

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Кафедра автомобілів та автомобільного господарства



1

Тема лекції:

Пластмасові матеріали



Викладач: к. т. н., доцент
Олішевська Валентина Євгенівна
Olishevskav@ukr.net
olishevskav.ye@nmu.one



Актуальність



Масштаби застосування пластмас на автомобільному транспорті:

Маса пластмасових деталей легкового автомобіля: приблизно 50...100 кг.

Номенклатура пластмасових деталей автомобіля: приблизно 1000 одиниць.

Достоїнства пластмасових виробів



- Мала маса (у 5...8 разів менше, ніж в сталевих виробках)
- Висока механічна міцність
- Висока стійкість проти корозії
- Висока хімічна стійкість
- Висока технологічність
- Здатність створювати складні форми (наприклад, 3D-принтери чи форми для виготовлення об'єктів методом лиття під тиском)
- Хороші електроізоляційні властивості
- Довговічність виробів із пластмасових матеріалів
- Низька вартість
- Можливість переробки (у разі поділу відходів)

Недолікі пластмасових матеріалів



- Низька стійкість до високих температур
- Тривалий час розкладання (пластикові відходи розкладаються тільки через багато десятків або навіть сотень років)
- Сприйнятливість до повзучості (тобто повільна зміна форми в результаті праці цього об'єкта або матеріалу при постійних і тривалих навантаженнях).

Склад пластмасових матеріалів



1. Полімери.
2. Наповнювачі.
3. Пластифікатори.
4. Антиокислювальні домішки.
5. Стабілізатори.
6. Мастильні речовини.
7. Затверджувачі або каталізатори.
8. Фарбники.
9. Газоутворювачі (у пластмасах з пористою структурою).

Склад пластмасових матеріалів



1 компонент пластмасових матеріалів:

Полімери – високомолекулярні речовини, що складаються з макромолекул.

Полімер – основа пластмаси, він пов'язує компоненти пластмаси в монолітне ціле, надає головні властивості.

У якості полімерів використовують природні та штучні сполуки, молекули яких складаються з великого числа повторюваних однакових або різних за будовою атомних угруповань, поєднаних між собою хімічними або координаційними зв'язками в довгі лінійні або розгалужені ланцюги.

Структурні одиниці, з яких складаються полімери називаються мономерами.

Цікаві факти



Термін «полімерія» був уведений в науку в 1833 р. І. Берцеліусом для позначення особливого виду ізомерії, при якій речовини однакового складу, відрізняються молекулярною масою.

Перші згадки про синтетичні полімери відносяться до 1838...1839 р.р.

Хімія полімерів, як наука, виникла після створення в 60-х роках ХІХ ст. О. Бутлеровим теорії хімічної будови органічних речовин, що дало можливість систематизувати величезний практичний матеріал, накопичений на той час органічною хімією.

Перша пластмаса – целулоїд – отримана в 1869 р. і приблизно три десятиліття була єдиним матеріалом цього класу.

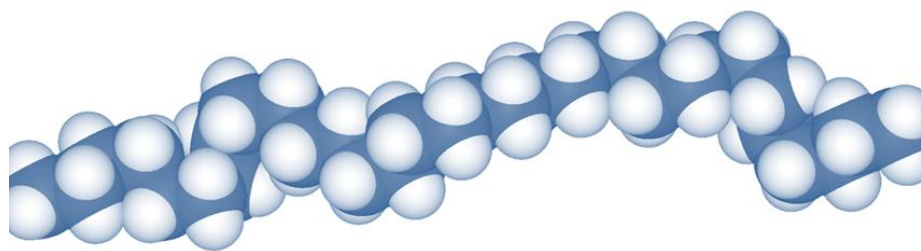
Сучасна промисловість виготовляє різні пластмасові матеріали. Наприклад, пластмасові матеріали, що за питомою міцністю не поступаються металу, з прозорості – склу, з еластичності – гумі, за електроізоляційними якостями – фарфору.

Класифікація полімерів

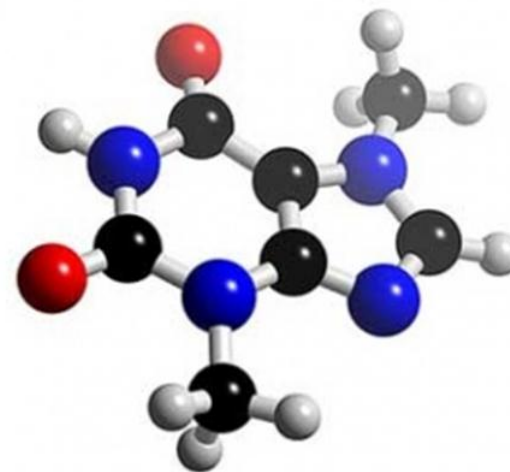


За складом головного ланцюга:

- гомоланцюгові: головні ланцюги побудовані з однакових атомів (рис. 1, а);
- гетероланцюгові: в головному ланцюгу містяться атоми різних елементів (наприклад, С, Si, Р, N) (рис. 1, б).



а



б

Рисунок 1 – Головні ланцюги полімерів

Класифікація полімерів



За структурою полімерного ланцюга:

- лінійні: макромолекули є відкритими лінійними ланцюгами (наприклад, натуральний каучук) або витягнутою у лінію послідовністю циклів (наприклад, целюлоза) (рис. 2, а);
- розгалужені: макромолекули мають лінійний ланцюг з відгалуженнями (наприклад, амілопектин) (рис. 2, б);
- сітчасті: тривимірні структури, що утворені відрізками ланцюгів макромолекул (наприклад, вулканізований каучук) (рис. 2, в).

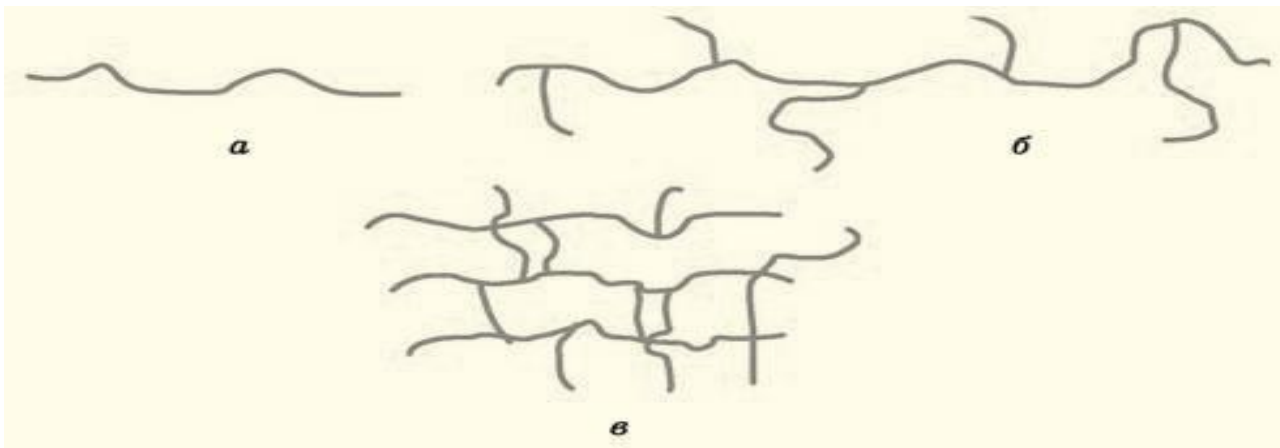


Рисунок 2 – Структура полімерного ланцюга

Класифікація полімерів



За хімічним складом:

- органічні
- елементоорганічні
- неорганічні

За походженням і способом отримання:

- природні (каучук, асфальти, каніфоль)
- штучні (ефіри, целюлоза)
- синтетичні (поліпропілен, поліетилен, феноло-формальдегідні смоли)

Формули



Поліуретан $(-\text{NH}-\text{COO}-)_n$ Отто Байер, 1937 р.

Поліетилен $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$ Ганс фон Пехманн, 1899 р.,
Єрик Фосет, Реджинальд Гібсон, 1933 р.

Полівінілхлорид $(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$ Регнальд, 1835 р.

Полістирол $(-\text{CH}_2-\text{CHC}_6\text{H}_5-)_n$ І. І. Остромисленський,
Штаудингер, 1911 р.

Поліпропілен $(-\text{CH}_2-\text{CHCH}_3-)_n$ Карл Циглер, Джуліо
Натта, 1954 р.

Політетрафторетилен $(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$ Рої Планкетт, 1938 р.

Фторопласт-3 $(-\text{CF}_2-\text{CFCl}-)_n$ 1953 р.

Класифікація полімерів



За природою пластичності синтетичних полімерів:

- термопластичні (термопласти)
- термореактивні (реактопласти)

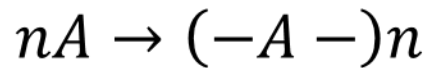
Термопластичні полімери після завершення процесу синтезу і перетворення у тверду масу здатні під дією нагрівання розм'якшуватися, переходити у в'язко-текучий стан, а при охолодженні – знову повертатися до твердого стану.

Термореактивні полімери переходять з вязко-текучого у твердий стан тільки один раз – у процесі твердіння. Після завершення процесу твердіння термореактивний матеріал не розм'якшується при наступному нагріванні, а лише незначно втрачає міцність і твердість.

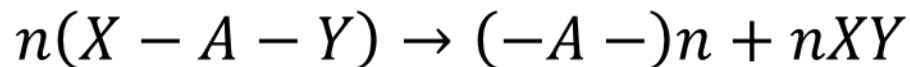
Технології отримання синтетичних полімерів



1. **Полімеризація** – реакція з'єднання n молекул мономера A в одну молекулу полімеру без виділення побічних продуктів:



2. **Поліконденсація** – реакція з'єднання n молекул мономера A в одну молекулу полімеру з виділенням побічних продуктів (води, спирту, аміаку і ін.):



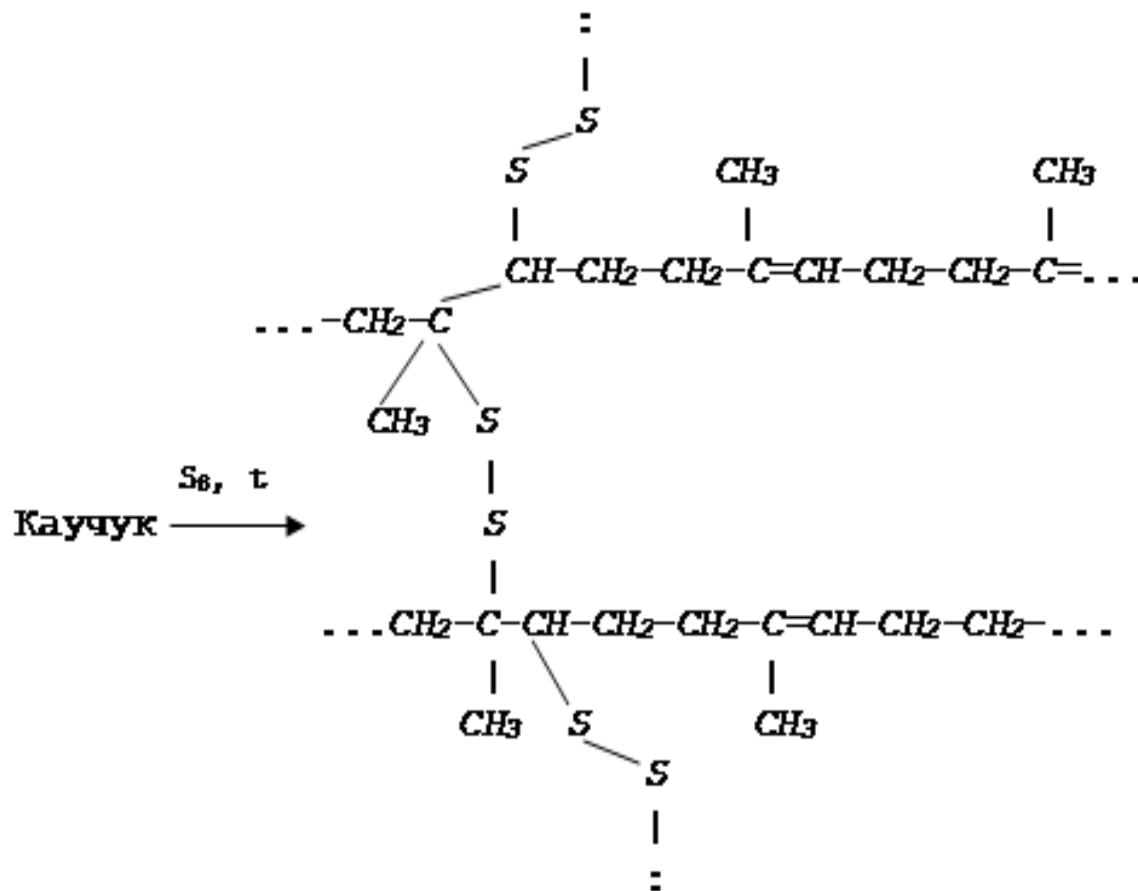
Властивості полімерів



Специфічні властивості полімерів зумовлені двома особливостями:

- Існуванням двох типів зв'язків – хімічних і міжмолекулярних, які утримують макромолекулярні ланцюги один біля одного.
- Гнучкістю ланцюгів, пов'язаною з внутрішнім обертанням ланок ланцюга.

З'єднання макромолекул поперечними хімічними зв'язками



Приклади: вулканізація каучука, тверднення реактопластів

Деструкція полімерів



Розпадання молекулярних ланцюгів на більш короткі фрагменти (табл. 1).

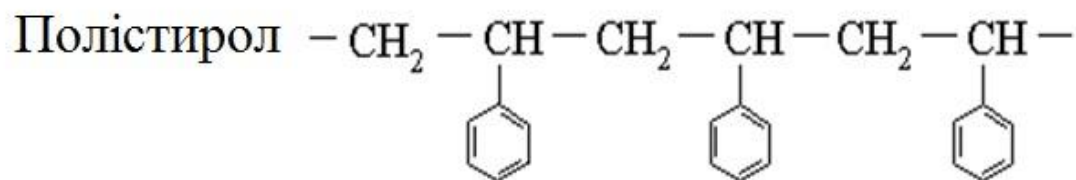
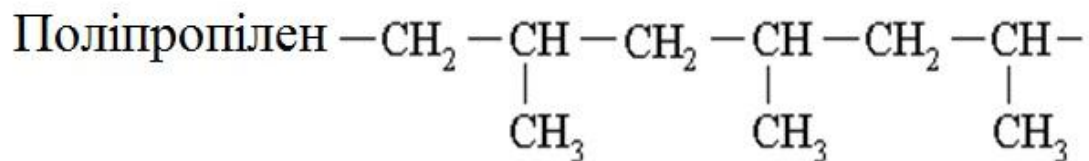
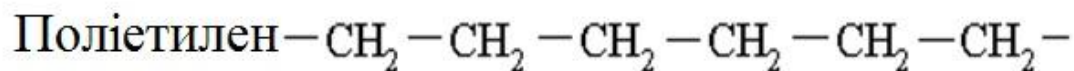
Таблиця 1 – Продукти термічної деструкції

Полімер	Продукт деструкції
Поліетилен	Мономер (< 1 %), великі уламки ланцюгів
Поліпропілен	Мономер (>>10 %), великі уламки ланцюгів
ПВХ	Хлористий водень (> 95 %)
Полістирол	Мономер (>> 65 %), димери, тримери, тетрамери
Поліметилметакрилат	Мономер (> 90 %)

Реакції макромолекул з низькомолекулярними сполуками



Реакції макромолекул з низькомолекулярними сполуками, коли змінюється природа бокових функціональних груп, але зберігаються довжина і будова скелета головного ланцюга (полімераналогічні перетворення).

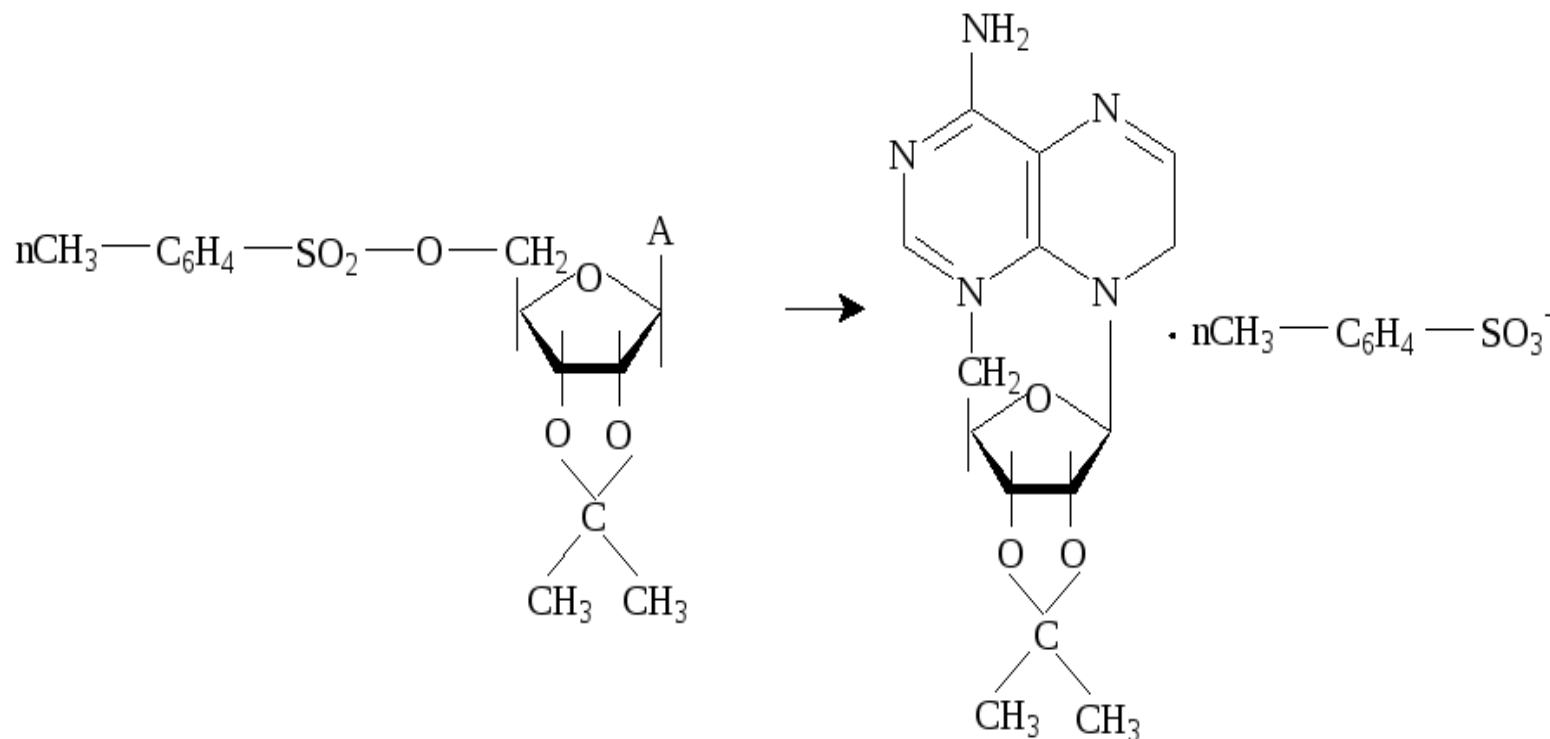


Внутрішньомолекулярні реакції

19



Внутрішньомолекулярні реакції між функціональними групами однієї макромолекули, (наприклад, внутрішньомолекулярна циклізація)



Склад пластмасових матеріалів



2 компонент:

Наповнювачі – речовини, що використовують для поліпшення фізико-механічних властивостей пластмас.

У якості наповнювачів використовують порошки, волокна, тонкі листи.

3 компонент:

Пластифікатори – добавки, що поліпшують пластичність і знижують крихкість пластмас.

У якості пластифікаторів використовують низькомолекулярні рідини (складні ефіри фтальнової, фосфорної, себацінової кислот), каучукоподібні або воскоподібні смоли.

Склад пластмасових матеріалів



4 компонент: Антиокислювальні домішки – речовини, що використовують для уповільнення процесів окислення пластмас.

5 компонент: Стабілізатори (інгібітори) – речовини, що зв'язують низькомолекулярні продукти розкладання полімерів (феноли).

Застосовують для поліпшення технологічності і зовнішнього вигляду виробів.

6 компонент: Змащувальні речовини – речовини, що поліпшують пластичність і запобігають прилипанню пластмаси до стінок прес-форми (парафін, стеарин).

Склад пластмасових матеріалів



7 компонент:

Затверджувачі або каталізатори: під дією затверджувачів (гексаметилендіамін, малеїновий ангідрид) рідкий склад переходить в тверду масу.

Каталізатори – речовини, що прискорюють процес затвердіння пластмас.

8 компонент:

Фарбники – речовини, що додають пластмасам забарвлення (мінеральні пігменти, органічні фарбники).

9 компонент:

Газоутворювачі – домішки, що створюють при отриманні пластмаси газоподібну речовину (найчастіше – азот).

Властивості пластмас



Густина: 900...2200 кг/м³.

Міцність при розтягуванні: 10...300 МПа.

Модуль пружності при розтягуванні: 7...8800 МПа.

Відносне подовження при розриві: 0,38...800 %.

Ударна в'язкість (з надрізом): 2...50 кДж/м².

Твердість за Брінелем: 0,6...450 МПа.

Низька теплопровідність (менше, ніж у металів в 500...600 разів).

Висока стійкість до дії корозійно-агресивних продуктів.

Інтервал робочих температур:

для термопластів: -50...+80 °С;

для реактопластів: до +100...120 °С.

Маркування і використання



- PET (PETE) – поліетилентерефталат. Діелектрик, який відрізняється міцністю та стійкістю до зносу. Його не можна розчинити в будь-якому органічному розчиннику чи воді. Поліетилентерефталат можна використовувати для створення ємностей під рідину, наприклад, для питних напоїв або побутових хімічних засобів. Він є в складі деяких хімволокон для виробництва одягу або технічних пристроїв. Також йому знаходять застосування в багатьох інших сферах.
- HDPE – поліетилен із високою густиною. Він має стійкість до впливу води, не вступає в реакцію з кислотами й лугами. Може розкладатися при використанні азотної кислоти (розчину 50 %-го кімнатної температури), а також фтору та хлору. З HDPE роблять харчову плівку, кульки, посуд для одноразового використання та інші матеріали. Вироби з цього поліетилену можна переробляти, використовуючи різні методи утилізації.
- PVC – полівінілхлорид. Він зовсім не має кольору, тобто прозорий. У цього матеріалу – хімічна стійкість до мінеральних олій, розчинників, лугів і більшості кислот. З полівінілхлориду виробляють віконні та дверні профілі, лінолеум або штучну шкіру. У нього немає стійкості до ультрафіолетових променів.

Маркування і використання



- LDPE – поліетилен із низькою густиною. Рекомендовано застосування аналогічно, як у попередніх матеріалів (крім твердих виробів і різних пляшок). Цей вид пластмаси – один із найбільш безпечних.
- PP – поліпропілен. У нього не така велика густина, як у поліетилену, зате він більш стійкий до стирання. Також на нього практично не впливають температури. Корозійне розтріскування майже не вплине. З такого поліпропілену можуть робити пакувальні матеріали для продуктів, які швидко псуються, пляшечки для дитячого харчування та різні прозорі трубочки.
- PC – полістирол. Йому знаходять застосування в теплоізоляційних роботах, при виготовленні пляшок, харчових ємностей і предметів одноразового посуду.
- O – це маркування виробів з пластмаси інших видів. Найчастіше їх використовують у будівництві.

Застосування пластмасових виробів на автомобільному транспорті



Термопластичні пластмаси: поліаміди, акрилопласти, полівінілхлориди, поліетилен, полістироли, фторопласти, етроли (термопластичні ефіри целюлози).

З **поліамідів і капрону** виготовляють: втулки, підшипники, вкладиші, корпуси манжет, шестерні, вимикачі...

З **акрилопластов** виготовляють: плафони, габаритні ліхтарі, освітлювальні прилади.

З **полівінілхлориду** виготовляють: банки акумуляторних батарей, прокладки, ущільнювачі, трубки.

З **поліетилену** виготовляють: кришки, кнопки, плафони, трубки, прокладки...

З **етролу** виготовляють: великогабаритні деталі, одержувані методом лиття: облицьовування рульового колеса, приладові щитки...

Застосування пластмасових виробів на автомобільному транспорті



Основа реактопластів – фенолово-формальдегіди, поліефірні, епоксидні і кремнійорганічні смоли.

З **фенопластов** виготовляють: текстоліт, асботекстоліт, гетинакс.

З **текстоліту** виготовляють: шестерні, наполегливі шайби...

З **асботекстоліту** виготовляють: накладки дисків зчеплення, гальмівні накладки...

З **гетинаксу** виготовляють: деталі електроустаткування автомобіля.

З **склопластиків** виготовляють: кузови й інші крупні деталі.

З **піно-** і **поропластів** виготовляють: автомобільні сидіння, тепло- та звукоізоляцію.

Застосування пластмасових виробів на автомобільному транспорті



Поліпропіленові пластмаси, заповнені тальком, призначені для безбарвного внутрішнього оздоблення: забезпечують найкращу серед свого класу стійкість до подряпин і оптимальну наповненість тальком, результатом чого є більш низька густина та вага.

Армовані еластоміри призначаються для безбарвного внутрішнього оздоблення, забезпечують кращу стійкість до подряпин і ударів і загалом менший блиск у порівнянні з більшістю заповнених тальком продуктів.

Вогнетривкі пластмаси – пластмаси, що дають змогу виробити внутрішні елементи автомобіля з відмінною вогнетривкістю та стійкістю до деформації.

Для автомобілів класу люкс з підвищеними вимогами до витривалості в режимі низьких температур використовують конструкційні пластмаси, що мають добру витривалість також при високих температурах.

Широкий асортимент пластмасових матеріалів дозволяє знаходити нові рішення для всіх сегментів автомобілебудування: панелі кузова, конструкційні деталі, системи охолодження та зігрівання повітря, механічні деталі, переключення передач, внутрішнє оздоблення, зв'язок тощо.