

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

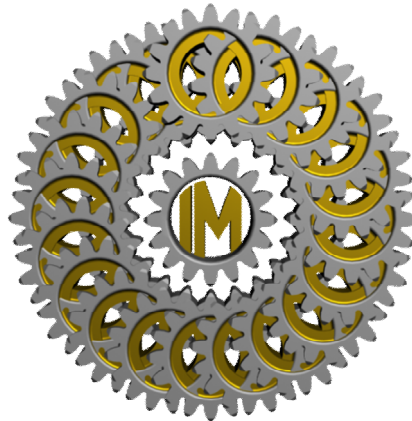
Кафедра «Інженерна механіка»

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до практичних занять і самостійної роботи**

**з дисципліни «Системи технологій»**

**(для студентів заочної форми навчання напряму підготовки "Економіка підприємства")**



КРАСНОАРМІЙСЬК 2014

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра «Інженерна механіка»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до практичних занять і самостійної роботи**  
**з дисципліни «Системи технологій»**  
**(для студентів заочної форми навчання напряму підготовки «Економіка**  
**підприємства»)**

Розглянуто на засіданні кафедри  
"Інженерна механіка"  
" 11 " 12 2013р. Протокол № 5

Затверджено навчально-видавничою  
радою ДонНТУ  
" 18 " 02 2014р. Протокол № 1

КРАСНОАРМІЙСЬК 2014

УДК 621.8 (071)

Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з дисципліни "Системи технологій" (для студентів заочної форми навчання напряму підготовки «Економіка підприємства») / укладачі: С.О.Вірич., О.І.Повзун, М.О.Бабенко, Т.В.Горячева, І.М.Лаппо, – Красноармійськ: КП Дон НТУ, 2014. – 57 с.

Методичний посібник містить рекомендації щодо самостійного вивчення основних розділів курсу «Системи технологій». Надано стислий зміст теоретичного матеріалу, практичні роботи, варіанти індивідуального завдання, порядок його виконання.

Укладачі:

С.О. Вірич  
О.І. Повзун  
М.О. Бабенко  
Т.В. Горячева  
І.М. Лаппо

Відповідальний за випуск

С.О.Вірич

С.О.Вірич, О.І.Повзун, М.О. Бабенко, Т.В.Горячева, І.М.Лаппо  
Красноармійськ, КП ДонНТУ, 2014

## ЗМІСТ

	С.
Вступ	5
1. Тематичний зміст дисципліни	6
2. Практичні роботи	18
2.1. Практична робота № 1	18
2.2. Практична робота № 2	33
2.3. Приклади розв'язання задач	43
3. Зміст індивідуального завдання і рекомендації щодо вибору варіанту	46
3.1. Теоретичне питання 1	46
3.2. Теоретичне питання 2	47
3.3. Задача 1	48
3.4. Задача 2	50
3.5. Задача 3	51
3.6. Вибір теоретичних питань і задач до індивідуального завдання	54
4. Вимоги до виконання та оформлення індивідуального завдання	56
Література	57
Додаток А	58

## ВСТУП

Згідно з навчальним планом підготовки бакалаврів напряму підготовки «Економіка підприємства» з курсу «Системи технологій» студенти виконують одне індивідуальне завдання. Для методичного забезпечення зазначеної дисципліни розроблено дані методичні вказівки, які містять стислий зміст теоретичного матеріалу; практичні роботи, де викладено методи і приклади розв'язання задач; варіанти індивідуального завдання, порядок його виконання.

Мета дисципліни – формування знань і навичок з аналізу технологічних процесів економіки та пріоритетних напрямків їх розвитку.

Основними задачами дисципліни «Системи технологій» є:

- формування у студентів об'єктивних поглядів на технологічні процеси, які є основою виробництва;
- засвоєння студентами закономірностей при різних технологіях;
- уміння застосовувати здобуті під час вивчення курсу знання при опануванні економічних дисциплін, у практичній діяльності;

## **ТЕМАТИЧНИЙ ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Тема 1. Вступ в систему технологій**

Зміст, структура та основні розділи дисципліни. Терміни та їх визначення. Економічна оцінка технологічного процесу. Сировина, паливо і повітря в технологічних процесах.

#### ***Методичні рекомендації:***

Необхідно чітко засвоїти зміст поняття «технологія» - процес послідовної зміни стану, властивостей, форми або розміру предметів праці, що здійснюється при виготовленні продукції.

Слід розглянути процеси механічної та хімічної технологій, галузі промисловості, з'ясувати суть виробничого та технологічного процесів, технологічного регламенту, ознайомитись зі схемами хіміко-технологічних процесів, розглянути види виробництв та засвоїти їх основні технологічні ознаки.

Необхідно сформулювати показник економічної ефективності технологічного процесу, що має враховувати усі види витрат. Таким узагальнюючим показником є собівартість продукції – одна з найважливіших економічних категорій.

Дати визначення поняттю «сировина», ознайомитись з класифікацією сировини. Звернути увагу на поняття «паливо», його склад, види та основні характеристики – питому теплоту горіння та енергетичну цінність. З'ясувати співвідношення між натуральним та умовним паливом для обчислення загальних запасів палива.

### **Тема 2. Системи технологій у видобувній промисловості**

Поняття добувної промисловості та різновиди природних ресурсів. Різновиди природних ресурсів і способи їх експлуатації. Добувні підприємства та їх відмітні особливості. Цикли життя підприємства. Гірничо-геологічні умови розробки корисних копалин.

#### ***Методичні рекомендації:***

Доцільно ознайомитись з терміном «добувна промисловість» – це сукупність галузей виробництва, які займаються видобутком різної сировини й палива з надр Землі, вод і лісів.

Необхідно запам'ятати, що гірські породи й мінерали бувають магматичного, осадового й метаморфічного походження.

Промислова класифікація містить 60 найважливіших видів мінеральної сировини.

Необхідно усвідомити, що у добувній промисловості розрізняють такі основні підприємства: шахта, рудник, кар'єр.

Шахта – гірничопромислове підприємство з видобутку корисних копалин підземним способом. Включає наземні спорудження й гірські вироблення.

Рудник – гірське підприємство з видобутку корисних копалин (переважно руди) відкритим і підземним способами.

Кар'єр – гірське підприємство з видобутку корисних копалин відкритим способом. Стосовно до кар'єру з видобутку вугілля використовується термін «розріз».

Розрізняють життєвий і технологічний цикли добувних підприємств.

Життєвий цикл – період від дня проектування підприємства до його закриття.

Технологічний цикл – період від початку використання певної технології до зміни її іншою.

На ефективність ведення гірничих робіт впливають такі основні гірничо-геологічні чинники: глибина розробки, форма родовища, фізико-механічні властивості корисних копалин, сполука й будова порід, екологічні умови, газовиділення при розробці родовищ.

### **Тема 3. Системи технологій у металургійній промисловості**

Поняття про металургійний завод і комбінат. Технологія виплавки чавуну. Продукція доменного виробництва.

#### ***Методичні рекомендації:***

Необхідно засвоїти поняття «металургія» та «чорна металургія» і звернути увагу на особливості виробничих процесів заводів з повним і неповним металургійним циклом.

Треба з'ясувати призначення окремих видів сировини, що використовуються для виплавки чавуну: руди, окатишів, агломерату, коксу, флюсів.

Важливо зрозуміти матеріальний баланс доменної плавки і назви продукції доменного виробництва (передільний, ливарний, спеціальний чавуни) та сфери її використання.

### **Тема 4. Технології виробництва сталі**

Загальне уявлення про технології виробництва сталі. Киснево-конвертерний спосіб. Мартенівський спосіб.

#### ***Методичні рекомендації:***

Доцільно усвідомити, що чавун і металобрухт – основна сировина для виробництва сталі. Сталь одержують в результаті окислення й видалення

більшої частини домішок чавуну – вуглецю, кремнію, марганцю, фосфору, сірки за рахунок кисню, який є в атмосфері, в оксидах заліза і марганцю або його вводять спеціально в розплавлену ванну.

У сучасній металургії основними способами виплавки сталі є киснево-конвертерний, мартенівський і електросталеплавильний.

Необхідно запам'ятати, що сутність киснево-конвертерного способу складається в продувці рідкого чавуну в конвертері технічно чистим киснем.

Під впливом кисневого дуття домішки чавуну окислюються; при цьому виділяється велика кількість тепла. Це сприяє розплавленню всіх шихтових матеріалів, підтримці металу в рідкому стані, швидкому розчиненню вапна й утворенню активних шлаків.

Необхідно усвідомити, що сутність мартенівського процесу полягає в переробці чавуну й металобрухту у відбивній печі. Мартенівська піч обладнана системою перехідних клапанів для зміни напрямку подачі в піч палива й повітря й відводу з печі продуктів згоряння.

Важливим моментом плавки є період «кипіння» - виділення оксиду, що утворюється, і вуглецю у вигляді пухирців. Метал при цьому перемішується, вирівнюється його температура й хімічний склад, видаляються гази, спливають неметалічні включення.

### **Тема 5. Технологія електросталеплавильного процесу та розливу сталі**

Технологія виплавки сталі електрикою. Електродугова піч. Індукційні печі. Розлив сталі й одержання злитка. Машина безперервного розливу сталі.

#### ***Методичні рекомендації:***

Доцільно усвідомити, що виплавка сталі в електричних печах має ряд переваг у порівнянні з іншими сталеплавильними процесами. Основні переваги – це можливість створення високої температури в плавильному просторі печі (понад 2000°C) і виплавки сталі й сплавів будь-якої сполуки, використання вапняних шлаків, що сприяє гарному очищенню металу від шкідливих домішок сірки й фосфору.

Необхідно запам'ятати, що дугова піч складається з металевого корпусу циліндричної форми зі сферичним днищем. Зсередини корпус печі футеровано вогнетривкими матеріалами. Звід печі є знімним і має отвір для електродів, які кріпляться в електродержачах і за допомогою механізму можуть переміщатися.

Треба усвідомити, що використовуються також індукційні печі, що являють собою тигель із вогнетривкого матеріалу, оточений мідною трубчастою спіраллю (індуктором), через яку пропускається струм високої



частоти. Електричні печі споживають багато електроенергії, тому вони використовуються, як правило, для одержання тільки високоякісної сталі.

Для розливу сталі та одержання злитка незалежно від того, в яких печах і яким способом зварена сталь, зі сталеплавильної печі її випускають у розливний ковш, з якого потім розливають у виливниці. Випущену з печі сталь витримують деякий час ( 10-15 хвил.) у ковші. За цей час зі сталі виділяється частина розчинених у ній газів і на поверхню спливають неметалічні включення (частки шлаків і футеровки печей).

Необхідно запам'ятати, що машини безперервного розливу сталі бувають трьох типів: вертикальні, радіальні й криволінійні.

## **Тема 6. Системи технологій міні-металургійних заводів кольорової та порошкової металургії**

Міні-металургійні заводи. Маркування сталей. Пряме відновлення заліза з руд. Кольорова металургія. Порошкова металургія.

### ***Методичні рекомендації:***

Доцільно ознайомитись з поняттям “міні-металургійні заводи”, які стали успішно конкурувати із заводами повного циклу. Поняття “міні-завод” містить у собі мінімальні витрати на виробництво, мінімальні викиди технологічних відходів у навколишнє середовище, мінімальні простой устаткування й агрегатів, найкоротший виробничий цикл при максимальній продуктивності, продажах, рентабельності і т.п.

Необхідно запам'ятати, що в залежності від призначення й гарантованих властивостей сталі звичайної якості поділяють на групи А, Б, В. Сталі цих груп мають гарантування: А – механічні властивості; Б – хімічний склад; В – обидва ці параметри. Маркують сталі звичайної якості буквами Ст і цифрами від 0 до 7, що означають порядковий номер, зі збільшенням якого росте міцність, але падає пластичність сталі.

Треба усвідомити, що велика увага приділяється розробці процесів прямого відновлення заліза з руд. Вилучення з виробництва сталі проміжного процесу - одержання чавуну - економічно вигідно. Але це важке завдання, і, хоча випробувано понад 70 різних способів, лише мала кількість з них знайшла промислове застосування.

Кольорова металургія містить у собі видобуток і збагачення руд, виробництво й обробку кольорових металів і сплавів. Як і в чорній металургії, виробничий комплекс складається з гірничодобувних підприємств (рудників, кар'єрів), збагачувальних фабрик, металургійних і металообробних заводів.

Необхідно запам'ятати, що порошкова металургія - це галузь техніки, що включає виготовлення порошків з металів і їх сплавів і одержання з них заготовок і виробів без розплавлення основного компонента.

#### **Тема 7. Системи технологій прокатного виробництва.**

Продукція прокатного виробництва. Прокатні стани. Волочіння. Трубопрокатне виробництво. Технологія безперервного лиття й без ливарної прокатки.

##### ***Методичні рекомендації:***

Доцільно ознайомитись з продукцією прокатного виробництва. Сортамент сталевого прокату поділяють на п'ять груп: сортовий прокат, листовий прокат, труби, періодичний прокат і спеціальний прокат (у тому числі гнуті профілі).

Необхідно запам'ятати, що для надання металу відповідної форми його в нагрітому або холодному стані прокочують, тобто пропускають між обертовими валками прокатних станів.

Треба усвідомити, що прокатні цехи обладнують також волочильними станами. Методом волочіння виготовляють тонкий дріт (від чотирьох до сотих долей міліметра), калібровані прутки, тонкі трубки тощо.

Виробництво прокатних труб часто відокремлюють у спеціальні трубопрокатні підприємства, хоча по суті вони є металургійними заводами зі спеціалізованим прокатним цехом. Існують три способи виробництва труб: литтям, прокаткою й прошиванням заготовок.

Необхідно запам'ятати, що в металургійній промисловості впроваджено нову технологію прокатного виробництва - технологію безперервного лиття й без ливарної прокатки.

#### **Тема 8. Технологія розкриття й підготовки вугільних родовищ**

Видобувне вугілля, його марки та властивості. Способи видобутку вугілля та їх сутність. Гірничі вироблення для розкриття вугільних пластів. Схеми розкриття пластів.

##### ***Методичні рекомендації:***

Доцільно ознайомитись з тим, що видобувне вугілля – буре, кам'яне й антрацити – є продуктом метаморфізації рослинної маси. Кам'яне вугілля буває чорного, рідше бурувато-чорного кольору, блискуче або матове. Воно відрізняється крихкістю. Одне вугілля при нагріванні без доступу повітря (до 950-1100°C) спікається в повний, твердий і пористий кокс – це коксове вугілля. Інше вугілля слабо спікається; його називають *слабкоспікливим*.

Необхідно запам'ятати способи видобутку вугілля та їх сутність. Вугілля, як і інші тверді корисні копалини, добувають двома способами: відкритим і підземним.

Треба усвідомити, що будівництво шахти починають зі спорудження стовбурів, що забезпечує її вентиляцію. Стовбур шахти – це вертикальне, а іноді й похиле вироблення, що проходить через товщу гірських порід.

### **Тема 9. Технології розробки вугільних родовищ**

Основні положення та назви технологій видобутку вугілля. Способи видобутку вугілля та їх сутність. Сутність механічного відбою вугілля. Транспортування вугілля. Керування гірським тиском. Комплексна механізація видобутку вугілля.

#### ***Методичні рекомендації:***

Доцільно ознайомитись з технологією очисних робіт, яка є сукупністю технологічних процесів з видобутку вугілля, пов'язаних між собою в просторі й часі.

Основними технологічними процесами з видобутку вугілля є: виїмка вугілля в очисному вибої, навантаження його на транспортний засіб і транспортування по лаві, провітрювання очисного вибою, зведення або пересування кріплення, керування гірським тиском і ін.

Необхідно запам'ятати, що виїмка вугілля складається з відбою і навантаження відбитої корисної копалини. Відбоек вугілля називається відділення його від масиву. Виїмку виконують механічним, свердловиновибуховим, гідравлічним способами. Найбільше поширення має механічний спосіб відбою.

Треба усвідомити, що транспортування відбитого вугілля по лаві від місця відбою до місця навантаження в транспортні засоби на пологих і похилих пластах здійснюється за допомогою скребкових конвеєрів.

Кріплення очисних вироблень виконують з метою запобігання обвалів покрівлі, оскільки в результаті очисної виїмки вугілля вона втрачає стійкість.

Керування гірським тиском повних обвалів полягає в тому, що в міру просування очисного вибою на межі між робочим і виробленим простором покрівлю руйнують на спеціальне обрізне кріплення.

Треба уяснити, що типова технологічна схема виїмки вугілля очисним механізованим комплексом на шарах пологого й похилого падіння полягає в тому, що на рамі конвеєра встановлюють вузькозахватний вугільний комбайн, який на опорних лижах може пересуватися по рамі конвеєра вздовж вибою.

## **Тема 10. Системи технологій видобування нафти та газу**

Особливості нафти і її використання. Умови залягання нафти й буровлення шпар. Витяг нафти на поверхню. Зберігання й транспортування нафти й нафтопродуктів. Технологія видобутку газу.

### ***Методичні рекомендації:***

Доцільно ознайомитись з поняттям "нафта" – це природна суміш вуглеводнів з домішкою сірчистих, азотних і кисневих сполук і являє собою маслянисту рідину чорного або темно-коричневого (іноді червонуватого, жовтого кольору).

Необхідно запам'ятати, що в сприятливих умовах нафта накопичується у відповідних гірських породах (колекторах), що відрізняються тріщинуватістю або пористістю й здатних вміщувати величезні її кількості.

Треба усвідомити, що при наявності в нафтовому шарі достатнього тиску, створюваного нафтовими газами й пластовою водою, нафта піднімається по шпарі й виливається на поверхню.

Для зберігання нафти й рідких нафтопродуктів застосовують резервуари ємністю до 10 тис. т, виготовлені з листової сталі.

Нафта й рідкі нафтопродукти транспортують різними засобами. Найбільш дешевий спосіб транспортування нафти – у наливних судах – танкерах, які становлять понад 36% тоннажу світового морського флоту.

Необхідно запам'ятати, що до природних газів відносять насамперед гази, своїм походженням пов'язані з нафтою. Разом з нафтою завжди добувають нафтові або попутні гази. У багатьох випадках насиченість нафти газом дуже висока: на одну тонну нафти добувають 100-150 м<sup>3</sup> газу. Родовища, у яких нафта відрізняється високим вмістом газів, називають *нафтогазовими*.

## **Тема 11. Системи технологій теплових та атомних електричних станцій**

Основи технологій теплових електростанцій (ТЕС). Поняття про атомну електричну станцію. Проблеми радіаційного захисту.

### ***Методичні рекомендації:***

Необхідно усвідомити основні види і джерела енергії, що застосовуються в промисловості: електричної, теплової, ядерної, хімічної й енергії світла.

Слід звернути увагу на види палива, що використовуються, та основне устаткування паротурбінних ТЕС; з'ясувати суть технологічного процесу ТЕС.

Необхідно запам'ятати назви споруд і устаткування ТЕС та їх призначення. При цьому треба звернути увагу на те, що коефіцієнт корисної дії конверсії енергії потоку води в енергетичну незрівнянно вищий, ніж на ТЕС і АЕС і складає 90%, а також на екологічні проблеми ТЕС.

Робота атомної електростанції полягає у тому, що тепло, розщеплюючись, нагріває теплоносій, який прокачується через активну зону реактора. Пара, що утворюється, направляється у турбіну, яка виробляє електрику, а також використовується для обігріву будинків.

Дія потужного нейтронного випромінювання атомних реакторів робить речовини і матеріали, що перебувають в них, радіоактивними. Тому для роботи із предметами, що побували в реакторі, застосовується дистанційна техніка: механічні “руки” і інші спеціальні маніпулятори. Більшість атомних станцій в усьому світі мають скафандри, які охороняють реактори навіть від таких малоймовірних аварій, як падіння метеорита або потерпілого аварію літака, а також розраховані на випадок аварії усередині станції.

## **Тема 12. Системи технологій ресурсозберігаючої енергетики**

Біохімічні джерела енергії. Вітрові електричні станції. Робота сонячної електростанції. Геотермальні електричні станції.

### ***Методичні рекомендації:***

Необхідно засвоїти те, що існує два основних способи конверсії біомаси в горючий газ: термохімічний і біохімічний.

Необхідно запам'ятати, що принцип роботи сонячної електростанції (СЭС) полягає у концентрації сонячної енергії з відбиттям променів Сонця з великої площі на меншу за допомогою дзеркал. Така система включає 1600 так званих геліостатів, кожний з яких складається з 45 дзеркал загальною площею 25 м<sup>2</sup>.

Треба запам'ятати, що геотермальна електростанція – це теплова електростанція, що використовує теплову енергію гарячих джерел Землі для вироблення електроенергії й теплопостачання. Температура геотермальних вод може досягати 200<sup>0</sup>С і більше. Геотермальні електростанції дешеві, відносно прості, але одержувана пара має низькі параметри, що знижує їх економічність.

## **Тема 13. Системи технологій машинобудування**

Поняття про машинобудівельний комплекс. Технологія машинобудування. Обробка металів різанням і тиском.

### ***Методичні рекомендації:***

Необхідно засвоїти, що машинобудівний комплекс – це сукупність галузей промисловості, що виготовляють найважливіші засоби виробництва,

предмети споживання (автомобілі, побутова техніка, інвентар і ін.), а також продукцію оборонного значення. До його складу входять: верстатобудування, приладобудування, електротехнічна й електронна промисловість, енергетичне, транспортне, дорожньо-будівельне, хімічне, нафтове, сільськогосподарське машинобудування, авіаційна, автомобільна, тракторна промисловість і ряд інших галузей машинобудування.

Для виготовлення будь-якої машинобудівної деталі необхідно розробити технологію, тобто – врахувати вихідні дані й умови, оцінити техніко-економічні й соціальні параметри різних рішень.

Важливо засвоїти види обробки металів різанням на токарних, свердлильних, фрезерних, шліфувальних верстатах. Доцільно звернути увагу на інструменти, що застосовуються при обробці металів різанням, загартування різців, а також проаналізувати ефективність застосування обробних центрів, верстатів з програмним управлінням.

Необхідно приділити увагу електричним, хімічним, ультразвуковим, плазменно-лазерним та гідро-пластичним методам обробки, зрозуміти їх сутність та умови ефективного використання в машинобудуванні.

#### **Тема 14. Системи технологій прогресивних методів обробки металів**

Ливарне виробництво. Ковальсько-штамповане виробництво. Зварювання металу. Прогресивні методи обробки металів.

##### ***Методичні рекомендації:***

Доцільно ознайомитись з тим, що одним з основних способів виготовлення заготовок у машинобудівному виробництві є одержання їх заливкою розплавленого металу у відповідні форми. Велике значення в складі машинобудівного заводу має ливарний цех (або спеціалізований ливарний завод, що постачає відливки на машинобудівні підприємства).

Ковальсько-пресовий цех обладнаний механічними молотами, що діють динамічно (ударом), і пресами, що розвивають статичне зусилля. При масовому виробництві кувань застосовують більш ефективний метод штампування, тобто кування деталей у формах. Такі форми називають штампами.

Важливо засвоїти всі процеси зварювання металу. Існують два способи зварювання: газовий (автогенний) – за допомогою горючого газу (суміш ацетилену й кисню), що дає дуже гаряче полум'я (понад 3000°C), і електрозварювання, при якій метал плавиться електричною дугою (температура до 6000°C).

До нових методів обробки металів відносяться хімічні, електричні, плазменно-лазерні, ультразвукові, гідропластичні.

При хімічній обробці використовується хімічна енергія.

При електричному методі електрична енергія перетворюється в теплову, хімічну й інші види енергії безпосередньо в процесі видалення певного шару.

Плазменно-лазерні методи обробки засновані на використанні сфальцьованого променя (електронного, когерентного, іонного) з досить високою щільністю енергії.

Ультразвукова обробка металів – різновид механічної обробки – заснована на руйнуванні оброблюваного матеріалу абразивними зернами під ударами інструмента, що коливається з ультразвуковою частотою.

Гідропластична обробка металів застосовується при виготовленні пустотілих деталей із гладкою поверхнею й малими допусками (гідроциліндри, плунжери, вагонні осі, корпуси електродвигунів та ін.).

## **Тема 15. Технології будівельних матеріалів**

Неорганічні в'язучі речовини. Бетони і їх застосування. Залізобетонні конструкції. Вироби на основі безцементних в'язучих. Будівельні розчини. Органічні в'язучі та бетони з них. Бітумні покрівельні та гідроізоляційні матеріали.

### **Неорганічні в'язучі речовини**

#### ***Методичні рекомендації:***

Необхідно вміти правильно вибрати вид в'язучого стосовно до умов твердіння та експлуатації виробів, одержаних на основі мінеральних в'язучих. Для цього треба знати властивості в'язучих, які залежать від початкової сировини, технології виробництва, складу продуктів, що утворюються при твердінні. Рекомендується така послідовність при вивченні основних видів в'язучих: коротка характеристика сировинних матеріалів; основи технології виробництва; хіміко-мінералогічний склад в'язучого; фізико-хімічні процеси, що протікають при тужавінні та твердінні; властивості в'язучого та вплив на них хіміко-мінералогічного складу; області і особливості застосування в'язучого.

При ознайомленні з ДСТУ слід особливу увагу звернути на маркування в'язучих, правила їх перевезення та зберігання.

### **Бетони і їх застосування. Залізобетонні конструкції**

#### ***Методичні рекомендації:***

Після ознайомлення з класифікацією бетонів і з/б конструкцій слід вивчити основні вимоги до сировинних матеріалів для приготування бетонної суміші та з/б конструкцій, з'ясувати роль кожної складової частини, враховуючи, що залежно від призначення змінюються вимоги до різних видів бетонів і з/б конструкцій, матеріалів для їх виготовлення.

Ознайомлення з різними видами бетону необхідно починати з важкого бетону, потім слід розглянути основні види спеціальних бетонів, легкі та ніздрюваті бетони, збірні деталі і вироби.

При вивченні технологічних процесів виготовлення з/б конструкцій слід чітко знати послідовність операцій і як вона здійснюється.

### **Вироби на основі безцементних в'язучих**

#### ***Методичні рекомендації:***

При вивченні цієї теми необхідно ознайомитися з сировинними матеріалами, основами технології виробництва, властивостями і вимогами до них, номенклатурою силікатних виробів, галузями і особливостями використання їх в будівництві.

#### **Будівельні розчини**

#### ***Методичні рекомендації:***

Будівельні розчини рекомендується вивчати в такій послідовності: класифікація залежно від середньої густини, виду в'язучого і призначення; характеристика сировинних матеріалів, зокрема добавок для регулювання властивостей сумішей і розчинів; основні властивості будівельних розчинів; розрахунок і добір складу будівельного розчину; основи технології приготування розчинних сумішей; характеристика окремих груп розчинів залежно від їх призначення.

#### **Органічні в'язучі та бетони з них**

#### ***Методичні рекомендації:***

Необхідно ознайомитися з класифікацією органічних в'язучих, способами їх одержання, основними властивостями та галуззю застосування, засвоїти основні положення, що стосуються асфальтового і дьогтьового бетонів (класифікація бетонів, складові матеріали і вимоги до них, способи розрахунку складу, приготування, транспортування, укладання та ущільнення сумішей, властивості бетонів і області їх застосування в будівництві).

#### **Бітумні покрівельні та гідроізоляційні матеріали**

#### ***Методичні рекомендації:***

При вивченні цієї теми необхідно стисло ознайомитися з найголовнішими видами покрівельних і гідроізоляційних матеріалів і врахувати, що майже в кожний з них входить як основний компонент бітумна речовина.

Особливу увагу слід приділити вивченню твердих і пружнов'язких матеріалів (рулонних бітумних безосновних і основних, безпокривних і покривних), законспектувати основні відомості про їх властивості, технологію виробництва, особливості застосування в будівництві.

### **Тема 16. Системи технологій будівельного виробництва**

Поняття "будівництво". Організаційні форми будівництва. Будівлі. Інженерні споруди. Класифікація будівель і споруд. Конструктивні типи і схеми будівель. Конструктивні елементи будівель. Технологія панельного домобудівництва. Технологія монолітного і збірно-монолітного будівництва. Технологія швидкокомтованих будівель з легких металевих конструкцій.

#### ***Методичні рекомендації:***



Необхідно ознайомитися з ознаками, що характеризують будинки та споруди, з основними конструктивними елементами будівель і вимогами до них.

Треба запам'ятати, що зведення будівель і споруд будь-якого призначення здійснюється тільки за відповідними проектами. Важливо засвоїти призначення графічної та розрахунково-текстової частин проекту, значення терміну «будівництво», організацію праці в будівництві, норми часу і виробітку.

Необхідно з'ясувати, які операції виконують при зведенні будівель і споруд за технологіями панельного, монолітного і сбірно-монолітного будівництва, за технологією швидкого монтування будівель з легких металоконструкцій (за сучасними способами виробництва).

### **Тема 17. Системи технологій в хімічній промисловості**

Поняття про хімічне виробництво. Технологія коксохімічного виробництва. Продукція коксохімічного виробництва та її використання. Шляхи підвищення ефективності коксохімічного виробництва.

#### ***Методичні рекомендації:***

Рекомендується ознайомитися з тенденціями хімічного виробництва; усвідомити, що рівень розвитку хімії у різноманітних галузях промисловості є визначним критерієм науково-технічного прогресу суспільства.

Засвоїти, які марки вугілля придатні для коксування і запам'ятати послідовність технологічного процесу та види продукції, які одержують при коксуванні.

Звернути увагу на беззупинний спосіб коксування та сухий метод гасіння коксу.

## ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

### ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

#### ЕНЕРГОСБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ. РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

**Мета роботи:** визначити мінімально допустиме значення опору теплопередачі  $R_o^{\min}$ , фактичний опір теплопередачі  $R_o^{\phi}$  і товщину теплоізоляційного шару  $\delta$  огорожувальної конструкції (залежно від зони будівництва або експлуатації будівлі).

У холодну пору року, коли зовнішня температура нижче температури внутрішнього повітря, приміщення будівлі втрачає тепло через огорожі. Процес передачі тепла через огорожувальні конструкції розділяють на більш прості види теплообміну: теплопровідність, конвекцію і теплове випромінювання.

**Теплообмін теплопровідністю.** Процес розповсюдження тепла в тілі шляхом безпосереднього стикання його часток, що мають різну температуру, називають *теплопровідністю*.

Кількість теплоти  $Q_T$ , що передає теплопровідність через плоску однорідну стінку в напрямку, перпендикулярному до її поверхні, визначають відповідно до закону Фур'є за формулою:

$$Q_T = \frac{\lambda}{\delta} \cdot F \cdot (\tau_1 - \tau_2), \quad (1)$$

$\frac{Вт}{М \cdot ^\circ C}$

де  $\lambda$  - коефіцієнт теплопровідності, , що дорівнює кількості тепла, яке проходить через  $1 \text{ м}^2$  площі протягом 1 години при температурному градієнті, що дорівнює одиниці (на  $1 \text{ м}$  шляху теплового потоку)

$\delta$  - товщина огорожі, м;

$F$  – площа поверхні огорожі,  $\text{м}^2$ ;

$\tau_1$  і  $\tau_2$  – температура внутрішньої і зовнішньої поверхні огорожі відповідно,  $^\circ\text{C}$ .

С підвищенням середньої густини матеріалу, його вологості і температури коефіцієнт теплопровідності, як правило, зростає. Так, наприклад, коефіцієнт теплопровідності сирій стіни у 2-3 рази вище теплопровідності сухої стіни з того самого матеріалу.

**Конвективний теплообмін.** Явище конвекції полягає в тому, що теплообмін між твердим тілом і рідиною (або газом) здійснюється частками рідини або газу, що пересуваються у просторі. Одночасно тепло всередині рідини і газу передається також і теплопровідністю.

Розрахунок конвективного теплообміну  $Q_k$ , виконують за рівнянням Ньютона:

$$Q_k = \alpha_k \cdot F \cdot (t_1 - t_2), \quad (2)$$

де  $\alpha_k$  – коефіцієнт тепловіддачі, ;  
 $F$  – площа поверхні огорожі,  $m^2$ ;  
 $t_1 - t_2$  – розрахункова різниця температур ( $t_1 > t_2$ ).

**Теплопередача через огорожі.** Теплопередача через огорожі містить в собі передачу тепла від внутрішнього середовища до внутрішньої поверхні  $Q_1$ , передачу тепла теплопровідністю через тіло огорожі  $Q_2$  і від зовнішньої поверхні до зовнішнього середовища  $Q_3$ .

Кількість тепла  $Q_1$ , що сприймає внутрішня поверхня огорожі площею  $F$ ,  $m^2$  визначають за формулою:

$$Q_1 = \alpha_b \cdot F \cdot (t_b - \tau_b), \quad (3)$$

де  $\alpha_b$  – коефіцієнт теплообміну на внутрішній поверхні огорожі (коефіцієнт теплосприйняття), , що дорівнює кількості теплоти, яку сприймає за 1 годину  $1 m^2$  площі поверхні огорожі при різниці температур всередині приміщення і внутрішньої поверхні  $1^\circ C$ .

$F$  – площа поверхні огорожі,  $m^2$ ;  
 $t_b$  – температура внутрішнього повітря,  $^\circ C$ ;  
 $\tau_b$  – температура внутрішньої поверхні огорожі,  $^\circ C$ .

Кількість тепла  $Q_2$ , що проходить через огорожу товщиною  $\delta$ ,  $m$ , і площею  $F$ ,  $m^2$ ,

$$Q_2 = \frac{\lambda}{\delta} \cdot F \cdot (\tau_b - \tau_3), \quad (4)$$

де  $\tau_b$  – температура внутрішньої поверхні огорожі,  $^\circ C$ ;  
 $\tau_3$  – температура зовнішньої поверхні огорожі,  $^\circ C$ .

Кількість тепла  $Q_3$ , що віддає зовнішня поверхня огорожі площею  $F$ ,  $m^2$ , зовнішньому повітрі, обчислюють за формулою:

$$Q_3 = \alpha_3 \cdot F \cdot (\tau_3 - t_3), \quad (5)$$

де  $\alpha_3$  – коефіцієнт теплообміну на зовнішній поверхні огорожі (коефіцієнт тепловіддачі),  $Q_3$  – кількість теплоти, яку віддає за 1 годину поверхня огорожі при різниці температур поверхні огорожі і зовнішнього повітря  $1^\circ\text{C}$ :

$\tau_3$  – температура зовнішньої поверхні огорожі,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_3$  – температура зовнішнього повітря,  $^\circ\text{C}$ .

Температурні різниці дорівнюють:

$$\begin{aligned} t_B - \tau_B &= ; \\ \tau_B - \tau_3 &= \frac{Q_2 \cdot \delta}{\lambda \cdot F} ; \\ \tau_3 - t_3 &= . \end{aligned}$$

При стаціонарному режимі (сталовому тепловому потоці)  $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$ .

Тоді загальну різницю температур (тепловий напір) визначають за формулою

$$\text{Приймаючи } F = 1 \text{ м}^2 \text{ і } t_B - t_3 = 1 \text{ }^\circ\text{C}, \quad (6)$$

$$Q = K, \quad (7)$$

де  $\frac{\delta}{\lambda}$  – термічний опір і-того шару багатошарової огорожувальної

конструкції ( $R_i$ , ...).

За рівнянням (7) визначають кількість тепла, що проходить через одиницю площі поверхні ( $1\text{м}^2$ ) в одиницю часу (1 година) при різниці температур внутрішнього і зовнішнього повітря  $1^\circ\text{C}$ . Ця кількість тепла називається *коефіцієнтом теплопередачі* пласкої огорожі  $K$ , ...

Якщо огорожа містить декілька матеріальних шарів, то коефіцієнт теплопередачі такої огорожі дорівнює:

$$K = \frac{1}{\sum \left( \frac{\delta}{\lambda} \right)}, \quad (8)$$

де  $\sum \left( \frac{\delta}{\lambda} \right)$  – сума термічних опорів всіх матеріальних шарів огорожі.

Коефіцієнт  $K$  характеризує передачу тепла через пласку стіну теплопровідністю, конвекцією і випромінюванням.

Аналогічний фізичний зміст має і коефіцієнт тепловіддачі  $\alpha_3$ .

*Опір теплопередачі* огорожі (термічний опір)  $R$  – це величина, яка характеризує здатність конструкції чинити опір тепловому потоку, що проходить через неї, і є величиною, зворотною коефіцієнту теплопередачі.

$$R = 1/K = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}},$$

або

$$R = R_{\text{с}} + R_{\text{т}} + R_{\text{з}},$$

де  $R_{\text{с}} =$ ;  $R_{\text{т}} = \frac{\delta}{\lambda}$ ;  $R_{\text{з}} = \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}$  – опори теплосприйняття, теплопровідності і тепловіддачі відповідно.

*Опір теплопередачі*  $R$  – різниця температур, необхідна для того, щоб через  $1 \text{ м}^2$  площі поверхні огорожі за 1 годину пройшла 1 ккал тепла.

*Опір теплосприйняття*  $R_{\text{с}}$  – різниця температур, необхідна для переходу 1 ккал тепла від внутрішнього повітря до  $1 \text{ м}^2$  площі внутрішньої поверхні огорожі за 1 годину.

*Опір теплопровідності*  $R_{\text{т}}$  – різниця температур, необхідна для переходу 1 ккал тепла через товщу огорожі (з площею поверхні  $1 \text{ м}^2$ ) за 1 годину.

*Опір тепловіддачі*  $R_{\text{з}}$  – різниця температур, необхідна для переходу 1 ккал тепла від  $1 \text{ м}^2$  площі зовнішньої поверхні огорожі до зовнішнього повітря за 1 годину.

*Поверхнева щільність* теплового потоку  $q$ ,  $\text{Вт/м}^2$ , - тепловий потік, що проходить через одиницю площі  $F$  поверхні теплообміну:

$$q = Q/F.$$

Потік тепла, що проходить через одиницю площі конструкції огорожі, прямо пропорційний різниці температур  $\Delta t = t_{\text{в}} - t_{\text{з}}$  і обернено пропорційний опору теплопередачі цієї конструкції. Тобто, чим більше опір теплопередачі, тим менші втрати тепла з приміщення будівлі.

Термічний опір має розмірність .

Якщо огорожа є багат шаровою, то термічний опір буде:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\sum \delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum R_{\text{і}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}.$$

Знаючи коефіцієнт теплопередачі  $K$  або термічний опір  $R = 1/K$ , можна визначити втрати тепла  $Q$  через огорожі:

$$Q = K \cdot F \cdot (t_B - t_3);$$

$$Q = \frac{1}{R} \cdot F \cdot (t_B - t_3).$$

Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу і-того шару  $\lambda_i$ ,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$  приймають за таблицею Л.1 Додатка Л ДБН В. 2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель.

$$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої поверхні  $\alpha_{в}$ , , і для

зимових умов зовнішньої поверхні  $\alpha_3$ , , огорожувальної конструкції приймають за додатком Е ДБН В. 2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель.

Теплотехнічну досконалість огорожувальних конструкцій слід оцінювати за величиною приведеного опору теплопередачі, а також за значенням коефіцієнта теплотехнічної однорідності  $r$ , що враховує вплив «містків холоду» і теплопровідних включень на втрати тепла через будівельні огорожувальні конструкції.

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін можна розраховувати за формулою:

$$R_o^{np} = R \cdot r, (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт},$$

Коефіцієнт теплотехнічної однорідності  $r$  приймають:

для глухих ділянок:

а ) у разі, якщо міжповерхове перекриття не заглиблюється в товщу кладки, то  $r = 1$ ;

б) у разі, якщо міжповерхове перекриття заглиблюється в товщу кладки не більше, ніж на 0,5 цегли, то  $r = 0,9$ ;

в) у разі, якщо міжповерхове перекриття заглиблюється в товщу кладки більш, ніж на 0,5 цегли, то  $r$  визначають за розрахунком.

Огорожувальні конструкції будівлі повинні відповідати таким вимогам (ДБН В. 2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель):

1. Санітарно-гігієнічним і комфортним умовам, які характеризуються значенням приведеного опору теплопередачі, яке обчислюють за формулою:

$$R_o^{\min} = ,$$

де  $t_b$  – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С; визначають за таблицею Г.2 Додатка Г ДБН В. 2.6-31:2006 .

$t_3$  – розрахункова температура зовнішнього повітря в холодний період року, що дорівнює температурі найбільш холодної п'ятиденки, °С; визначають за таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.1.1- 27:2010 Будівельна кліматологія.

$\Delta t_{cr}$  – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, °С; приймають за таблицею 3 ДБН В. 2.6-31:2006 залежно від призначення будинку і виду огороджувальної конструкції;

$\alpha_b$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, ; приймають за Додатком Е ДБН В. 2.6-31:2006.

2 . Вимогам енергозбереження, згідно з якими приведений опір теплопередачі має бути не нижче мінімального значення опору теплопередачі, тобто  $R_o^{пр} \geq R_{q \min}$ . Мінімум допустимі значення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій наведено в таблиці 1 ДБН В. 2.6-31:2006 .

Нормативний опір теплопередачі будівельної конструкції залежить від зони будівництва або кількості градусо – днів опалювального періоду (ГДОП). Кількість ГДОП може бути розрахована за формулою:

$$ГДОП = (t_b - t_{оп}) \cdot Z_{оп} , \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{добу};$$

де  $t_b$  – розрахункова температура внутрішнього повітря для об'єкта будівництва або реконструкції, °С;

$t_{оп}$  – середня температура опалювального періоду для регіону будівництва в період з середньою температурою на добу  $\leq 8^\circ\text{C}$ , (табл. 2 ДСТУ Н Б В.1.1- 27: 2010 Будівельна кліматологія);

$Z_{оп}$  – тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря  $\leq 8^\circ\text{C}$  , (тривалість опалювального періоду), днів (табл. 2 ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія).

За значенням ГДОП визначають зону будівництва та термічний опір теплопередачі огороджувальних конструкцій  $R_{q \min}$  (рис. 2 ДСТУ Н Б В. 1.1-27:2010).

З двох значень  $R_o^{\min}$  і  $R_{q \min}$  приймають більше значення .

Необхідну товщину теплоізоляційного шару визначають за умови  $R_0^{\text{пр.}} \geq R_{q \text{ min}}$ .

$$\text{Значить, } r \cdot \left( \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \right) \geq R_{q \text{ min}},$$

де  $r$  – коефіцієнт теплотехнічної однорідності;

$$R_i = \delta_i / \lambda_i.$$

Для чотиришарової конструкції:

$$r \cdot \left( \frac{1}{a_e} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \frac{1}{a_3} \right) \geq R_{q \text{ min}}$$

Якщо цифрою 3 буде позначено теплоізоляційний шар, тоді з цієї нерівності спочатку знаходять опір теплопередачі теплоізоляційного шару:

$$R_3 = \frac{R_{q \text{ min}}}{r} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - R_1 - R_2 - R_4 - \frac{1}{\alpha_{\text{з}}},$$

а потім визначають товщину теплоізоляційного шару:

$$\delta_3 \geq R_3 \cdot \lambda$$

Обчислене значення товщини теплоізоляційного шару  $\delta_3$  округляють до соті метра і отримують значення  $\delta_3^{\phi}$ .

Фактичний опір теплопередачі зовнішньої стіни визначають за формулою:  $R_0^{\phi} = r \cdot \left( \frac{1}{a_e} + R_1 + R_2 + R_{3\phi} + R_4 + \frac{1}{a_3} \right)$ , де  $R_3^{\phi} = \delta_3^{\phi} / \lambda_3$ .



**ДОДАТОК Л (обов'язковий)**  
**РОЗРАХУНКОВІ ТЕПЛОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Таблиця Л.1. Значення розрахункових теплофізичних характеристик**

Назва матеріалу	Характеристика в сухому стані			Розрахунковий вміст вологи за масою в умовах експлуатації w, %		Розрахункові характеристики в умовах експлуатації					
	густина, $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	питома теплоємність, $c_0$ , кДж/(кг К)	теплопровідність, $\lambda_0$ , Вт/(м К)	А	Б	теплопровідність, $\lambda_p$ , Вт/(м К)		коефіцієнт теплозасвоєння, s, Вт/(м <sup>2</sup> К)		коефіцієнт паропроникності $\mu$ , мг/(м год Па)	
						А	Б	А	Б		
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>1. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ</b>											
<b>1.2. Полімерні матеріали</b>											
19	Плити пінополістирольні	25	1,34	0,038	2	10	0,043	0,053	0,34	0,40	0,05
		35	1,34	0,037	2	10	0,041	0,050	0,40	0,46	0,05
		50	1,34	0,034	2	10	0,040	0,045	0,46	0,53	0,05
<b>2. КОНСТРУКЦІЙНО – ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ</b>											
<b>2.3. Вироби гіпсові</b>											
66	Плити з гіпсу	1000	0,84	0,23	4	6	0,29	0,35	4,62	5,28	0,11
		1200	0,84	0,35	4	6	0,41	0,47	6,01	6,7	0,1
67	Листи гіпсокартонні	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
<b>3. Матеріали конструкційні</b>											
<b>3.2. Розчини будівельні</b>											
83	Розчин цементно-піщаний	1600	0,84	0,47	2	4	0,70	0,81	8,69	9,76	0,12
85	Розчин вапняно-піщаний	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,6	11,09	0,09
<b>3.4. Кладка цегляна з повнотілої цегли</b>											
91	Глиняної звичайної на цементно-піщаному розчині	1800	0,88	0,56	1	2	0,70	0,81	9,2	10,12	0,11

## Розрахункові значення температури й вологості повітря приміщень

Призначення будинку	Розрахункова температура внутрішнього повітря, $t_v$ , °С	Розрахункове значення відносної вологості, $\phi_v$ , %
Житлові будинки	20	55
Громадські і адміністративні будинки	20	50 – 60
Лікувальні й дитячі навчальні установи	21	50
Дошкільні установи	22	50

Таблиця 3 ДБН В. 2.6-31:2006

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $\Delta t_{cr}$ , °С

Призначення будинку	Вид огорожувальної конструкції		
	Стіни (зовнішні, внутрішні)	Покриття та перекриття горищ	Перекриття над проїздами та підвалами
Житлові будинки, дитячі установи, школи, інтернати	4,0	3,0	2,0
Громадські будинки, крім зазначених вище, адміністративні та побутові, за виключенням приміщень з вологим або мокрим режимом експлуатації	5,0	4,0	2,5
Виробничі будинки з сухим та нормальним режимом експлуатації	7,0	5,0	
Виробничі будинки з вологим та мокрим режимом експлуатації	$t_v - t_p$	$0,8(t_v - t_p)$	
Виробничі будинки з надлишками тепла (більше 23 Вт/м <sup>3</sup> )	12	12	

Таблиця 2 ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010

## Температура зовнішнього повітря

Область, місто	температура повітря Середня місячна середня добова амплітуда температури ,°C												Середня за рік	Температура повітря, °C				Період із середньою добовою температурою повітря							
	холодного періоду		теплого періоду		≤ 8 °C		≤ 10 °C		≥ 21 °C																
	найхолодніша доба забезпеченістю	найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю	найжаркіша доба забезпеченістю 0,95	найжаркіша п'ятиденка забезпеченістю 0,99	тривалість, діб	середня температура, °C	тривалість, діб	середня температура, °C	тривалість, діб	середня температура, °C															
											0,98	0,92		0,98	0,92										
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Сімферополь	-0,3 7,1	0,4 7,3	3,7 9,0	10,1 10,8	15,1 11,3	19,2 11,4	21,8 11,3	21,3 11,9	16,7 11,3	11,0 9,9	6,1 7,8	2,1 6,5	10,6	-22	-20	-18	-15	28	25	154	2,6	175	3,5	61	21,8
Ялта	4,1 —	4,2 —	6,0 —	10,6 —	15,7 —	19,8 —	23,6 —	23,2 —	19,0 —	13,6 —	9,5 —	6,1 —	13,0	-10	-8	-7	-6	31	26	126	5,3	152	6,1	83	23,0
Вінниця	-5,1 6,2	-3,8 6,1	0,5 7,1	8,1 9,7	14,2 11,2	17,2 10,9	18,7 10,8	18,0 11,2	13,3 10,6	7,6 8,7	1,8 5,5	-2,9 5,0	7,3	-29	-26	-25	-21	27	23	182	-0,2	202	0,6	—	—
Луцьк	-4,2 5,8	-3,0 6,0	1,1 7,2	8,1 9,5	13,9 10,7	16,9 10,6	18,4 10,6	17,7 10,9	13,2 9,9	7,9 8,3	2,4 5,2	-2,4 4,9	7,5	-27	-24	-22	-20	27	23	180	0,3	201	1,1	—	—
Дніпропетровськ	-4,7 6,0	-3,8 5,9	1,1 7,0	9,6 9,9	16,0 11,0	19,6 10,8	21,6 10,6	20,7 11,2	15,4 10,7	8,6 8,8	2,2 5,6	-2,5 5,0	8,7	-29	-27	-26	-24	30	26	172	-0,2	188	0,6	57	21,6
Донецьк	-5,2 6,3	-4,4 6,2	0,7 7,0	9,4 9,9	15,4 10,5	19,0 11,1	21,2 11,2	19,8 11,5	14,9 10,7	8,0 8,8	1,8 5,7	-2,9 5,2	8,1	-29	-27	-24	-22	30	26	176	-0,5	192	0,3	47	21,3
Житомир	-5,1 6,4	-4,0 6,4	0,4 7,1	7,9 9,5	14,0 11,0	17,1 10,7	18,5 10,4	17,7 10,9	13,0 10,3	7,4 8,5	1,7 5,5	-2,8 5,2	7,2	-29	-25	-24	-22	27	23	184	-0,2	203	0,5	—	—
Ужгород	-2,4 6,6	-0,2 7,3	4,7 8,9	10,8 10,5	15,8 11,1	18,7 10,9	20,3 11,3	19,8 11,4	15,5 10,8	10,2 9,8	4,7 6,5	-0,5 5,6	9,8	-25	-23	-21	-18	30	27	154	1,4	175	2,5	28	20,7

Запоріжжя	$\frac{-3,5}{5,9}$	$\frac{-2,6}{6,0}$	$\frac{2,0}{7,2}$	$\frac{10,1}{9,8}$	$\frac{16,4}{10,6}$	$\frac{20,2}{10,7}$	$\frac{22,4}{10,9}$	$\frac{21,4}{11,3}$	$\frac{16,2}{10,5}$	$\frac{9,6}{8,6}$	$\frac{3,5}{5,6}$	$\frac{-1,1}{5,0}$	9,6	-27	-24	-23	-21	30	26	166	0,6	182	1,4	69	22,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Івано-Франківськ	$\frac{-4,3}{7,8}$	$\frac{-2,6}{7,7}$	$\frac{1,7}{8,8}$	$\frac{8,1}{10,8}$	$\frac{13,6}{11,4}$	$\frac{16,7}{11,0}$	$\frac{18,3}{11,0}$	$\frac{17,7}{11,4}$	$\frac{13,4}{11,2}$	$\frac{8,0}{10,4}$	$\frac{2,5}{7,2}$	$\frac{-2,4}{6,7}$	7,6	-26	-24	-22	-20	27	22	179	0,4	200	1,2	—	—
Кіровоград	$\frac{-4,9}{6,4}$	$\frac{-3,9}{6,2}$	$\frac{0,8}{7,4}$	$\frac{9,1}{10,7}$	$\frac{15,2}{11,9}$	$\frac{18,6}{11,6}$	$\frac{20,4}{11,6}$	$\frac{19,7}{12,1}$	$\frac{14,7}{11,6}$	$\frac{8,2}{9,7}$	$\frac{2,1}{6,0}$	$\frac{-2,6}{5,4}$	8,1	-30	-26	-25	-22	29	25	175	-0,3	192	0,5	32	20,8
Київ	$\frac{-4,7}{5,5}$	$\frac{-3,6}{5,7}$	$\frac{1,0}{6,6}$	$\frac{9,0}{8,8}$	$\frac{15,2}{9,8}$	$\frac{18,3}{9,6}$	$\frac{19,8}{9,4}$	$\frac{19,0}{9,6}$	$\frac{13,9}{9,1}$	$\frac{8,1}{7,5}$	$\frac{1,9}{4,7}$	$\frac{-2,5}{4,7}$	8,0	-29	-26	-25	-22	28	23	176	-0,1	195	0,7	—	—
Луганськ	$\frac{-5,0}{7,3}$	$\frac{-4,2}{7,2}$	$\frac{1,1}{7,9}$	$\frac{10,1}{11,4}$	$\frac{16,1}{13,1}$	$\frac{19,9}{13,0}$	$\frac{22,0}{13,2}$	$\frac{20,7}{13,6}$	$\frac{15,1}{13,0}$	$\frac{8,2}{10,2}$	$\frac{2,2}{6,3}$	$\frac{-2,5}{5,7}$	8,6	-32	-29	-27	-25	30	26	172	-0,4	188	0,4	61	21,7
Львів	$\frac{-4,0}{6,3}$	$\frac{-2,7}{6,4}$	$\frac{1,4}{7,6}$	$\frac{7,9}{9,5}$	$\frac{13,4}{10,2}$	$\frac{16,3}{10,0}$	$\frac{17,7}{10,2}$	$\frac{17,2}{10,4}$	$\frac{13,0}{9,6}$	$\frac{8,0}{8,6}$	$\frac{2,5}{5,8}$	$\frac{-2,2}{5,4}$	7,4	-25	-24	-20	-19	27	23	179	0,4	201	1,2	—	—
Миколаїв	$\frac{-2,6}{6,0}$	$\frac{-1,6}{6,0}$	$\frac{2,8}{7,4}$	$\frac{10,2}{9,7}$	$\frac{16,4}{10,8}$	$\frac{20,3}{10,9}$	$\frac{22,7}{11,1}$	$\frac{22,0}{11,5}$	$\frac{16,8}{10,7}$	$\frac{10,4}{9,1}$	$\frac{4,2}{6,1}$	$\frac{-0,4}{5,3}$	10,1	-26	-23	-22	-20	30	25	161	1,1	178	2,0	75	22,3
Одеса	$\frac{-1,3}{5,3}$	$\frac{-0,6}{5,0}$	$\frac{2,9}{5,3}$	$\frac{9,2}{6,4}$	$\frac{15,3}{6,9}$	$\frac{19,6}{7,5}$	$\frac{22,0}{8,0}$	$\frac{21,6}{8,1}$	$\frac{17,0}{7,8}$	$\frac{11,3}{6,5}$	$\frac{5,8}{5,4}$	$\frac{1,1}{5,1}$	10,3	-24	-21	-20	-18	29	25	158	2,0	178	3,0	65	21,9
Полтава	$\frac{-5,6}{5,9}$	$\frac{-4,7}{6,0}$	$\frac{0,3}{6,6}$	$\frac{9,0}{9,3}$	$\frac{15,4}{10,8}$	$\frac{18,7}{10,7}$	$\frac{20,5}{10,6}$	$\frac{19,7}{11,1}$	$\frac{14,3}{10,2}$	$\frac{7,7}{8,2}$	$\frac{1,3}{5,2}$	$\frac{-3,4}{4,9}$	7,8	-30	-27	-25	-23	29	25	178	-0,8	195	0,0	31	20,8
Рівне	$\frac{-4,6}{5,9}$	$\frac{-3,4}{6,1}$	$\frac{0,7}{7,1}$	$\frac{8,0}{9,6}$	$\frac{13,8}{10,9}$	$\frac{16,7}{10,4}$	$\frac{18,2}{10,5}$	$\frac{17,5}{10,8}$	$\frac{13,1}{9,9}$	$\frac{7,7}{8,3}$	$\frac{2,1}{5,1}$	$\frac{-2,6}{5,0}$	7,3	-27	-25	-22	-21	27	23	182	0,1	202	0,8	—	—
Суми	$\frac{-6,6}{6,4}$	$\frac{-5,8}{6,6}$	$\frac{-0,8}{7,0}$	$\frac{8,1}{9,8}$	$\frac{14,6}{11,6}$	$\frac{17,9}{11,4}$	$\frac{19,5}{11,0}$	$\frac{18,4}{11,5}$	$\frac{13,0}{10,6}$	$\frac{6,7}{8,3}$	$\frac{0,4}{5,2}$	$\frac{-4,3}{5,3}$	6,8	-30	-29	-27	-25	28	24	187	-1,4	204	-0,6	—	—
Тернопіль	$\frac{-5,0}{6,3}$	$\frac{-3,7}{6,3}$	$\frac{0,4}{7,4}$	$\frac{7,6}{9,9}$	$\frac{13,5}{10,9}$	$\frac{16,4}{10,5}$	$\frac{17,8}{10,5}$	$\frac{17,2}{10,9}$	$\frac{12,8}{10,3}$	$\frac{7,5}{9,1}$	$\frac{1,8}{5,5}$	$\frac{-3,1}{5,4}$	6,9	-26	-24	-22	-20	26	22	184	-0,2	205	0,6	—	—
Харків	$\frac{-5,9}{5,9}$	$\frac{-5,1}{6,0}$	$\frac{0,0}{6,5}$	$\frac{9,0}{9,5}$	$\frac{15,5}{10,8}$	$\frac{18,9}{10,4}$	$\frac{20,7}{10,4}$	$\frac{19,7}{10,6}$	$\frac{14,1}{9,9}$	$\frac{7,5}{8,1}$	$\frac{1,0}{5,1}$	$\frac{-3,7}{5,0}$	7,6	-31	-28	-26	-23	29	25	179	-1,0	196	-0,2	37	20,9
Херсон	$\frac{-2,5}{6,3}$	$\frac{-1,6}{6,2}$	$\frac{2,8}{7,9}$	$\frac{10,1}{10,6}$	$\frac{16,1}{11,6}$	$\frac{20,0}{11,8}$	$\frac{22,4}{11,9}$	$\frac{21,6}{12,5}$	$\frac{16,5}{11,7}$	$\frac{10,1}{9,9}$	$\frac{4,3}{6,6}$	$\frac{-0,2}{5,7}$	10,0	-27	-23	-23	-19	30	26	163	1,3	181	2,2	69	22,1
Хмельницький	$\frac{-4,9}{6,1}$	$\frac{-3,6}{6,1}$	$\frac{0,6}{7,2}$	$\frac{7,9}{9,9}$	$\frac{13,9}{11,0}$	$\frac{16,8}{10,4}$	$\frac{18,4}{10,6}$	$\frac{17,7}{11,1}$	$\frac{13,1}{10,6}$	$\frac{7,6}{8,9}$	$\frac{1,9}{5,5}$	$\frac{-2,9}{5,1}$	7,2	-26	-25	-22	-21	27	22	183	-0,1	203	0,7	—	—
Черкаси	$\frac{-5,0}{6,4}$	$\frac{-4,0}{6,3}$	$\frac{0,7}{7,2}$	$\frac{8,9}{10,0}$	$\frac{15,2}{11,4}$	$\frac{18,4}{11,4}$	$\frac{20,1}{11,3}$	$\frac{19,3}{11,6}$	$\frac{4,2}{11,3}$	$\frac{7,9}{9,3}$	$\frac{2,0}{5,7}$	$\frac{-2,7}{5,4}$	7,9	-29	-26	-24	-21	28	24	178	-0,3	195	0,5	18	20,6
Чернівці	$\frac{-4,1}{6,2}$	$\frac{-2,4}{6,2}$	$\frac{2,0}{7,7}$	$\frac{8,9}{10,0}$	$\frac{14,5}{10,4}$	$\frac{17,6}{10,1}$	$\frac{19,1}{10,0}$	$\frac{18,4}{10,5}$	$\frac{14,1}{10,4}$	$\frac{8,7}{9,4}$	$\frac{2,7}{6,3}$	$\frac{-2,1}{5,7}$	8,1	-26	-24	-22	-20	27	24	175	0,5	196	1,4	—	—
Чернігів	$\frac{-5,9}{6,6}$	$\frac{-4,9}{7,0}$	$\frac{-0,1}{7,4}$	$\frac{8,0}{9,8}$	$\frac{14,4}{11,5}$	$\frac{17,6}{11,4}$	$\frac{19,2}{11,0}$	$\frac{18,1}{11,5}$	$\frac{12,9}{10,9}$	$\frac{6,9}{8,9}$	$\frac{1,0}{5,3}$	$\frac{-3,5}{5,3}$	7,0	-31	-28	-27	-23	27	23	187	-0,9	204	-0,2	—	—

Розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої,  $\alpha_v$ , та зовнішньої,  $\alpha_z$ , поверхонь огорожувальних конструкцій

Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	
	$\alpha_v$	$\alpha_z$
Зовнішні стіни, дахи, покриття, перекриття над проїздами плоскі та з ребрами при відношенні висоти ребра $h$ до відстані між гранями $b$ сусідніх ребер $h/b \leq 0,3$ $h/b > 0,3$	8,7	23
	7,6	23
	8,7	12
Перекриття горищ та холодних підвалів	8,7	6
Перекриття над холодними підвалами та технічними поверхнями, що розташовані нижче рівня землі	8,7	6
Вікна, балконні двері, вітражі та світлопрозорі фасадні системи	8,0	23
Зенітні ліхтарі	9,9	23

Таблиця 1 ДБН В. 2.6-31:2006

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків,  $R_{q \min}$ , м<sup>2</sup>·С/Вт

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$ , для температурної зони			
		I	II	III	IV
1	Зовнішні стіни	2,8	2,5	2,2	2,0
2а*	Покриття й перекриття неопалюваних горищ	4,95	4,5	3,9	3,3
2б		3,3	3,0	2,6	2,2
3	Перекриття над проїздами та холодними підвалами, що межують із холодним повітрям	3,5	3,3	3,0	2,5
4	Перекриття над неопалюваними підвалами, що розташовані вище рівня землі	2,8	2,6	2,2	2,0
5а*	Перекриття над неопалюваними підвалами, що розташовані нижче рівня землі*	3,75	3,45	3,0	2,7
5б		2,5	2,3	2,0	1,8
6а*	Вікна, балконні двері, вітрини, вітражі, світлопрозорі фасади	0,6	0,56	0,5	0,45
6б		0,5	0,5	0,5	0,45
7	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та в громадські будинки	0,44	0,41	0,39	0,32
8	Вхідні двері в малоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверхах багатоповерхових будинків	0,6	0,56	0,54	0,45
9	Вхідні двері в квартири, що розташовані вище першого поверху	0,25	0,25	0,25	0,25

\* Для будинків садибного типу і будинків до 4 поверхів включно

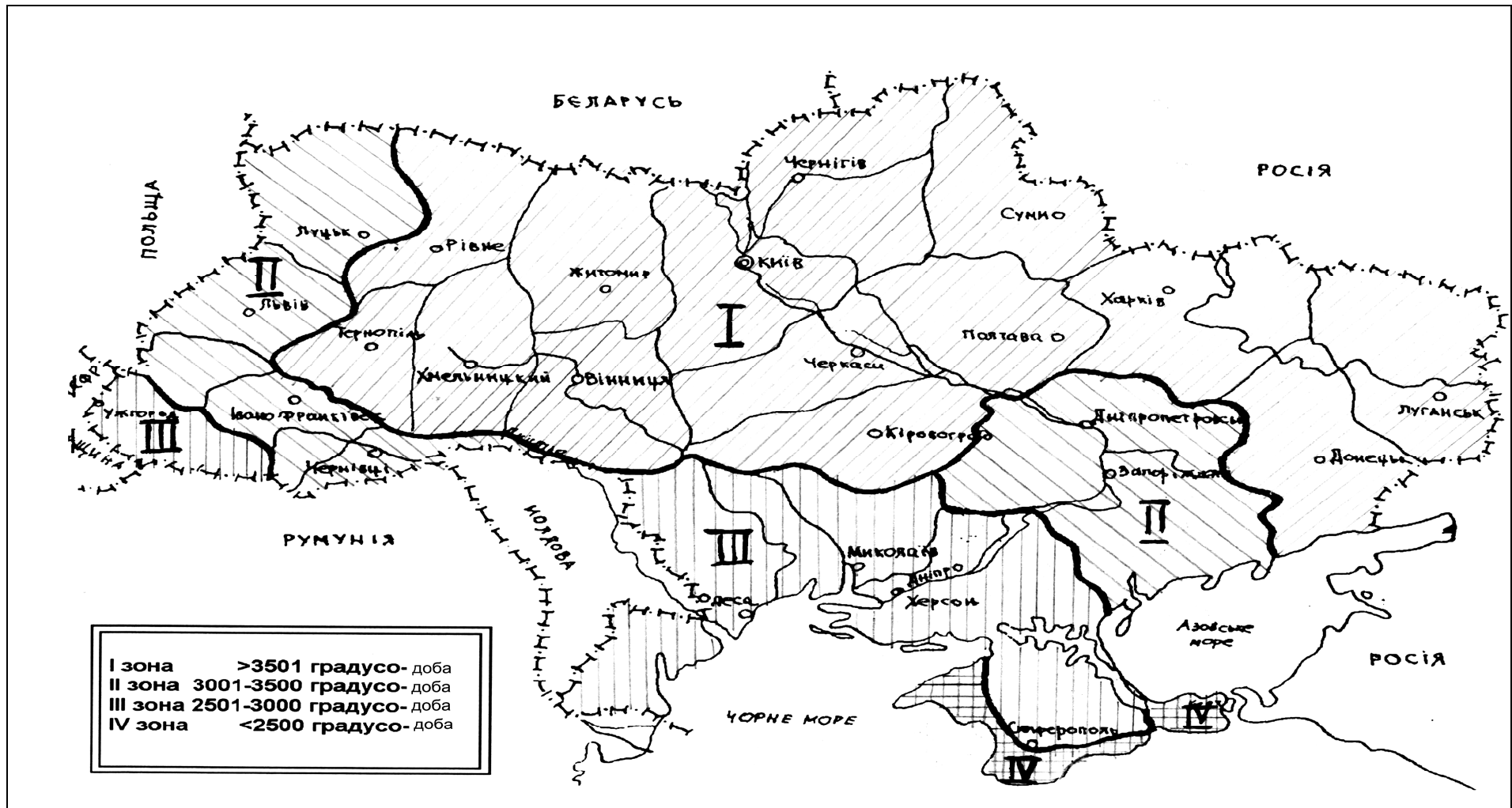


Рисунок 1. – Карта – схема температурних зон України

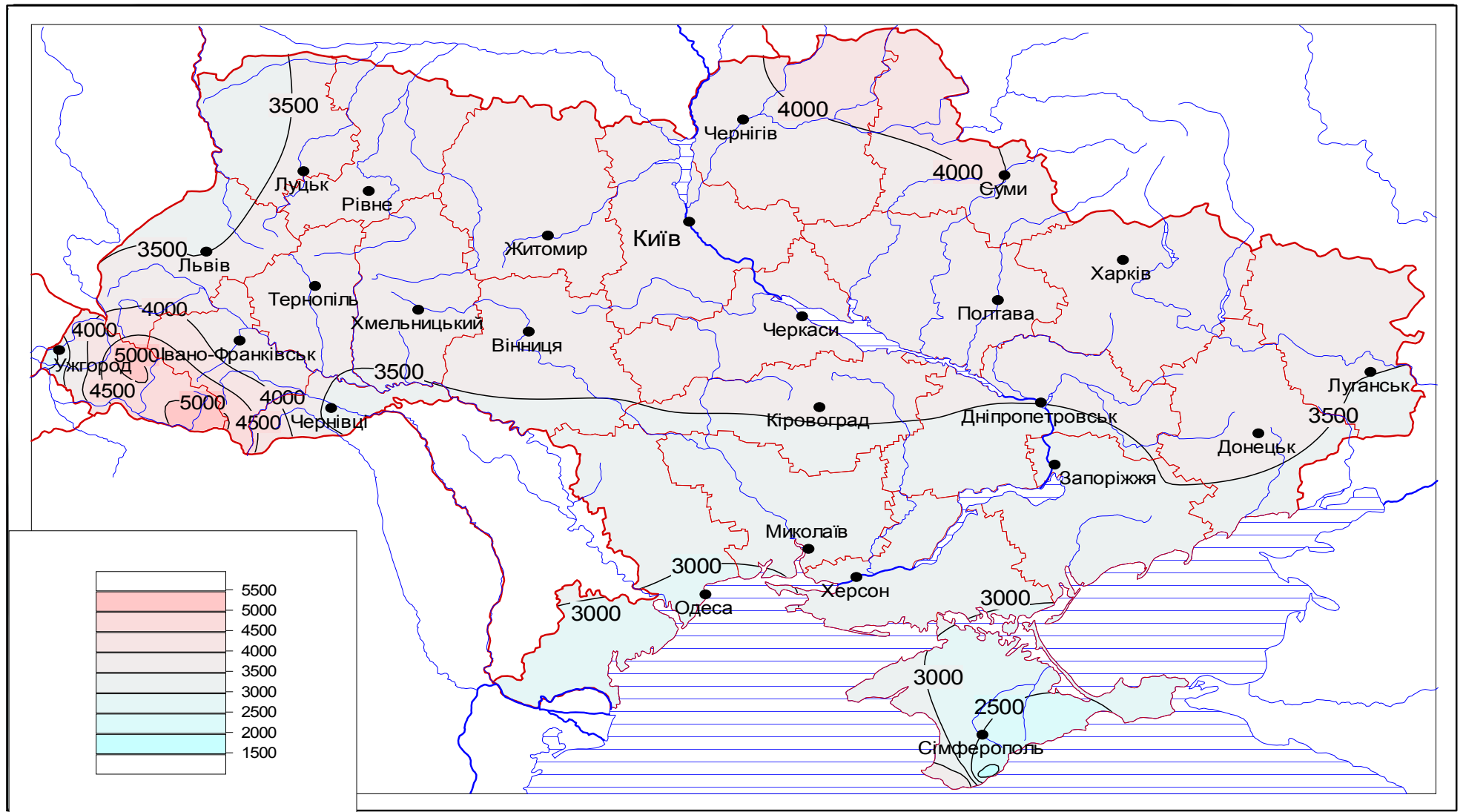
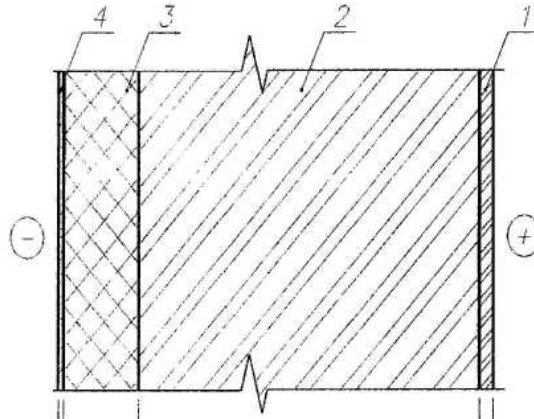


Рисунок 2 - Районування території України за кількістю градусо-днів опалювального періоду

### Практичне завдання

Зовнішню стіну адміністративного будинку з внутрішнім оздоблювальним шаром з гіпсокартонних листів (1) товщиною  $\delta_1$  виконано з повнотілої цегли глиняної звичайної (2) товщиною  $\delta_2$ , яка утеплена плитами пінополістирольними марки 35 (густина в сухому стані  $\rho_0 = 35 \text{ кг/м}^3$ ). На зовнішню поверхню стіни нанесено штукатурку з цементно – піщаного розчину (4) товщиною  $\delta_4$ . Міжповерхове перекриття заглиблюється в товщу кладки не більш, як на 0,5 цегли. Фрагмент стіни показано на рисунку.



Визначити мінімально допустиме значення опору теплопередачі  $R_0^{\min}$ , фактичний опір теплопередачі  $R_0^{\Phi}$  і товщину теплоізоляційного шару  $\delta_3$  огорожувальної конструкції. Вихідні дані для розрахунку наведено в таблиці.

Таблица

Вихідні дані для розрахунку

№ варіанта	Зона будівництва або експлуатації	Матеріал і товщина конструктивних шарів зовнішньої стіни, м		
		I шар – внутрішній оздоблювальний шар (гіпсокартонні листи)	II шар – повнотіла цегла глиняна звичайна	IV шар – цементно-піщаний розчин
		$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_4$
1	2	3	4	5
1	Вінниця	0,01	0,51	0,008
2	Луцьк	0,015	0,64	0,009
3	Дніпропетровськ	0,025	0,64	0,01
4	Донецьк	0,02	0,51	0,008
5	Житомир	0,03	0,51	0,009
6	Ужгород	0,01	0,64	0,01
7	Івано-Франківськ	0,015	0,51	0,008
8	Київ	0,02	0,64	0,009
9	Кіровоград	0,025	0,51	0,01



№ варі- анта	Зона будівництва або експлуатації	Матеріал і товщина конструктивних шарів зовнішньої стіни, м		
		I шар – внутрішній оздоблювальний шар (гіпсокартонні листи)	II шар – повнотіла цегла глиняна звичайна	IV шар – цементно- піщаний розчин
		$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_4$
1	2	3	4	5
10	Луганськ	0,03	0,64	0,008
11	Львів	0,01	0,51	0,009
12	Миколаїв	0,015	0,64	0,01
13	Одеса	0,02	0,51	0,008
14	Полтава	0,025	0,64	0,009
15	Рівне	0,03	0,51	0,01
16	Суми	0,01	0,64	0,008
17	Тернопіль	0,015	0,51	0,009
18	Харків	0,02	0,64	0,01
19	Херсон	0,025	0,51	0,008
20	Хмельницький	0,03	0,64	0,009
21	Черкаси	0,01	0,51	0,01
22	Чернігів	0,015	0,64	0,008
23	Чернівці	0,02	0,51	0,009
24	Сімферополь	0,025	0,64	0,01
25	Ялта	0,03	0,51	0,008

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

### ЕНЕРГОСБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОЗАХИСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІКОН

#### Скло і його різновиди

Скло являє собою, що знаходиться в застиглому стані рідина. Скло - аморфна речовина, яка не володіє в твердому стані властивостями кристалічної речовини. Основними сировинними компонентами для виробництва віконного скла є: кварцовий пісок (69-74%), сода (12-16%), вапняк і доломіт (5-12%).

Масове виробництво скла стало можливим тільки наприкінці минулого сторіччя завдяки винаходу печі Сіменса - Мартіна і заводському виробництву соди. У XIX в. з'явилися перші машини -автомати для виготовлення виробів з порожнього скла. І тільки у XX столітті було розроблено різні способи витягування нескінченної стрічки скла: методи машинної витяжки скла Ліббі - Оуенса, Фурко (рис. 1 ), Пітсбурга.

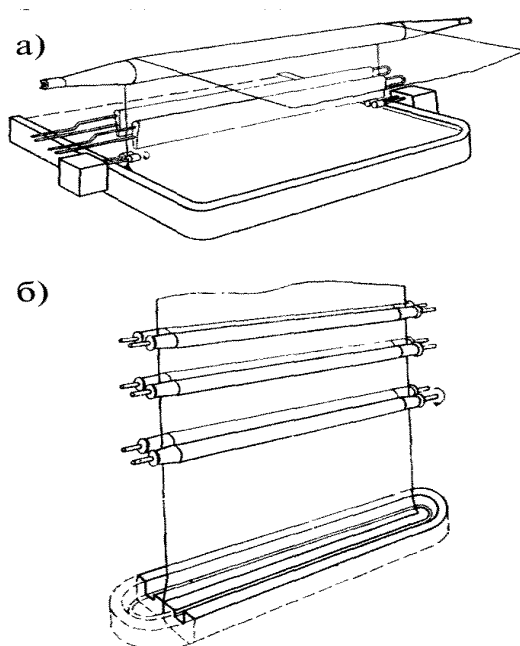


Рисунок 1. - Схема витягування скла способами Ліббі - Оуенса (а) і Фурко (б)

За способом Еміля Фурко, розробленим у 1902 році, скло витягалось по вертикалі із скловарної печі через прокатні вальці у вигляді безперервної стрічки назовні, надходячи в шахту охолодження, у верхній частині якої його ррозрізали на окремі листи. Товщина скла регулювалася шляхом зміни швидкості витягування.

Зазначений спосіб знаходить застосування і зараз. Скло, яке одержують за цим способом, називається *тягненим склом*.

Для виготовлення вторинних і дзеркальних стекол тягнене і прокатне листове скло піддають шліфуванню і поліруванню.

У 1959 році англійський винахідник Аластер Пілкінгтон розробив і запатентував спосіб виробництва листового скла, який отримав назву "флоат- способу". За таким способом скло із печі плавлення виходить у горизонтальній площині у вигляді пласкої стрічки через ванну з розплавленим оловом на подальше охолодження і відпал. Перевагою даного способу є більш висока продуктивність, стабільна товщина і якість поверхні. За якістю поверхні таке скло не поступається полірованому (флоат- процес витісняє техніку шліфування й полірування скла).

Скло, одержуване за флоат флоат- способом , називається *флоат-склом*, і є найбільш поширеним видом скла. Флоат- скло характеризується винятковою рівністю і відсутністю оптичних дефектів. Найбільший розмір скла, як правило, становить 5100-6000 мм х 3210 мм; товщина листа може бути навіть менше двох міліметрів і досягати 25 мм. Таке скло може бути прозорим, пофарбованим або мати спеціально нанесене покриття .

Крім звичайного прозорого скла у будівництві застосовують спеціальне скло - скло, забарвлене в масі, і скло зі спеціальним покриттям, що має назву «низькоемісійне скло». Забарвлене в масі скло виготовляють із сировинних матеріалів, у які додають різні речовини для отримання бажаного кольору. Найбільш поширеними є кольори - проміжний між бронзовим і коричневим, сірий і зелений. Можна виготовляти скло і інших кольорів.

Забарвлене в масі скло відоме також як *сонцезахисне* або *абсорбуюче* скло, оскільки таке скло поглинає (абсорбує) більше сонячної теплової енергії і світла, ніж звичайне прозоре.

### **Склопакети та їх різновиди**

У більшості сучасних світлопрозорих конструкцій різне скло використовують в ізолюючих склопакетах (рис.2). Під ізолюючим склопакетом (далі - склопакетом) розуміють елемент, в якому два або більше скла, герметично з'єднаних один з одним за допомогою спеціальної дистанційної рамки, а також внутрішнього і зовнішнього герметиків, утворюють замкнуту порожнину, заповнену висушеним повітрям або іншим газом (аргоном - Ar , криптоном - Kr, гексафторидом сірки - SF<sub>6</sub>, повітрям).

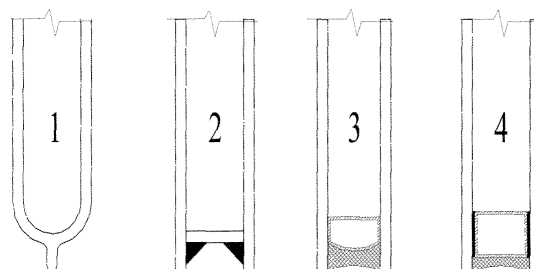


Рисунок 2. - Склопакети різної конструкції: 1 - заварений, 2 - паяний, 3 - склеєний з одинарною герметизацією, 4 - склеєний з подвійною герметизацією

Аргон і криптон застосовують для поліпшення теплоізоляційних властивостей склопакета, а гексафторид сірки - для підвищення його звукоізоляції. При цьому аргон є найбільш поширеним і дешевим газом. Конструкція склопакета, найбільш поширена в даний час, показана на рисунку 3.

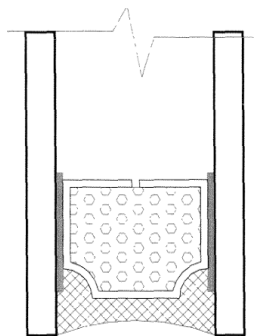


Рисунок 3. - Конструкція склеєного склопакета:  
 1 - внутрішній бутиловий герметик (стрічка або мастика), 2 - дистанційна рамка (алюмінієвий або гальванізований сталевий профіль), 3 - осушувач (силікагель), 4 - зовнішня герметизуюча мастика, 5 - скло

За рахунок використання осушувача повітря, що знаходиться усередині склопакета, практично повністю зневоднюється, і таким чином усувається можливість випадання конденсату між склом. Поява конденсату в просторі між листами скла склопакета в процесі експлуатації свідчить про грубі порушення, допущені при його виробництві - неповної герметизації або відсутності осушувача.

Заповнення проміжку між склом газом здійснюється через спеціальні отвори в дистанційній рамці у двох протилежних кутках, які потім герметизуються. Слід зазначити, що протягом усього розрахункового періоду експлуатації склопакета відбувається поступовий природний витік газу з внутрішньої камери і назад (дифузія водяної пари) через мікротріщини в герметик.

Залежно від теплотехнічних, звукоізоляційних та інших вимог в конструкції склопакета можуть бути використані два скла, три скла або два скла і тонка полімерна плівка замість третього і т.п. У склопакеті в самих різних комбінаціях може бути встановлено спеціальне скло, як показано на рисунку 4.

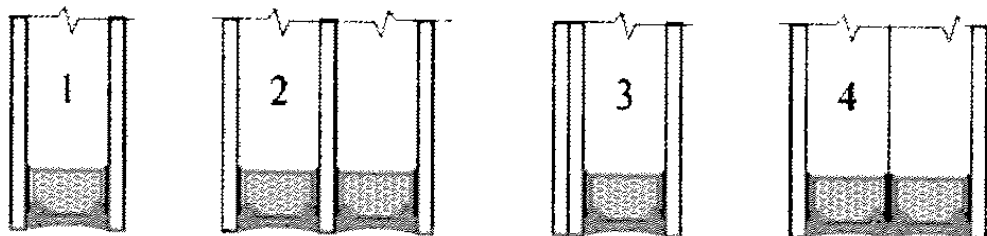


Рисунок 4. - Склеєні склопакети різної конструкції:  
 1 - однокамерний склопакет, 2 - двокамерний склопакет, 3 - однокамерний склопакет з ламінованим захисним склом (триплексом), 4 - двокамерний склопакет з перегородкою з тепловідбивної плівки

За кількістю повітряних камер склопакети класифікуються на однокамерні (два скла) і двокамерні (три скла).

Естетичні якості вікна відповідно до вимог архітектора і дизайнера можуть бути враховані за рахунок установки усередині склопакета декоративних розкладок, як правило, білого або золотистого кольору. Крім того, зовні можуть бути наклеєні декоративні планки, як показано на рисунку 5.

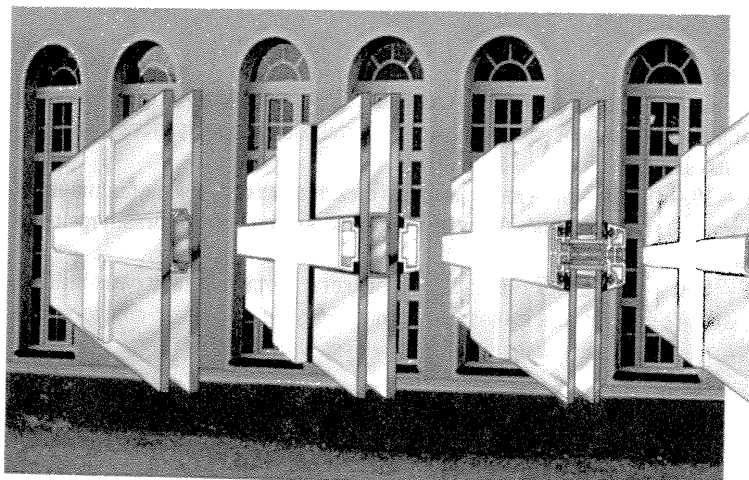


Рисунок 5. - Декоративні розкладки усередині склопакета і зовнішні профільні планки

У маркуванні склопакетів вказують товщину і тип скла, ширину дистанційної рамки, кількість повітряних прошарків, а також тип газу, що використовується для їх заповнення.

Для скла зазвичай застосовують таке основне маркування :

<b>M</b>	Звичайне віконне скло, отримане способом витяжки
<b>F</b>	Віконне скло, отримане флоат-способом
<b>K</b>	Скло з твердим низько емісійним покриттям, отримане за технологією In-Line
<b>I</b>	Скло з м'яким низькоемісійним покриттям, отримане за технологією Off - Line
<b>S</b>	Скло, забарвлене в масі
<b>PI</b>	Тепловідбивна плівка

Приклади :

4F -12 - 4F - однокамерний склопакет: два однакові флоат-скла завтовшки по 4 мм і дистанційна рамка шириною 12 мм; простір між склом заповнений висушеним повітрям.

6F - 10 - 4F -10 - 6F - двокамерний склопакет з двома дистанційними рамками шириною по 10 мм; два зовнішніх флоат -скла мають товщину 6 мм, внутрішнє - 4 мм.

4F - 12Ag - 4K - однокамерний склопакет з дистанційною рамкою шириною 12 мм; простір між склом заповнений аргоном, внутрішнє флоат-скло (товщиною 4 мм) має тверде низькоемісійне покриття.

### Приведений термічний опір

Основною нормованою величиною, що характеризує теплоізоляційні властивості світлопрозорої конструкції, є приведений термічний опір вікна  $R_0^{пр}$ .

Приведений опір теплопередачі вікна  $R_0^{пр}$  визначають за формулою:

$$R_0^{пр} = \frac{R_0^{ск} \cdot F_{ск} + R_0^{рам} \cdot F_{рам}}{F_{ск} + F_{рам}},$$

де  $F_{зас}$  і  $F_{рам}$  - площі скління і рами (непрозорої частини - коробка + стулка),  $m^2$ ;

$R_0^{ск}$  - опір теплопередачі склопакета для відповідного варіанта скління,  $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$  (табл. М1 Додатка М ДБН В. 2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель);

ДОДАТОК М

ДБН В. 2.6-31:2006

Таблиця М1

### Приведений опір теплопередачі склопакетів

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі, $R_0^{ск}$ , $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$
		Повітря	Криптон	Аргон	
1	2	3	4	5	6
2	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub>	100			0,42
2	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub>	100			0,45
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub>	100			0,47
2	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub>	100			0,49
2	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub>	100			0,52
2	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub>			100	0,44
2	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub>			100	0,47
2	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub>		100		0,51
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub>			100	0,49
2	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub>			100	0,52
2	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub>			100	0,55
2	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4K	100			0,53
2	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4K	100			0,55
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K	100			0,59
2	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4K	100			0,61
2	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4K	100			0,65
2	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4K			100	0,60
2	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4K			100	0,62
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K			100	0,65
2	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4K			100	0,68
2	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4K			100	0,72
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K		100		0,85
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K		75	25	0,82
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K		50	50	0,80

2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K		25	75	0,78
Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі, R <sub>o</sub> <sup>ск</sup> , (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт
		Повітря	Криптон	Аргон	
1	2	3	4	5	6
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4i	100			0,64
2	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4i	100			0,68
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4i		100		0,94
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4i		75	25	0,90
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4i		50	50	0,85
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4i		25	75	0,78
2	4i-10-4M <sub>1</sub> -10-4i	100			0,93
2	4i-10-4M <sub>1</sub> -10-4i		100		1,35
2	4i-10-4M <sub>1</sub> -10-4i		75	25	1,28
2	4i-10-4M <sub>1</sub> -10-4i		50	50	1,18
2	4i-10-4M <sub>1</sub> -10-4i		25	75	1,14

\* Примітка. Порядок скління - від зовнішньої поверхні  
Позначення скла: M<sub>1</sub> – листове стандартне, K - енергозберігаюче з твердим покриттям, і – енергозберігаюче з м'яким покриттям

R<sub>o</sub><sup>рам</sup> - термічний опір пакету профілів, (м<sup>2</sup> · °C)/Вт (табл.1)

Таблиця 1

Термічний опір віконних профілів різної конструкції

Система	Термічний опір пакета профілів	Коефіцієнт теплопередачі пакета профілів
	R, м <sup>2</sup> · °C/Вт	K, Вт/м <sup>2</sup> · °C
<b>ПВХ</b>		
<b>Пакет профілів (коробка + стулка), включаючи армування</b>		
2-х камерна система	0,52	1,9
3-х камерна система	0,59	1,7
5-ти камерна система	0,71	1,4
<b>АЛЮМІНІЙ</b>		
«Теплий» профіль з термовставкою	0,40	2,3
<b>ДЕРЕВО – СОСНА λ = 0,18 Вт/м · °C</b>		
Товщина коробки d = 80 мм	0,44	2,3
Товщина коробки d = 120 мм	0,67	1,5
<b>ДЕРЕВО – ДУБ λ = 0,23 Вт/м · °C</b>		
Товщина коробки d = 80 мм	0,35	2,9
Товщина коробки d = 120 мм	0,52	1,9

Площу скління (рис.6) визначають за формулою:

$$F_{ск} = b \cdot h - F_{рам},$$

де b - ширина вікна, м;  
h - висота вікна, м.

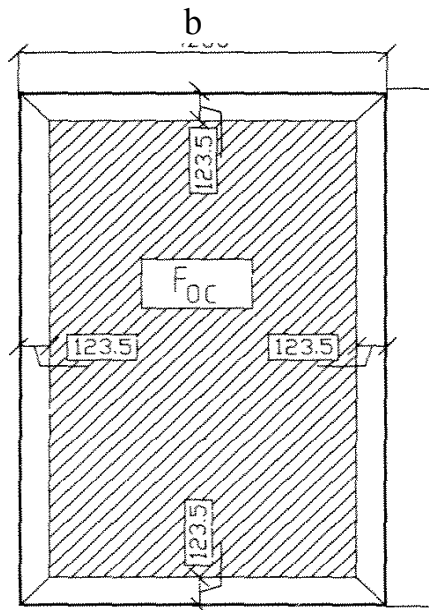


Рисунок 6. - Схема вікна

Площу рамі визначають за формулою:

$$F_{\text{рам}} = (d \cdot h) \cdot 2 + [d \cdot (b - 2 \cdot d) \cdot 2],$$

де  $d$  - ширина пакета профілів (ширина коробки + ширина стулки), м (рис.7).

Згідно з рисунками 6 і 7  $d = 0,1235$  м.

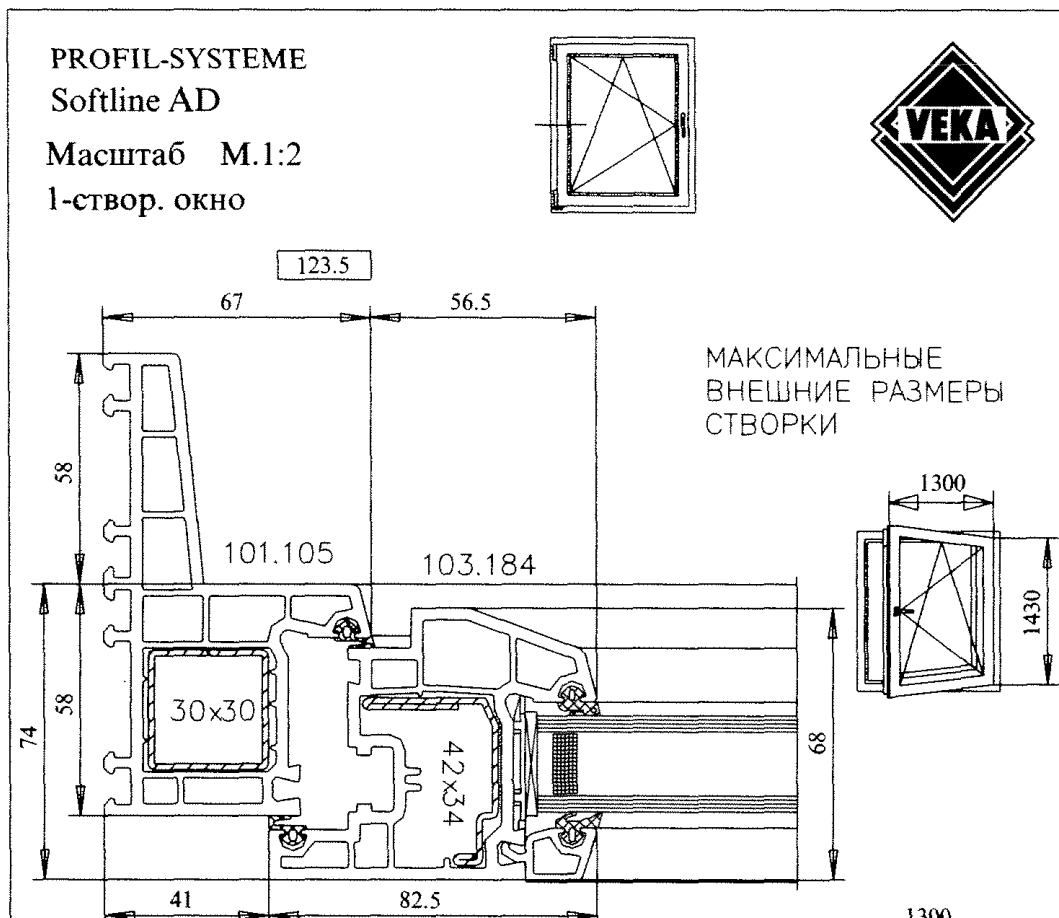




Рисунок 7. - Загальний вид віконного профілю

Отримане значення  $R_o^{пр}$  порівнюють з необхідним опором теплопередачі вікон для цивільних будівель  $R_o^H$  (табл.2).

Таблиця 2

Необхідний опір теплопередачі вікон

Будівлі і споруди	Градусодоби опалювального періоду $^{\circ}\text{C} \cdot \text{добу}$	Приведений опір теплопередачі вікон, не менш $R_o^H, \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$
Житлові, лікувально-профілактичні і дитячі установи, школи, інтернати	2000	0,35
	4000	0,45
	6000	0,60
	8000	0,70
	10000	0,75
	12000	0,80
Громадських, крім вказаних вище, адміністративних та побутових, за виключенням приміщень з вологим або мокрим режимом	2000	0,30
	4000	0,40
	6000	0,50
	8000	0,60
	10000	0,70
	12000	0,80

Необхідний опір теплопередачі вікна можна визначити за кількістю градусо-днів опалювального періоду (ГДОП):

$$\text{ГДОП} = (t_b - t_{оп}) \cdot Z_{оп}, \text{ } ^{\circ}\text{C} \cdot \text{добу},$$

де  $t_b$  - розрахункова температура внутрішнього повітря для об'єкта будівництва або реконструкції,  $^{\circ}\text{C}$  (приймають за табл. Г.2 Додатка Г ДБН В.2.6 - 31:2006 Теплова ізоляція будівель);

Таблиця Г.2 ДБН В. 2.6-31:2006

Розрахункові значення температури й вологості повітря приміщень

Призначення будинку	Розрахункова температура внутрішнього повітря, $t_b, ^{\circ}\text{C}$	Розрахункове значення відносної вологості, $\phi_b, \%$
Житлові будинки	20	55
Громадські і адміністративні будинки	20	50 - 60
Лікувальні й дитячі навчальні установи	21	50
Дошкільні установи	22	50

$t_{оп}$  - середня температура опалювального періоду для регіону будівництва в період з середньою добовою температурою повітря  $\leq 8 ^{\circ}\text{C}$ ; приймають за таблицею 2 ДСТУ Н Б В.1.1- 27 : 2010 Будівельна кліматологія ( див. Практичну роботу №1);

$Z_{оп}$  - тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря  $\leq 8^{\circ}\text{C}$ , (тривалість опалювального періоду), діб; приймають за таблицею 2 ДСТУ Н Б В.1.1- 27 : 2010 Будівельна кліматологія (див. Практичну роботу №1)

За таблицею 2 приймають значення необхідного опору теплопередачі  $R_o^H$ .

Отримане значення приведенного опору теплопередачі вікна  $R_o^{пр}$  порівнюють з необхідним опором теплопередачі  $R_o^H$  і надають висновок про відповідність даного вікна за опором теплопередачі вимогам будівельних норм.

### Практичне завдання

Визначити приведений термічний опір вікна  $R_o^{пр}$  для встановлення в адміністративній будівлі. Порівняти  $R_o^{пр}$  з необхідним опором теплопередачі вікон для цивільних будівель  $R_o^H$  (табл.2).

Профіль ПВХ — Veka Softline AD — трьохкамерний (рис.7). Склопакет — двокамерний (табл. М1 Додатка М ДБН В. 2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель);

Надати висновок про відповідність даного вікна за опором теплопередачі вимогам будівельних норм. Вихідні дані для розрахунку приведено в таблиці 3.

Таблиця 3

*Вихідні дані для розрахунку*

№ варіанта	Зона будівництва або експлуатації	Разміри вікна		Варіанти скління і газовий склад середовища камер склопакетів, %
		ширина, b, м	висота, h, м	
1	2	3	4	5
1	Вінниця	1,2	1,5	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> (аргон – 100)
2	Луцьк	1,2	1,6	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> (аргон – 100)
3	Дніпропетровськ	1,2	1,7	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> (аргон – 100)
4	Донецьк	1,2	1,8	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> (повітря - 100)
4	Житомир	1,2	1,9	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> (повітря - 100)
6	Ужгород	1,2	2,0	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> (повітря - 100)
7	Івано-Франківськ	1,3	1,5	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> (криптон – 100)
8	Київ	1,3	1,6	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> (повітря – 100)
9	Кіровоград	1,3	1,7	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> (повітря – 100)
10	Луганськ	1,3	1,8	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> (аргон – 100)
11	Львів	1,3	1,9	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> (аргон – 100)
12	Миколаїв	1,3	2,0	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4K (повітря – 100)
13	Одеса	1,4	1,5	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4K (аргон – 100)

№ варіанта	Зона будівництва або експлуатації	Разміри вікна		Варіанти скління і газовий склад середовища камер склопакетів, %
		ширина, b, м	висота, h, м	
1	2	3	4	5
14	Полтава	1,4	1,6	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K (повітря – 100)
15	Рівне	1,4	1,7	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4K (аргон – 100)
16	Суми	1,4	1,8	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4K (аргон – 100)
17	Тернопіль	1,4	1,9	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4K (аргон – 100)
18	Харків	1,4	2,0	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4K (повітря – 100)
19	Херсон	1,5	1,5	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K (аргон – 100)
20	Хмельницький	1,5	1,6	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4K (повітря – 100)
21	Черкаси	1,5	1,7	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4K (повітря – 100)
22	Чернігів	1,5	1,8	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K (криптон – 100)
23	Чернівці	1,5	1,9	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K (криптон – 75, аргон - 25)
24	Сімферополь	1,5	2,0	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K (криптон – 25, аргон - 75)
25	Ялта	1,2	1,8	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K (криптон – 50, аргон - 50)

## ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ

### Задача 1

Скільки буде потрібно добавки (СДБ, кератинового клею і т.п.) (кг) для додавання її в оптимальній кількості до гіпсового тіста, щоб уповільнити початок його тужавіння, якщо на його виготовлення витрачено весь будівельний гіпс, отриманий з 1 т природного гіпсового каменю ?



$\frac{40+32+64}{172} + 36$	-	$\frac{40+32+64}{145} + 9$
172		145
172	-	145
1000	-	x

$$x = \frac{145 \cdot 1000}{172} = 841 \text{ кг}$$

СДБ, кератинового клею і т.п. додають 0,15 - 0,25 % за масою гіпсу.

Якщо прийняти 0,15 %, то необхідно  $841 \cdot 0,0015 = 1,26$  кг.

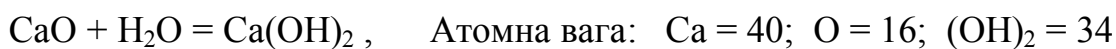
---

### Задача 2

Скільки вийде вапняного тіста, що містить 50 % води з 2 т вапна - кипілки, що має активність 85 % ?

$$\text{CaO} = 0,85 \cdot 2 \text{ т} = 1,7 \text{ т} \qquad m_{\text{НЗ}} = 2 \text{ т} - 1,7 \text{ т} = 0,3 \text{ т},$$

де  $m_{\text{НЗ}}$  - маса непогашених зерен



$$56 \quad - \quad 74$$

$$1,7 \quad - \quad x$$

$$x = (1,7 \cdot 74) / 56 = 2,25 \text{ т} = \text{Ca(OH)}_2$$

$$m_{\text{погашеного вапна}} = 2,25 \text{ т} + 0,3 \text{ т} = 2,55 \text{ т}$$

$$\text{Вода } B = 50 \%,$$

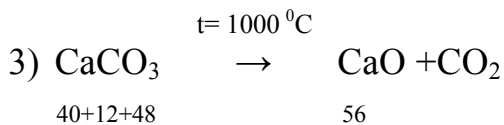
$$m_{\text{вапн. тіста}} = m_{\text{погашеного вапна}} + B = 2,55 \text{ т} + 2,55 \text{ т} = 5,1 \text{ т}$$

### Задача 3

Визначити вихід сухого вапна - кипілки з 20 т вапняку, що містить 6 % глинистих домішок.

$$1) m_{\text{глин.домішок}} = \frac{20 \cdot 6}{100} = 1,2 \text{ т глинистих домішок}$$

$$2) \text{CaCO}_3 = m_{\text{вапняку}} - m_{\text{глин.домішок}} = 20 - 1,2 = 18,8 \text{ т (маса вапняку без глинистих домішок)}$$



$$x = \frac{18,8 \cdot 56}{100} = 10,53 \text{ г} = \text{CaO}$$

$$4) m_{\text{вапна-кипілки}} = \text{CaO} + m_{\text{глин.домішок}} = 10,53 + 1,2 = 11,73 \text{ т.}$$

.....

### Задача 4

На 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші витрачається цементу Ц = 300 кг, піску П = 600 кг, щебеню Щ = 1200 кг, води В = 150 л. Обчислити коефіцієнт теплоємності С<sub>б</sub> бетонної суміші, якщо коефіцієнти теплоємності цементу, піску і щебеню прийняти однаковими і рівними 0,2 ккал/(кг·град).

Формулу виводять з припущення, що, якщо всі компоненти бетонної суміші нагріті від 0°C до 1°C, то температура бетонної суміші після перемішування (без урахування втрат тепла) становитиме також 1°C. При цьому запас тепла в бетоні буде дорівнювати сумі запасів тепла його складових, тобто

$$\rho_{\text{обс}} \cdot C_{\text{бс}} \cdot 1 = \text{Ц} \cdot C_{\text{ц}} \cdot 1 + \text{П} \cdot C_{\text{п}} \cdot 1 + \text{Щ} \cdot C_{\text{щ}} \cdot 1 + \text{В} \cdot C_{\text{в}} \cdot 1,$$

де  $\rho_{\text{обс}}$  - середня густина бетонної суміші, кг/м<sup>3</sup>;

$C_{\text{ц}} = C_{\text{п}} = C_{\text{щ}} = 0,2 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град}$  - теплоємності відповідно цементу, піску, щебеню;

$C_{\text{в}} = 1 \text{ ккал / кг} \cdot \text{град}$  - теплоємність води.

$$C_{\text{бс}} = \frac{0,2 (\text{Ц} + \text{П} + \text{Щ}) + \text{В}}{\rho_{\text{обс}}};$$

Підставивши значення, отримаємо  $C_{\text{бс}} = 0,253 \text{ ккал / кг} \cdot \text{град}$ .

### Задача 5.

Визначити загальний опір теплопередачі одношарової стіни при температурі внутрішнього повітря  $t_b = 20^{\circ}\text{C}$ , температурі зовнішнього повітря  $t_3 = -36^{\circ}\text{C}$ , температурі внутрішньої поверхні стіни  $\tau_b = 14^{\circ}\text{C}$ , коефіцієнті теплообміну на внутрішній поверхні  $\alpha_b = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ .

Розв'язання.

Загальна різниця температур:

$$t_b - t_3 = (Q/F) \cdot [1/\alpha_b + R + 1/\alpha_3] \quad (1)$$

Вираз у квадратних дужках  $[1/\alpha_b + R + 1/\alpha_3]$  і є загальний опір теплопередачі одношарової стіни  $R_o$ .

Значить , 
$$R_o = [(t_b - t_3) \cdot F]/Q \quad (2)$$

Кількість тепла  $Q$ , що сприймає внутрішня поверхня огорожувальної конструкції, визначають за формулою:

$$Q = \alpha_b \cdot F (t_b - \tau_b) \quad (3)$$

Підставивши вираз (3) в рівняння (2) замість  $Q$ , одержимо:

$$R_o = [(t_b - t_3) \cdot F] / [\alpha_b \cdot F(t_b - \tau_b)] = [20 - (-36)] / [8 \cdot (20 - 14)] = 1,17 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

---

### Задача 6

Кам'яноподібний матеріал у вигляді зразка кубічної форми, ребро якого дорівнює  $a = 6,5 \text{ см}$ , у повітряно - сухому стані має масу  $m = 495 \text{ г}$ . Визначити коефіцієнт теплопровідності (орієнтовний).

$$\lambda = 1,16 \cdot \sqrt{0,0196 + 0,22\rho^{0,2}} - 0,16;$$

Це формула проф. Некрасова В.П.

$$\rho_0 = \frac{m}{V} = \frac{m}{a^3} = \frac{495}{6.5^3} = 1,8 \text{ г/см}^3$$

$$\lambda = 1,16 \cdot \sqrt{0,0196 + 0,22 \cdot 1,8^2} - 0,16 = 1,16 \cdot \sqrt{0,7324} - 0,16 = 1,16 \cdot 0,8558 - 0,16 \approx 0,83 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{°C}.$$

## ЗМІСТ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Відповідно до навчального плану підготовки студент виконує одне індивідуальне завдання, яке містить два теоретичних питання і три задачі. Теоретичні питання 1 наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

### Перше теоретичне питання індивідуального завдання

№ з/п	Питання
1	Поняття про виробничий та технологічний процеси
2	Економічна оцінка технологічного процесу
3	Сировина, паливо і повітря в технологічних процесах.
4	Поняття добувної промисловості та різновиди природних ресурсів.
5	Різновиди природних ресурсів і способи їх експлуатації.
6	Добувні підприємства та їх відмітні особливості.
7	Гірничо-геологічні умови розробки корисних копалин.
8	Технологія виплавки чавуну. Продукція доменного виробництва.
9	Киснево-конвертерний спосіб виробництва сталі
10	Мартенівський спосіб виробництва сталі
11	Технологія виплавки сталі. Електродугова піч. Індукційні печі.
12	Машини безперервного розливу сталі.
13	Міні-металургійні заводи.
14	Маркування сталей
15	Кольорова металургія.
16	Порошкова металургія.

17	Продукція прокатного виробництва.
18	Прокатні стани. Трубопрокатне виробництво.
19	Технологія безперервного лиття й без ливарної прокатки.
20	Видобувне вугілля, його марки та властивості
21	Способи видобутку вугілля та їх сутність.
22	Гірничі вироблення для розкриття вугільних пластів. Схеми розкриття пластів.
23	Способи видобутку вугілля та їх сутність.
24	Сутність механічного відбою вугілля. Транспортування вугілля.
25	Комплексна механізація видобутку вугілля.
26	Умови залягання нафти й буравлення шпар.
27	Витяг нафти на поверхню. Зберігання й транспортування нафти й нафтопродуктів
28	Технологія видобутку газу.
29	Основи технологій теплових електростанцій (ТЕС).
30	Ресурсозберігаюча енергетика. Біохімічні джерела енергії.
31	Вітрові і геотермальні електричні станції. Робота сонячної електростанції.
32	Технологія машинобудування. Обробка металів різанням і тиском.
33	Технологія обробки металів. Ливарне виробництво. Ковальсько-штамповане виробництво.
34	Зварювання металу. Прогресивні методи обробки металів.

Теоретичні питання 2 до індивідуального завдання наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

### Друге теоретичне питання індивідуального завдання

№ з/п	Питання
1	Основні відомості про неорганічні в'язучі речовини і їх класифікація.
2	Технологія будівельних матеріалів. Керамічна цегла.
3	Технологія будівельних матеріалів. Повітряне вапно.
4	Технологія будівельних матеріалів. Гіпсові в'язучі речовини.
5	Технологія будівельних матеріалів. Рідке скло і кислототривкий цемент. Гідравлічне вапно.
6	Технологія будівельних матеріалів. Способи виробництва портландцементу.
7	Різновиди портландцементу.
8	Портландцементи з активними мінеральними добавками.
9	Спеціальні цементи.
10	Загальні відомості про бетони і їх класифікація. Матеріали для важкого бетону.
11	Технологія виробництва важкого цементного бетону.
12	Технологія виробництва легкого бетону.
13	Технологія виробництва ніздрюватого бетону.
14	Спеціальні види важких бетонів.
15	Технологія виробництва будівельного розчину.
16	Оздоблювальні і спеціальні розчини.
17	Способи виробництва бітуму.
18	Технологія виробництва дьогтю.



19	Технологія виробництва асфальтових і дьогтьових бетонів.
20	Технологія виробництва покрівельних і гідроізоляційних матеріалів.
21	Покрівельні і гідроізоляційні мастики. Герметики.
22	Системи технологій будівельного виробництва. Поняття "будівництво". Організаційні форми будівництва.
23	Системи технологій будівельного виробництва. Будівлі. Інженерні споруди. Класифікація будівель і споруд.
24	Системи технологій будівельного виробництва . Конструктивні типи і схеми будівель.
25	Технологія будівництва стін і перегородок.
26	Технологія будівництва покриття і перекриття.
27	Технологія улаштування підлоги.
28	Технологія будівництва дахів і покрівель.
29	Технологія панельного домобудівництва.
30	Технологія монолітного і збірно-монолітного будівництва.
31	Технологія швидкокомтованих будівель з легких металевих конструкцій.
32	Системи технологій в хімічній промисловості. Характеристика хімічного виробництва.
33	Технологія коксохімічного виробництва.
34	Продукція коксохімічного виробництва та її використання. Шляхи підвищення ефективності коксохімічного виробництва.

## Задача 1

Зовнішню стіну адміністративного будинку з внутрішнім оздоблювальним шаром з гіпсокартонних листів (1) товщиною  $\delta_1$  виконано з повнотілої цегли глиняної звичайної (2) товщиною  $\delta_2$ , яка утеплена плитами пінополістирольними марки 35 (густина в сухому стані  $\rho_0 = 35 \text{ кг/м}^3$ ). На зовнішню поверхню стіни нанесено штукатурку з цементно – піщаного розчину (4) товщиною  $\delta_4$ . Міжповерхове перекриття заглиблюється в товщу кладки не більш, як на 0,5 цегли. Фрагмент стіни показано на рисунку.

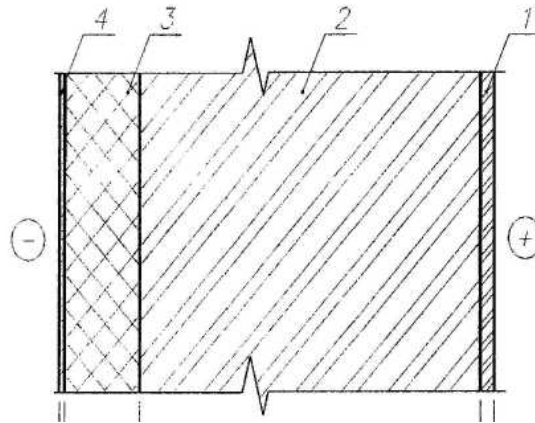


Рисунок. - Фрагмент стіни:

1 - внутрішній оздоблювальний шар (гіпсокартонні листи); 2 - шар з повнотілої цегли глиняної звичайної; 3 - шар з плит пінополістирольних;  
4 - шар з цементно-піщаного розчину

Визначити мінімально допустиме значення опору теплопередачі  $R_0^{\min}$ , фактичний опір теплопередачі  $R_0^{\Phi}$  і товщину теплоізоляційного шару  $\delta_3$  огорожувальної конструкції. Вихідні дані для розрахунку наведено в таблиці 4.

Таблица 4

Вихідні дані для розрахунку

№ варіанта	Зона будівництва або експлуатації	Матеріал і товщина конструктивних шарів зовнішньої стіни, м		
		I шар – внутрішній оздоблювальний шар (гіпсокартонні листи)	II шар – повнотіла цегла глиняна звичайна	IV шар – цементно-піщаний розчин
		$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_4$
1	2	3	4	5
1	Вінниця	0,01	0,51	0,008
2	Луцьк	0,015	0,64	0,009

№ варі- анта	Зона строительства	Матеріал і товщина конструктивних шарів зовнішньої стіни, м		
		I шар – внутрішній оздоблювальний шар (гіпсокартонні листи)	II шар – повнотіла цегла глиняна звичайна	IV шар – цементно- піщаний розчин
		$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_4$
1	2	3	4	5
3	Дніпропетровськ	0,025	0,64	0,01
4	Донецьк	0,02	0,51	0,008
5	Житомир	0,03	0,51	0,009
6	Ужгород	0,01	0,64	0,01
7	Івано- Франківськ	0,015	0,51	0,008
8	Київ	0,02	0,64	0,009
9	Кіровоград	0,025	0,51	0,01
10	Луганськ	0,03	0,64	0,008
11	Львів	0,01	0,51	0,009
12	Миколаїв	0,015	0,64	0,01
13	Одеса	0,02	0,51	0,008
14	Полтава	0,025	0,64	0,009
15	Рівне	0,03	0,51	0,01
16	Суми	0,01	0,64	0,008
17	Тернопіль	0,015	0,51	0,009
18	Харків	0,02	0,64	0,01
19	Херсон	0,025	0,51	0,008
20	Хмельницький	0,03	0,64	0,009
21	Черкаси	0,01	0,51	0,01
22	Чернігів	0,015	0,64	0,008
23	Чернівці	0,02	0,51	0,009
24	Сімферополь	0,025	0,64	0,01
25	Ялта	0,03	0,51	0,008

## Задача 2

Визначити приведений термічний опір вікна  $R_o^{пр}$  для встановлення в адміністративній будівлі. Порівняти  $R_o^{пр}$  з необхідним опором теплопередачі вікон для цивільних будівель  $R_o^H$  (табл.2).

Профіль ПВХ — Veka Softline AD — трьохкамерний (рис.7). Склопакет — двокамерний (табл. М1 Додатка М ДБН В. 2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель);

Надати висновок про відповідність даного вікна за опором теплопередачі вимогам будівельних норм. Вихідні дані для розрахунку приведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Вихідні дані для розрахунку

№ варіанта	Зона будівництва або реконструкції	Разміри вікна		Варіанти скління і газовий склад середовища камер склопакетів, %
		ширина, b, м	висота, h, м	
1	2	3	4	5
1	Вінниця	1,2	1,5	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> (аргон – 100)
2	Луцьк	1,2	1,6	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> (аргон – 100)
3	Дніпропетровськ	1,2	1,7	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> (аргон – 100)
4	Донецьк	1,2	1,8	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> (повітря - 100)
4	Житомир	1,2	1,9	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> (повітря - 100)
6	Ужгород	1,2	2,0	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> (повітря - 100)
7	Івано-Франківськ	1,3	1,5	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> (криптон – 100)
8	Київ	1,3	1,6	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> (повітря – 100)
9	Кіровоград	1,3	1,7	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> (повітря – 100)
10	Луганськ	1,3	1,8	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> (аргон – 100)
11	Львів	1,3	1,9	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> (аргон – 100)
12	Миколаїв	1,3	2,0	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4K (повітря – 100)
13	Одеса	1,4	1,5	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4K (аргон – 100)
14	Полтава	1,4	1,6	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K (повітря – 100)
15	Рівне	1,4	1,7	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4K (аргон – 100)
16	Суми	1,4	1,8	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4K (аргон – 100)
17	Тернопіль	1,4	1,9	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4K (аргон – 100)
18	Харків	1,4	2,0	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4K (повітря – 100)
19	Херсон	1,5	1,5	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K (аргон – 100)
20	Хмельницький	1,5	1,6	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4K (повітря – 100)
21	Черкаси	1,5	1,7	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4K (повітря – 100)
22	Чернігів	1,5	1,8	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K (криптон – 100)
23	Чернівці	1,5	1,9	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K (криптон – 75, аргон - 25)
24	Сімферополь	1,5	2,0	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K (криптон – 25, аргон - 75)
25	Ялта	1,2	1,8	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K (криптон – 50, аргон - 50)

### Задача 3

1. На цементному заводі вироблено 15 тис. т портландцементу. На його виробництво використано вапняк, глина, крейда та домішки. Знайдіть орієнтовну кількість вапняку, що є необхідним заводу для виробництва портландцементу.
2. Знайдіть зміст заліза у відсотках в таких рудах:  
а) гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ); б) магнезит ( $\text{Fe}_2\text{O}_4$ ); в) сидерит ( $\text{FeC}_3\text{O}$ ).
3. На котельній впродовж опалювального періоду було використано  $84 \text{ тис. м}^3$  природного газу. Знайдіть кількість вжитого умовного палива.
4. Визначити необхідну кількість води для гашення  $5,5 \text{ т}$  повітряного вапна, що є на будівельному майданчику.
5. Знайдіть вміст заліза у відсотках у сполучі  $\text{FeO}$ .
6. Потужність турбогенератора ТЕС, що працює на бурому вугіллі ( $15 \text{ МДж/кг}$ ), становить  $150 \text{ МВт}$ . Коефіцієнт корисної дії (ККД) конверсії хімічної енергії вугілля в механічну енергію пари і далі в електричну дорівнює  $0,35$ . Визначити добову витрату вугілля на ТЕС.
7. За добу на коксохімічному заводі вироблено  $7,5 \text{ тис. т}$  коксу. Визначити кількість переробленого вугілля (умови роботи середні).
8. Потужність турбогенераторів ТЕС, що працює на природному газі ( $42 \text{ МДж/м}^3$ ) становить  $100 \text{ МВт}$ . Коефіцієнт корисної дії (ККД) конверсії хімічної енергії природного газу в теплову енергію пари і далі в електричну дорівнює  $0,36$ . Визначити годинну витрату природного газу на ТЕС.
9. Теплова електростанція (ТЕС) потужністю  $50 \text{ МВт}$  експлуатує парові казани, пристосовані для роботи як на торфі ( $20 \text{ МДж/кг}$ ), так і на нафті. Коефіцієнт корисної дії (ККД) конверсії хімічної енергії торфу і нафти в теплову енергію пари і далі в електричну дорівнює  $0,37$ . Визначити добові витрати на торфу і нафти.
10. За добу на коксохімічному заводі перероблено  $10,0 \text{ тис. т}$  вугілля з вмістом сірки  $1\%$ . Визначити кількість виробленого коксу (умови роботи середні).
11. Визначити витрати матеріалів для виготовлення силікатної цегли ( $4500 \text{ шт.}$ ), середня густина якої при вологості  $5\%$  складає  $1800 \text{ кг/м}^3$ . Вміст  $\text{CaO}$  в сухій суміші  $8\%$ , активність вапна  $85\%$ . Вологість піску –  $5\%$ .
12. Визначити коефіцієнт теплопровідності цегли керамічної повнотілої, якщо його маса складає  $3,7 \text{ кг}$ .
13. Визначити витрату глини за масою та об'ємом, необхідної для виготовлення цегли керамічної ( $1000 \text{ шт.}$ ), якщо середня густина цегли –  $1750 \text{ кг/м}^3$ , середня густина сирової глини –  $1650 \text{ кг/м}^3$ , вологість глини –  $8\%$ , втрати при випалюванні –  $6\%$  від маси сухої глини.
14. Визначити витрати глини за масою і за об'ємом для виготовлення  $5000 \text{ шт.}$  фасадної плитки розміром  $250 \times 140 \times 13 \text{ мм}$ , якщо вологість сировинної маси складала  $12\%$ , а втрати при випалюванні  $2\%$ . Середня густина плиток  $2400 \text{ кг/м}^3$ , середня густина глини  $1600 \text{ кг/м}^3$ .
15. Визначити вихід вапна-кипілки з  $1 \text{ т}$  вапняку, який містить  $5\%$  піщаних і  $6\%$

глинистих домішок. Яка активність одержаного вапна і до якого сорту вона відноситься?

16. Скільки штук керамічної цегли можна одержати з  $2,5 \text{ м}^3$  глини, якщо вологість її складає 8%, а втрати при випалюванні становлять 6% від маси сухої глини. Середня густина цегли  $1750 \text{ кг/м}^3$ , вологої глини -  $1650 \text{ кг/м}^3$ .

17. Скільки потрібно добавки (СДБ, кератинового клею і т.п.) для уповільнення тужавіння будівельного гіпсу, одержаного з 10 т природного гіпсового каменю?

18. Визначити середню густину вапняного тіста, яке містить 56% води за масою, якщо густина вапна-пушонки складає  $2080 \text{ кг/м}^3$ .

19. Визначити кількість вапняного тіста за масою та об'ємом, яке містить 56% води і одержаного з 5 т вапна-кипілки, активність якої 90%. Середня густина вапняного тіста  $1420 \text{ кг/м}^3$ .

20. Визначити необхідну кількість вапняку для одержання 20 т вапна-кипілки, якщо вологість вапняку становила 10%, а вміст глинистих домішок в суміші - 4%.

21. Розрахувати витрати матеріалів за масою (кількість вапна, води для гасіння, піску сухого і вологого) для виготовлення 1000 шт силікатної цегли. Середня густина силікатної цегли  $1850 \text{ кг/м}^3$  при вологості його 6%. Вміст СаО в сухій суміші 8% за масою. Активність вапна 90%, пісок має вологість 5,5%.

22. Визначити кількість тепла  $Q$ , що сприймає внутрішня поверхня огорожувальної конструкції при температурі внутрішнього повітря

$t_{\text{в}} = 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ; коефіцієнт теплосприйняття  $\alpha_{\text{в}} = 10 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C)}$ , площа стіни

$F = 5 \text{ м}^2$ .

23. В результаті розрахунку для стінової одношарової панелі отримано

величини опорів теплопередачі: необхідного  $R_0^{\text{н}} = 1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$  і за умовами

енергозбереження  $R_0^{\text{ен}} = 2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$ . Вибрати розрахунковий опір

теплопередачі і визначити необхідну товщину стіни при коефіцієнті

теплосприйняття  $\alpha_B = 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ , коефіцієнті тепловіддачі

$\alpha_3 = 20 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$  і коефіцієнті теплопровідності  $\lambda = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ .

24. Визначити термічний опір одношарової стіни при температурі зовнішнього повітря  $t_H = -30^\circ\text{С}$ , температурі зовнішньої поверхні стіни

$t_H = -29^\circ\text{С}$ , коефіцієнті тепловіддачі  $\alpha_3 = 20 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$  і температурі

внутрішньої поверхні  $t_B = 11^\circ\text{С}$ .

25. Визначити температуру зовнішньої поверхні стіни  $t_3$ , якщо температура внутрішньої поверхні  $t_B = 12^\circ\text{С}$ , термічний опір одношарової стіни

$R = 0,6 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$ , щільність теплового потоку  $q = 30 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

26. Стіна із силікатної цегли товщиною  $\delta = 250 \text{ мм}$  має з одного боку температуру зовнішньої поверхні  $t_3 = -30^\circ\text{С}$ , а з іншого - температуру внутрішньої поверхні  $t_B = 20^\circ\text{С}$ . Знайти щільність теплового потоку  $q$  через стіну і глибину її промерзання  $\delta$  до температури  $0^\circ\text{С}$ , вважаючи коефіцієнт теплопровідності матеріалу стіни  $\lambda = 0,82 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$  постійним.

27. Визначити тепловтрати через площу  $F = 10 \text{ м}^2$  одношарової стінової панелі і товщину стіни при температурі внутрішнього повітря  $t_B = 20^\circ\text{С}$  і температурі зовнішнього повітря  $t_3 = -30^\circ\text{С}$ . Коефіцієнти теплообміну на

внутрішній поверхні  $\alpha_B = 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ , на зовнішній поверхні

$\alpha_3 = 20 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ , температура внутрішньої поверхні  $t_B = 16^\circ\text{С}$ , коефіцієнт

теплопровідності матеріалу  $\lambda = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ .

28. Термічний опір одношарової стіни  $R = 1,85 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$ . Розрахункова

температура внутрішнього повітря  $t_B = 20^\circ\text{С}$ , температура зовнішнього повітря  $t_3 = -30^\circ\text{С}$ , коефіцієнти теплообміну на внутрішній поверхні

$\alpha_B = 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ , на зовнішній  $\alpha_3 = 20 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ . Визначити тепловтрати

через площу  $F = 10 \text{ м}^2$  поверхні стіни, а також температури на внутрішній і зовнішній поверхнях .





Для вибору теоретичних питань і задач 3 необхідно використовувати шифр – дві останні цифри залікової книжки або студентського квитка (табл.3). Наприклад, шифр - 89. Тоді, відповідно до таблиці 3 номери питань будуть:

Теоретичне питання 1: за таблицею 1 номер питання – 24  
 Теоретичне питання 2: за таблицею 2 номер питання – 15  
 Задача 1: за таблицею 3 номер задачі – 14  
 Задача 2: за таблицею 3 номер задачі – 14  
 Задача 3: за таблицею 3 номер задачі – 5

Таблиця 3

**Вибір теоретичних питань і задач до індивідуального завдання**

Шифр	№ питання		№ задачі			Шифр	№ питання		№ задачі			Шифр	№ питання		№ задачі		
	1	2	1	2	3		1	2	1	2	3		1	2	1	2	3
			№ за переліком						№ за переліком						№ за переліком		
01	23	25	1	1	1	34	19	33	9	9	6	67	12	33	17	17	11
02	20	22	2	2	2	35	2	2	10	10	7	68	9	3	18	18	12
03	17	31	3	3	3	36	20	22	11	11	8	69	6	32	19	19	13
04	32	15	4	4	4	37	28	17	12	12	9	70	3	11	20	20	14
05	11	28	5	5	5	38	33	32	13	13	10	71	1	16	21	21	15
06	8	9	6	6	6	39	5	23	14	14	11	72	33	19	22	22	16
07	5	7	7	7	7	40	8	20	15	15	12	73	26	22	23	23	17
08	2	4	8	8	8	41	11	29	16	16	13	74	23	25	24	24	18
09	19	30	9	9	9	42	14	1	17	17	14	75	22	28	25	25	19
10	16	27	10	10	10	43	17	3	18	18	15	76	17	2	1	1	20
11	13	24	11	11	11	44	32	6	19	19	16	77	14	5	2	2	21
12	10	21	12	12	12	45	23	9	20	20	17	78	11	8	3	3	22
13	7	18	12	12	13	46	26	12	21	21	18	79	8	31	4	4	23
14	22	32	14	14	14	47	13	25	22	22	19	80	5	14	5	5	24
15	30	12	15	15	15	48	1	18	23	23	20	81	2	17	6	6	25
16	27	5	16	16	16	49	3	21	24	24	21	82	19	20	7	7	26

Шифр	№ питання		№ задачі			Шифр	№ питання		№ задачі			Шифр	№ питання		№ задачі		
	1	2	1	2	3		1	2	1	2	3		1	2	1	2	3
			№ за переліком						№ за переліком						№ за переліком		
17	24	6	17	17	17	50	9	24	25	25	22	83	16	23	8	8	27
18	21	3	18	18	18	51	6	27	1	1	23	84	13	26	9	9	28
19	18	1	19	19	19	52	12	30	2	2	24	85	10	29	10	10	1
20	15	29	20	20	20	53	18	4	3	3	25	86	7	1	11	11	2
21	12	26	21	21	21	54	15	7	4	4	26	87	4	9	12	12	3
22	9	23	22	22	22	55	21	10	5	5	27	88	27	12	13	13	4
23	6	20	23	23	23	56	24	13	6	6	28	89	24	15	14	14	5
24	3	17	24	24	24	57	27	19	7	7	1	90	21	18	15	15	6
25	1	14	25	25	25	58	30	16	8	8	2	91	18	21	16	16	7
26	29	11	1	1	26	59	4	15	9	9	3	92	15	24	17	17	8
27	33	8	2	2	27	60	7	5	10	10	4	93	32	27	18	18	9
28	28	33	3	3	28	61	10	8	11	11	5	94	25	30	19	19	10
29	26	2	4	4	1	62	31	11	12	12	6	95	31	4	20	20	11
30	14	19	5	5	2	63	22	14	13	13	7	96	30	7	21	21	12
31	25	16	6	6	3	64	25	31	14	14	8	97	20	10	22	22	13
32	4	13	7	7	4	65	16	26	15	15	9	98	29	13	23	23	14
33	31	10	8	8	5	66	29	28	16	16	10	99	28	6	24	24	15
												00	34	34	25	25	16

## **ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ**

Індивідуальне завдання треба виконувати в терміни, встановлені деканатом.

Відповіді на питання індивідуального завдання повинні задовольняти загальним вимогам оформлення студентських робіт [6]:

- конкретність та логічна послідовність у викладенні матеріалу;
- стислість і точність формулювання, що виключають можливість суб'єктивного і неоднозначного тлумачення;
- доказовість і обґрунтованість відповідей;
- єдність термінів у межах роботи та їх відповідність діючим стандартам.

Виконуючи індивідуальне завдання, необхідно, окрім основної та додаткової літератури, користуватися відомостями про новітні досягнення науки і техніки.

Індивідуальне завдання повинно містити титульний аркуш, вибрані за шифром варіанти питань, відповіді на теоретичні питання і розв'язання задач, перелік використаних джерел, додатки.

Приклад оформлення титульного аркуша наведено в додатку А.

Текст має бути набраний в редакторі Microsoft Word. Параметри завдання: розмір сторінки А4 (210×297 мм) ; поля - лівий, верхній та нижній – 20 мм, правий – 10мм; інтервал між рядками - полуторний; шрифт - Times New Roman, розмір 14.

Таблиці, схеми та рисунки треба надавати відповідно до загальних вимог [6] и нумерувати в межах відповіді на питання.

Відповідь на кожне питання починати з нової сторінки. Сторінки повинні бути пронумеровані і надійно скріплені.

До індивідуальної роботи додається бланк рецензії встановленої форми.

Індивідуальну роботу буде зараховано тільки після співбесіди студента з викладачем. Незараховану роботу буде повернено студенту для переробки з урахуванням зауважень викладача.

## ЛІТЕРАТУРА

### ОСНОВНА

1. Демченко М.Т., Поважний С.Ф., Цибровський Г.Г. Системи технологій: Навч. посібник. - Донецьк: ДонДАУ, 2001. -314 с.
2. Демченко Н.Т., Поважний С.Ф., Цыбровский Г.Г. Системи технологии: Учеб. пособие. - Донецк: ДонГАУ, 2003. - 345 с.
3. Гапонкин В.А., Лукашев Л.К., Суворова Т.Г. Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки. - М.: Машиностроение, 1990.-448 с.
4. Килячков А.П., Брайцев А.В. Горное дело. -М.: Недра, 1989.-422 с
5. Технология важнейших отраслей промышленности: Учебник / Под ред. А. М. Гинберга, Б. А. Хохлова. М.: Высшая школа, 1990.
6. Методичні вказівки з оформлення та захисту студентських робіт/ Укл. О.О. Ісаєнков, Я.О. Ляшок. – Красноармійськ: КФ ДонНТУ, 2003. – 54с.
7. Горчаков Г. И. Строительные материалы М, Высшая школа, 1981.- 412 с.
8. Колотило Д.М. Системи технологій і екологія промисловості. - К.: НМК, 1991.-204 с.
9. Шестоперов С. В. Контроль качества бетона М, Высшая школа, 1981. 247с.
10. ДСТУ Б В.2.7- 61:2008. Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ).
11. ДСТУ Б В.2.7- 82:2010. Будівельні матеріали. В'яжучі гіпсові. Технічні умови.
12. ДСТУ Б В.2.7- 90:2011. Вапно будівельне. Технічні умови.
13. ДСТУ Б В.2.7- 46:2010. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови.

### ДОДАТКОВА

1. Основы технологий важнейших отраслей промышленности: Учеб. пособие. В двух ч./ Под ред. И.В. Ченцова. - Минск: Высш. шк., 1989. - Ч. 1. - 325 с; Ч. 2. - 190 с.
2. Журавлёв В.Н. Машиностроительные материалы. Справочник – М.: Машиностроение, 1991г.
3. Основы химической технологии / Под ред. И.П. Мухленова. - М: Высш. шк., 1990. - 247 с.

4. Системи технологій: Учеб. посібник / Под ред. П.Д. Дудко.  
2-е изд., перераб. и доп. - Х.: ООО "Бурун книга", 2003. - 336 с.

Додаток А

Приклад виконання титульного аркуша індивідуального завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
"ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"  
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра інженерної механіки

**ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ**  
з дисципліни "СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЙ"

З ХХХХ 43 43.4 123 ІЗ

Виконав \_\_\_\_\_ І.І.Іванов  
*ст. групи ЕПР – 13з* (дата) (підпис)  
№ з.к.301123

Перевірив \_\_\_\_\_ О.І.Повзун  
*к.т.н., доц. кафедри ІМ* (дата) (підпис)

Красноармійськ 2014