се у продужењу радног века ових материјала што би се повољно одразило на животну средину [6].

### 2.4. Легура чврстоће дијамана у отпорности према хабању

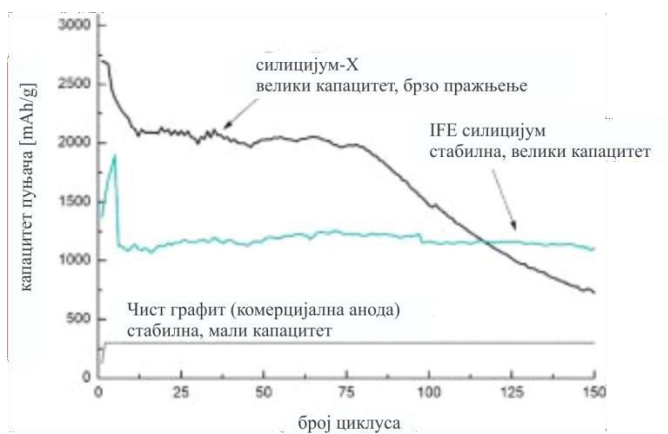
Тим за науку о материјалима Сандиа лабораторије (Sandia Labs) конструисао је легуру платине и злата за коју се верује да је метал најотпорнији на хабање на свету. 100 пута је издржљивији од челика високе чврстоће, што га чини првом легуром или комбинацијом метала у истој класи као дијамант и сафир, природни материјали који су најотпорнији на хабање [8].

Експлоатацијом метала (у моторима), они се тару једни и троше, а како би се то смањило облажу се мазивима (моторним уљима). У електроници овај проблем се решава наношењем заштитног слоја (злата или других легура племенитих метала). Ови слојеви су скупи и троше се. Међутим, са Сандиским платина-злато премазом изгубио би се само један слој атома након километарског клизања (показало истраживање на хипотетичким гумама). Ова издржљив премаза би тако могао да уштеди електронској индустрији више од 100 милиона долара годишње[8].

Ова легура је позната од раније. Изгледа као обична платина, сребрно-бела и мало тежа од чистог злат, није тврђи од других легура платине и злата, али је много боља у отпорности на топлоту и сто пута отпорнији на хабање [8].

### 2.5. Силицијум X

$\text{SiO}_x$  ( $0 < x < 2$ ) је врста аморфног материјала веома сложене структуре. Посебну пажњу је привукла модификација  $\text{SiO}$  ( $x \approx 1$ ) као перспектива за материјал аноде у следећој генерацији литијум-јонских батерија. Силицијумске аноде имају потенцијал да знатно надмаше капацитет литијумских јона угљеничних анода, слика 6.



Слика 6 – Животни век: силицијум X батерије (црна горње), Silicon Ks батерија (тиркизна) и Комерцијални анодни материјал (доња црна)[9]

## КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

Радећи на том пољу Норвешки истраживачи са Дрексел универзитета [9] сматрају да су отишли најдаље и да су успели да изврше стабилизацију силицијум X аноде. Изашли су у јавност са тврдњом да су постигли три до пет пута већи капацитет у поређењу са данашњом „уобичајеном технологијом графита“. Детаље истраживања још нису изнели али су указали да су радили са наночестицама - „Унутар наночестица налази се фино подељена мешавина силицијума и другог материјала који бисмо желели да назовемо матриksom. Ова матрица ће помоћи силицијуму да издржи велику промену запремине кроз коју пролази када се испразни“, рекао је вођа пројекта Асбјорн Улвестаг [9].

### 2.6. Полимери са поновљивом рециклажом

Развој хемијски рециклабилних полимера нуди решење за питање крајње употребе полимерних материјала и обезбеђује приступ кружној економији материјала. Међутим, полимери који се могу лако и селективно деполимеризовати у мономере обично захтевају методе полимеризације на ниским температурама и имају лоша физичка својства и механичку чврстоћу за практичну употребу [10].

Професор Zhu<sup>5</sup> је са сарадницима развио полимер заснован на петочланом прстенастом мономеру, изведеном у полимерном систему заснованом на  $\gamma$ -бутиролактона, спајањем транс-прстена на  $\alpha$  и  $\beta$  позицијама, који би могао да се производи на собној температури. Добијени полимер одликује велика молекулска тежина, високу кристалност и термичка стабилност. А оно што га издваја од осталих полимера је да у довољно топлим условима, или на нижим температурама у присуству катализатора цинк хлорида, полимер би се могао вратити у своје почетне мономере и тако рециклирати [10].

### 2.7. Паметан премаз за стакла

Истраживачи са Универзитета РМИТ (RMIT University –Australia) развили су нови ултра танак премаз који реагује на топлоту и хладноћу чиме су указали на могућност настанка „паметних прозора“. Овај премаз, који се наноси у веома танком слоју функционише тако што аутоматски пропушта више топлоте када је хладно и блокира сунчеве зраке када је вруће [11].

Овај премаз је направљен коришћењем ванадијум диоксида. Дебљина премаза износи 50-150 nm. На 67 °C ванадијум диоксид се трансформише из изолатора у метал, омогућавајући премазу да се претвори у оптоелектронски материјал контролисан и осетљив на светлост. Наношењем ових премаза на стакла прозора добијају се „паметни стаклени прозори“ која су око 70 процената енергетски ефикаснији током лета и 45 процената ефикаснији зими у поређењу са стандардним стаклом са двоструким стаклом. Захваљујући томе „паметни прозори“ би имали могућност природног регулисања температуре унутар зграде, тако што би што блокирали топлоту током лета и задржавали је унутра када је напољу хладно. Још једна важна карактеристика прозора би била очувана, а то је да он остаје провидан и јасан за људско, односно у видљивом подручју, док је истовремено непрозиран за инфрацрвено зрачење које доводи до загревања [11].

Ова технологија пружа могућност примене и у другим областима науке и технике. Тако се ови премази могу употребљавати као заштита од топлотног зрачења код пластике и тканина, али и за медицинска снимања и безбедносна скенирања која обухватају изложеност УВ зрацима.

„Паметна стакла“ су примењена на Емпајер стејт билдинг у Њујорку и на тај начин израчунато је да се уштедела енергија од 2,4 милиона долара и смањила емисија угљендиоксида за 4.000 тона [11].

---

<sup>5</sup> College of Chemistry Sichuan University



## КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

### 3. ЗАКЉУЧАК

У раду је дат преглед резултата истраживања на пољу нових материјала, која могу значајно да утичу на поједине сфере науке, технологије и друштва. Неки од ових материјала, као што су дрвени (наноцелулозни) сунђер пружа директну могућност примене у заштити животне средине, док неки други, као што су самоизлечиви полимери, полимери са поновљивом рециклажом, паметан премаз за стакло и најјачи био-материјал индиректно утичу на заштиту животне средине кроз смањење употребе полимера или смањење у потрошњи енергије. Неочекивано, али изузетно значајно је и откриће легура чврстоће дијаманта на хабање која је направљена од платине и злата, као и нова сазнања о силицијуму X као перспективном материјалу за аноде у следећој генерацији литијум-јонских батерија.

### 4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Прокић Цветковић, Р.; Поповић, О.: *Машински материјали 1*, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, 2016.
- [2] Јовановић, М.; Лазић, В.; Арсић, Д.: *Наука о материјалима*, Универзитет у Крагујевцу, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2017.
- [3] <https://interestingengineering.com/7-new-materials-invented-in-2018-that-could-change-our-lives>, март 2022.
- [4] Guan, H.; Cheng, Z.; Wang, X.: *Highly Compressible Wood Sponges with a Spring-like Lamellar Structure as Effective and Reusable Oil Absorbents*, American Chemical Society, Nano 2018, 12, 10, 10365–10373.
- [5] Mittal, N.; atc, and Söderberg, D.: *Multiscale Control of Nanocellulose Assembly: Transferring Remarkable Nanoscale Fibril Mechanics to Macroscale Fibers*, American Chemical Society, Nano, 2018 Jul 24;12(7):6378-6388
- [6] Banshiwal, J.K. and Tripathi, D.N.: *Self-Healing Polymer Composites for Structural Application*, OPEN ACCESS PEER-REVIEWED CHAPTER, 2019.
- [7] Mercier, P.: *Material for Protecting Vessels, Receptacles.* & c US Patent Specification. 1896. p. 561
- [8] [https://newsreleases.sandia.gov/resistant\\_alloy/](https://newsreleases.sandia.gov/resistant_alloy/), март 2022.
- [9] \*\*\* *Expanding the use of silicon in batteries, by preventing electrodes from expanding An injection of MXene ink fortifies silicon anodes to absorb charge without terminal swelling*, Drexel University, February 21, 2019
- [10] Zhu, J.; M. WatsonE.; Tang, J.; Chen X.: *A synthetic polymer system with repeatable chemical recyclability*, SCIENCE, 27 Apr 2018 Vol 360, Issue 6387 pp. 398-403
- [11] \*\*\* <https://www.rmit.edu.au/news/newsroom/media-releases-and-expert-comments-/2018/feb/clever-coating-opens-door-to-smart-windows>, Researchers from RMIT University, 27 Feb 2018.