

№4. Электроқшаулағыш материалдардың физика –механикалық қасиеттері.

- Дәрістің мазмұны: - механикалық және жылулық қасиеттері;
- - ылғалдылық қасиеттері;
- - физика- механикалық қасиеттері;
- - радиациялық әсерлерге төтеп беруі.
-
- Дәрістің мақсаты: электротехникалық материалдардың таңдалуы кезінде нақты қолданысының сипаттамаларын зерттеу.

Электроқшаулағыш материалдардың механикалық және физика – механикалық

- Нақты қолданыстарі арналған электротехникалық материалдарды таңдау кезінде олардың тек электрлік қасиетін ғана емес және механикалық, жылулық қасиетін, төменгі температураға шыдамдылығын, дымқылдығын, радиациялық және сыртқы факторларды ескеру керек.

Диэлектриктердің механикалық қасиеті

• Диэлектриктердің механикалық жүктеменің әсерінен ішкі кернеулерді тексеруі мүмкін. **Негізгі механикалық сипаттамаларға жататындар:**

- 1) созылу кезіндегі материалдардың шыдамдылық шегі (σ_c),
- 2) созылу кезіндегі материалдың ұзаруы (l_{y3}),
- 3) сығылылу кезіндегі материалдың шыдамдылық шегі ($\sigma_{сыг}$),

- 4) статикалық майысу кезіндегі материалдың шыдамдылық шегі ($\tilde{\sigma}_{\text{майыс}}$)
- 5) меншікті соққы тұтқырлығы $\tilde{\sigma}_c$,
- 6) сонымен қатар қаттылығы.

Осы барлық сипаттамалары арнайы орнатылған формалар бойынша стандарт арқылы анықталынады.

Жылулық қасиеттері

- Қызуға шыдамдылық электроизоляцияланған материалдардың аз немесе көп уақыт бойы өте үлкен температураларға шыдауын, қызуға шыдамдылық деп атаймыз.
- Жылуға төзімділіктің үлкендігін $t^{\circ}\text{C}$ шамасымен өлшейді, сол кезде осындай өзгерістер болады.
- Жылуға төзімді оқшаулауға арналған материалдар өзара кластарға бөлінеді. Жалпы қолданыстағы электрқондырғыларды қолданған кезде әрбір класс үшін өзіне бекітілген жұмыстық температурасы болады, осы типтегі эксплуатацияға арналған электр қондырғылар ұзақ уақыт бойы қалыпты жұмыс істейді.
- Халықаралық электротехникалық комиссияның ұсынысы (ХЭК) жылуға төзімділіктің класы қарастырылған, 4.1 кестеде көрсетілген.
-

Қызу шыдамдылығының класы $^{\circ}\text{C}$

Қызу шыдамдылығының класы	У	А	Е	В	F	Н	200
Ең үлкен жұмыс температурасы,	90	105	120	130	155	180	200

- **У класы** – талшықты сұйық диэлектрикке сіңірілмеген және батырылмаған оқшаулағыш материал (ағаш, қағаз, картон, фибра, мақтадан істелінген талшық, табиғи жібек), полиамиттер, поливинхлоры, табиғи каучук.

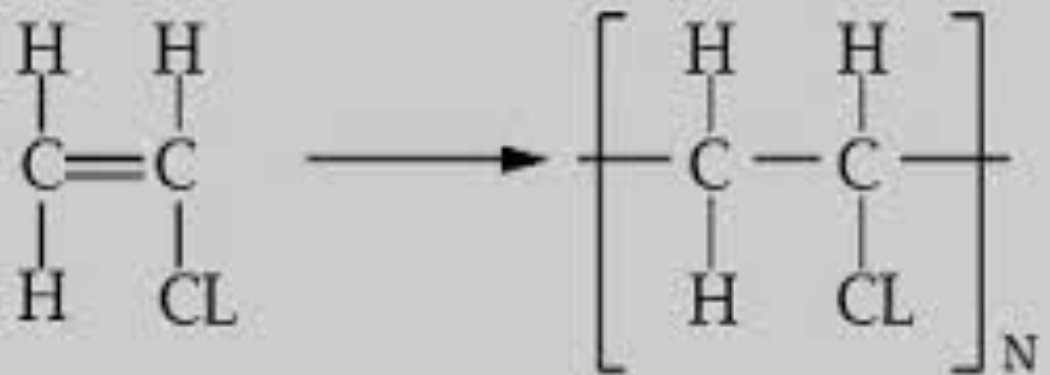
- **Фибра** (от [лат. fibra](#) — волокно) — материал, изготавливаемый пропиткой нескольких слоёв бумаги-основы концентрированным раствором [хлорида цинка](#) (реже раствором серной кислоты и роданида кальция) и последующим прессованием. Фибра (марки ФТ, ФЭ, ФСВ, ФП, ФПК, ГКФ, ФКДГ) представляет собой прессованный картон из смеси [целлюлозной](#) и древесной массы, пропитанный хлористым цинком или [хлористым кальцием](#)^[1]. Выпускается в виде чёрных и неокрашенных листов
- **Преимущества применения фибры**[\[править\]](#) | [править вики-текст](#)
- При замене арматурной сетки на стальную фибру возможно существенно уменьшить толщину стяжки при сохранении несущей способности бетонной плиты. При этом существенно сокращается трудоёмкость строительного процесса и повышается темп выполнения работ.
- Стальная фибра, по сравнению с арматурой, является более экологичным материалом: её применение позволяет уменьшить металлоемкость конструкции и, следовательно, сократить вредное воздействие на окружающую среду (выброс углекислого газа при производстве)



- **Полиамиды** — пластмассы на основе линейных синтетических высокомолекулярных соединений, содержащих в основной цепи амидные группы $-\text{CONH}-$. Полиамиды используются в машиностроении, автомобильной промышленности, текстильной



- **Поливинилхлорид** (ПВХ, полихлорвинил, винил, вестолит, хосталит, виннол, корвик, сикрон, джеон, ниппеон, сумилит, луковил, хелвик, норвик и др.) — бесцветная, прозрачная пластмасса, термопластичный полимер винилхлорида. Отличается химической стойкостью к щелочам, минеральным маслам, многим кислотам и растворителям. Не горит на воздухе и обладает малой морозостойкостью ($-15\text{ }^{\circ}\text{C}$). Нагревостойкость: $+66\text{ }^{\circ}\text{C}$.



винилхлорид (газообразный
синтетический продукт)

поливинилхлорид



- **Природный каучук**

- Высокомолекулярный углеводород $(C_5H_8)_n$, цис-полимер изопрена; содержится в млечном соке (латексе) гевеи, коксагыза (разновидности одуванчика) и других растений. Растворим в углеводородах и их производных (бензине, бензоле, хлороформе, сероуглероде и т. д.). В воде, спирте, ацетоне натуральный каучук практически не набухает и не растворяется. Уже при комнатной температуре натуральный каучук присоединяет кислород, происходит окислительная деструкция (старение каучука), при этом уменьшается его прочность и эластичность

- При температуре выше 200 °С натуральный каучук разлагается с образованием низкомолекулярных углеводородов. При взаимодействии натурального каучука с серой, хлористой серой, органическими пероксидами (вулканизация) происходит соединение через атомы серы длинных макромолекулярных связей с образованием сетчатых структур. Это придает каучуку высокую эластичность в широком интервале температур. Натуральный каучук перерабатывают в резину. В сыром виде применяют не более 1 % добываемого натурального каучука (резиновый клей). Более 60 % натурального каучука используют для изготовления автомобильных шин. В промышленных масштабах натуральный каучук производится в Индонезии, Малайзии, Вьетнаме.

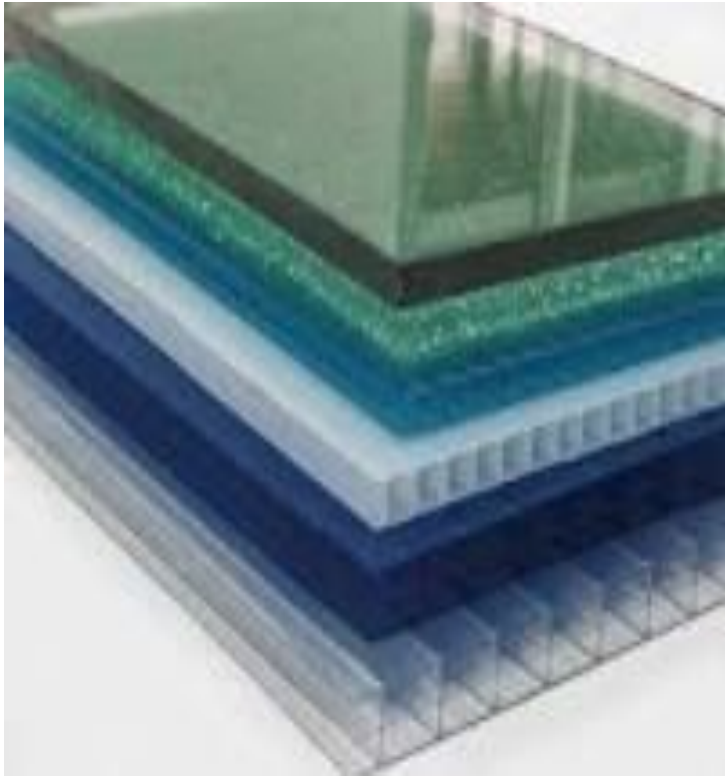


- **А класы** – талшықты материалдар, бірақ майлы және басқа лактармен немесе мұнайлы және синтетикалық майларға батырылған.

- **Е класы** – термореактивты байланыстағы қабатты пластинкалар, эпоксидті лақтағы эмальданған сымдар, поликарбонатты қабыршықтар және т.б.

- **Свойства и применение поликарбоната**

- Поликарбонат (ПК, РС) обладает комплексом ценных свойств: прозрачностью, высокой механической прочностью, повышенной устойчивостью к ударным нагрузкам, незначительным водопоглощением, высоким электрическим сопротивлением и электрической прочностью, незначительными диэлектрическими потерями в широком диапазоне частот, высокой теплостойкостью, изделия из него сохраняют стабильность свойств и размеров в широком интервале температур (от -100 до +135°C).
- Перерабатывают поликарбонат всеми методами, известными для термопластов. Качество изделий из него зависит от наличия влаги в перерабатываемом материале, условий переработки и конструкции изделия.
- Перечисленные выше свойства поликарбоната обусловили его широкое применение во многих отраслях промышленности взамен цветных металлов, сплавов и силикатного стекла. Благодаря высокой механической прочности, сочетающейся с малым водопоглощением, а также способности изделий из него сохранять стабильные размеры в широком интервале рабочих температур, поликарбонат успешно используется для изготовления прецизионных деталей, инструментов, электроизоляционных и конструктивных элементов приборов, корпусов электронной и бытовой техники и т.д.



STRENGTH www.tutti.com

- **В класы** – органикалық емес материалдар: слюда, шыныталшық, байланыстыратын және сіңіретін органикалық құрамы бар асбест, политрифторхлорэтилен және т.б.

ПОЛИТРИФТОРХЛОРЕТИЛЕН

- фторопласт-3, фторлон-3, $[-CF_2CFCl-]_n$ - твёрдый продукт полимеризации трифторхлорэтилена. Применяется гл. обр. для получения антикорроз. покрытий насосов, труб и др., а также для изоляции кабелей, электродвигателей, трансформаторов и т. д.

- **F класы** – жылуға төзімділігі мықты байланыстырушы және сіңіретін құрамы бар органикалық емес материалдар, лакты эмальданған сымдар.

- **H класы** – кремнийорганикалық байланыстырушы және сіңірілетін құрамымен байланысады, кремнийорганикалық эластомерлер

- *Кремнийорганические эластомеры* могут применяться как модифицирующие добавки для повышения эластичности кремнийорганических покрытий; в некоторых случаях они служат самостоятельными пленкообразующими. [\[1\]](#)
- *Кремнийорганические эластомеры* нерастворимы в маслах, бензине и других углеводородах, а поэтому с успехом могут применяться в печатном деле и в качестве защитных покрытий для стеклянных, эмалированных, керамических, стальных и алюминиевых изделий. Успех применения полиорганосилоксановой резины обусловлен еще и тем, что она совершенно не имеет корродирующих свойств. [\[2\]](#)
- *Кремнийорганические эластомеры* выгодно отличаются от каучуков: а) прежде всего незначительной изменемостью свойств в широком интервале температур и, следовательно, высокой морозостойкостью (при рабочих температурах до 200 С их механические свойства мало меняются, при - 60 С они также сохраняют упругость); б) значительной химической стойкостью, особенно к кислороду и озону, гидрофобностью;

- *Кремнийорганические эластомеры* перерабатываются в изделия вальцеванием, каландрованием и другими методами, характерными для обычного каучука. [4]
- *Кремнийорганические эластомеры* получают тремя способами: полимеризацией циклосилоксанов, гидrolитической поликонденсацией а, (о-дихлорполидиорганосилоксанов, полученных гидролизом ди-органодихлорсиланов, и методом гомофункциональной конденсации, который основан на гидролизе дифункциональных мономерных крем-нийорганических соединений с последующей конденсацией силан-и силоксандиолов [10, с. В соответствии с их составом и основными свойствами кремнийорганические каучуки классифицируют на низкомолекулярные (мол. [5]
- *Кремнийорганические эластомеры*, появившиеся сравнительно недавно, позволяют решать многие сложные задачи, выдвигаемые современной техникой. [6]

- **200 класы** – органикалық емес материалдар (слюда, электротехникалық керамика, сілтісіз шыны, кварц) байланыстырушы материалдарсыз немесе органикалық емес байланыстырушылармен.

- **Применение фторопласта. Виды фторопласта. Изделия из фторопласта**
- **PTFE, тефлón или фторопла́ст-4** — это пластмасса белого (молочного цвета), обладающая отличными физическими и химическими свойствами и широко применяемая в промышленности, технике и быту. Химическая формула фторопласта $(-C_2F_4-)_n$.
- Изначально появилось слово «Тефлон» и является зарегистрированной торговой маркой корпорации DuPont (лидера химической промышленности Америки). Непатентованное название вещества — «политетрафторэтилен» или «фторополимер». В СССР и России традиционное техническое название этого материала — [Фторопласт](#) или Фторопласт-4.

- 220 класы – политетрафторэтилен, полиимидтты материалдар – қабықша, талшықтар, полиимидтің және фторопласт-
- 4 – тің эмальсымды оқшалануы, оксидтті және фторидтті оқшалану, минералдар.

- Жылуөткізгіштік – материалдағы жылу берілу процесі; ол жылуөткізгіштікпен $\gamma_{ж}$ сипатталады;

•Диэлектрик немесе басқа материалдардың жылулық ұлғаюы, сызықты ұлғаю температуралық коэффициентімен бағаланады, ол температураны 1 градусқа өзгерткен кезде сызықты өлшемнің қанша есе өзгергенін көрсетеді.

- Криогенді аймақтағы температуралық шыдамдылық және суыққашыдамдылық. Көптеген жағдайда оқшауламалардың эксплуатациясында, мысалы, ашық қосалқы станциялардың оқшаулама қондырғыларына суыққа төзімділік маңызды, т.б. $(60 - 70)^{\circ}\text{C}$ және оданда төмен (криогенді) температурадағы оқшауламаның эксплуатациялық беріктілікті төмендетпеуі.

- Оқшаулағыш материалдардың электрлік қасиеті төменгі температурада жақсарады, бірақ көптеген материалдар, иілгіш және майысқақ қалыпты температурада, төменгі температурада қатты және сынғыш болып келеді. Электроқшаулағыш материалдарды суыққатөзімділікке тексеру бір уақытта дірілдің әсерімен жүреді.

Дымқылдық қасиеті

- **Дымқылға төзімділік** – атмосферадағы берік эксплуатацияға оқшаулану қабілеті, булы суға қанығуға жақын.
- **Дымқыл өткізгіштік** - дымқыл будың әртүрлі 2 жақты қысымының әсерінен, материалдың судың буын өткізу қабілеті.
- **Дымқыл жұтылуы** - оқшаулағыш материалдың суды атмосферадағы қаныққан сулы пар күйінде жұту қабілет

Суды сіңіру – материалдың судың суға бату кезіндегі жұтылуы.

- **Дымқылданғыштық** – диэлектриктің сумен дымқылдану қабілеті, судың тамшысының дымқылдану бұрышымен θ мінезделеді. Дымқылданғыштық сұйықтықтың қатты денемен адсорбциясын мінездейді.
- Материалдың ылғал тартқыштығы Ψ оның дымқыл ортада жұмысы кезінде судың буының материалға әсер ету тұрақты дәрежесін анықтайды.

Қорғаныс әдісі

- Атмосфералық дымқылмен сіңірілген электрберіктілігінің төмендеуі диэлектриктің тесілуіне әкеледі, одан құтылу мақсатында талшықты материалдың суды сіңіруіне қарсы әдістер қолданылады. Бұл әдіс талшықты және кеуек оқшаулағышты сіңіретін лакпен бояу және сыртынан су тепкіш жабыны бар лакпен бояу.
- Сіңіретін лактың тағайындалуы – материалдың саңылауларын лакпен толтыру. Бұл мақсат үшін сіңіретін лактың тұтқырлығы аз болуы керек. Жабынды лактарда жеткілікті тұтқырлық болады, олар гидрофобты сұйықтық болып келеді.

Радияциялық беріктік

Радияциялық беріктік деп жоғарғы энергиядағы корпускулярлық немесе толқынды радиоактивті сәулеленудің әсерінен материалдардың электрлік және механикалық дәрежесінің сақталуы. Радиоактивті беріктік синтез үшін арналған радиоактивті сәулеленуді, полимеризацияны және материалды өңдеуді қолданған кезде есепке алынады.

Сәулелену энергиясы, материал бетіне тиген кезде, тереңдікке енуіне байланысты кемиді ол мына заң бойынша

$$P_x = P_0 e^{-\mu x},$$

- мұндағы: P_0 - материал бетіндегі физикалық қуаттың ауадағы мөлшері;
- x – ену тереңдігі;
- μ – материалдағы сәулеленудің қолайлы әлсіреу коэффициенті;

$$\mu = K\lambda^3 Z^3 \rho,$$

(4.2)

- мұндағы: l - сәулелену толқынының ұзындығы;
- Z – Менделеев кестесіндегі элементтің нөмірі;
- r – тығыздық;
- K – пропорционалдық коэффициенті;

- Материалдағы сәулеленудің жұтылуы материалдың табиғатына (Z^3) және сәулеленудің сапасына (λ^3) байланысты
- Өте ұзақ және қарқынды сәулеленудің әсерінен кез келген полимер бұзылады немесе оның құрылысы бір қалыптан екінші қалыпқа өтеді. Кварц, слюда, глинозем, ZrO_2 , BeO , шыны тәріздес құрылысы бар слюдалы материалдарға сәулеленудің әсері өте жоғары. Сәулеленуге берік материалдар екі қасиетке ие болу керек:
 - - аса ионизациясыз энергияны жұту қабілеті;
 - - тізбектердің үзілуін анықтауға қарағанда жоғарғы дәрежедегі қос байланысты тудыру қабілеті;
- Дәл осындай өзгерістер электротехникалық материалдардың физика – механикалық қасиетімен болады.

Химиялық тұрақтылық

- Материалдардың химиялық тұрақтылық дәрежесі олардың тұрақтылығы ерігіш әсерінде (толуол, бензин, спирттар, және т.б. минералдық майлар), тотықтардың (озон, хлор, азоттың, және т.б. тотықтары) және сыртқы реагенттерінің (қышқылдар, щелочьтар, олардың еріткіштігі мен булануы) сипаттамаларымен аталады.

- Диэлектриктің химиялық тұрақтылығы толық зерттелген үлгінің механикалы және электр сипаттамасы үлгісімен анықталады, және өзге реагенттердің немесе ұзақ уақытта болған өзгерістердің шамасына әсер етеді.