

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

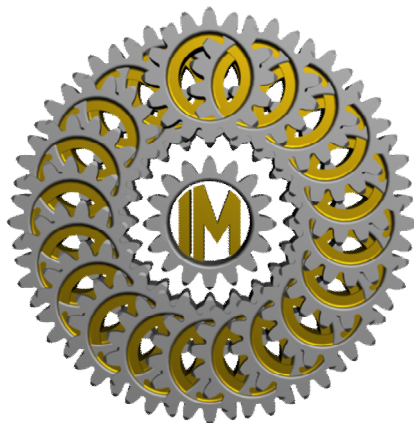
Кафедра «Інженерна механіка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять і самостійної роботи

з дисципліни «Матеріалознавство»

(для студентів заочної форми навчання напряму підготовки «Гірництво»)



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 «Матеріалознавство»

(для студентів заочної форми навчання напрямку підготовки «Гірництво»)

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

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

КРАСНОАРМІЙСЬК 2014

УДК 620.22 (075.8)

Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з дисципліни "Матеріалознавство" (для студентів заочної форми навчання напряму підготовки «Гірництво») / укладачі: С.О.Вірич., О.І.Повзун, Т.В.Горячева, М.О.Бабенко, І.М.Лаппо, – Красноармійськ: КІІ Дон НТУ, 2014. – 75 с.

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

Укладачі:

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

Відповідальний за випуск

С.О.Вірич

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

ЗМІСТ

	С.
Вступ	5
1. Тематичний зміст дисципліни	6
2. Практичні роботи	13
2.1. Практична робота № 1	13
2.2. Практична робота № 2	18
2.3. Практична робота № 3	33
2.4. Практична робота № 4	40
2.5. Практична робота № 5	46
2.6. Практична робота № 6	51
2.7. Практична робота № 7	55
3. Зміст індивідуального завдання і рекомендації щодо вибору варіанту	60
3.1. Теоретичне питання 1	60
3.2. Теоретичне питання 2	61
3.3. Вибір теоретичних питань і задачі 3	62
3.4. Задача 1 і рекомендації щодо її розв'язання	63
3.5. Задача 2 і рекомендації щодо її розв'язання	64
3.6. Вихідні дані для розв'язання задач 1 і 2	66
3.7. Задача 3	69
4. Вимоги до виконання та оформлення індивідуального завдання	74
Література	75
Додаток А	76

ВСТУП

Згідно з навчальним планом підготовки бакалаврів напряму підготовки "Гірництво" з курсу "Матеріалознавство" 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.

Метою дисципліни є застосування студентами основних методів управління конструкційною міцністю матеріалів, обґрунтування вибору матеріалу для виготовлення різних виробів з урахуванням умов їх експлуатації, а також оволодіння методами розрахунку складів різних будівельних матеріалів, наприклад, важкі, легкі, ніздрюваті бетони, будівельні розчини.

Основними задачами дисципліни «Матеріалознавство» є:

- набуття знань щодо оцінки основних фізико-механічних властивостей матеріалів, враховуючи умови експлуатації і виготовлення виробу;
- формування науково обґрунтованих уявлень про можливості раціональної зміни властивостей матеріалу шляхом зміни його структури;
- ознайомлення зі способами зміцнення матеріалів, що забезпечують надійність виробів і інструментів;
- ознайомлення з сучасними матеріалами, їх властивостями і галуззю застосування.

Матеріалознавство готує студента до засвоєння основних виробничих процесів, а також технології виробництва різних матеріалів під час вивчення спеціальних дисциплін у подальшому.

Знання основ матеріалознавства необхідне інженеру, який працює у сфері експлуатації сучасних конструкцій і машин.

ТЕМАТИЧНИЙ ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Роль матеріалів у сучасній техніці. Класифікація матеріалів.

Значення і задачі курсу матеріалознавство. Короткий історичний огляд розвитку матеріалознавства. Пріоритет російських і українських вчених у створенні основ науки про матеріали.

Класифікація металевих і неметалевих матеріалів. Основні критерії оцінки і вибору матеріалів.

Тема 2. Будова металів і металевих сплавів, полімерних матеріалів

Типи зв'язку в твердих тілах. Металевий тип хімічного зв'язку. Атомно-кристалічна будова металів. Типи кристалічних ґраток і їх характеристика. Будова реальних кристалів. Види дефектів будови металів, їх вплив на властивості металу. Анізотропія металів. Будова металевих сплавів. Фази та фазова перетворення в матеріалах. Будова неметалевих матеріалів.

Тема 3. Основні властивості матеріалів та їх характеристика. Механічні властивості та конструкційна міцність металів і сплавів.

Основні властивості матеріалів. Характеристика фізичних, хімічних, експлуатаційних властивостей. Механічні властивості металевих матеріалів. Методи визначення показників механічних властивостей. Конструкційна міцність металів. Властивості, які визначають довго тривалість виробів: зносостійкість, опір втомі, контактна витривалість. Шляхи підвищення міцності металів.

Тема 4. Методи керування будовою та властивостями матеріалів

Кристалізація металів.

Термодинамічні основи фазових перетворень у металах. Особливості рідкого стану. Кінетика кристалізації. Фактори, які впливають на процес кристалізації. Особливості кристалізації сплавів. Будова металевого зливку. Модифікування металу. Поліморфні перетворення у металах.

Пластична деформація.

Напруження і деформації. Механізми протікання деформацій Пружна та пластична деформації. Вплив пластичної деформації на структуру та властивості металу. Наклеп. Вплив нагрівання на структуру і властивості деформованого металу. Відпочинок, повернення. Рекристалізація. Зростання зерна при нагріванні. Холодна і гаряча деформація. Вплив нагрівання на властивості деформованого металу.

Тема 5. Залізо та його сплави. Сталі та чавуни, їх характеристика.

Коротка характеристика діаграми системи сплавів Fe – Fe₃C . Структурні складові залізвуглецевих сплавів. Загальна характеристика сталей і чавунів. Вплив вуглецю та постійних домішок на властивості сталей та чавунів.

Класифікація, маркування і характеристика вуглецевих та легованих сталей. Класифікація, маркування і характеристика чавунів. Використання сталей та чавунів у промисловості.

Тема 6. Термічна та хіміко-термічна обробка сталі

Загальна характеристика процесу термічної обробки сталі. Класифікація і характеристика видів термічної обробки.

Відпал і нормалізація сталі, їх вплив на структуру і механічні властивості.

Гартування сталі. Вибір температури гартування. Види і технологія гартування. Структура та властивості сталі після гартування.

Відпущення сталі. Види і призначення відпущення. Технологія проведення відпущення. Вибір режимів термічної обробки для деталей машин.

Хіміко-термічна обробка сталі. Фізичні основи хіміко-термічної обробки. Види і характеристика ХТО: цементація, азотування, ціанування, тощо. Термічна обробка після ХТО. Вплив ХТО на експлуатаційні властивості деталей машин.

Дифузійна металізація. Характеристика і галузі використання.

Поверхнєве зміцнення деталей машин. Застосування поверхнєвого наклепу у машинобудуванні.

Тема 7. Кольорові метали і сплави

Мідь і її властивості. Маркування і використання міді у промисловості. Латуні, їх властивості, маркування і використання. Бронзи. Класифікація, маркування і характеристика бронзи. Використання бронзи у машинобудуванні.

Алюміній. Характеристика, маркування, властивості і використання алюмінію у промисловості. Сплави алюмінію. Класифікація, маркування і характеристика. Використання сплавів алюмінію у машинобудуванні.

Титан і його сплави, їх властивості і галузі використання.

Магній і його сплави, їх властивості і галузі використання.

Тема 8. Метали і сплави з особливими фізичними чи хімічними властивостями

Антифрикційні метали і сплави. Характеристика і властивості олова, свинцю, цинку. Сплави на їх основі, їх антифрикційні властивості. Антифрикційні бронзи і чавуни. Використання антифрикційних матеріалів у промисловості.

Сплави з особливими властивостями.

Жаростійкі та теплотривкі сплави. Види і характеристика. Тугоплавкі метали і сплави, їх використання у промисловості.

Композиційні металеві матеріали, види, характеристика, використання у промисловості.

Тема 9. Неметалеві матеріали

Загальні відомості про неметалеві матеріали. Класифікація неметалевих матеріалів.

Полімери. Класифікація і будова полімерних матеріалів. Термопластичні і термореактивні полімери, їх властивості. Види і характеристика. Пластмаси. Види, властивості і галузі використання пластмас. Композиційні неметалеві матеріали.

Гумовотехнічні матеріали. Склад гуми, будова і властивості. Використання гумових виробів в техніці.

Тема 10. Основні властивості будівельних матеріалів

Поняття про роботу матеріалів в спорудах. Дія навантажень, вплив фізичних і хімічних чинників навколишнього середовища. Поняття про міцність і стійкість матеріалів. Класифікація властивостей матеріалів.

Залежність властивостей від будови і структури матеріалів.
Взаємозалежність різних властивостей. Загальні поняття про оптимізацію структур і властивостей будівельних матеріалів.

Фізичні властивості. Властивості, що характеризують особливості фізичного стану матеріалів. Середня, істинна, насипна густина, пористість та ін. Розмір пор і ступінь їх рівномірного розподілу в матеріалі. Методи оцінки пористості та інших властивостей.

Властивості, що визначають відношення матеріалів до різних фізичних процесів.

Відношення матеріалу до дії води. Гігроскопічність. Рівноважна вологість. Водопоглинення. Капілярна дифузія. Водопроникність і паропроникність.

Водостійкість і коефіцієнт розм'якшення. Вологісні деформації. Поняття про гідрофільності та гідрофобності матеріалів. Вплив поперемінного зволоження та висихання на основні властивості матеріалів.

Відношення матеріалів до зміни температури. Температурне розширення. Теплоємність і теплопровідність. Залежність теплоємності та теплопровідності від пористості та вологості матеріалів. Вогнестійкість і вогнетривкість матеріалів. Морозостійкість. Гіпотези руйнування матеріалів від дії поперемінного заморожування і відтавання. Принципи оцінки морозостійкості.

Принципові методи підвищення морозостійкості штучних кам'яних матеріалів.

Звукопоглинання і звукопроникність. Електропровідність. Проникність нейтронів і гамма-випромінювань.

Механічні властивості. Міцність. Зв'язок міцності зі складом і будовою матеріалу. Марки матеріалів по міцності. Залежність показників міцності від розмірів, умов виготовлення, зберігання і випробування зразків. Визначення міцності матеріалів без руйнації.

Деформативні властивості матеріалів. Модуль пружності, коефіцієнт поперечної деформації, параметричні точки, релаксація.

Спеціальні механічні властивості. Твердість, стиранність, опір удару, опір зносу. Моделі механічних властивостей.

Фізико-хімічні властивості. Ступінь дисперсності та питома поверхня подрібнених матеріалів. Вплив ступеня дисперсності на хімічну активність речовин. Методи оцінки питомої поверхні.

Тема 11. Матеріали і вироби з деревини

Лісові багатства України. Значення правильного лісокористування в справі охорони природи. Поняття про комплексне використання деревини і відходів деревообробки та його значення в народному господарстві. Деревинні породи, які застосовуються в будівництві.

Будова деревини. Основні властивості деревини: середня густина (об'ємна маса), гігроскопічність, рівноважна вологість, усихання, розбухання та викривлення деревини, теплопровідність, міцність. Залежність основних властивостей деревини від будови і вологості. Найважливіші групи вад деревини

та їх вплив на якість пиломатеріалів. Особливості застосування лісових матеріалів в будівництві залежно від властивостей деревини. Сушка деревини, способи швидкісної сушки. Складування. Основи механічної обробки деревини. Заходи по збільшенню терміну служби деревини в спорудах. Гниття деревини, його причини і способи захисту від гниття. Види антисептиків, особливості їх застосування. Спалах деревини та способи захисту від нього.

Сортамент лісових матеріалів і дерев'яних виробів, застосованих у будівництві. Розподіл лісових матеріалів на сорти. Круглі лісоматеріали, пиломатеріали та заготівлі. Будівельні деталі та вироби з деревини: столярні плити, паркетні вироби, столярні вироби, балки, елементи ферм, комплексні деталі для збірки будинків заводського виготовлення, клеєні конструкції за їх технічними вимогами, що пред'являються до них відповідними ДСТУ.

Тема 12. Неорганічні в'язучі речовини

Класифікація в'язучих речовин. Повітряні в'язучі речовини. Гіпсові, магнезіальні в'язучі речовини, повітряне вапно, рідке скло. Сировина і принципи виробництва, схема твердіння, області застосування.

Гідравлічні в'язучі речовини. Класифікація. Портландцемент. Поняття про сировину і принципи виробництва. Залежність властивостей портландцементу від хімічного і мінерального складу клінкеру і речовинного складу. Методи оцінки властивостей. Способи прискорення твердіння та їх техніко-економічне значення. Корозія цементного каменя, основні види, заходи захисту від корозії.

Області застосування портландцементу.

Поняття про гідрофобізацію та пластифікацію цементів. Спеціальні види цементів. Швидкотверднучий, сульфатостійкий, білий та кольорові портландцементи. Портландцемент з органічними та мінеральними добавкам. Глиноземистий цемент, що розширюється, та безусадочні цементи.

Гіпсоцементопуцоланові в'язучі. Принципи їх отримання, властивості та області застосування. Основні техніко-економічні показники застосування різних видів цементів. Заходи по економії цементу в будівельній індустрії.

Методичні рекомендації:

Фахівець повинен вміти правильно вибрати вид в'язучого стосовно до умов твердіння та експлуатації виробів, одержаних на основі мінеральних в'язучих. Для цього необхідно 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.

Тема 13. Бетони і їх застосування. Залізобетонні конструкції

Класифікація. Матеріали і вимоги до них. Бетонна суміш. Методи оцінки рухливості. Поняття про будову бетону, з/б конструкцій. Взаємозв'язок будови і

властивостей бетону і з/б конструкцій. Марки бетонів за міцністю, морозостійкістю, середньою густиною (об'ємною масою). Принципи розрахунково-експериментального методу визначення складу бетону заданої міцності та рухливості.

Виробничі чинники, що впливають на якість і техніко-економічні показники бетонів і з/б конструкцій. Твердіння бетонів в різних умовах. Вплив температури і вогкості на твердіння бетонів. Поняття про застосування бетону в даних умовах, в умовах сухого і жаркого клімату. Поняття про виготовлення товарних бетонів на сучасних заводах з автоматизованими системами управління.

Легкі бетони на пористих заповнювачах, ніздрюваті бетони, крупно пористий бетон. Спеціальні види бетонів: гідротехнічний, дорожній, високоміцний, кислототривкий, декоративний, для біологічного захисту, полімербетон, бетонополімер, дрібнозернистий бетон, зміцнений волокнами.

Поняття про залізобетон і задалегідь напружені залізобетонні конструкції. Основні види збірних залізобетонних конструкцій, які застосовуються в будівництві. Застосування бетонів в монолітних залізобетонних конструкціях. Класифікація з/б конструкцій за: способом виготовлення, застосуванню, будові, маркам, виду бетону. Основні операції при виготовленні з/б конструкцій. Способи армування і виготовлення арматурних виробів.

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.

Завершальний етап вивчення теми - питання технічного прогресу у виробництві та застосуванні різних видів бетону і з/б конструкцій, а також роль вітчизняних вчених в розвитку науки.

Тема 14. Вироби на основі безцементних в'язучих

Вироби автоклавного твердіння на основі вапна і кремнеземистого компоненту. Поняття про фізико-хімічні процеси взаємодії двоокису кремнію з гідроксидом кальцію при автоклавній обробці і про вплив ступеня дисперсності кремнеземного компоненту на ці процеси. Силікатна цегла: сировина, основи технології, марки, особливості застосування. Силікатні бетони (щільні і ніздрюваті) і збірні деталі та конструкції з них для індустріального будівництва. Розширення сировинної бази для виробництва автоклавних виробів.

Методичні рекомендації:

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

Тема 15. Будівельні розчини

Визначення і класифікація будівельних розчинів, їх відмінність від звичних бетонів. Матеріали для виготовлення будівельних розчинів.

Властивості розчинів: міцність, марка, морозостійкість. Розчини для кладки, монтажні та штукатурні. Спеціальні розчини. Декоративні, гідроізоляційні, ін'єкційні, тампонажні, рентгенозахисні, водонепроникні.

Поняття про застосування пластифікуючих та інших добавок, що впливають на основні властивості та техніко-економічні показники розчинів.

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.

Тема 16. Органічні в'язучі та бетони з них

Бітумні в'язучі. Коротка характеристика. Загальні властивості. Асфальтові породи і одержані з них матеріали. Природні, нафтові, сланцеві бітуми, їх основні властивості (температура розм'якшення, глибина проникнення, розтяжність). Поняття про груповий хімічний склад бітумів. Марки в'язкотвердих бітумів і області застосування бітумів різних марок. Рідкі бітуми.

Розчинники та розріджувачі бітумів. Поліпшення властивостей бітумів добавками полімерів. Бітумно-гумові та бітумно-полімерні композиції. Питання техніки безпеки і охорони праці при роботі з бітумними в'язучими та органічними розчинниками.

Бітумні емульсії, емульсосуспензії та мастики. Наповнювачі для бітумів. Способи підвищення теплостійкості бітумів. Дьогтьові в'язучі та особливості їх застосування. Асфальтові розчини і бетони. Коротка класифікація.

Асфальтові в'язучі, значення тонкомолотих наповнювачів. Основні властивості асфальтобетону. Відмінності від звичного бетону. Принципи визначення складу асфальтобетону. Методи оцінки властивостей. Способи виготовлення асфальтобетону, вживаного в гарячому та холодному стані. Техніка безпеки і охорона праці при виготовленні та застосуванні асфальтобетону. Техніко-економічне порівняння асфальтобетону з цементним бетоном.

Методичні рекомендації:

Студентам 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).

Тема 17. Бітумні покрівельні та гідроізоляційні матеріали

Загальні відомості. Класифікація. Поняття про способи виробництва. Поліпшення якості та підвищення довговічності бітумних матеріалів добавками полімерів.

Рулонні покрівельні матеріали. Значення покривного шару і посипок; отримання матеріалів з кольоровою поверхнею.

Гідроізоляційні матеріали. Матеріали на тканинній та металевій основах. Безосновні гідроізоляційні матеріали. Властивості та області застосування. Спеціальні герметизуючі матеріали для індустріального будівництва.

Мастики. Гарячі приклеюючі та покривні мастики. Наповнювачі для гарячих мастик і їх призначення. Холодні приклеюючі мастики. Шляхи підвищення якості та здешевлення мастик. Значення добавок полімерів. Техніка безпеки і охорона праці при виготовленні та застосуванні покрівельних і гідроізоляційних матеріалів.

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.

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Основними фізичними властивостями будівельних матеріалів є: густина (дійсна густина), середня густина, пористість, водопоглинання, теплопровідність, морозостійкість, вогнестійкість, вогнетривкість.

Густина (дійсна густина)

Густина - це маса одиниці об'єму матеріалу у щільному стані, тобто без пор і мікротріщин (визначають за допомогою приладу Ле-Шательє, рис.1).



Рисунок 1.- Пiкнометр Ле-Шательє

Приготований порошок висушують до постійної маси і охолоджують до кімнатної температури в ексікаторі над концентрованою сірчаною кислотою або безводним хлористим кальцієм.

Прилад Ле-Шательє наповнюють рідиною до нижньої нульової позначки (0 см³). Від висушеної проби матеріалу беруть наважку в 75 г з точністю до 0,01 г і всипають ложкою невеликими порціями в прилад Ле-Шательє до тих пір, поки рівень рідини (води) в приладі не досягне першої з позначки в межах верхньої градуїрованої частини (20 см³). Залишок порошку зважують разом з чашкою. Щоб видалити бульбашки повітря, що потрапив у рідину разом з порошком, прилад обертають і тримають в похилому положенні впродовж 10 хв. на гладкому гумовому килимку. Після цього перевіряють рівень рідини в приладі.

За різницею мас початкової проби і залишку в чашці визначають масу порошку, що було всипано в об'ємомір (прилад Ле - Шательє).

Густину випробуваного матеріалу ρ , кг/м³ (г/см³), обчислюють за формулою:

$$\rho = m / V_a, \quad (I)$$

де m - маса порошку, що всипано в прилад, кг (г);

V_a - абсолютний об'єм, що займає порошок (об'єм витісненої порошком рідини), м³ (см³).

Густину матеріалу обчислюють як середнє арифметичне за результатами двох випробувань, розбіжність між якими не повинна перевищувати 20 кг/м^3 ($0,02 \text{ г/см}^3$).

$$1 \text{ г/см}^3 = 1000 \text{ кг/м}^3$$

Середня густина

Середня густина - це маса одиниці об'єму матеріалу у природному стані, тобто з урахуванням пор і мікротріщин. Метод визначення середньої густини залежить від форми зразка матеріалу.

Визначення середньої густини матеріалу на зразках правильної геометричної форми

Якщо форма зразка близька до куба, виміри необхідних граней роблять у трьох місцях (рис. 2) з точністю до $0,1 \text{ мм}$.

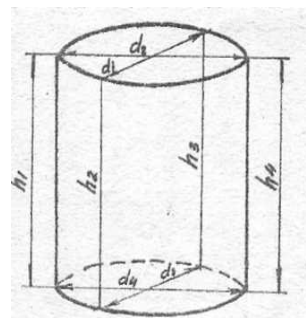
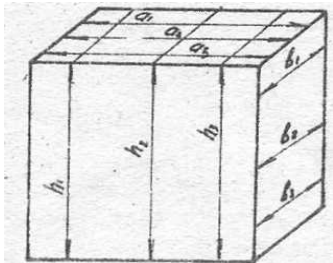


Рисунок 2.- Порядок вимірювання зразків

Об'єм зразка-куба, м^3 (см^3), обчислюють за формулою

$$V = a \cdot b \cdot h, \quad (2)$$

де a, b, h - середнє арифметичне вимірювань граней куба, м (см).

Вимірювання, необхідні для обчислення об'єму зразка циліндричної форми, виконують таким чином. На паралельних основах циліндра наносять два взаємно перпендикулярних діаметра, кінці яких з'єднують чотирма утворюючими (рис. 2). Об'єм зразка V , м^3 (см^3) розраховують за формулою:

$$V = \pi R^2 \cdot h \text{ або } V = \pi d^2 h / 4, \quad (3)$$

де d і h - середнє арифметичне вимірювань діаметра та висоти, м (см).

Після визначення об'єму зразок зважують і обчислюють середню густина ρ_0 з точністю до 10 кг/м^3 ($0,01 \text{ г/см}^3$) за формулою:

$$\rho_0 = m / V \quad (4)$$

де m - маса зразка, кг (г);

V - об'єм зразка, м^3 (см^3).

Для **деревини** середню густина приводять до стандартної вологості (12%) за формулою:

$$\rho_{0(12)} = \rho_{0(w)} \cdot [1 + 0,01 \cdot (1 - K_0) \cdot (12 - W)],$$

де $\rho_{0(12)}, \rho_{0(w)}$ - середня густина зразка деревини при вологості 12% і вологого зрака при вологості W відповідно;

K_0 - коефіцієнт об'ємної усушки (для більшості порід деревини $K_0 = 0,5$).

Стандартними розмірами зразка деревини для визначення середньої густини є - 2x2x3 см.

Визначення середньої густини матеріалу на зразках неправильної геометричної форми методом гідростатичного зважування.

Висушені при 105-110 °С, охолоджені в ексікаторі, очищені від пилу і пронумеровані зразки перев'язують ниткою, зважують з точністю до 0,01 г, парафінують і знову зважують (при парафінуванні зразок занурюють в розплавлений парафін). Після парафінування випробуваний зразок на нитці підвішують до гачка, закріпленому на лівому кінці коромисла терезів, і занурюють у склянку з водою так, щоб він не торкався стінок склянки, і визначають масу зразка у воді.

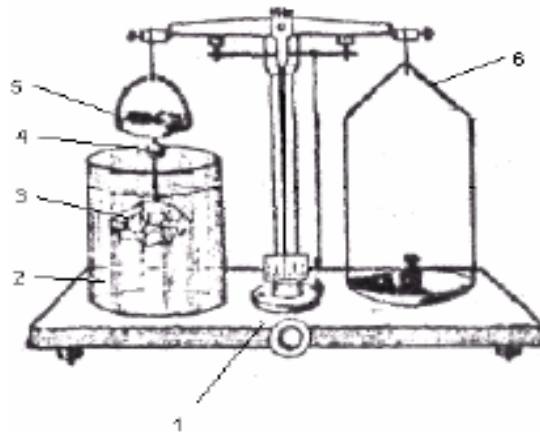


Рисунок 3. - Зважування зразків на гідростатичних терезах:

1 – технічні терези; 2 – склянка з водою; 3 – зразок; 4 – гачок; 5 – лівий кінець коромисла терезів; 6 – права чашка терезів

Середню густину ρ_0 обчислюють з точністю до 10 кг/м³ (0,01 г/см³) за формулою:

$$\rho_0 = m / [(m_1 - m_2) / \rho_{\text{в}} - (m_1 - m) / \rho_{\text{п}}], \quad (5)$$

де m - маса сухого зразка, кг (г);

m_1 - маса парафінованого зразка, зваженого на повітрі, кг (г);

m_2 - маса парафінованого зразка, зваженого у воді, кг (г);

$\rho_{\text{в}}$ і $\rho_{\text{п}}$ – густина води і парафіну, $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³ (1 г/см³);

$\rho_{\text{п}} = 980$ кг/м³ (0,98 г/см³).

Середню густину матеріалу обчислюють як середнє арифметичне результатів визначення середньої густини п'яти зразків. Розбіжність між результатами паралельних визначень середньої густини матеріалу не повинна перевищувати 20 кг/м³ (0,02 г/см³).

Пористість

Пористість - це ступінь заповнення об'єму матеріалу порами. Пористість Π обчислюють за формулою з точністю до 0,1%:

$$\Pi = (1 - \rho_0 / \rho) \cdot 100 \quad (6)$$

де ρ_0 - середня густина матеріалу, кг/м³ (г/см³);

ρ – густина матеріалу, кг/м³ (г/см³)

Водовбирання

Водовбирання - це здатність матеріалу вбирати і утримувати воду. Зразки висушують до постійної маси, охолоджують до кімнатної температури і занурюють у воду так, щоб рівень води в посудині був вище верху зразка не менше 20 і не більше 100 мм. Зразки витримують у воді, після чого їх виймають з води, обтирають вологою тканиною і зважують з точністю до 0,01 г. Водовбирання за масою W_m та об'ємом W_v обчислюють з точністю до 0,1 %:

$$W_m = 100 \cdot (m_1 - m)/m; \quad (7)$$

$$W_v = 100 \cdot (m_1 - m)/V; \quad (8)$$

де m - маса сухого зразка, кг (г);
 m_1 - маса зразка, витриманого у воді, кг (г);
 V - об'єм зразка, м³ (см³).

Водовбирання матеріалу обчислюють як середнє арифметичне результатів випробувань всіх зразків. Відношення водовбирання за об'ємом до водовбирання за масою дорівнює середній густині матеріалу:

$$W_v/W_m = \rho_0;$$

$$W_v / W_m = [100 (m_1 - m)/V] / [100 \cdot (m_1 - m)/m] = m/V = \rho_0.$$

Теплопровідність матеріалу. Орієнтовно коефіцієнт теплопровідності λ в ккал/м²·°С можна визначити за формулою проф. В.П.Некрасова:

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

де ρ_0 – середня густина матеріалу.

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЗА ТЕМОЮ «Фізичні властивості будівельних матеріалів» Задача 1

Визначити пористість гірської породи, якщо відомо, що її водовбирання за об'ємом в 1,7 рази більше водо вбирання за масою, а густина твердої речовини дорівнює 2,6 г/см³.

$$W_m = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100\% ;$$

$$W_v = \frac{m_1 - m}{V} \cdot 100\% ;$$

$$\frac{W_v}{W_m} = \frac{\frac{m_1 - m}{V}}{\frac{m_1 - m}{m}} = 1,7;$$

$$\frac{m}{V} = 1,7; \quad \rho_o = 1,7 \text{ г/см}^3;$$

$$П = \frac{\rho - \rho_o}{\rho} \cdot 100\% = \frac{2,6 - 1,7}{2,6} \cdot 100\% = 35\%.$$

.....

Задача 2

Кам'яноподібний матеріал у вигляді зразка кубічної форми, ребро якого дорівнює $a = 6,5$ см, у повітряно - сухому стані має масу $m = 495$ 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.

$$\rho_0 = \frac{m}{V} = \frac{m}{a^3} = \frac{495}{6,5^3} = 1,8 \text{ г/см}^3$$

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

.....

Задача 3

Маса зразка каменю правильної геометричної форми в сухому стані дорівнює 76 г. Після насичення зразка водою його маса збільшилася до 79 г. Визначити середню густину і пористість каменю, якщо водовбирання за об'ємом його становить 8,2%, а дійсна густина твердої речовини дорівнює 2,68 г/см³.

$$1) \rho_0 = \frac{Wv}{Wm}; \quad W_m = \frac{m^1 - m}{m} \cdot 100\%$$

$$\rho_0 = \frac{Wv \cdot m}{[(m^1 - m) \cdot 100\%]} = \frac{8,2 \cdot 76}{(79 - 76) \cdot 100} = \frac{8,2 \cdot 76}{3 \cdot 100} = 2,077 = 2,08 \text{ г/см}^3$$

$$2) \Pi = \left(1 - \frac{\rho^0}{\rho}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{2,08}{2,68}\right) \cdot 100\% = 22,5\%.$$

.....

Задача 4

Маса зразка каменю неправильної геометричної форми на повітрі дорівнює 80 г. Після покриття поверхні зразка парафіном маса його у воді становила 37 г. На парафінування зразка витрачено парафіну 0,75 г з густиною 0,9 г/см³. Визначити середню густину каменю. Густина води $\rho_v = 1$ г/см³.

$$\text{Об'єм парафіну на покриття каменю } V_{\Pi} = \frac{m_{\Pi}}{\rho_{\Pi}} = \frac{0,75}{0,9} = 0,833 \text{ см}^3.$$

$$\text{Об'єм зразка } V = \frac{m - m_{\Pi}}{\rho_v} - V_{\Pi} = \frac{80,75 - 37}{1} - 0,833 = 42,917 \text{ см}^3$$

$$\text{Середня густина каменю } \rho_{0\text{к}} = \frac{m}{V} = \frac{80}{42,917} = 1,86 \text{ г/см}^3.$$

Задача 5

Маса зразка каменю в сухому стані становила 77 г, а після насичення водою - 79 г. Визначити середню густину і пористість каменю, якщо густина матеріалу каменю дорівнює $2,67 \text{ г/см}^3$, а водовбиття за об'ємом становить 4,28 %.

$$W_m = \frac{m^1 - m}{m} \cdot 100\% = \frac{79 - 77}{77} \cdot 100 = 2,6\% :$$

$$\rho_o = W_v / W_m = 4,28 / 2,6 = 1,645 \text{ г/см}^3 .$$

Пористість $\Pi = (1 - \rho_o/\rho) \cdot 100 = \frac{\rho - \rho_o}{\rho} \cdot 100 = \cdot 100 = 38,4\%.$

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І МІНЕРАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

Основними механічними властивостями будівельних матеріалів є міцність, твердість, опір удару, стирність.

Міцність при стиску

Приготовані зразки оглядають, перевіряючи на відсутність дефектів, які могли б знизити міцність. Дефектні зразки замінюють. Верхні і нижні грані зразків, що торкаються плит преса, ретельно вирівнюють, закриваючи мікротріщини гіпсовим тістом. Зразки вимірюють з точністю до 0,1 мм і обчислюють площу робочого перетину. Після перевірки справності преса на його плиту встановлюють перший зразок з серії випробовуваних, акуратно центруючи його на нижній плиті гідравлічного пресу (рис.1) .

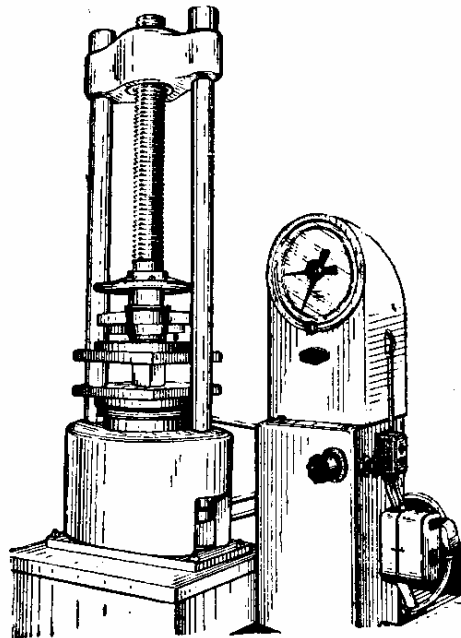


Рисунок 1.- Гідравлічний прес

Верхню плиту преса обережно підводять до поверхні зразка так, щоб між ними був невеликий зазор. Включають прес в роботу. Повільно

збільшуючи швидкість зростання навантаження, уважно стежать за показаннями стрілки силовимірювача і станом зразка. Момент руйнування зразка встановлюють по початку зворотного руху вказівної стрілки силовимірювача при працюючому навантажувальному приладі. Граничну (руйнівну) силу встановлюють за положенням фіксуючої стрілки на шкалі силовимірювача за допомогою тарировочної таблиці.

Схему випробування зразка на стиск наведено на рисунку 2.

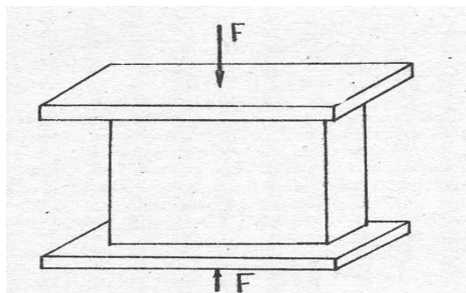


Рисунок 2.- Схема випробування зразка на стиск

Межа міцності на стиск $\sigma_{ст}$ обчислюють з точністю до 0,1 МПа за формулою:

$$\sigma_{ст} = F / S \text{ [Н/м}^2 \text{ ; кгс/см}^2 \text{, Па, МПа]} \quad (1)$$

де F - руйнівна сила, Н (кгс);

S - площа робочого перерізу зразка, м² (см²).

1 МПа = 10 кгс/см²

Робочим перетином зразка при випробуванні його на стиск є площа зразка, що торкається з плитою преса. Межа міцності при стиску партії зразків визначають як середнє арифметичне значення результатів випробувань усіх зразків, виключаючи ті, різниця між якими перевищує 15 %.

Для **деревини** здобуту величину міцності на стиск перераховують на стандартну вологість (12%) за формулою:

$$\sigma_{ст(12)} = \sigma_{ст(w)} \cdot [1 + \alpha \cdot (W - 12)], \quad (2)$$

де $\sigma_{ст(12)}$, $\sigma_{ст(w)}$ – границя міцності відповідно зразка деревини при вологості 12% і вологого зрака при вологості W ;

α – поправочний коефіцієнт на вологість, що дорівнює 0,04.

Стандартними розмірами зразка деревини при випробуваннях на стиск є - 2x2x3 см.

Для більшості порід дерев $\sigma_{ст(w)}$ вздовж волокон дорівнює 30,0 – 78,0 МПа.

Міцність при вигині

Схема розмітки і випробування зразка на вигин представлена на рисунку 3 .

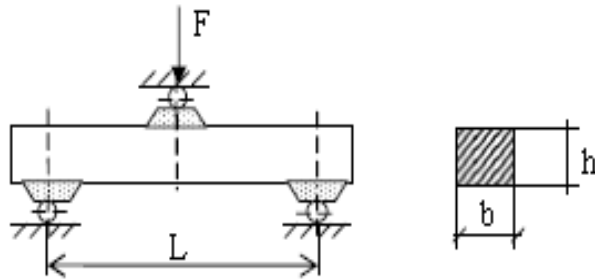


Рисунок 3.- Схема випробування зразка на вигин

На нижню плиту преса встановлюють і центрують пристрій для випробування на вигин (на його опори - зразок, зверху - верхній "ніж"). Опускають верхню плиту преса таким чином, щоб між верхнім "ножем" і плитою був зазор. Межу міцності при вигині $\sigma_{\text{виг}}$ обчислюють з точністю до 0,1 МПа за формулою:

$$\sigma_{\text{виг}} = 3F\ell/2bh^2, \quad (3)$$

де F - руйнівна сила, Н (кгс);

ℓ - відстань між опорами (розрахунковий проліт), м (см);

b - ширина робочого перерізу, м (см);

h - висота робочого перерізу, м (см).

Межа міцності при вигині серії зразків приймають як середнє арифметичне значення результатів усіх випробувань. Зразки - балочки з цементного розчину розміром 40x40x160 мм можна випробовувати на машині МП -100.

Для **деревини** схема випробування на вигин наведено на рисунку 4.

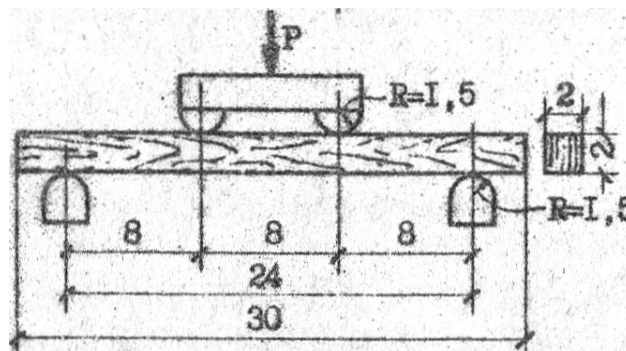


Рисунок 4.- Схема випробування зразка з деревини

Границя міцності при вигині зразка даної вологості визначають за формулою:

$$\sigma_{\text{виг}(w)} = P \cdot \ell / b \cdot h^2, \quad (4)$$

де P – руйнівна сила, кгс;

ℓ - відстань між опорами, см;

b і h – ширина и висота зразка, см.

Величину границі міцності деревини на вигин приводять до стандартної вологості (12 %) і обчислюють за формулою (2). Поправочний коефіцієнт на вологість α дорівнює 0,04. Границя міцності на вигин для більшості порід дерев дорівнює 70 – 110 МПа.

Середні значення фізико-механічних властивостей деревини при вологості 12 % наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Порода дерева	Середня густина, кг/м ³	Коефіцієнт об'ємної усушки, %	Границя міцності, МПа, вздовж волокон при			
			растягу	стиску	вигині	сколюванні
Хвойні породи						
Модрина	660	0,52	125	64,5	111,5	9,9
Сосна	500	0,44	103,5	48,5	86,0	7,5
Ялина	445	0,43	103	44,5	79,5	6,9
Ялиця сибірська	375	0,39	67	39	68,5	6,4
Листяні породи						
Дуб	690	0,43	123	57,5	107,5	10,2
Береза	630	0,54	168	55	109,5	9,3
Бук	670	0,47	123	55,5	108,5	11,6
Вільха	520	0,43	101	44	80,5	8,1
Липа	495	0,49	121	45,5	88	8,6
Осика	495	0,41	125,5	42,5	78	6,3

Коефіцієнтом конструктивної якості деревини є відношення міцності на стиск при стандартній вологості 12 % до її середньої густини при тій же 12- ти процентній вологості, тобто $K_{кя} = \sigma_{ст. (12)} / \rho_{с(12)}$

Визначення марки цегли

Випробування границі міцності на стиск керамічної цегли. Відбирають три цеглини (розміри за стандартом 250x120x65мм), розпилюють їх у поперек на дві рівні частини, які потім складають по постелях розпилами в різні сторони, попередньо покриваючи одну постель цементним розчином шаром не більш ніж 5 мм. Цим же цементним розчином покривають верхню і нижню поверхні цегли, попередньо змочивши їх водою. Після вирівнювання шару цементного тіста покривають його листом вологого паперу і накривають склом, трохи притиснувши його рукою (рис. 5). Міцність при стиску визначають за формулою (1).

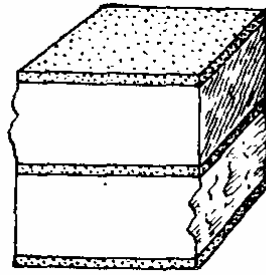


Рисунок 5. - Куб цегли для випробування на стиск

Випробування границі міцності при вигині. Відбирають три цеглини. На кожну цеглину укладають по три рівні смужки цементного розчину шириною 2-3 см (рис. 3). Таким чином готують зразки з цегли пластичного формування. Зразки з цегли полусухого пресування випробують насухо, без смужок розчину. Зразки цегли витримують 3-4 доби при кімнатній температурі. Через 3-4 доби цеглу встановлюють на дві опори з металевих стержнів діаметром 20-30 мм і прикладають навантаження також через стержень, встановлений на смужку посередині.

Границю міцності на вигин ($\sigma_{\text{виг}}$) обчислюють за формулою (3),

де F - руйнівна сила, Н (кгс);

ℓ - довжина прогону між опорами, 0,2 м (20 см);

b - ширина цегли, 0,12 м (12 см);

h - товщина цегли, 0,065 м (6,5 см).

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-61:2008 "Цегла та камені керамічні рядові і лицьові" (табл.5.3) марку цегли встановлюють за значенням границь міцності при стиску і вигині.

Таблиця 5.3

Марка виробів	Границя міцності, МПа									
	При стиску, МПа				При згині, МПа					
	всіх виробів, крім крупноформатних каменів		крупноформатних каменів		повнотілої цегли пластичного формування		цегли напівсухого пресування та порожнистої цегли		потовщеної цегли	
	середня для 5 зразків	найменша для окремого зразка	середня для 5 зразків	найменша для окремого зразка	середня для 5 зразків	найменша для окремого зразка	середня для 5 зразків	найменша для окремого зразка	середня для 5 зразків	найменша для окремого зразка
M300	30,0	25,0	30,0	25,0	4,4	2,2	3,4	1,7	2,9	1,5
M250	25,0	20,0	25,0	20,0	3,9	2,0	2,9	1,5	2,5	1,3
M200	20,0	17,5	20,0	17,5	3,4	1,7	2,5	1,3	2,3	1,1
M175	17,5	15,0	17,5	15,0	3,1	1,5	2,3	1,1	2,1	1,0
M150	15,0	12,5	15,0	12,5	2,8	1,4	2,1	1,0	1,9	0,9
M125	12,5	10,0	12,5	10,0	2,5	1,2	1,9	0,9	1,6	0,8
M100	10,0	7,5	10,0	7,5	2,2	1,1	1,6	0,8	1,4	0,7
M75	7,5	5,0	7,5	5,0	1,8	0,9	1,4	0,7	1,2	0,6
M50	–	–	5,0	3,5	–	–	–	–	–	–
Для цегли та каменів із горизонтальним розташуванням порожнин										
M100	10,0	7,5	–	–	–	–	–	–	–	–
M75	7,5	5,0	–	–	–	–	–	–	–	–
M50	5,0	3,5	–	–	–	–	–	–	–	–
M35	3,5	2,5	–	–	–	–	–	–	–	–

Границя міцності при вигині і стиску (визначення марки гіпсу)

Маркою гіпсу називають комплексну характеристику, яка враховує границю міцності при вигині зразків-балочок розмірами 4x4x16 см і границю міцності при стиску половинок балочок, виготовлених з тіста стандартної консистенції та випробовуваних через 2 години після виготовлення.

Одержані після випробування на вигин на приладі МВВ – 100 з відстанню між опорами $l = 100$ мм (рис. 6) шість половинок балочок випробують на стиск, для чого половинку балочки розміщують між двома металевими пластинами (рис.7). Обчислюють границю міцності при стиску кожного зразка як частку від ділення величини руйнівної сили в кгс на робочу площу пластинки в $см^2$, тобто на $25 см^2$.

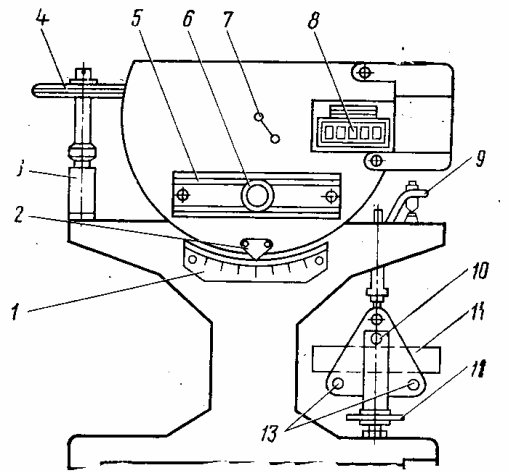


Рисунок 6.- Випробувальна машина MBV - 100:

1 -станина; 2 - кожух; 3 - підвіска; 4 - гвинт; 5 - лічильник; 6 - покажчик; 7 - шкала; 8 - балансир; 9 – аретир; 10 – верхня опора; 11 – зразок; 12 – гвинт, який закріплює зразок; 13 – нижні опори.

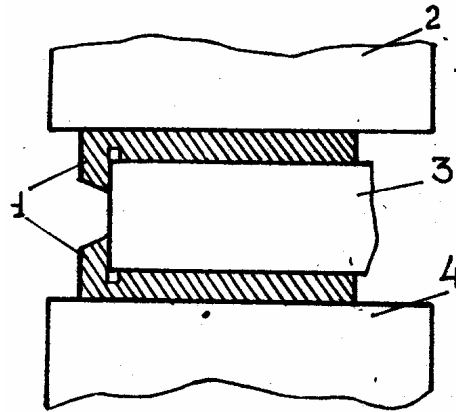


Рисунок 7.- Схема випробування половинок балочок на стиск:

1 - пластинки; 2, 4 - плити преса; 3 – зразок.

Залежно від границі міцності при стиску і вигині розрізняють такі марки гіпсових в'язучих: Г - 2, Г - 3, Г - 4, Г - 5, Г - 6, Г - 7, Г-8, Г-9, Г - 10, Г - 13, Г - 16, Г - 19, Г - 22, Г - 25.

Показники границі міцності при стиску і вигині для кожної марки гіпсового в'язучого повинні відповідати значенням, наведеним у таблиці 1 ДСТУ Б В.2.7-82:2010 "В'язучі гіпсові".

Таблиця 1

МПа

Марка в'язучого	Границя міцності зразків-балочок розмірами	
	при стиску	при вигині
Г-2	2	1,2

Г-3	3	1,8
Г-4	4	2,0
Г-5	5	2,5
Г-6	6	3,0
Г-7	7	3,5
Г-8	8	3,85
Г-9	9	4,2
Г-10	10	4,5
Г-13	13	5,5
Г-16	16	6,0
Г-19	19	6,5
Г-22	22	7,0
Г-25	25	8,0

Для уповільнення тужавіння будівельного гіпсу вносять добавки - вапно, сульфітно –дріжджова бражка (СДБ), кератиновий клей тощо - в кількості 0,15 – 0,25 % за масою в'язучої речовини.

Вапно будівельне повітряне

Вапно будівельне повітряне - повітряна в'язуча речовина, яка утворюється при помірному випалюванні (не доводячи до спікання) кальцієвих і магнезійних карбонатних порід (крейди, вапняку, доломітованих вапняків тощо), які містять не більш як 6% глинистих домішок.

Для оцінки якості повітряного вапна визначають активність (вміст чистих оксидів CaO+MgO), вміст непогашених зерен, час гашення, вміст вуглекислоти, рівномірність змінювання об'єму тощо.

Згідно з ДСТУ Б.В.2.7-90:2011 "Вапно будівельне" (табл.3) за активністю та вмістом непогашених зерен визначають сорт вапна (I, II, III).

Повітряне вапно повинне відповідати вимогам, наведеним у таблиці 3.

Таблиця 3

У % за масою

Найменування показників	Негашене вапно						Гідратне вапно сортів	
	Кальцієве вапно сортів			магнезійне та доломітове вапно сортів				
	1	2	3	1	2	3	1	2
Активні CaO+MgO, не менше: без добавок	90	80	70	85	75	65	67	60
з добавками	65	55	-	60	50	-	50	40

Активний MgO, не більше:	5	5	5	20(40)	20(40)	20(40)	-	-
CO ₂ , не більше: без добавок	3	5	7	5	8	11	3	5
з добавками	4	6	-	6	9	-	2	4
Непогашені зерна, не більше:	7	11	14	10	15	20	-	-
Примітка 1. У дужках наведені показники для доломітового вапна.								
Примітка 2. Мінеральні добавки вводяться у вапно у таких кількостях, щоб дотримувались вимоги до вмісту активних CaO+MgO.								
Примітка 3. Для кальцієвого вапна 3 сорту, що використовується для технологічних цілей, допускається вміст непогашених зерен до 20%								
Примітка 4. CO ₂ у вапні з добавками визначають газооб'ємним способом								

Випробування портландцементу

Портландцемент – продукт тонкого помелу портландцементного клінкеру і двоводного гіпсу, що додається для регулювання строків тужавіння. Стандартні випробування цементів передбачають визначення тонкості помелу, водопотреби, строків тужавіння, рівномірності змінювання об'єму, границі міцності при стиску (активність, марка), теплоти гідратації, водовідділення.

Границя міцності при вигині та стиску

Міцність – основна властивість, що характеризує якість будь-якого цементу. Для її оцінки використовують стандартну *марку цементу*. *Марка* цементу визначається границею міцності при стиску половинок зразків-балочок розміром 4x4x16 см з розчину складу „цемент + пісок = 1+3” (за масою) при водоцементному відношенні 0,4. Виготовлення і тверднення зразків здійснюється в нормальних умовах. Випробують зразки через 28 діб з моменту виготовлення. Нормальними умовами тверднення вважають температуру 20±2°C і відносну вологість повітря 90-100%. Випробування на вигин проводять на машині МВВ-100 (рис. 6).

Одержані після випробування на вигин внаслідок зламу шість половинок балочок піддають випробуванню на стиск (рис.7).

Границю міцності при стиску ($\sigma_{ст}$) зразка обчислюють за формулою

$$\sigma_{ст} = F / S,$$

де F – руйнівна сила, Н (кгс);

S – робоча площа пластини (25 см²).

При визначенні марки цементу враховують границю міцності при стиску, наведену у таблиці 2 ДСТУ Б В.2.7-46-2010 "Цементи загальнобудівельного призначення".

Таблиця 2 – Вимоги до міцності цементів

Марка цементу (з позначками швидкості тверднення)	Міцність на стиск, МПа, не менше, через		
	2 доби	7 діб	28 діб
300	–	15,0	30,0
400	–	20,0	40,0
400P	15	–	40,0
500	15	–	50,0
500P	20	–	50,0

Примітка. Цемент з високою ранньою міцністю (швидкотверднчий) позначають літерою P.

Значення дійсного показника міцності при стиску, одержаного при випробуванні половинок балочок у віці 28 діб, називається *активністю* цементу. В розрахунках враховують активність цементу і марку.

Міцність при розтягу

Зразки для випробування оглядають, вибраковують дефектні, заміряють і обчислюють площу робочого перетину. Кінці зразка закріплюють у затискачах розривної машини (рис. 3), вмикають двигун.

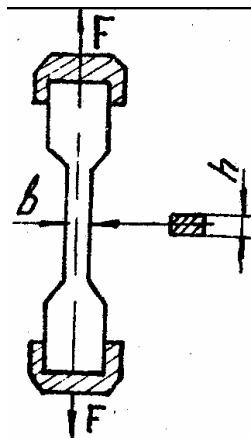


Рисунок 3. - Схема випробування зразка на розтяг

Після руйнування зразка визначають за показаннями силовимірювача руйнівне (розривн) зусилля і обчислюють межу міцності при розтягу σ_p за формулою:

$$\sigma_p = F / S , \quad (5)$$

де F - руйнівна сила, Н (кгс);

S - площа робочого перерізу зразка, m^2 (cm^2). Межа міцності при розтягу партії зразків обчислюють як середнє арифметичне значення результатів усіх випробувань.

Твердість

Твердість - здатність матеріалу чинити опір проникненню в нього іншого, більш твердого. Визначають за допомогою шкали твердості Мооса , що складається з мінералів від тальку під № 1 до алмазу під № 10).

Поверхню випробовуваних зразків послідовно прокреслюють мінералами, що входять до шкали Мооса (починаючи з самого м'якого) до тих пір, поки на поверхні зразка один з мінералів не залишить риску. Твердість випробуваного матеріалу буде між твердістю цього і попереднього мінералів.

Опір ударові

Опір ударові - властивість матеріалу чинити опір динамічним (ударним) навантаженням без помітних пластичних деформацій; залежить від мінералогічного складу, структури, текстури і вологості.

За показником міцності при ударі матеріали поділяють на такі групи: дуже крихкі - 2; крихкі - 3-5; в'язкі - 6-10; дуже в'язкі - понад 10 ударів.

Зразки нумерують і вимірюють, дані заносять до лабораторного журналу. Випробування на удар полягає в тому, що на встановлений зразок (циліндр, куб) наносять удари гирею заданої маси (2 кг) зі все зростаючої висоти (в см) або гирями різної маси до руйнування зразка.

Зразок випробують на копрі, який складається з металевої станини, що переходить донизу в сталеве ковадло. Зразок встановлюють на ковадло копра (рис. 4) і наносять удар по зразку за допомогою баби (гирі), яку скидають з висоти 1 см.

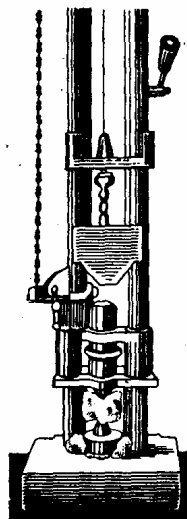


Рисунок 4.- Копер лабораторний

Для випробувань готують зразки діаметром 2 і висотою 2,5 см (рис. 5) .

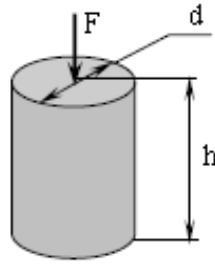


Рисунок 5.- Схема випробування зразка на удар

Установлюють зразок на ковадло копра і притискують його підбабком точно по центру. Якщо після удару при огляді виявляється, що зразок не зруйнувався, висоту падіння гирі (баби) збільшують на 1 см. Кожен наступний удар здійснюють з висоти, збільшеної на 1 см в порівнянні з попередньою. Наносять удар гирею, що падає з висоти 1 см, потім - 2 см і так далі. Записують порядковий удар гирі, при якому зруйнувався зразок.

Показник опору ударові – є порядковий номер удару по зразку, який передує появі на ньому першої тріщини. Опір ударові необхідно визначити на трьох паралельних зразках (для одного матеріалу), а потім обчислюють середнє арифметичне значення, яке округлюють до цілого числа в менший бік.

Стираність

Стираність – це властивість матеріалу зменшувати масу і об'єм під дією стираючих зусиль, яка залежить від твердості і щільності матеріалу. Стираність визначають за допомогою приладу ЛКС-3 (кола стирання), наприклад, керамічної плитки.

Зразки плиток висушують і зважують, вимірюють їх довжину і ширину. Зразки вкладають лицьовою поверхнею на диск і притискують вантажем із розрахунку 0,06 МПа (0,6 кгс/см²). На шліфувальну доріжку насипають рівномірно шар абразивного (кварцового піску) матеріалу в кількості 0,4 г на 1см² поверхні зразка і на 1 хвилину вмикають шліфувальний диск. Після 30 обертів машину відключають, зразок виймають, очищають від пилу і зважують.

Шліфувальний диск очищають від спрацьованого матеріалу. Потім зразок повертають на 90° і знову шліфують з новою порцією абразивного матеріалу. Цей процес повторюють 4 рази, обертаючи зразок на 90°. Якщо розбіжності між найменшою і найбільшою втратами маси після окремих циклів менше 3% загальної втрати маси після чотирьох циклів, то випробування вважається завершеним. Якщо ця розбіжність більше 3%, то випробування продовжують за тією ж методикою, проводячи 12 циклів шліфування.

Стираність (г/см²) обчислюють за формулою (6):

$$C_T = \frac{m_1 - m_2}{S}, \quad (6)$$

де m_1 - маса зразка до стирання, г;
 m_2 - маса зразка після стирання, г;
 S - площа стирання, см^2 .

Площа грані стирання $S = a \cdot b, \text{см}^2$

За стираність приймають середнє арифметичне результатів випробування не менш трьох зразків. Висновок роблять на підставі порівняння отриманих результатів з вимогами стандарту. Наприклад, значення стираності керамічних плиток для підлоги не повинна перевищувати $0,18 \text{ г/см}^2$ ($1,8 \text{ кг/м}^2$).

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЗА ТЕМОЮ «Механичні властивості будівельних матеріалів і мінеральні в'язучі речовини»

Задача 1

При випробуванні лицьової цегли керамічної звичайної на вигин виявилось, що його межа міцності дорівнює $3,53 \text{ МПа}$. Визначити, яке показання манометра преса відповідало напруженню, якщо діаметр поршня преса дорівнював 9 см . Розміри цегли керамічної: $250 \times 120 \times 65 \text{ мм}$. Відстань між опорами при випробуванні цегли на вигин становить 200 мм .

$$\sigma_{\text{виг}} \cdot 2b$$

$$1) \sigma_{\text{виг}} = , \text{ звідки } F = \frac{35,3 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 6,5^2}{3 \cdot 20} = 596,57 \text{ кгс}$$

$$2) \text{ Площа поршня } S_{\text{порш.}} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 9^2}{4} = 63,58 \text{ см}^2$$

$$\text{Показання манометра (тиск) } P = \frac{F}{S} = \frac{596,57}{63,58} = 9,8 \text{ кгс/см}^2 \approx 1 \text{ МПа.}$$

Задача 2

Виготовлено серію бетонних кубиків і випробувано на морозостійкість. За необхідною маркою за морозостійкістю $M_{рз} 50$ середня міцність при стиску кубиків після 50 циклів поперемінного заморожування і відтавання виявилася рівною 240 кгс/см^2 . Середня міцність зразків, що не піддавалися заморожуванню,

але водонасичених, дорівнювала 300 кгс/см^2 . Встановити, морозостійкий чи досліджуваний бетон.

$$\text{Коефіцієнт морозостійкості бетону } K_{\text{Мрз}} = \frac{240}{300} = 0,8.$$

Матеріали, що мають коефіцієнт морозостійкості понад 0,75, відносять до морозостійких.

Задача 3

Визначити пористість цементного каменю при $V/\text{Ц} = 0,62$, якщо хімічно зв'язана вода становить 21 % від маси цементу, густина якого становить $3,1 \text{ г/см}^3$.

$$1) \text{ П} = \left(1 - \frac{P_{\text{оц.к}}}{P_{\text{ц.к}}}\right) \cdot 100\%; \quad \rho_{\text{оц.к}} = \frac{m}{V}$$

$\rho_{\text{оц.к}}$ – середня густина цементного каменю

$\rho_{\text{ц.к}}$ – дійсна густина цементного каменю

$$m = \text{Ц} + V_{\text{хім.зв'яз.}} = 1 + 0,21 = 1,21 \text{ г},$$

де Ц – маса цементу, яку умовно прийнято рівною 1г.

$$V = V_{\text{ац}} + V_{\text{ав}} = 0,32 + \frac{0,62}{1,0} = 0,32 + 0,62 = 0,94 \text{ см}^3$$

V – сумарний об'єм; $V_{\text{ац}}$ – абсолютний об'єм цементу;

$V_{\text{ав}}$ – абсолютний об'єм води

$$2) P_{\text{оц.к}} = \frac{m}{V_{\text{ак}}}; \quad V_{\text{ак}} = V_{\text{ац}} + V_{\text{ав}} = 0,32 + 0,21 = 0,53 \text{ см}^3$$

$V_{\text{ак}}$ – абсолютний об'єм каменю

$$3) \text{ П} = \left(1 - \frac{\frac{m}{V_{\text{ак}}}}{\frac{m}{V}}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{m \cdot V_{\text{ак}}}{m \cdot V}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{0,53}{0,94}\right) \cdot 100\% = 43,6\%.$$

Задача 4

Сухий зразок вапняку при випробуванні на стиск зруйнувався при показанні манометра $\sigma_{\text{по манометру}} = 1000 \text{ атм. (100 МПа)}$. Визначити межу міцності при стиску зразка в насиченому водою стані, якщо відомо, що коефіцієнт розм'якшення дорівнює 0,6, а площа зразка в 2 рази більше площі поршня преса.

Коефіцієнт розм'якшення $K_p = \frac{\sigma_{\text{ст.нас.}}}{\sigma_{\text{ст.сух.}}}$; Звідки $\sigma_{\text{ст.нас.}} = K_p \cdot \sigma_{\text{ст.сух.}}$;

За умовою задачі $S_{\text{зразка}} = 2S_{\text{поршня}}$.

$$\text{Значить } \sigma_{\text{ст.сух}} = \frac{F}{S_{\text{зравка}}} = \frac{F}{2 S_{\text{поршня}}};$$

Аналогічно $\sigma_{\text{по манометру}} = F / S_{\text{поршня}}$, звідки $F = \sigma_{\text{по манометру}} \cdot S_{\text{поршня}}$.

$$\text{Отже: } \sigma_{\text{ст.сух.}} = \frac{\sigma_{\text{по манометру}} \cdot S_{\text{поршня}}}{2 S_{\text{поршня}}} = \frac{\sigma_{\text{по манометру}}}{2};$$

$$\begin{aligned} \text{Таким чином, } \sigma_{\text{ст.нас.}} &= K_p \cdot \sigma_{\text{ст.сух.}} = K_p \cdot \\ &= \frac{0,6 \cdot 100}{2} = 30 \text{ МПа.} \end{aligned}$$

Задача 5

Міцність при стиску сухої цегли дорівнює 200 кгс/см^2 , а після насичення водою - 120 кгс/см^2 . Визначити, чи є дана цегла морозостійка і чи можна її застосовувати для фундаментів стін.

$\sigma_{\text{нас}}$

120

Коефіцієнт розм'якшення $K_p =$ =

Матеріали, що мають коефіцієнт розм'якшення менше 0,8, відносяться до неводостійких. У місцях, що піддаються систематичному зволоженню, застосовувати їх забороняється.

У зв'язку з тим, що вода займає менше 90% об'єму пор (в даному випадку лише 72%), то в першому наближенні матеріал можна віднести до морозостійких. Однак для остаточного рішення слід провести додаткові випробування і, зокрема, на зміну міцності при заморожуванні.

Задача 6

На 1 м^3 бетонної суміші витрачається цементу $\text{Ц} = 300 \text{ кг}$, піску $\text{П} = 600 \text{ кг}$, щебеню $\text{Щ} = 1200 \text{ кг}$, води $\text{В} = 150 \text{ л}$. Обчислити коефіцієнт теплоємності C_b бетонної суміші, якщо коефіцієнти теплоємності цементу, піску і щебеню прийняти однаковими і рівними $0,2 \text{ ккал/(кг}\cdot\text{град)}$.

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^3 ;

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

$C_{в} = 1$ ккал / кг · град - теплоємність води.

$$C_{бс} = \frac{0,2(Ц + П + щ) + в}{\rho_{бс}} ; \text{Підставивши значення, отримаємо } C_{бс} = 0,253 \text{ ккал / кг · град.}$$

Задача 7

Скільки буде потрібно вапна (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 ?



<u>40+32+64</u>	+ 36		<u>40+ 32+ 64</u>	+ 9
172			145	
172	-		145	
1000	-	x		

$$145 \cdot 1000$$

$$x = \frac{145 \cdot 1000}{1000 - 145} = 841 \text{ кг} \quad \text{Вапна додають } 0,15 - 0,25 \% \text{ за масою гіпсу.}$$

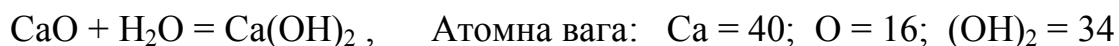
Якщо прийняти 0,15 %, то необхідно $841 \cdot 0,0015 = 1,26$ кг.

Задача 8

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

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

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



$$56 \quad - \quad 74$$

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

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

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

$$\text{Вода } B = 50 \% ,$$

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

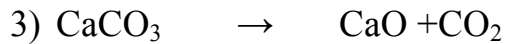
Задача 9

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

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

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

$$t = 1000^\circ\text{C}$$



$$\begin{array}{r} 40+12+48 \qquad \qquad 56 \\ 100 \qquad \qquad - \qquad 56 \\ \hline 18,8 \qquad \qquad - \qquad \qquad x \end{array}$$

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

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

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ДРІБНИХ І КРУПНИХ ЗАПОВНЮВАЧІВ ДЛЯ ЦЕМЕНТНИХ БЕТОНІВ І РОЗЧИНІВ

Заповнювачами для бетонів і розчинів називають природні або штучні сипучі кам'яні матеріали. Залежно від розмірів зерен їх поділять на *дрібний* (пісок) і *крупний* (щебінь або гравій).

Пісок

Пісок - це пухка суміш зерен розміром 0,16 - 5 мм. Для оцінки якості піску визначають його насипну густина, зерновий склад і модуль крупності, дійсну густина, вологість; вміст пиловидних, глинистих і мулистих часток; органічних домішок, вміст глини у вигляді грудок.

Насипна густина піску

Насипну густина піску ρ_n , кг/м³ (г/см³), визначають за допомогою стандартної воронки ЛОВ (рис.1) і обчислюють за формулою:

$$\rho_n = (m_2 - m_1)/V, \qquad (1)$$

де m_1 - маса мірного циліндра, кг (г);
 m_2 - маса мірного циліндра з матеріалом, кг (г);
 V - об'єм мірного циліндра, м³ (см³).

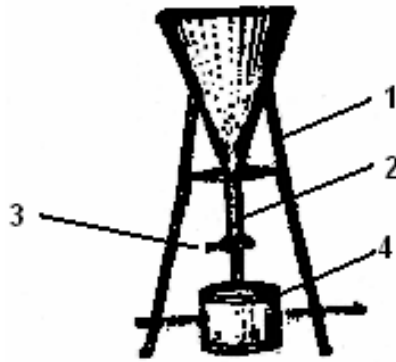


Рисунок 1. - Стандартна воронка ЛОВ:
1 – корпус; 2 – трубка; 3 – засув; 4 - мірний циліндр

Насипну густину піску визначають двічі, кожного разу для нової порції піску. Допустимі розбіжності в паралельних визначеннях становлять 50 кг/м^3 ($0,05 \text{ г/см}^3$).

Зерновий склад піску

Пробу піску масою 2 кг висушують, охолоджують і просіюють крізь сита з отворами діаметром 10 і 5 мм. Залишки на ситах зважують і обчислюють процентний вміст їх у піску (фракцій гравію) за формулами:

$$\Gamma_{r10} = 100m_{10}/m, \quad (2)$$

$$\Gamma_{r5} = 100m_5/m, \quad (3)$$

де m_{10} та m_5 - залишки на ситах з отворами 10 і 5 мм, кг(г);
 m - маса проби, кг (г).

З проби піску, що пройшов крізь зазначені вище сита, відбирають наважку в 1 кг і просівають ручним або механічним способом крізь стандартний набір сит. Просіювання вважається закінченим, якщо крізь сито на чистий аркуш паперу за 1 хвил. проходить не більше 0,1 % часток від загальної маси наважки, яку просіюють.

Для визначення гранулометричного складу пробу піску просівають крізь набір сит (5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 і 0,16 мм).

Залишки піску на кожному ситі зважують і обчислюють часткові залишки $a_i, \%$, на кожному ситі за формулою:

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де m_i - маса піску на і-тому ситі, кг(г);
 m - маса піску, що просіюють кг(г).

Тобто, частковим залишком називають відношення маси матеріалу на і-тому ситі до загальної маси, виражене у процентах.

Далі визначають повні відсотки за формулою

$$A_i = a_{2,5} + \dots + a_i, \quad (5)$$

де $a_{2,5} \dots a_i$ - часткові залишки на ситах, %.

Тобто, повним залишком називають сумму часткових залишків на даному ситі і на попередніх ситах.

Отримані повні залишки наносять на графік зернового складу піску (рис.2) . Якщо ламана лінія, що характеризує зерновий склад випробуваного піску, розміщується у заштрихованій частині графіка, то такий пісок вважають придатним для приготування цементобетонної і розчинної сумішей.

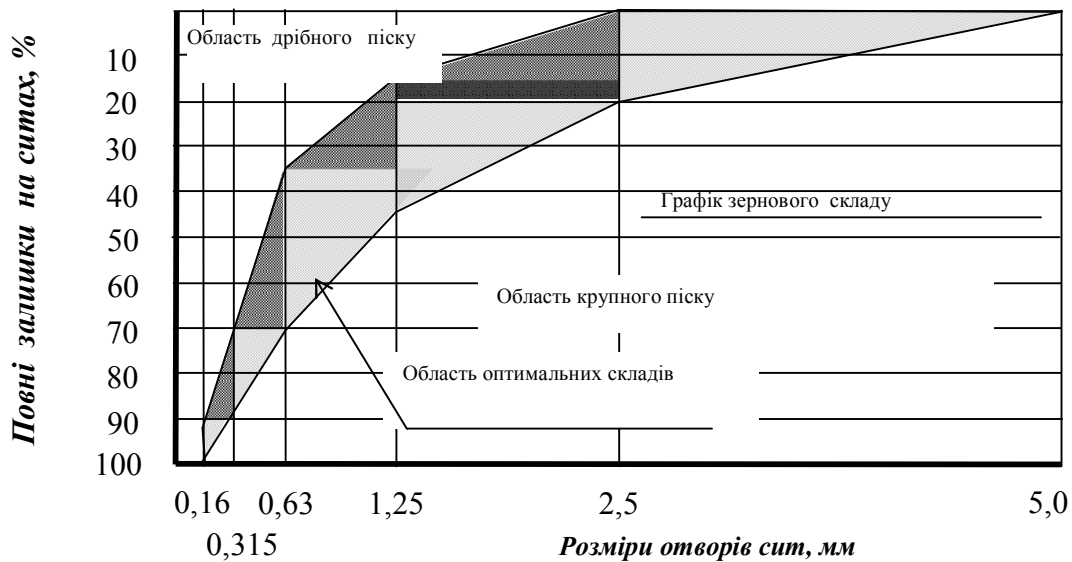


Рисунок 2. - Графік зернового складу піску

Кількість зерен розміром понад 5 мм не повинна перевищувати 10 % у природному піску, у подрібненому - 15 %. Вміст зерен понад 10 мм не повинен перевищувати у піску всіх видів 0,5 % за масою.

Приклад нанесення пунктирної лінії, точки зламу на якій відповідають значенням повних залишків на ситах з відповідними їм діаметрами отворів сит, наведено на рисунку 3.

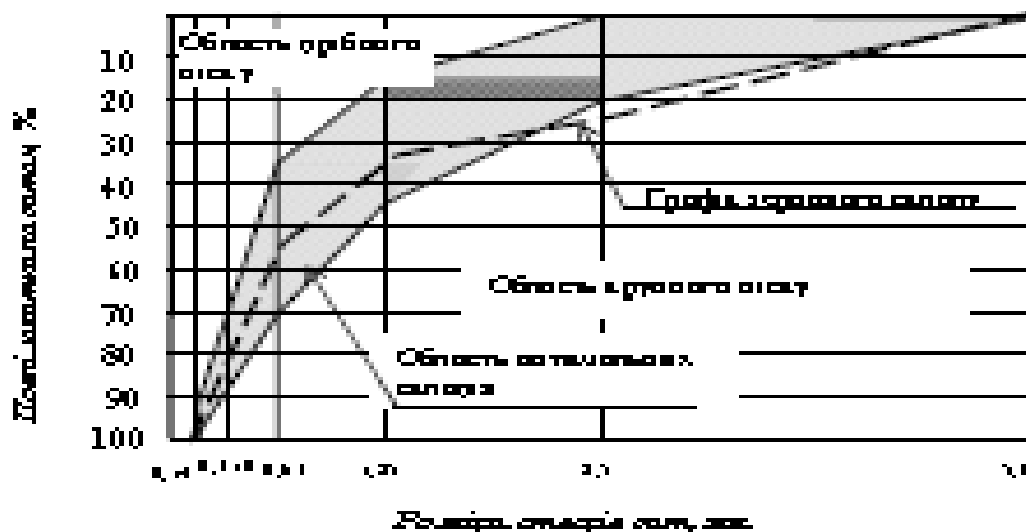


Рисунок 3.- Графік зернового складу піску з нанесеною пунктирною лінією

Модулем крупності піску M_k називають відношення суми повних залишків на стандартних ситах до 100 % і обчислюють за формулою:

$$M_k = (A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16})/100 \quad (6)$$

де $A_{2,5...0,16}$ - повні залишки на ситах, %.

Пісок в залежності від зернового складу поділяють на групи: *підвищеної крупності* - $M_k > 3$; *крупний* - 2,5 - 3,0; *середній* - 2,0 - 2,5; *дрібний* - 1,5 - 2,0; *дуже дрібний* - 1,0 - 1,5.

Вихідні дані для визначення якості піску

№ варіанта	Пісок				
	Маса піску на і-тому ситі, г				
	2,5 мм	1,25 мм	0,63 мм	0,315 мм	0,16 мм
1	35	285	350	290	40
2	70	250	350	250	80
3	180	420	350	20	30
4	180	420	370	20	10
5	90	90	370	420	30
6	50	200	350	250	150
7	150	250	250	300	50
8	50	50	300	200	400
9	40	190	190	400	180
10	90	100	210	580	20
11	160	160	480	180	20
12	200	120	480	180	20
13	320	200	280	180	20
14	90	90	200	280	340
15	70	250	350	250	80
16	70	80	250	250	350
17	70	350	500	30	50
18	150	450	330	40	30
19	150	100	250	480	20
20	100	150	250	400	100
21	500	200	100	50	150
22	150	150	150	500	50
23	50	100	300	400	150
24	100	100	250	450	100
25	450	200	300	20	30

Щебінь (гравій)

Щебінь - пухкий матеріал, з розміром зерен 5-70 мм, що здобувають при подрібненні щільних гірських порід або штучних матеріалів.

Гравій - пухкий матеріал, що утворився в результаті природного руйнування (вивітрювання) скельних гірських порід, з обкатаною формою зерен розміром 5-70 мм.

Якість щебеню, який одержують з природного каменю, характеризується такими властивостями: насипна густина; зерновий склад; вміст зерен слабких порід; вміст пластинчастих (лещадних) та голчастих зерен; дробимість при стисканні в циліндрі; вміст пилоподібних і глинистих частинок; морозостійкість, середня густина, пористість, дійсна густина, водовбирання.

Насипна густина щебеню

Обчислюють насипну щільність щебеню з точністю до 10 кг/м³ за формулою (1).

Визначення проводять двічі, кожного разу з нової порції матеріалу. Розбіжність у паралельних визначеннях не повинна перевищувати 50-70 кг/м³.

Зерновий склад щебеню

Щебінь висушують до сталої маси і відбирають пробу кількістю 5, 10, 20, 30 і 50 кг при найбільшій крупності зерен відповідно 10, 20, 40, 70 і більш як 70 мм. Щебінь просіюють крізь стандартні сита і визначають часткові й повні залишки за тією ж методикою, що й для піску.

$D_{\text{найб.}}$ - найбільший розмір зерна заповнювача, що характеризується діаметром отвору сита, повний залишок на якому не перевищує 10 %.

$D_{\text{найм.}}$ - найменший розмір зерна заповнювача, що характеризується діаметром отвору сита, повний залишок на якому становить не менше 90 %.

Повні залишки на контрольних ситах при просіюванні щебеню фракцій 5-10, 10-20, 20-40 і 40-70 мм повинні відповідати даним, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Вимоги до повних залишків

Діаметр отворів контрольних сит, мм	$D_{\text{найм}}$	$0,5(D_{\text{найм.}} + D_{\text{найб.}})$	$D_{\text{найб.}}$	$1,25 \cdot D_{\text{найб.}}$
Повні залишки на ситах, % за масою	90-100	30-80	до 10	до 0,5

Повні залишки на контрольних ситах при просіюванні щебеню фракції 5-20 мм повинні відповідати даним, зазначеним у таблиці 2

Таблиця 2

Вимоги до повних залишків фракцій щебеню 5-20 мм

Діаметр отворів контрольних сит, мм	5	10	20	25

Повні залишки на ситах, % за масою	95-100	55-75	до 10	до 0,5
------------------------------------	--------	-------	-------	--------

Щебінь визнають придатним за гранулометричним складом для приготування бетонної суміші, якщо дані його зернового складу відповідають наведеним вище вимогам.

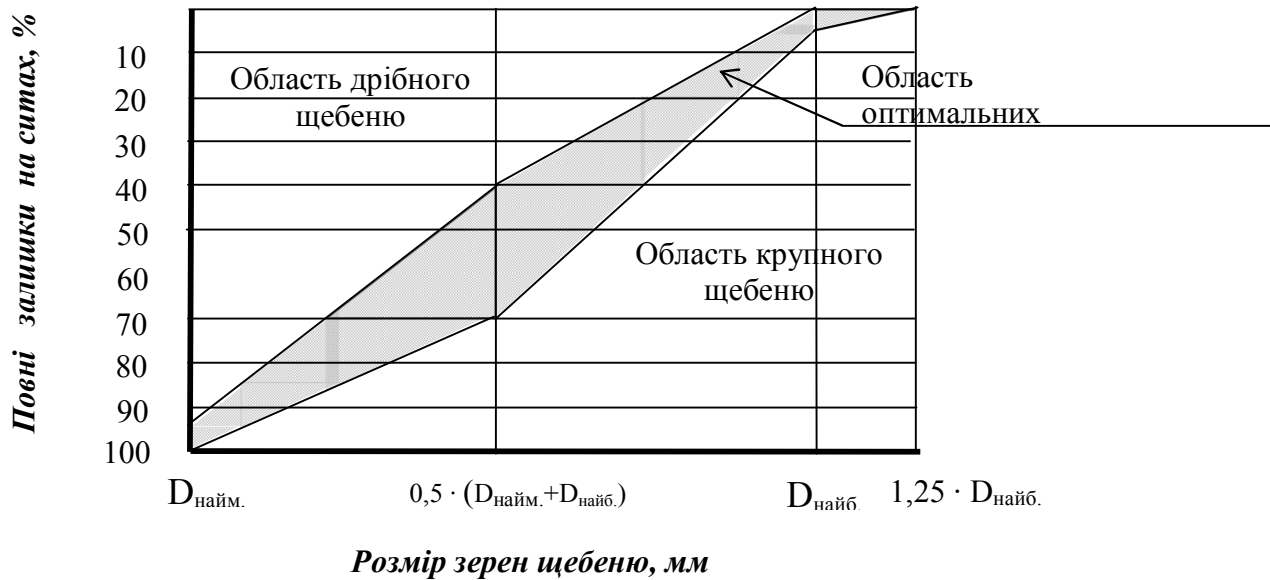


Рисунок 4. - Графік зернового складу щебеню

Отримані повні залишки наносять на графік зернового складу щебеню (рис. 5). Якщо ламана лінія, що характеризує зерновий склад випробуваного піску, розміщується в заштрихованій частині графіка, то такий щебінь визнають придатним для приготування цементного бетону.

Приклад розв'язання задачі

Оцінити гранулометричний склад щебеню. Визначити міжзернову пористість щебеню, якщо його середня густина дорівнює $1,6 \text{ г/см}^3$, а дійсна густина - $2,9 \text{ г/см}^3$.

Розв'язання.

Знайдемо повні залишки на ситах.

Діаметри отворів сит, мм	70	40	20	10	5
Часткові залишки, %	3	7	11	19	60
Повні залишки, %	3	10	21	40	100

Визначаємо:

$$D_{\text{найм.}} = 5 \text{ мм}; D_{\text{найб.}} = 70 \text{ мм}; 1,25 \cdot D_{\text{найб.}} = 87,5 \text{ мм}; 0,5 \cdot (D_{\text{найм.}} + D_{\text{найб.}}) = 37,5 \text{ мм}$$

На графік наносимо ламану пунктирну лінію, точки зламу якої відповідають значенням повних залишків на стандартних ситах з відповідними діаметрами отворів.

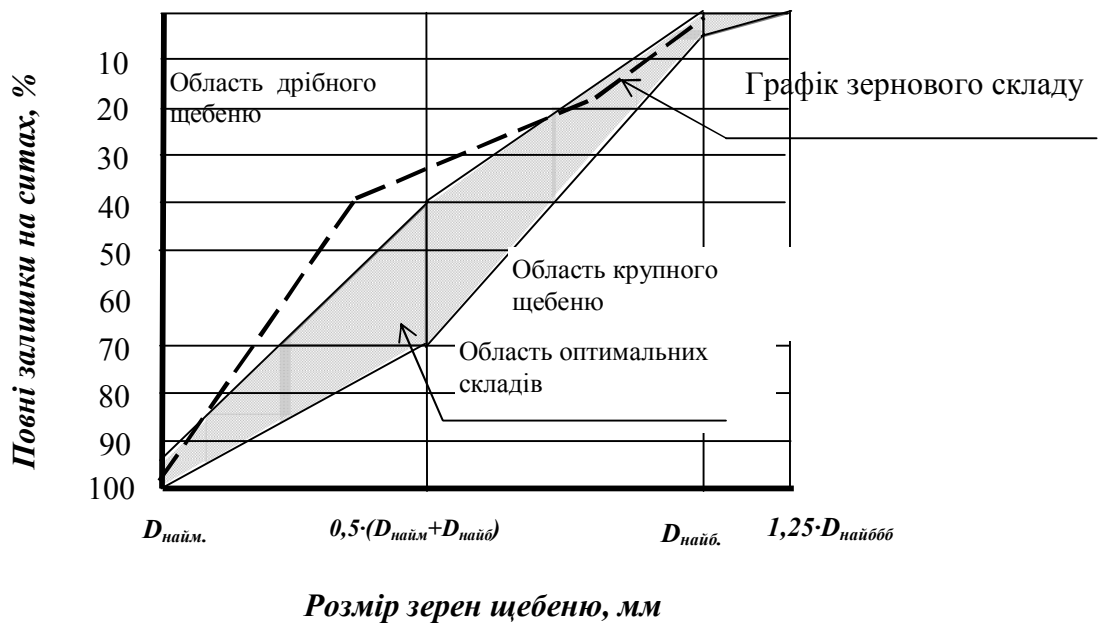


Рисунок 5. - Графік зернового складу щебеню з нанесеною пунктирною лінією

Робимо висновок про придатність даного щебеню і надаємо рекомендації щодо коригування гранулометричного складу: у зв'язку з тим, що пунктирна лінія вийшла за область оптимальних складів, то даний щебень не відповідає вимогам ДСТУ за зерновим складом. Необхідно виконати фракціонування даного щебеню, додаючи до нього дрібних фракцій.

Пористість матеріалу визначають за формулою:

$$P_0 = (1 - \rho_0 / \rho) \cdot 100 \% , P_0 = (1 - 1,6 / 2,9) \cdot 100 \% = 44,83 \%$$

Вихідні дані для визначення якості щебеню

№ варіанта	Щебінь			
	Маса щебеню на і-тому ситі, г			
	40 мм	20 мм	10 мм	5 мм
1	50	450	200	300
2	50	550	200	200
3	100	150	250	500
4	100	250	150	500
5	50	100	150	700
6	100	150	500	250
7	50	150	400	400
8	100	150	450	300
9	100	200	450	250
10	50	150	100	700

№ варіанта	Щебінь			
	Маса щебеню на і-тому ситі, г			
	40 мм	20 мм	10 мм	5 мм
11	100	200	200	500
12	100	400	250	250
13	20	30	920	30
14	100	20	30	850
15	50	20	50	880
16	100	100	150	650
17	90	40	70	800
18	80	220	300	400
19	80	350	220	350
20	100	300	400	200
21	100	420	280	200
22	40	160	600	200
23	20	30	920	30
24	100	20	30	850
25	80	80	440	400

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

РОЗРАХУНОК СКЛАДУ ВАЖКОГО ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНУ

Бетон - це штучний кам'яний матеріал, який являє собою затверділу раціонально підібрану суміш мінеральної в'язучої речовини, води, крупного (щебеню або гравію) і дрібного (піску) заповнювачів, а за необхідністю - спеціальних добавок. Суміш із зазначених вище матеріалів до початку її затвердіння називають бетонною сумішшю.

Залежно від середньої густини бетону поділяють на: особливо важкі з середньою густиною понад 2600 кг/м^3 , важкі (звичайні) - $2100 - 2600 \text{ кг/м}^3$, полегшені - $1800 - 2100 \text{ кг/м}^3$, легкі - $1200 - 1800 \text{ кг/м}^3$ і особливо легкі - менше 1200 кг/м^3 .

Розрахунок і добір складу важкого цементного бетону

Розрахувати склад бетону - значить визначити витрати всіх його складових на певний його об'єм. Звичайно розрахунок ведуть на 1 м^3 (1000 л) бетону. Дуже часто теоретичний розрахунок складу бетону не гарантує точної відповідності

основних його властивостей (рухливості суміші і міцності бетону) вимогам проектного завдання. Тому здобуті розрахунком показники перевіряють на пробних замісах з коригуванням складу бетону. Цю операцію з наступною перевіркою основних властивостей бетонної суміші та бетону називають добором складу бетону.

Розрізняють *номінальний* (лабораторний) склад бетону (на сухих заповнювачах) і *виробничий* (польовий), коли заповнювачі перебувають у природному вологому стані.

Для розрахунку складу важкого цементного бетону необхідні такі вихідні дані: марка бетону за міцністю σ_b , легкоукладність бетонної суміші (осадка конуса ОК або жорсткість Ж, характеристика складових (вид і активність цементу $\sigma_{ц}$, насипна густина цементу $\rho_{нц}$, піску $\rho_{п}$, щебеню або гравію $\rho_{нщ(г)}$, дійсна густина $\rho_{ц}$, $\rho_{п}$, $\rho_{щ(г)}$, пустотність щебеню або гравію $V_{п}$, найбільша крупність щебеню або гравію $D_{найб}$, модуль крупності піску M_k , вологість заповнювачів $W_{п}$, $W_{щ(г)}$).

Для розрахунку складу важкого бетону існує кілька методів. Найбільш простий - метод розрахунку за «абсолютними об'ємами». В основу цього методу покладено дві умови:

1. Після приготування бетонної суміші, її укладки в форму і ущільнення в ній не буде пор, порожнин, тобто сума абсолютних об'ємів усіх компонентів бетону дорівнює 1 м^3 ущільненої суміші, формула (1) :

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{В}{\rho_{в}} + \frac{П}{\rho_{п}} + \frac{Щ(Г)}{\rho_{щ(г)}} = 1 (1000), \text{ м}^3(\text{л}), \quad (1)$$

де Ц, В, П, Щ(Г) - витрати цементу, води, піску і щебеню (гравію), кг, на 1 м^3 бетонної суміші.

2. Цементно - піщаний розчин заповнює порожнечу між зернами крупного заповнювача з деяким розсуванням зерен щебеню (гравію), тобто:

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{В}{\rho_{в}} + \frac{П}{\rho_{п}} = V_{п} \cdot \alpha \cdot \frac{Щ(Г)}{\rho_{нщ(г)}}, \quad (2)$$

де α - коефіцієнт розсування зерен щебеню (гравію).

Порядок розрахунку складу важкого цементного бетону

1. Визначають орієнтовні витрати води, $\text{л}/\text{м}^3$, за допомогою таблиці 1, виходячи із заданих легкоукладності бетонної суміші та $D_{найб}$.

Таблиця 1. - Орієнтовні витрати води

Легкоукладність бетонної суміші		Витрати води, л, при найбільшій крупності, мм							
		г р а в і ю				щ е б е н ю			
рухливість ОК, см	жорсткість,	10	20	40	70	10	20	40	70

	Ж, с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9-12	-	215	200	185	170	230	215	200	185
6-8	-	205	190	175	160	220	205	180	175
3-5	-	195	180	165	150	210	195	180	165
1-2	-	185	170	155	140	200	185	170	155
-	30-50	175	160	145	-	185	170	155	-
-	60-80	170	155	140	-	180	165	150	-
-	90-120	165	150	135	-	175	160	145	-
-	150-200	160	145	130	-	170	155	140	-

Примітка. При витратах цементу більш як 400 кг/м³ витрати води збільшують на 10 л на кожні 100 кг цементу; при застосуванні дрібного піску - на 10 л.

2. Із основного рівняння міцності бетону (за проф.Скрамтаєвим)

$$\sigma_b = A \cdot \sigma_c \cdot (Ц/В - 0,5) \text{ при } Ц/В \leq 2,5,$$

$$\sigma_b = A_1 \cdot \sigma_c \cdot (Ц/В + 0,5) \text{ при } Ц/В \geq 2,5,$$

визначають цементно-водне відношення Ц/В, виходячи із заданої марки бетону, активності цементу і з урахуванням виду та якості складових матеріалів за такими формулами:

$$= + 0,5$$

$$= - 0,5,$$

де А і А₁ - коефіцієнти, що враховують якість матеріалів (табл. 2) .

Таблиця 2. - Значення коефіцієнтів А і А₁

Характеристика матеріалів	А	А ₁
Високоякісні	0,65	0,43
Рядові	0,60	0,40
Зниженої якості	0,55	0,37

Примітки:

1. *Високоякісні матеріали: щебінь із щільних гірських порід високої міцності, пісок оптимальної крупності (M_к = 2-2,5), заповнювачі чисті, промиті, фракціоновані, з оптимальним зерновим складом суміші фракцій; портландцемент високої активності, без добавок або з мінімальною кількістю гідравлічної добавки в його складі.*

2. *Рядові матеріали: наповнювачі середньої якості, в тому числі гравій, що відповідає вимогам ДСТУ; портландцемент середньої активності або високомарочний шлакопортландцемент .*

3. *Матеріали зниженої якості: крупні заповнювачі низької міцності і дрібні піски ; заповнювачі, що відповідають зниженим вимогам Держстандарту; цементу низької активності .*

3 . Обчислюють витрати цементу, кг, на 1 м³ бетону: $C = B \cdot (C / B)$.

4 . Приймають коефіцієнт розсування зерен щебеню α в залежності від витрат цементу (табл. 3) .

Таблиця 3. - Значення коефіцієнта розсування зерен щебеню α

Характеристика бетонної суміші	Витрати цементу, кг/м ³	Значення коефіцієнта α
1	2	3
Жорстка (бетон на крупному або середньому піску)	будь-які	1,05 – 1,10
Жорстка (бетон на дрібному піску)	будь-які	1,10 – 1,20
Рухлива	250	1,30
”	300	1,35
”	350	1,41
”	400	1,48

Примітка. При інших витратах цементу коефіцієнт α знаходять інтерполяцією.

5 . Розв'язуючи разом рівняння (1) і (2), знаходимо витрати щебеню (гравію) і піску, кг/м³ на 1 м³ бетону:

$$\begin{aligned} \text{Щ} (\Gamma) &= 1 / [V_{\text{п}} \cdot \alpha / \rho_{\text{нщ}(\Gamma)} + 1 / \rho_{\text{щ}(\Gamma)}] , \\ \text{де} \quad V_{\text{п}} &= 1 - \rho_{\text{нщ}} / \rho_{\text{щ}}; \\ \text{П} &= [1 - (C / \rho_{\text{ц}} + B / \rho_{\text{в}} + \text{Щ} / \rho_{\text{щ}})] \cdot \rho_{\text{п}}. \end{aligned}$$

6 . Обчислюють середню густину бетонної суміші $\rho_{\text{ос}}$, кг/м³, (проектну):

$$\rho_{\text{ос}} = C + B + \text{П} + \text{Щ}$$

7 . Виробничий склад бетону (тобто з урахуванням вологості крупного та дрібного заповнювачів) визначають за формулами:

$$\text{Щ}' = \text{Щ} \cdot (1 + W_{\text{щ}} / 100), \text{ П}' = \text{П} \cdot (1 + W_{\text{п}} / 100), \text{ В}' = \text{В} - \text{П} \cdot W_{\text{п}} / 100 - \text{Щ} \cdot W_{\text{щ}} / 100.$$

8. Обчислюють коефіцієнт виходу бетону β , що дорівнює відношенню об'єма бетонної суміші в ущільненому стані (1 м³) до суми насипних об'ємів сухих складових, витрачених на її приготування, тобто

$$\beta = 1 / (V_{\text{ц}} + V_{\text{п}} + V_{\text{щ}(\Gamma)}) = 1 / (C / \rho_{\text{нц}} + \text{П} / \rho_{\text{нп}} + \text{Щ}(\Gamma) / \rho_{\text{нщ}(\Gamma)}).$$

Значення коефіцієнта виходу бетону β знаходиться в межах 0,55 - 0,75.

Рухливість бетонної суміші

Перед випробуванням (рис.1) внутрішню поверхню конуса 4 протирають вологою ганчіркою.

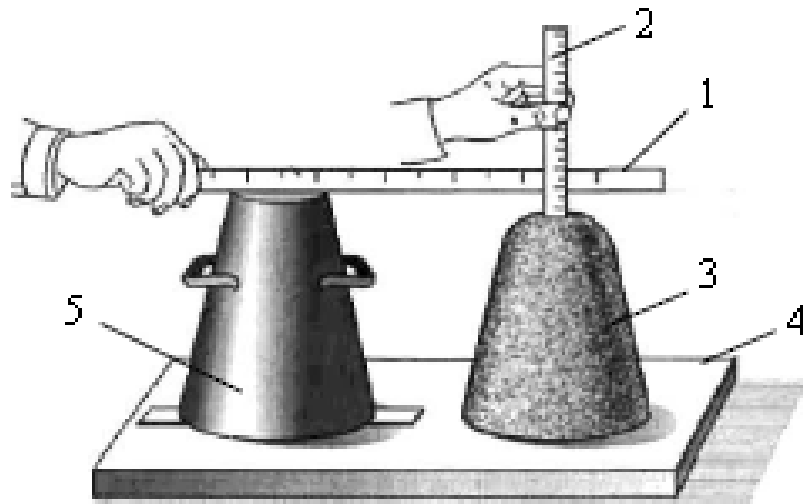


Рисунок 1. - Вимірювання осадки конуса бетонної суміші:

1 – допоміжна лінійка; 2 – лінійка для вимірювання осадки конуса; 3 – конус бетонної суміші після підйому форми-конуса; 4 – металевий бойок; 5 – металевий конус.

Конус встановлюють на металевий бойок і заповнюють бетонною сумішшю через лійку в три шари однакової висоти. Кожен шар ущільнюють штикуванням металевим стрижнем 25 разів. Конус під час наповнення щільно притискують до піддону. Після ущільнення бетонної суміші лійку знімають, і надлишок суміші зрізують врівень із верхніми краями конуса. Потім конус повільно (плавно) піднімають.

Звільнена від форми бетонна суміш під дією власної маси осідає. Зняту форму конуса обережно встановлюють поряд з осілою бетонною сумішшю. На верхню основу форми укладають лінійку 1, від нижнього ребра якої до найвищої точки бетону вимірюють осадку бетонної суміші з точністю до 0,5 см (рис.1).

Якщо бетонна суміш вийшла менш рухливою, ніж потрібно, то збільшують кількість цементу порціями по 10% від початкової кількості і додають відповідну цементно - водному відношенню кількість води. У разі, коли рухливість суміші вийшла більш за необхідну, додають невеликими порціями пісок і крупний заповнювач, зберігаючи їх відношення постійними. Таким шляхом домагаються потрібної рухливості бетонної суміші. Далі перераховують витрати всіх складових на 1 м³ бетону. Це називається коригуванням складу за легкоукладністю.

Середню густину бетонної суміші (фактичну) можна визначити при виготовленні контрольних зразків - кубів, зважуючи порожню форму і форму з ущільненою в ній бетонною сумішшю.

Марка бетону (за міцністю при стиску)

Маркою бетону за міцністю називають середню, округлену в сторону зменшення величину границі міцності при стиску, кгс/см² (МПа), стандартних

зразків - кубів з ребром 15 см у віці 28 діб, що зберігалися до випробування у нормальних умовах твердіння (температура $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, вологість - 100 %).

Границю міцності при стиску зразка $\sigma_{\text{ст}}$ визначають з точністю за формулою:

$$\sigma_{\text{ст}} = F \cdot \alpha \cdot K_w / S,$$

де F - руйнівна сила, Н (кгс);

S - середня початкова площа робочого перерізу зразка, м^2 (см^2);

α - масштабний коефіцієнт;

K_w - поправочний коефіцієнт, що враховує вологість бетонного зразка.

Границя міцності бетону при стиску обчислюють як середнє арифметичне границі міцності трьох зразків однієї серії.

Масштабний коефіцієнт α для стандартних зразків - кубів з ребром 150 мм дорівнює ; при довжині ребра куба 70, 100, 200, 300 мм він дорівнює відповідно 0,85; 0,91; 1,05; 1,10.

Коефіцієнт K_w для важких бетонів приймають таким, що дорівнює одиниці.

Проектні марки важкого бетону 5 (50); 7,5 (75); 10 (100); 15 (150) ; 20 (200) ; 25 (250); 30 (300); 35 (350); 40 (400); 45 (450); 50 (500) ; 60 (600); 70 (700) ; 80 (800) МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$).

Міцність бетону також характеризують класами (Додаток В ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Бетони. Правила контролю міцності).

Бетони поділяють на такі класи: С1; С1,5; С2; С2,5; С3,5; С5; С7,5; С10; С12,5; С15; С20; С 22,5; С25; С30; С35; С40; С45; С50; С55; С60. Для переходу від класу бетону С до середньої міцності бетону (в МПа) слід застосовувати формулу:

$$\sigma_{\text{бср}} = C/0,778$$

[С22,5(М 300); С25(М 350); С30(М 400); С35(М 450); С40 (550)] .

Вихідні дані для розрахунку складу важкого бетону

№ варіанта	ОК, см	σ_b , кгс/см ²	$\sigma_{ц}$, кгс/см ²	$\rho_{ц}$, кг/м ³	$\rho_{нц}$, кг/м ³	$\rho_{п}$, кг/м ³	$\rho_{нп}$, кг/м ³	M_k	$\rho_{щ}$, кг/м ³	$\rho_{нщ}$, кг/м ³	$D_{найб.}$, мм
1	1	50	300	3100	1300	2650	1500	1,1	2600	1450	10
2	2	75	400	3100	1300	2650	1550	1,2	2600	1500	20
3	3	100	500	3100	1300	2650	1600	1,3	2600	1550	40
4	4	150	550	3100	1300	2650	1650	1,4	2600	1600	70
5	5	200	600	3100	1300	2650	1500	1,6	2600	1650	10
6	6	250	300	3100	1300	2650	1550	1,7	2600	1450	20
7	7	300	400	3100	1300	2650	1600	1,8	2600	1500	40
8	8	350	500	3100	1300	2650	1650	1,9	2600	1550	70
9	9	400	550	3100	1300	2650	1500	2,1	2600	1600	10
10	10	450	600	3100	1300	2650	1550	2,2	2600	1650	20
11	11	500	400	3100	1300	2650	1600	2,3	2600	1450	40
12	12	600	500	3100	1300	2650	1650	2,4	2600	1500	70
13	1	700	550	3100	1300	2650	1500	2,6	2600	1550	10
14	2	800	600	3100	1300	2650	1550	2,7	2600	1600	20
15	3	50	300	3100	1300	2650	1600	2,8	2600	1650	40
16	4	75	400	3100	1300	2650	1650	2,9	2600	1450	70
17	5	100	500	3100	1300	2650	1500	3,1	2600	1500	10
18	6	150	550	3100	1300	2650	1550	3,2	2600	1550	20
19	7	200	600	3100	1300	2650	1600	3,3	2600	1600	40
20	8	250	300	3100	1300	2650	1650	3,4	2600	1650	70
21	9	300	400	3100	1300	2650	1500	1,1	2600	1450	10
22	10	350	500	3100	1300	2650	1550	1,2	2600	1500	20
23	11	400	550	3100	1300	2650	1600	1,3	2600	1550	40
24	12	450	600	3100	1300	2650	1650	1,4	2600	1600	70
25	1	500	600	3100	1300	2650	1500	1,5	2600	1650	10

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

РОЗРАХУНОК СКЛАДУ ЛЕГКОГО БЕТОНУ

Для виготовлення легких бетонів використовують природні (пемза, попіл, вулканічні туфи і лави тощо) і штучні (керамзит, шлакова пемза, аглопорит, спучений перліт і вермікуліт тощо) пористі заповнювачі. У більшості випадків як крупний заповнювач в легких бетонах використовують керамзит, тобто отримують керамзитобетон.

Розрахунок складу керамзитобетону

Існують кілька способів добору складу легких бетонів. Визначення складу розрахунковим способом (наприклад, в проектних роботах) за допомогою номограм або за табличними даними допускається лише для отримання витрат матеріалів на 1 м³ бетону. При масовом виробництві виробів і конструкцій склад легкого бетону визначають тільки розрахунково- експериментальним методом. Спочатку визначають попередній склад бетону, а потім уточнюють його за допомогою пробних замісів.

Попередній (вихідний) склад легкого бетону на щільному піску встановлюють в наступному порядку.

1.Визначають витрати цементу (Ц) в залежності від заданої марки бетону, рекомендованої марки цементу і марки крупного заповнювача (табл.1).

Таблиця 1

Орієнтовні витрати цементу (кг) для бетонів на керамзиті з граничною крупністю 20 мм і щільному піску з жорсткістю бетонної суміші 20-30 с.

Проектна марка бетону, кгс/см ²	Рекомендована марка цементу	Марка керамзитового гравію ($\rho_{НК}$), кг/м ³							
		300	350	400	500	600	700	800	900
25	300	230	225	-	-	-	-	-	-
35	300	235	230	220	-	-	-	-	-
50	300	-	240	230	220	-	-	-	-
75	300	-	-	240	230	220	-	-	-
100	400	-	-	260	250	230	210	190	-
150	400	-	-	-	300	270	250	230	220
200	400	-	-	-	-	330	300	280	260
250	400	-	-	-	-	390	360	330	310
300	500	-	-	-	-	-	420	390	360
350	500	-	-	-	-	-	-	450	420
400	550	-	-	-	-	-	-	-	480

2. Коригують витрати цементу шляхом множення орієнтовних витрат цементу (з табл.1) на поправочні коефіцієнти (табл. 2) і отримують значення Ц'.

Таблиця 2

Коефіцієнти зміни витрат цементу при змінюванні його марки, вида піску, найбільшої крупності заповнювача НКЗ (керамзиту) і рухливості (жорсткості) бетонної суміші

Характеристика матеріалу	Проектна марка бетону, кгс/см ²											
	25	35	50	75	100	150	200	250	300	350	400	
Цемент марки 200	1,15	1,17	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	1	1	1	1	1,10	1,15	1,20	-	-	-	-	-
400	0,9	0,89	0,88	0,85	1	1	1	1	1,15	1,20	-	-
500	-	-	-	-	-	0,90	0,88	0,85	1	1	1	1
550	-	-	-	-	-	-	-	-	0,95	0,94	0,93	0,93
600	-	-	-	-	-	-	-	-	0,90	0,88	0,85	0,85
Пісок щільний	Для всіх проектних марок бетону коефіцієнт дорівнює 1											
Пісок пористий	Для всіх проектних марок коефіцієнт дорівнює 1,1											
НКЗ, мм 40	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,9	0,9	0,93	0,93	0,95	0,95	0,95
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1,15	1,15	1,14	1,13	1,12	1,10	1,10	1,07	1,07	1,05	1,05	1,05
Жорсткість, суміші, с 20-30	Для всіх проектних марок бетону коефіцієнт дорівнює 1											
30-50	Те саме 0,95											
50-80	Те саме 0,85											
Рухливість, суміші, см 1-2	Те саме 1,07											
3-7	Те саме 1,10											
8-12	Те саме 1,25											

3. Визначають орієнтовні початкові витрати води на 1м³ керамзитобетонної суміші залежно від заданої осадки конуса або жорсткості бетонної суміші, найбільшої крупності і виду крупного заповнювача (табл.3). Витрати води уточнюють доборою водовмісту до здобуття заданої легкоукладності бетонної суміші на пробних замісах.

Таблиця 3

Орієнтовні початкові витрати води для приготування бетонної суміші з використанням щільного піску і пористого крупного заповнювача, л/м³

Осадка конуса, см	Жорсткість, с	Найбільша крупність заповнювача (НКЗ), мм					
		гравію			щебеню		
		10	20	40	10	20	40
8-12	-	235	220	205	265	250	235
3-7	-	220	205	190	245	230	215
1-2	10-20	205	190	175	225	210	195
-	20-30	195	180	165	210	195	185
-	30-50	185	170	155	200	185	175
-	50-80	175	160	150	190	175	165

Примітка. При використанні пористого або дрібного піску початкові витрати води збільшують приблизно на 30-50 л.

4. Визначають загальні (сумарні) витрати крупного (керамзитового гравію) і дрібного (піску) заповнювачів бетону, кг, за рівнянням:

$$Z = \rho_{об} - 1,15 \cdot Ц',$$

де $\rho_{об}$ - задана середня густина сухого бетону, кг/м³;

$Ц'$ - кориговані витрати цементу на 1 м³ бетону, кг.

5. Приймають долю піску Γ в суміші заповнювачів залежно від призначення легкого бетону (табл.4).

Таблиця 4

Орієнтовні витрати заповнювачів і вміст піску в суміші заповнювачів в залежності від призначення легкого бетону

Вид бетону за призначенням	Витрати цементу, кг	Суммарні витрати заповнювачів, м ³	Найбільша крупність заповнювача (НКЗ), мм	Доля піску Γ в суміші заповнювачів, % від об'єму, при використанні	
				гравію	щебеню
Теплоизоляционный	до 175	1,45	40	20-25	25-35
			20	25-30	30-40
Конструкционно-теплоизоляционный	175 - 250	1,55	40	35-45	40-50
			20	40-50	45-55
			10	45-55	50-60
Конструкционный	250 - 400	1,6	20	40-50	45-55
			10	50-60	55-65

6 . Обчислюють насипну густину суміші заповнювачів (керамзитового гравію і піску разом), використовуючи формулу:

$$\rho'_{m \text{ суміші}} = \rho_{mk}^{ц.т.} \cdot [r \cdot \rho_{нп} + (1 - r) \cdot \rho_{нк}] / [1 - \Pi_0 \cdot (1 - r)], \quad (6)$$

де $\rho'_{m \text{ суміші}}$ - насипна густина суміші заповнювачів, кг/м³;

Π_0 – пористість між зернами гравію;

r - доля піску в суміші заповнювачів (у долях одиниці);

$\rho_{mk}^{ц.т.}$ - густина зерен керамзиту у цементному тісті ($\rho_{mk}^{ц.т.} = 1,1$ кг/л).

7. Визначають загальні витрати за об'ємом суміші крупного і дрібного заповнювачів з виразу

$$V_3 = 3 / \rho'_{m \text{ смеси}}$$

8 . Обчислюють витрати піску на 1 м³ бетону

$$\Pi = V_3 \cdot r \cdot \rho_{нп}$$

9. Визначають витрати крупного заповнювача (керамзиту)

$$K = 3 - \Pi$$

Вихідні дані для розрахунку складу легкого бетону

№ варіанта	σ_b , кгс/см ²	ОК, см	$\rho_{об}$, кг/м ³	$\rho_{нк}$, кг/м ³	НКЗ, мм	Пустотність між зернами гравію	$\rho_{нп}$, кг/м ³	M_k
1	25	1	1100	300	40	0,42	1500	1,1
2	35	2	1200	350	20	0,42	1550	1,2
3	50	3	1300	400	10	0,42	1600	1,3
4	75	4	1400	500	40	0,42	1650	1,4
5	100	5	1500	600	20	0,42	1500	1,1
6	150	6	1100	700	10	0,42	1550	1,2
7	200	7	1200	800	40	0,42	1600	1,3
8	250	8	1300	900	20	0,42	1650	1,4
9	300	9	1400	700	10	0,42	1500	1,1
10	350	10	1500	800	40	0,42	1550	1,2
11	400	11	1100	900	20	0,42	1600	1,3
12	25	12	1200	300	10	0,42	1650	1,4
13	35	1	1300	350	40	0,42	1500	1,1
14	50	2	1400	400	20	0,42	1550	1,2
15	75	3	1500	500	10	0,42	1600	1,3
16	100	4	1100	800	40	0,42	1650	1,4
17	150	5	1200	500	20	0,42	1500	1,1
18	200	6	1300	600	10	0,42	1550	1,2

№ варіанта	σ_0 , кгс/см ²	ОК, см	$\rho_{об}$, кг/м ³	$\rho_{нк}$, кг/м ³	НКЗ, мм	Пустотність між зернами гравію	$\rho_{нп}$, кг/м ³	M_k
19	250	7	1400	700	40	0,42	1600	1,3
20	300	8	1500	800	20	0,42	1650	1,4
21	350	9	1100	900	10	0,42	1500	1,1
22	400	10	1200	900	40	0,42	1550	1,2
23	25	11	1300	300	20	0,42	1600	1,3
24	35	12	1400	350	10	0,42	1650	1,4
25	50	1	1500	350	40	0,42	1500	1,1
26	75	2	1100	400	20	0,42	1550	1,2
27	100	3	1200	400	10	0,42	1600	1,3
28	150	4	1300	500	40	0,42	1650	1,4
29	200	5	1400	600	20	0,42	1500	1,1
30	250	6	1500	700	10	0,42	1550	1,2

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

РОЗРАХУНОК СКЛАДУ НІЗДРЮВАТОГО БЕТОНУ

Ніздрюваті бетони є різновидом легких бетонів з рівномірно розподіленими порами (до 85 % від загального обсягу бетону). Їх одержують у результаті затвердіння попередньо спученої пороутворювачем суміші в'язучої речовини, води і кремнеземного компонента .

В об'ємі ніздрюватого бетону до 85% пор, які рівномірно розподілені в його тілі і розділені одна від одної тонкими і міцними перегородками з цементного каменю або іншої в'язучої речовини.

Залежно від способу утворення пористої структури ніздрюваті бетони поділяють на *газо-* і *пінобетони*.

За видом в'язучої речовини розрізняють:

- *газо-* і *пінобетони на портландцементі*;
- *газо-* і *піносилікати*, одержувані на основі суміші вапна - кипілки і кварцового піску;
- *газо-* і *піношлакобетон на шлакових в'язучих з прискорювачами тверднення*;
- *газо-* і *піногіпсбетон на гіпсових в'язучих*.

За видом кремнеземного компонента ніздрюваті бетони поділяють на дві групи:

- *газосилікати, пінобетони та ін.*, що одержують із застосуванням *меленого піску*;
- *газозолосилікати, газозолобетони, пінозолобетони та ін.*, що одержують із застосуванням *золи-винесення ТЕС*.

За призначенням ніздрювтий бетон розділяють на такі види:

- *теплоізоляційні* густиною в повітряно-сухому стані менше 500 кг/м^3 (для виготовлення теплоізоляційних і акустичних плит, скорлуп і інших виробів);
- *конструкційно-теплоізоляційні* густиною $500\text{-}900 \text{ кг/м}^3$, міцністю 5–7,5 МПа (для огорожуючих конструкцій) ;
- *конструкційні* густиною $900\text{--}1200 \text{ кг/м}^3$ (для виготовлення несучих і теплоізоляційних конструкцій, панелей міжповерхових перекриттів тощо).

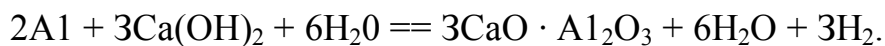
За умовами тверднення розрізняють ніздрюваті бетони пропарені і автоклавного твердіння.

Пористі бетони, будучи матеріалами вельми пористими, відрізняються низькою густиною і відповідно відносно невисокою міцністю. Теплопровідність пористих бетонів змінюється $0,07 - 0,25 \text{ Вт / (м} \cdot \text{°C)}$.

Висока морозостійкість пористих бетонів об'єктивно пояснюється великою кількістю замкнених пор, наповнених повітрям або газом. Для пористих бетонів встановлені такі марки за морозостійкістю: F15, 25, 35, 50 і 100.

Для утворення пористої структури бетону застосовують піно- і газоутворювачі. Як піноутворювачі використовують: клеєканіфольний піноутворювач, який готують із мездрового клею, каніфолі і водяного розчину їдкого натру; смолосапоніновий - з мильного кореня і води (іноді для збільшення стійкості піни в нього вводять рідке скло); алюмосульфонафтенний - з гасового контакту, сірчаноокислого глинозему та їдкого натру; піноутворювач ГК - з гідролізної бійської крові і сірчаноокислого заліза. Як газоутворювач використовують алюмінієву пудру. Витрата алюмінієвої пудри залежить від щільності одержуваного газобетону і становить 0,25 - 0,6 кг/м³.

Алюмінієва пудра, яка, реагуючи з водним розчином гідроксиду кальцію, виділяє водень, що викликає спучування цементного тіста:



Алюмінієву пудру для кращого розподілу в суміші застосовують у вигляді водної суспензії.

Проектні марки пористих бетонів: 0,5 (5) ; 1(10); 1,5(15); 2,5(25); 3,5(35); 5,0(50); 7,5(75); 10(100); 15(150); 20(200).

Порядок розрахунку складу ніздрюватого бетону

1. Вихідні відношення (за масою) кремнеземного компонента до в'язучого С для отримання пористого бетону найбільшої міцності приймають по таблиці 1.

Таблиця 1

Вихідні компоненти

В'язуче	Відношення кремнеземного компонента до в'язучого С за масою	
	для автоклавного бетону	для безавтоклавного бетону на золі-винесення
Цементне	0,75; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0	0,75; 1; 1,25
Вапняне	3; 4,5; 5,5; 6	-
Вапняно-білітове	1; 1,25; 1,5; 2,0	-
Вапняно-шлакове	0,6; 0,8; 1,0	0,6; 0,8; 1
Высокоосновне зольне	0,75; 1; 1,25	-
Шлаколувне	0,1; 0,15; 0,2	-

Тобто, задаємося відношенням кремнеземного компонента до цементу $C_{ц} = \dots$ і вапна $C_{вапна} = \dots$ за масою.

2. Визначаємо відношення кремнеземного компонента до змішаного в'язучого $C_{зв}$ за формулою:

$$C_{зв} = C_{ц} \cdot n + C_{вапна} \cdot (1 - n),$$

де n - доля цементу у змішаному в'язучому, яка знаходиться в межах 0,37 - 0,7 за масою.

3. Обчислюємо сумарні витрати сухих матеріалів:

$$V_{сух} = \rho_{об} \cdot V_{об} / K_c,$$

де $V_{об}$ - об'єм суміші, що задається, m^3 , $V_{об} = 1,2 \cdot 10^{-3} m^3$;

K_c - коефіцієнт збільшення маси за рахунок зв'язування води, $K_c = 1,1$.

4. Визначаємо витрати в'язучого, кг:

$$V_{в'яз} = V_{сух} / (1 + C_{св})$$

5. Обчислюємо витрату цементу, кг:

$$V_{ц} = V_{в'яз} \cdot n,$$

де n - доля цементу у змішаному в'язучому ($n = 0,37 - 0,7$).

6. Визначаємо витрату вапна, кг:

$$V_{вапна} = V_{в'яз} (1 - n).$$

7. Обчислюємо витрату золи - винесення, кг:

$$V_z = V_{сух} - V_{в'яз}.$$

8. Визначаємо витрату води, л: $V_в = V_{сух} \cdot \dots$,

де V/T - водо - тверде відношення, $V/T = 0,6$ (за довідковими таблицями).

9. Обчислюємо пористість газобетону:

$$\Pi = 1 - \frac{\Sigma V_{TB}}{V_{об}}$$

де $V_{об}$ - об'єм суміші, що задається, m^3 , $V_{об} = 1,2 \cdot 10^{-3} m^3$; (або $V_{об} = 1200$ cm^3).

10. Визначаємо витрати пороутворювача, кг:

$$V_{п} = \Pi \cdot V_{об} / \alpha \cdot K,$$

де Π - пористість газобетону;

$V_{об}$ - заданий об'єм суміші, $V_{об} = 1,2 \cdot 10^{-3} m^3$;

α - коефіцієнт використання пороутворювача, $\alpha = 0,85$;

K - вихід пор, m^3/kg , для алюмінієвої пудри, $K = 1,390 m^3/kg$

Вихідні дані для розрахунку

№ варіанта	$\rho_{об}, \frac{кг}{м^3}$	$\rho_{ц}, \frac{кг}{м^3}$	$\rho_{оватна}, \frac{кг}{м^3}$	$\rho_{оз}, \frac{кг}{м^3}$
1	300	3100	2400	2100
2	400	3100	2450	2150
3	500	3100	2500	2200

4	600	3100	2550	2250
5	700	3100	2400	2100
6	800	3100	2450	2150
7	300	3100	2500	2200
8	400	3100	2550	2250
9	500	3100	2400	2100
10	600	3100	2450	2150
11	700	3100	2500	2200
12	800	3100	2550	2250
13	300	3100	2400	2100
14	400	3100	2450	2150
15	500	3100	2500	2200
16	600	3100	2550	2250
17	700	3100	2400	2100
18	800	3100	2450	2150
19	300	3100	2500	2200
20	400	3100	2550	2250

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

РОЗРАХУНОК СКЛАДУ БУДІВЕЛЬНОГО РОЗЧИНУ

Будівельні розчини - це штучні кам'яні матеріали, що одержано в результаті затвердіння раціонально підбраної суміші в'язучої речовини, води, дрібного заповнювача (піску) і в необхідних випадках різних добавок (мінеральних, поверхнево-активних речовин ПАР, хімічних та ін.). Суміш цих матеріалів до затверднення називають розчинної сумішшю.

Будівельні розчини застосовують для заповнення швів і зв'язування штучного матеріалу, виготовлення декоративних і захисних штукатурок, виробництва будівельних виробів (цегли, плиток) тощо.

За середньою густиною будівельні розчини бувають:

- важкі (з середньою густиною понад 1500 кг/м³);
- легкі (з середньою густиною менше 1500 кг/м³).

За видом в'язучого будівельні розчини поділяють на:

- цементні;
- гіпсові;
- вапняні;
- прості (при використанні одного виду в'язучого);
- складні (при двох і більше видах в'язучих).

Залежно від призначення будівельні розчини поділяють на:

- кладочні - для кладки стін, стовпів, фундаментів і т.д.;
- оздоблювальні - для оштукатурення внутрішніх і зовнішніх поверхонь конструктивних елементів споруд, для виготовлення архітектурних деталей, декоративних шарів до стінових блоків і панелей; розчини для виготовлення блоків, панелей, плит, штучних кам'яних виробів;
- спеціальні, що володіють особливими властивостями і мають вузьке застосування (акустичні, теплоізоляційні, гідроізоляційні, рентгенозахисні, тампонажні та ін.).

В основу класифікації будівельних розчинів за фізико -механічними властивостями покладено два найважливіших показники : *міцність і морозостійкість*. За морозостійкістю (в циклах заморожування і відтавання) розчини ділять на дев'ять марок: 10, 15, 25, 35, 50, 100, 150, 200 і 300.

Рухливість і водоутримуюча здатність розчинної суміші

Рухливістю називають здатність розчинної суміші розтікатися під дією власної маси або прикладених до неї зовнішніх сил. Розчинна суміш залежно від складу може мати різну консистенцію - від *жорсткої* до *ливої*. Ступінь рухливості суміші визначається *глибиною занурення* (см) в суміш металевого конуса СтройЦНДЛ масою 300 г з кутом при вершині 30°. Залежно від призначення будівельні розчинні суміші повинні мати різну рухливість: для цегляної кладки цегли - 9-13 см, для бутової кладки - 4-6 см, для штукатурних робіт - 6-10 см.

Рухливість розчинної суміші залежить від вмісту води. *Водоутримуюча здатність* залежить від властивостей і співвідношення складових компонентів. Розчинна суміш з портландцементу, піску і води виходить

жорсткою і незручною в роботі. Висока водоутримуюча здатність забезпечує нерозшарування розчинної суміші при транспортуванні (автотранспортом, при переміщенні по трубах і т.д.).

Легкоукладність і водоутримуючу здатність розчинної суміші можна підвищити введенням тонкодисперсних мінеральних речовин: вапна, глини, активних мінеральних добавок, омиленого деревинного пеку, милонафта та ін. Найбільш дешевою добавкою є глина; її вводять у вигляді тонкомеленої добавки зі співвідношенням за масою 1:1 або 1: 0,75. Як неорганічні дисперсні добавки застосовують також активні мінеральні: діатоміт, трепел, вулканічні попели, мелені шлаки тощо.

Поверхнево-активні добавки вводять для підвищення пластичності розчинної суміші і зменшення витрати в'язучого. Кількість їх становить десяти долі відсотка від кількості в'язучого.

З органічних добавок використовують сульфітно-дріжджову бражку (СДБ), гідролізу біїнську кров та ін. У зимовий час для зниження температури замерзання вводять нітрит натрію (5-10 %) та інші добавки.

Середня густина розчинної суміші

Середню густину розчинної суміші визначають у циліндричній мірній посудині ємністю 1 л. Мірну посудину без насадки зважують з точністю до 5 г, заповнюють через насадку розчинною сумішшю з надлишком; суміш ущільнюють. Знімають насадку, зрізають ножом надлишок суміші врівень з краями посудини, знову зважують.

Значення середньої густини обчислюють за формулою:

$$\rho_0 = (m - m_1)/V$$

де m – маса форми з сумішшю, кг

m_1 – маса форми, кг

V – об'єм форми, м³.

Марка розчину

Марка розчину - це усереднена округлена в бік зменшення величина границі міцності при стиску (кгс/см², МПа) стандартних зразків - кубів з ребром 7,07 см або половинок зразків - балочок розміром 4x4x16 см у віці 28 діб.

Границю міцності при стиску зразка $\sigma_{ст}$ визначають з точністю за формулою:

$$\sigma_{ст} = F \cdot \alpha \cdot K_w/S,$$

де F - руйнівна сила, Н (кгс);

S - середня початкова площа робочого перерізу зразка, m^2 (cm^2);

α - масштабний коефіцієнт;

K_w - поправочний коефіцієнт, що враховує вологість бетонного зразка.

Масштабний коефіцієнт α для стандартних зразків - кубів з ребром 150 мм дорівнює ; при довжині ребра куба 70, 100, 200, 300 мм він дорівнює відповідно 0,85; 0,91; 1,05; 1,10.

Коефіцієнт K_w як і для важких цементних бетонів приймають таким, що дорівнює одиниці.

Проектні марки будівельних розчинів: 0,4 (4); 1(10); 2,5(25) ; 5(50); 7,5 (75); 10(100); 15(150); 20(200) ; 30(300).

Добір складу будівельного розчину

Добір складу будівельного розчину полягає у встановленні раціонального співвідношення між складовими розчин матеріалами. Таке співвідношення має забезпечити рухливість розчинної суміші і необхідну міцність розчину. Для розрахунку складу розчину необхідно мати такі дані: марка розчину σ_p , рухливість розчинної суміші, активність цементу $\sigma_{\text{ц}}$, насипна густина цементу $\rho_{\text{нц}}$, піску $\rho_{\text{нп}}$, вид мінеральної добавки, середня густина добавки $\rho_{\text{од}}$.

Порядок розрахунку складу будівельного розчину

1. Визначають витрату цементу, кг, на $1 m^3$ піску за формулою:

$$Q_{\text{ц}} = 1000\sigma_p / K\sigma_{\text{ц}}$$

де σ_p - задана марка розчину (кгс/ cm^2 , МПа);

$\sigma_{\text{ц}}$ - активність цементу (кгс/ cm^2 , МПа);

K - коефіцієнт, який залежить від виду цементу (для портландцементу $K=1$, шлакопортландцементу або пуццоланового - $K = 0,88$).

2. Визначають витрату добавки (вапняного або глиняного тіста) , m^3 , на $1 m^3$ піску:

$$V_d = 0,17 (1 - 0,002 \cdot Q_{\text{ц}}).$$

Витрату добавки за масою, кг, визначають за формулою:

$$Q_d = V_d \cdot \rho_{\text{од}}.$$

3. Визначають орієнтовну витрату води, л, на $1 m^3$ піску за формулою:

$$Q_B = 0,65 \cdot (Q_{\text{ц}} + Q_d)$$

Фактичну витрату води уточнюють дослідним шляхом при приготуванні пробних замісів розчинної суміші.

4. Визначають масу піску на 1 м^3 піску:

$$Q_{\text{п}} = \rho_{\text{нп}} \cdot V = \rho_{\text{нп}} \cdot 1 \text{ м}^3 = \rho_{\text{нп}}.$$

5. Задану рухливість розчинної суміші досягають зміною витрати води, після чого визначають фактичну середню густину розчинної суміші $\rho_{\text{ор}}^{\phi}$, $\text{кг}/\text{м}^3$ (у розрахунку прийняти $\rho_{\text{ор}}^{\phi} = 1900 \text{ кг}/\text{м}^3$).

6. Фактичний обсяг розчинної суміші, м^3 , визначають за формулою:

$$V^{\phi} = \sum Q_i / \rho_{\text{ор}}^{\phi}$$

$$\sum Q_i = Q_{\text{ц}} + Q_{\text{д}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{п}}$$

Коригувати склад розчину доводиться в тому випадку, якщо фактичний об'єм розчинної суміші V^{ϕ} не дорівнює 1 м^3 .

7. Фактичні витрати матеріалів, кг , на 1 м^3 розчину визначають за формулами:

$$\text{П} = \rho_{\text{нп}} / V^{\phi}; \quad \text{Ц} = Q_{\text{ц}} / V^{\phi}; \quad \text{Д} = Q_{\text{д}} / V^{\phi}; \quad \text{В} = Q_{\text{в}} / V^{\phi}.$$

Вихідні дані для розрахунку складу будівельного розчину:

№ варіанта	$\sigma_{\text{р}}, \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$	$\sigma_{\text{ц}}, \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$	$\rho_{\text{нп}}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho_{\text{од}}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
1	4	300	1400	1400
2	10	400	1500	1400
3	25	500	1550	1400
4	50	550	1600	1400
5	75	600	1650	1400
6	100	300	1400	1400
7	150	400	1500	1400
8	200	500	1550	1400
9	100	550	1600	1400
10	4	400	1650	1400
№ варіанта	$\sigma_{\text{р}}, \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$	$\sigma_{\text{ц}}, \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$	$\rho_{\text{нп}}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho_{\text{од}}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
11	10	300	1400	1400
12	25	400	1500	1400
13	50	500	1550	1400
14	75	550	1600	1400
15	100	600	1650	1400
16	150	500	1400	1400
17	100	400	1500	1400

18	150	500	1550	1400
19	4	550	1600	1400
20	10	600	1650	1400
21	25	300	1400	1400
22	50	400	1500	1400
23	75	500	1550	1400
24	100	550	1600	1400
25	150	600	1650	1400

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

№ п/п	Питання
1	Загальні вимоги до матеріалів. Загальна класифікація матеріалів. Системна класифікація матеріалів.

2	Загальна будова матеріалів. Типи самоврядування часток в матеріалі.
3	Властивості матеріалів в фізико-хімічних процесах.
4	Фази та фазові перетворення. Характеристика фазових перетворень.
5	Формування будови металів. Кристалізація.
6	Атомно-кристалічна будова металів. Анізотропія властивостей кристалів.
7	Фазові та структурні перетворення в сплавах.
8	Класифікація однорідних полімерних речовин.
9	Будова полімерних речовин.
10	Види структури полімерів та їх характеристика.
11	Загальна характеристика та класифікація металевих матеріалів.
12	Компоненти системи сплавів Fe – Fe ₃ C та їх характеристика.
13	Структура сталей.
14	Структура чавунів.
15	Вплив вуглецю та домішок на властивості сталі та чавуну.
16	Вплив легуючих елементів на властивості сталей і сплавів.
17	Загальна класифікація сталей.
18	Маркування сталей.
19	Класифікація чавунів.
20	Характеристика видів чавунів.
21	Маркування чавунів.
22	Маркування мідних сплавів
23	Антифрикційні сплави.
24	Порошкові та композиційні матеріали
25	Металеве скло.
26	Загальні відомості про полімери і пластмаси.
27	Склад полімерних матеріалів.
28	Пластмаси з листовим наповнювачем
29	Пластмаси з волокнистим наповнювачем
30	Пластмаси без наповнювача.
31	Пластмаси з газоповітряним наповнювачем
32	Загальні відомості про гумовотехнічні матеріали і вироби з них.
33	Склад гумових матеріалів
34	Класифікація гумових матеріалів за призначенням і області застосування

Теоретичні питання 2 до індивідуального завдання наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Друге теоретичне питання індивідуального завдання

№ п/п	Питання
1	Основні властивості матеріалів: фізичні, механічні.
2	Основні відомості про мінеральні в'язучі і їх класифікація.
3	Будівельне повітряне вапно.

4	Гіпсові в'язучі речовини.
5	Рідке скло і кислототривкий цемент.
6	Гідравлічне вапно.
7	Портландцемент.
8	Твердіння портландцементу.
9	Властивості портландцементу.
10	Корозія цементного каменя
11	Різновиди портландцементу.
12	Портландцементи з активними мінеральними добавками.
13	Спеціальні цементи.
14	Загальні відомості про бетони і їх класифікація.
15	Матеріали для важкого бетону.
16	Властивості бетонної суміші.
17	Основні властивості бетону.
18	Укладання бетонної суміші.
19	Спеціальні види важких бетонів.
20	Легкі бетони на пористих заповнювачах. Різновиди легких бетонів.
21	Види будівельних розчинів.
22	Властивості розчинених сумішей і розчинів.
23	Оздоблювальні розчини. Спеціальні розчини.
24	Бітумні і дьогтеві в'язучі.
25	Асфальтові і дьогтеві розчини і бетони.
26	Рулонні покрівельні матеріали.
27	Покрівельні і гідроізоляційні мастики.
28	Гідроізоляційні матеріали.
29	Герметизуючі матеріали.
30	Основні відомості про матеріали з деревини
31	Фізичні і механічні властивості деревини.
32	Вади деревини.
33	Підвищення довговічності дерев'яних конструкцій.
34	Лісоматеріали і виробы з деревини.

Для вибору теоретичних питань і задачі 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 3: за таблицею 3 номер задачі - 9.

Таблиця 3

Вибір теоретичних питань і задачі 3 до індивідуального завдання

	№ питання	Задача 3		№ питання	Задача 3		№ питання	Задача 3
--	-----------	----------	--	-----------	----------	--	-----------	----------

Шифр	1	2	№ за переліком задач	Шифр	1	2	№ за переліком задач	Шифр	1	2	№ за переліком задач
01	23	25	1	34	19	33	34	67	12	33	27
02	20	22	2	35	2	2	35	68	9	3	28
03	17	31	3	36	20	22	36	69	6	32	29
04	32	15	4	37	28	17	37	70	3	11	30
05	11	28	5	38	33	32	38	71	1	16	31
06	8	9	6	39	5	23	39	72	33	19	32
07	5	7	7	40	8	20	40	73	26	22	33
08	2	4	8	41	11	29	1	74	23	25	34
09	19	30	9	42	14	1	2	75	22	28	35
10	16	27	10	43	17	3	3	76	17	2	36
11	13	24	11	44	32	6	4	77	14	5	37
12	10	21	12	45	23	9	5	78	11	8	38
13	7	18	13	46	26	12	6	79	8	31	39
14	22	32	14	47	13	25	7	80	5	14	40
15	30	12	15	48	1	18	8	81	2	17	1
16	27	5	16	49	3	21	9	82	19	20	2
17	24	6	17	50	9	24	10	83	16	23	3
18	21	3	18	51	6	27	11	84	13	26	4
19	18	1	19	52	12	30	12	85	10	29	5
20	15	29	20	53	18	4	13	86	7	1	6
21	12	26	21	54	15	7	14	87	4	9	7
22	9	23	22	55	21	10	15	88	27	12	8
23	6	20	23	56	24	13	16	89	24	15	9
24	3	17	24	57	27	19	17	90	21	18	10
25	1	14	25	58	30	16	18	91	18	21	11
26	29	11	26	59	4	15	19	92	15	24	12
27	33	8	27	60	7	5	20	93	32	27	13
28	28	33	28	61	10	8	21	94	25	30	14
29	26	2	29	62	31	11	22	95	31	4	15
30	14	19	30	63	22	14	23	96	30	7	16
31	25	16	31	64	25	31	24	97	20	10	17
32	4	13	32	65	16	26	25	98	29	13	18
33	31	10	33	66	29	28	26	99	28	6	19
								00	34	34	20

Задача 1

Оцінити гранулометричний склад щебеню, визначити його пористість. Дані прийняти за таблицею 4.

Рекомендації щодо розв'язання задачі 1

Приклад розв'язання викладено у Практичній роботі № 3.

Для визначення гранулометричного складу щебеню пробу просівають крізь набір сит (70; 40; 20; 10 і 5 мм). Визначають часткові й повні залишки на ситах і будують графік зернового складу щебеню (рис. 1), наносячи на нього область оптимальних гранулометричних складів.

Залишки на кожному ситі називають *частковими* залишками. Їх виражають у % від загальної маси проби сипучого матеріалу (щебеню, піску тощо) і визначають за формулою

$$a_i = (m_i/m) \cdot 100\%,$$

де m_i - маса щебеню (або піску), що залишилася при просіюванні на i -тому ситі;

m - маса щебеню (або піску), що взято для випробування.

Повним залишком на ситі називають суму часткових залишків на ситах, з розміром більше даного, плюс залишок на даному ситі.

Потім надають висновок про придатність щебеню і надають рекомендації щодо коригування гранулометричного складу (за необхідністю, якщо графік виходить за область оптимальних складів). Пористість матеріалу визначають за формулою: $P_0 = (1 - \rho_0 / \rho) \cdot 100 \%$.



Рисунок 1. - Графік зернового складу щебеню

Задача 2

Визначити групу піску за крупністю, побудувати графік зернового складу піску, порівнюючи результати зі стандартним графіком. Зробити висновок про придатність піску й, за необхідністю, надати рекомендації щодо поліпшення його гранулометричного складу.

Дані прийняти за таблицею 4. **Рекомендації щодо розв'язання задачі 2**

Для визначення гранулометричного складу пробу піску просівають крізь набір сит (5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 і 0,16 мм).

Часткові і повні залишки піску визначають, як і для щебеню (задача 1, Практична робота № 3).

Для пісків визначають модуль крупності за формулою

де A_i - повні залишки на відповідних ситах (з розмірами 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16 мм)

Модуль крупності обчислюють з точністю до 0,1. За модулем крупності піски поділяють на групи, що зазначені в таблиці.

Таблиця

Групи піску за модулем крупності M_k

Група піску	Модуль крупності M_k
Підвищеної крупності	3,0 - 3,5
Крупний	2,5 - 3,0
Середній	2,0 - 2,5
Дрібний	1,5 - 2,0
Дуже дрібний	1,0 - 1,5

За результатами просіювання піску будують графік зернового складу. Пісок відповідає вимогам держстандарт, якщо побудований для нього графік розміщується в області оптимальних гранулометричних складів (рис. 2).

Надають висновок про придатність піску й виконують рекомендації щодо коригування гранулометричного складу (при необхідності, якщо графік виходить за область оптимальних складів).

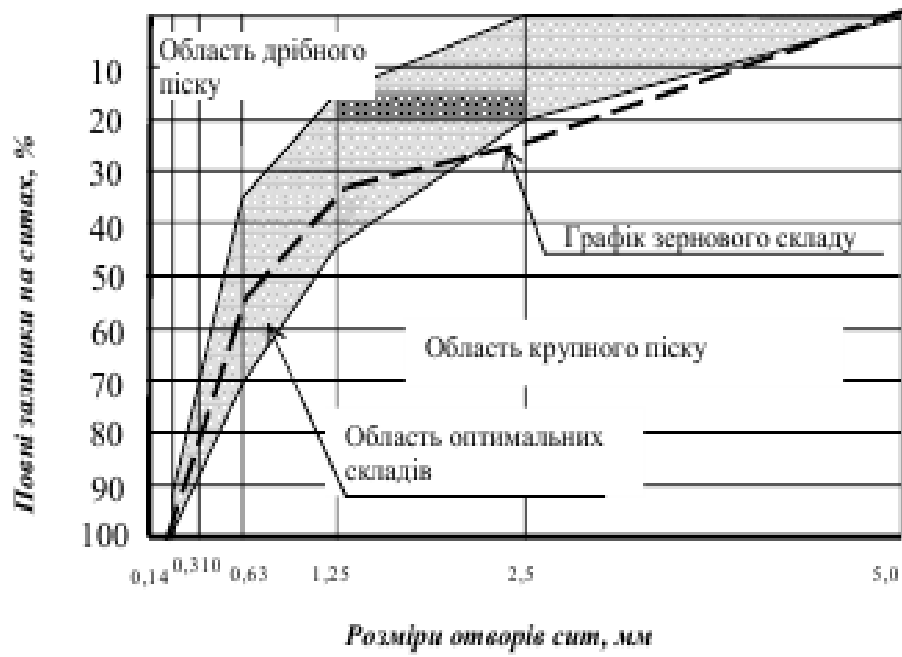


Рисунок 2. - Графік зернового складу піску

Таблиця 4 – Вихідні дані для розв’язання задач 1 і 2

Шифр	Задача 1							Задача 2				
	Щебінь							Пісок				
	Часткові залишки на ситах, %					Дієсна густинат г/см ³	Насипна густина, г/см ³	Часткові залишки на ситах, %				
	70	40	20	10	5			2,5	1,25	0,63	0,31	0,14
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
01	5	45	20	15	15	2,45	1,350	7	25	35	25	8
02	45	15	20	15	5	2,55	1,450	18	42	35	5	-
03	15	15	20	45	5	2,65	1,450	18	42	37	3	-
04	20	15	15	45	5	2,60	1,500	-	18	37	42	3
05	5	10	15	50	20	2,60	1,200	-	25	35	25	15
06	10	15	50	20	5	2,60	1,200	15	25	25	35	-
07	5	15	40	40	-	2,75	1,250	-	-	40	20	40
08	-	25	45	30	-	2,70	1,315	4	19	19	58	-
09	-	30	45	25	-	2,65	1,415	-	19	21	58	2
10	-	-	30	45	25	2,55	1,300	16	16	48	18	2
11	-	30	-	45	25	2,45	1,450	-	32	48	18	2
12	10	40	50	-	-	2,50	1,450	32	20	28	18	2
13	2	3	92	3	-	2,50	1,400	-	18	20	28	34
14	-	2	3	92	3	2,50	1,400	7	25	35	25	8
15	-	2	5	65	28	2,45	1,350	7	8	25	25	35
16	-	-	15	65	20	2,45	1,210	7	35	50	8	-
17	-	4	16	60	20	2,40	1,350	15	45	33	7	-
18	-	12	48	40	-	2,40	1,350	-	-	50	48	2
19	-	-	12	48	40	2,7	1,450	-	-	50	50	-
20	-	-	40	48	12	2,7	1,450	50	50	-	-	-
21	12	40	48	-	-	2,65	1,500	15	15	15	55	-
22	4	16	60	20	-	2,65	1,500	-	15	30	55	-
23	2	3	92	3	-	2,60	1,400	-	-	45	55	-
24	-	2	3	92	3	2,60	1,400	45	20	35	-	-
25	-	16	44	35	5	2,55	1,350	20	25	20	35	-
26	5	45	35	15	-	2,50	1,350	20	25	55	-	-
27	-	5	35	15	45	2,50	1,300	15	26	42	17	-
28	-	5	15	35	45	2,60	1,400	15	17	68	-	-
29	-	-	12	40	48	2,65	1,400	-	-	32	68	-
30	1	3	26	65	5	2,65	1,400	12	18	22	48	-
31	1	2	6	26	65	2,70	1,450	39	50	11	-	-
32	-	-	5	15	80	2,70	1,450	11	39	50	-	-

Шифр	Задача 1							Задача 2				
	Щебінь							Пісок				
	Часткові залишки на ситах, %					Дійсна густина, г/см ³	Насипна густина, г/см ³	Часткові залишки на ситах, %				
	70	40	20	10	5			2,5	1,25	0,63	0,31	0,14
33	-	-	45	55	-	2,75	1,500	50	50	-	-	-
34	-	-	55	45	-	2,75	1,500	17	29	46	8	-
35	-	-	2	50	48	2,80	1,550	-	17	47	29	7
36	-	-	65	32	3	2,80	1,550	14	28	43	15	-
37	11	19	60	7	3	2,90	1,600	-	28	30	42	-
38	3	7	11	19	60	2,90	1,600	42	28	30	-	-
39	7	8	19	66	-	2,45	1,500	16	34	40	10	-
40	-	10	11	60	19	2,45	1,450	10	16	34	40	-
41	-	-	12	40	48	2,45	1,400	-	16	34	40	10
42	-	65	35	-	-	2,50	1,400	11	50	39	-	-
43	-	-	35	65	-	2,50	1,450	-	50	11	39	-
44	2	3	92	3	-	2,50	1,450	17	25	50	8	-
45	-	2	3	92	3	2,45	1,200	25	25	50	-	-
46	11	29	60	-	-	2,46	1,250	-	50	50	-	-
47	-	12	29	59	-	2,57	1,350	2	18	45	33	-
48	-	17	23	32	28	2,64	1,350	-	-	20	45	35
49	-	17	23	28	32	2,64	1,400	-	46	12	35	7
50	5	15	37	40	3	2,60	1,450	10	42	48	-	-
51	2	3	92	3	-	2,60	1,400	15	45	33	7	-
52	-	12	48	40	-	2,40	1,350	-	25	35	25	15
53	-	2	3	92	3	2,60	1,400	17	25	50	8	-
54	-	30	-	45	25	2,45	1,450	2	18	45	35	-
55	1	3	26	65	5	2,65	1,400	-	15	30	55	-
56	45	15	20	15	5	2,90	1,600	15	17	68	-	-
57	5	15	40	40	-	2,75	1,250	15	25	35	25	-
58	-	-	8	12	80	2,75	1,500	20	25	55	-	-
59	11	8	19	62	-	2,45	1,450	16	34	40	10	-
60	15	15	20	45	5	2,90	1,600	-	28	29	43	-
61	-	-	5	67	28	2,60	1,400	7	35	50	8	-
62	-	2	3	92	3	2,45	1,400	32	20	18	16	14
63	11	19	60	7	3	2,80	1,550	-	-	32	68	-
64	4	16	60	20	-	2,40	1,450	16	16	48	20	-
65	10	40	50	-	-	2,65	1,200	50	50	-	-	-
66	-	-	15	65	20	2,70	1,315	7	35	50	8	-

Шифр	Задача 1							Задача 2				
	Щебінь							Пісок				
	Часткові залишки на ситах, %					Дійсна густина, г/см ³	Насипна густина, г/см ³	Часткові залишки на ситах, %				
	70	40	20	10	5			2,5	1,25	0,63	0,31	0,14
67	12	40	48	-	-	2,60	1,250	15	15	15	55	-
68	-	12	48	40	-	2,75	1,300	45	20	25	10	-
69	-	5	15	45	35	2,50	1,400	11	50	39	-	-
70	-	-	52	48	-	2,64	1,550	7	45	48	-	-
71	-	-	65	35	-	2,55	1,500	45	20	35	-	-
72	11	19	65	5	-	2,70	1,600	32	22	28	18	-
73	45	20	15	20	-	2,60	1,450	-	32	48	20	-
74	5	10	35	30	20	2,65	1,550	-	19	21	60	-
75	-	5	45	50	-	2,55	1,600	7	24	35	25	9
76	-	20	45	25	10	2,60	1,650	12	35	45	-	8
77	2	5	15	48	30	2,60	1,200	11	18	48	16	7
78	11	10	19	60	-	2,40	1,350	20	25	55	-	-
79	2	3	92	3	-	2,45	1,400	-	18	37	42	3
80	11	29	60	-	-	2,60	1,450	7	35	24	34	-
81	10	15	50	15	10	2,75	1,200	15	17	68	-	-
82	15	15	20	45	5	2,48	1,210	-	48	52	-	-
83	-	30	-	45	25	2,57	1,250	-	39	48	13	-
84	4	16	60	20	-	2,60	1,350	32	28	22	18	-
85	5	45	35	15	-	2,90	1,200	16	18	48	18	-
86	2	3	92	3	-	2,45	1,400	15	25	35	22	3
87	10	40	50	-	-	2,75	1,550	18	45	37	-	-
88	20	15	15	45	5	2,60	1,600	-	-	33	67	-
89	12	40	48	-	-	2,55	1,500	-	-	52	48	-
90	-	65	35	-	-	2,64	1,400	-	48	34	18	-
91	5	44	35	16	-	2,57	1,400	15	45	22	18	-
92	-	25	45	30	-	2,40	1,350	-	40	20	40	-
93	1	3	25	66	5	2,90	1,600	16	34	42	8	-
94	5	11	60	24	-	2,64	1,500	32	20	18	14	16
95	-	13	27	60	-	2,57	1,550	7	49	36	8	-
96	15	45	30	10	-	2,40	1,250	-	45	22	33	-
97	-	45	30	15	10	2,64	1,400	-	7	48	45	-
98	1	3	65	25	6	2,50	1,200	16	48	18	18	-
99	4	16	20	60	-	2,80	1,300	-	20	27	53	-
00	-	16	60	20	4	2,60	1,350	28	20	34	18	-

Задача 3

1. Визначити витрати матеріалів для виготовлення силікатної цегли (4500 шт.), середня густина якої при вологості 5% складає 1800 кг/м^3 . Вміст СаО в сухій суміші 8%, активність вапна 85%. Вологість піску – 5%.
2. Визначити коефіцієнт теплопровідності цегли керамічної повнотілої, якщо його маса складає 3,7 кг.
3. Визначити витрату глини за масою та об'ємом, необхідної для виготовлення цегли керамічної (1000 шт.), якщо середня густина цегли - 1750 кг/м^3 , середня густина сирієї глини - 1650 кг/м^3 , вологість глини - 8%, втрати при випалюванні - 6% від маси сухої глини.
4. Чи є матеріал водостійким, якщо при випробуванні на стиск у водонасиченому стані межа міцності його складала 30 МПа, а у сухому стані – 50 МПа?
5. Визначити середню густину кам'яного зразка неправильної геометричної форми, якщо його маса у сухому стані становила 80 г. Маса парафіну на парафінування складала 0,75 г. Після зважування парафінованого зразка у воді його маса дорівнювала 39 г. Середня густина парафіну 930 кг/м^3 .
6. Визначити активність і марку цементу, якщо при випробуванні стандартних зразків руйнівне зусилля при стиску складало 140 кН.
7. У скільки разів пористість вапняку-черепашнику менше пористості вапняку, якщо відомо, що дійсна густина у них однакова і складає 2500 кг/м^3 , а середня густина вапняку-черепашнику на 20% менше середньої густини вапняку. Крім того, водовбирання за об'ємом вапняку в 0,9 рази більше, ніж водопоглинання за масою.
8. Визначити витрати глини за масою і за об'ємом для виготовлення 5000 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 кг/м^3 , середня густина глини 1600 кг/м^3 .
9. Визначити марку гіпсового в'язучого, якщо після випробування стандартних зразків руйнівне зусилля при вигині складало 980 Н, а при стиску - 16000 Н.
10. Визначити вихід вапна-кипілки з 1 т вапняку, який містить 5% піщаних і 6% глинистих домішок. Яка активність одержаного вапна і до якого сорту вона відноситься?
11. Визначити, чи є матеріал морозостійким, якщо границя міцності при стиску зразка-еталона (у водонасиченому стані), який не піддавався випробуванню на морозостійкість – 13 МПа, міцність зразків після випробування - 11 МПа.
12. Визначити марку цегли керамічної повнотілої, якщо руйнівне зусилля при стиску зразків – половинок складало 200 кН, а при вигині 4050 Н.

13. 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 кг/м^3 , вологої глини - 1650 кг/м^3 .
14. Скільки потрібно добавки (СДБ, кератинового клею і т.п.) для уповільнення тужавіння будівельного гіпсу, одержаного з 10 т природного гіпсового каменя?
15. Визначити середню густина вапняного тіста, яке містить 56% води за масою, якщо густина вапна-пушонки складає 2080 кг/м^3 .
16. Маса зразка керамічної плитки для підлоги розміром $100 \times 100 \times 10 \text{ мм}$ до стирання складала 250 г, після стирання - 245 г. Визначити стиранність плитки і пояснити, чи відповідає результат вимогам ДСТУ.
17. 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 кг/м^3 .
18. Маса зразка каменя у сухому стані становить 50 г. Після насичення водою маса каменя стала 55 г. Визначити середню густина, водовбирання за масою і пористість каменя, якщо його водовбирання за об'ємом складає 18%, а дійсна густина - 2400 кг/м^3 .
19. Визначити необхідну кількість вапняку для одержання 20 т вапна-кипілки, якщо вологість вапняку становила 10%, а вміст глинистих домішок в суміші - 4%.
20. Розрахувати склад важкого цементного бетону класу С25 ($\sigma_b=30 \text{ МПа}$). Бетон призначений для збірних залізобетонних виробів з негайною розпалубкою (жорсткість суміші - 150 - 200 с). Характеристика вихідних матеріалів: портландцемент марки М500 ($\sigma_c=53,7 \text{ МПа}$, $\rho_c=3100 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{нц}=1300 \text{ кг/м}^3$); пісок кварцовий ($\rho_p=2640 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{нп}=1430 \text{ кг/м}^3$; $M_k=2,23$, $W_p=7\%$); щебінь гранітний ($\rho_{щ}=2600 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{нщ}=1510 \text{ кг/м}^3$; максимальна крупність зерен щебеню $D_{\max}=40 \text{ мм}$; $W_{щ}=2\%$).
21. Маса зразка стандартних розмірів, вирізаного з деревини (дуба), дорівнює 8,76 г; при стиску вздовж волокон границя міцності виявилася рівною 37,1 МПа. Знайти вологість, середню густина і границю міцності дуба при вологості 12%, якщо маса такого ж сухого зразка становила 7,0 г.
22. Розрахувати склад автоклавного газобетону на золі-винесення на цементно - вапняному в'язучому для огорожуючих конструкцій промислових будівель ($\rho_{об} = 700 \text{ кг/м}^3$; $\rho_c = 3100 \text{ кг/м}^3$, 2400 кг/м^3 , $\rho_{озоли}=2100 \text{ кг/м}^3$, $V/T=0,50$).
23. Визначити середню густина деревини сосни при вологості 22%, якщо при вологості 10% вона становила 450 кг/м^3 , а коефіцієнт об'ємної усушки дорівнює 0,50.

24. Розрахувати склад важкого цементного бетону класу С25 ($\sigma_6 = 30$ МПа) для виготовлення плит перекриттів касетним способом (рухливість бетонної суміші 6-8 см). Характеристика вихідних матеріалів: портландцемент марки 400 ($\sigma_{ц} = 45,3$ МПа; $\rho_{ц} = 3000$ кг/м³; $\rho_{нц} = 1300$ кг/м³); пісок кварцовий ($\rho_{п} = 2650$ кг/м³; $\rho_{нп} = 1470$ кг/м³; $M_k = 2,28$; $W_{п} = 4,6\%$); щебінь гранітний ($\rho_{щ} = 2620$ кг/м³; $\rho_{нщ} = 1420$ кг/м³; $D_{max} = 40$ мм; $W_{щ} = 2,5\%$).
25. Маса 1 м³ сосни при 12% вологості становить 532 кг. Визначити коефіцієнт конструктивної якості сосни, якщо при стиску вздовж волокон зразка стандартного розміру з вологістю 20% руйнівне зусилля виявилось рівним 16 кН.
26. Розрахувати склад конструкційно-теплоізоляційного керамзитобетону щільної структури класу С 7,5 ($\sigma_6 = 10$ МПа) з середньою густиною у сухому стані 1350 кг/м³. Характеристика вихідних матеріалів: портландцемент активністю 41,8 МПа; керамзитовий гравій з крупністю зерен 40 мм ($\rho_{нк} = 600$ кг/м³; міжзернова пористість 0,42; середня густина зерен в цементному тісті $\rho_{нк}^{ц.т} = 1100$ кг/м³); керамзитовий пісок ($\rho_{нп} = 1400$ кг/м³). Жорсткість суміші 20-30 с. Умови твердіння – тепловолога обробка глухим паром.
27. 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 кг/м³ при вологості його 6%. Вміст СаО в сухій суміші 8% за масою. Активність вапна 90%, пісок має вологість 5,5%.
28. Розрахувати склад легкого бетону класу С7,5 ($\sigma_6 = 10$ МПа) із середньою густиною 1500 кг/м³. Жорсткість бетонної суміші 80 с. Бетон призначений для огорожуючих конструкцій у будівлях з вологим режимом експлуатації. Характеристика вихідних матеріалів: портландцемент марки 400 ($\sigma_{ц} = 42,6$ МПа); пісок ($\rho_{нп} = 1500$ кг/м³; $M_k = 3,1$); керамзит з максимальним розміром зерен 20 мм ($\rho_k = 2800$ кг/м³; $\rho_{нк} = 900$ кг/м³; середня густина зерен керамзита в цементному тісті $\rho_{нк}^{ц.т} = 1100$ кг/м³);
29. Манометр гідравлічного преса в момент руйнування стандартного зразка деревини з вологістю 19% при стиску вздовж волокон показав тиск 4 МПа. Визначити границю міцності деревини при стиску при вологості 12%, якщо площа поршня преса дорівнює 52 см².
30. Розрахувати склад гідротехнічного бетону класу С15 ($\sigma_6 = 20$ МПа), призначеного для робіт у зоні морського причалу. Рухливість бетонної суміші 3-5 см. Конструкції виготовляють без тепловологої обробки. Характеристика вихідних матеріалів: цемент марки 400 (вид цементу обґрунтувати; прийняти $\rho_{ц} = 3000$ кг/м³; $\rho_{нц} = 1300$ кг/м³); пісок кварцовий ($\rho_{п} = 2620$ кг/м³; $\rho_{нп} = 1380$ кг/м³; $M_k = 3,2$; $W_{п} = 1\%$). Щебінь гранітний ($\rho_{щ} = 2620$ кг/м³; $\rho_{нщ} = 1420$ кг/м³; $D_{max} = 40$ мм; $W_{щ} = 2,5\%$).

31. Розрахувати склад гідротехнічного бетону класу С25 ($\sigma_6=30$ МПа), призначеного для робіт у зоні змінного рівня води. Рухливість бетонної суміші 1-2 см. Характеристика вихідних матеріалів: цемент марки 500 (обґрунтувати вид цементу; прийняти $\sigma_{\text{ц}}=52$ МПа; $\rho_{\text{ц}}=3100$ кг/м³; $\rho_{\text{нц}}=1300$ кг/м³); пісок кварцовий ($\rho_{\text{п}}=2640$ кг/м³; $\rho_{\text{нп}}=1400$ кг/м³; $M_{\text{к}}=3,1$; $W_{\text{п}}=3,5\%$); щебінь із щільних порід (прийняти $\rho_{\text{щ}}=2650$ кг/м³; $\rho_{\text{нщ}}=1520$ кг/м³; максимальна крупність $D_{\text{max}}=40$ мм).

32. Дерев'яний брусок перетином 2x2 см при стандартному випробуванні на вигин зруйнувався при зусиллі 1500 Н. Вологість зразка становить 25%. З якого виду дерева було виготовлено брусок?

33. Розрахувати склад змішаного розчину марки 50 для мурування стін із керамічної цегли. Характеристика вихідних матеріалів: шлакопортландцемент марки 300 ($\sigma_{\text{ц}} = 34$ МПа); вапно ($\rho_{\text{од}} = 1400$ кг/м³); пісок кварцовий ($\rho_{\text{нп}}=1370$ кг/м³); середня густина розчинної суміші $\rho_{\text{ор}}^{\phi} = 1900$ кг/м³.

34. Розрахувати витрати складових на 1 м³ важкого цементного бетону марки 400 для виготовлення пустотних плит перекриття. Характеристика вихідних матеріалів: цемент марки 500 (прийняти $\sigma_{\text{ц}} = 52$ МПа; $\rho_{\text{ц}} = 3100$ кг/м³; $\rho_{\text{нц}} = 1300$ кг/м³); пісок кварцовий ($\rho_{\text{п}} = 2640$ кг/м³; $\rho_{\text{нп}}=1400$ кг/м³); $M_{\text{к}} = 3,1$; $W_{\text{п}} = 3,5\%$); щебінь із щільних порід (прийняти $\rho_{\text{щ}} = 2650$ кг/м³; $\rho_{\text{нщ}} = 1520$ кг/м³; максимальна крупність $D_{\text{max}} = 20$ мм). Рухливість бетонної суміші 3-5 см.

35. Розрахувати витрати складових на 1 м³ газобетону автоклавного твердіння ($\rho_{\text{об}} = 500$ кг/м³); В/Т = 0,55; цемент ($\rho_{\text{ц}} = 3000$ кг/м³); вапно ($\rho_{\text{о вапна}} = 2550$ кг/м³); зола-винесення ($\rho_{\text{о золи}} = 2250$ кг/м³).

36. Розрахувати склад важкого бетону класу С12,5 ($\sigma_6=15$ МПа). Рухливість бетонної суміші 3-4 см. Характеристика вихідних матеріалів: пуцолановий цемент марки 300 ($\sigma_{\text{ц}} = 34$ МПа; $\rho_{\text{ц}} = 3000$ кг/м³; $\rho_{\text{нц}}=1100$ кг/м³); пісок кварцовий ($\rho_{\text{п}} = 2650$ кг/м³; $\rho_{\text{нп}} = 1480$ кг/м³; $M_{\text{к}} = 1,6$; $W_{\text{п}} = 6\%$); щебінь ($\rho_{\text{щ}} = 2650$ кг/м³; $\rho_{\text{нщ}}= 1450$ кг/м³; $D_{\text{max}}= 20$ мм; $W_{\text{щ}} = 1,5\%$).

37. Приблизно у скільки разів дуб міцніше за сосну при стиску вздовж волокон, якщо відомо, що дуб важче за сосну в 1,35 рази, а середня густина сосни при 15% вологості дорівнює 0,52 г/см³?

38. Розрахувати склад важкого цементного бетону класу С25 ($\sigma_6 = 30$ МПа). Бетон призначений для збірних залізобетонних виробів з негайною розпалубкою. Характеристика вихідних матеріалів: портландцемент марки 400 ($\sigma_{\text{ц}} = 42,5$ МПа, $\rho_{\text{ц}} = 3100$ кг/м³, $\rho_{\text{нц}} = 1320$ кг/м³); пісок кварцовий ($\rho_{\text{п}} = 2650$ кг/м³; $\rho_{\text{нп}} = 1450$ кг/м³; $M_{\text{к}} = 1,8$, $W_{\text{п}} = 7\%$); щебінь гранітний ($\rho_{\text{щ}} = 2600$ кг/м³; $\rho_{\text{нщ}} = 1450$ кг/м³; максимальна крупність $D_{\text{max}} = 20$ мм; $W_{\text{щ}} = 2\%$). Рухливість бетонної суміші 9-12 см.

39. Розрахувати склад важкого цементного бетону класу С25 ($\sigma_b = 30$ МПа) для виготовлення плит перекриттів агрегатно-поточним способом. Характеристика вихідних матеріалів: портландцемент марки 300 ($\sigma_{ц} = 32,3$ МПа; $\rho_{ц} = 3050$ кг/м³; $\rho_{нц} = 1300$ кг/м³); пісок кварцовий ($\rho_{п} = 2650$ кг/м³; $\rho_{нп} = 1430$ кг/м³; $M_k = 1,92$; $W_{п} = 4,6\%$); щебінь гранітний ($\rho_{щ} = 2620$ кг/м³; $\rho_{нщ} = 1460$ кг/м³; $D_{max} = 40$ мм; $W_{щ} = 2,5\%$). Рухливість бетонної суміші 1-2 см.

40. Підібрати склад конструкційно-теплоізоляційного керамзитобетону щільної структури класу С7,5 ($\sigma_b = 10$ МПа) із середньою густиною у сухому стані 1500 кг/м³. Характеристика вихідних матеріалів: портландцемент активністю 45,5 МПа; керамзитовий гравій із крупністю зерен 20 мм ($\rho_{нк} = 800$ кг/м³; міжзернова пустотність 0,42; середня густина зерен в цементному тісті $\rho_{нк}^{ц,г} = 1100$ кг/м³); керамзитовий пісок ($\rho_{нп} = 1600$ кг/м³). Жорсткість суміші 30-50 с. Умови твердіння – тепловолога обробка глухим паром.

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. Матеріалознавство: Підручник / За ред. проф. С.С. Дяченко. - Харків: ХНАДУ, 2007. - 440 с.
2. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
3. Геллер Ю.А. Материаловедение. – М.: Металлургия, 1989. – 455с.
4. Ржевская С.В. Материаловедение.– М.: МГГУ, 2000 г.
5. Гуляев А.Б. Металловедение. Учебник. – М.: Металлургия, 1986 г.
6. Методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт з Матеріалознавства. – Красноармійськ.: КП ДонНТУ, 2009р.
7. Методичні вказівки з оформлення та захисту студентських робіт/ Укл. О.О.Ісаєнков, Я.О. Ляшок. – Красноармійськ: КФ ДонНТУ, 2003. – 54с.
8. Горчаков Г. И. Строительные материалы М, Высшая школа, 1981.- 412 с.
9. Сиденко В. М., Грушко И. М. Основы научных исследований Харьков, Вища школа, 1979 200 с
10. Шестоперов С. В. Контроль качества бетона М, Высшая школа, 1981. 247с.
11. ДСТУ Б В.2.7- 61:2008. Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ).
12. ДСТУ Б В.2.7- 82:2010. Будівельні матеріали. В'яжучі гіпсові. Технічні умови.
13. ДСТУ Б В.2.7- 90:2011. Вапно будівельне. Технічні умови.
14. ДСТУ Б В.2.7- 46:2010. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови.
15. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Бетони. Правила контролю міцності.

ДОДАТКОВА

1. Журавлёв В.Н. Машиностроительные материалы. Справочник – М.: Машиностроение, 1991г.
3. Промышленные материалы. Алексеев Н.С., Карпов В.Т. – М.: ВШ, 1981. – 288с.

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 "МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО"

З ХХХХ 43 43.4 123 ІЗ

Виконав _____ І.І.Іванов
ст. групи ГС – 09з (дата) (підпис)
№ з.к.301123

Перевірів _____ О.І.Повзун
к.т.н., доц. кафедри ІМ (дата) (підпис)