

Дворкін Л.Й.

Львівський університет  
водного господарства  
та природокористування

# Будівельне матеріалознавство Construction materials

Навчально-довідковий посібник  
Reference book



КОНДОР



## ЗМІСТ CONTENTS

ПЕРЕДМОВА PREFACE .....	3
СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ STRUCTURE AND PROPERTIES OF BUILDING MATERIALS .....	5
1. Структура матеріалів. Загальні відомості Structure of materials. Overview .....	5
1.1. Кристалічна структура Cristalline structure .....	7
1.2. Аморфна структура Amorphous structure .....	12
1.3. Рентгенівські методи X-ray methods .....	13
1.4. Спектроскопічні методи Spectroscopic methods .....	14
1.5. Електронно-графічний аналіз і електронна мікроскопія Electron-diffraction analysis and electron microscopy .....	15
1.6. Дисперсні системи Disperse systems .....	16
1.7. Колоїдні системи Colloid systems .....	17
1.8. Адсорбція Adsorption .....	20
1.9. Поверхнево-активні речовини Surface-active substances .....	21
1.10. Коагуляційні структури Coagulation structures .....	22
1.11. Міцелярна структура Micellar structure .....	24
1.12. Порошки Powders .....	26
1.13. Суспензії та емульсії Suspensions and emulsions .....	27



1.15.	Піни Foams.....	29
1.16.	Наповнювачі Fillers .....	30
1.17.	Види пор Types of pores.....	31
1.18.	Макроструктура Macrostructure.....	33
1.19.	Тріщини Cracks.....	35
1.20.	Склад матеріалів Composition of materials .....	36
1.21.	Розчинення і гідратація Dissolution and hydration.....	38
1.22.	Полімеризація Polymerization.....	40
1.23.	Поліконденсація Polycondensation.....	42
1.24.	Кристалізація Crustallization .....	43
1.25.	Спінання Sintering.....	47
1.26.	Пружність Elasticity.....	49
1.27.	Релаксація Relaxation.....	52
1.28.	Пластичність Plasticity.....	53
1.29.	Реологічні властивості Reological properties.....	55
1.30.	Повзучість Creep.....	57
1.31.	Усадка Shrinkage.....	58
1.32.	Міцність Strength.....	59



1.33.	Твердість Hardness.....	62
1.34.	Стираність Abrasion.....	64
1.35.	Ударна міцність Impact strength.....	65
1.36.	Адгезія Adhesion.....	66
1.37.	Густина Density.....	67
1.38.	Питома поверхня і поверхнева енергія Specific surface and surface energy.....	68
1.39.	Пористість Porosity.....	70
1.40.	Гідрофільність та гідрофобність Hydrophilicity and hydrophobicity.....	72
1.41.	Гігроскопічність Hygroscopicity.....	73
1.42.	Капілярне всмоктування Capillary suction.....	74
1.43.	Водопоглинання та вологість Water absorption and humidity.....	75
1.44.	Водопроникність Water permeability.....	77
1.45.	Водостійкість Water resistance.....	78
1.46.	Морозостійкість Frost resistance.....	79
1.47.	Теплоємність Heat capacity.....	82
1.48.	Теплопровідність Heat conductance.....	83
1.49.	Теплове розширення Thermal expansion.....	86
1.50.	Термостійкість Thermal shock resistance.....	87



1.51.	Вогнетривкість Refractoriness.....	88
1.52.	Вогнестійкість Fire resistance.....	89
1.53.	Газопроникність Gas permeability.....	90
1.54.	Оптичні властивості (колір, блиск, прозорість) Optical properties (color, glitter, transparency) .....	92
1.55.	Звукопоглинання Sound absorption.....	94
1.56.	Електропровідність Conductivity.....	95
1.57.	Радіоактивність Radioactivity.....	96
1.58.	Радіаційна стійкість Radiation resistance.....	98
1.59.	Корозійна стійкість Corrosion resistance.....	100
1.60.	Втомленість Fatigue.....	104
2.	<b>ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ</b> <b>MAIN TECHNOLOGICAL PROCESSES .....</b>	<b>107</b>
2.1.	Класифікація технологічних процесів Classification of the technological processes.....	107
2.2.	Подрібнення Grinding.....	108
2.3.	Класифікація матеріалів за крупністю Grain-size classification.....	112
2.4.	Очищення газів від пилу Cleaning of gases from dust.....	115
2.5.	Змішування Mixing.....	119
2.6.	Пресування Pressing.....	121





2.7.	Формуванням литтям Shaping by casting.....	124
2.8.	Вібрування Vibration.....	125
2.9.	Сушіння Drying.....	129
2.10.	Випал Burning.....	133
2.11.	Плавлення Melting.....	136
2.12.	Тепловологісна обробка Steam curing.....	137
3.	ПРИРОДНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ. КЕРАМІКА.СКЛЮ NATURAL STONE MATERIALS. CERAMIC.GLASS....	142
3.1.	Природні кам'яні матеріали. Загальні відомості Natural stone materials. Overview.....	142
3.2.	Вивержені (магматичні) гірські породи Igneous (magmatic) rocks.....	144
3.3.	Осадкові гірські породи Sedimentary rocks.....	146
3.4.	Метаморфічні гірські породи Metamorphic rocks.....	148
3.5.	Основні види гірських порід як сировини для виробництва природних кам'яних матеріалів Main types of rocks as a raw for producing of natural stone materials.....	150
3.6.	Властивості гірських порід Rocks properties.....	154
3.7.	Підвищення довговічності природних кам'яних матеріалів Increased durability of natural stone materials.....	158
3.8.	Ґрунти як природні матеріали Soils as natural materials.....	161
3.9.	Бутовий камінь Rubble stone.....	164



3.10.	Облицювальні кам'яні вироби Facing stone products.....	165
3.11.	Стінові кам'яні вироби Walling stone products.....	167
3.12.	Природний камінь в дорожньому і гідротехнічному будівництві Natural stone in road and hydraulic construction .....	169
3.13.	Виробництво природних кам'яних матеріалів Production of natural stone materials.....	172
3.14.	Керамічні матеріали. Загальні відомості Ceramic materials. Overview .....	175
3.15.	Глини як сировина для керамічних матеріалів Clays as raw materials for ceramic .....	177
3.16.	Склади керамічних сумішей Composition of ceramic mixtures .....	180
3.17.	Основні способи виробництва керамічних виробів Main methods of ceramic products manufacture .....	182
3.18.	Стінові керамічні матеріали Masonry ceramic materials .....	184
3.19.	Керамічна черепиця Ceramics roof tile .....	188
3.20.	Облицювальні керамічні вироби Facings ceramics products .....	189
3.21.	Керамічні труби Ceramic pipes .....	192
3.22.	Вогнетривка та кислототривка кераміка Refractory and acid-proof ceramics .....	193
3.23.	Скло і склокристалічні матеріали. Загальні відомості Glass and glass-ceramic materials. Overview .....	195
3.24.	Склоподібний стан Glass state .....	197
3.25.	Склад будівельного скла Composition of building glass .....	199
3.26.	Властивості скла	201



Properties of glass .....	
3.27. Технологія виготовлення скла Technology of glass manufacture .....	203
3.28. Листове скло та склопакети Sheet glass and glass packs .....	206
3.29. Спеціальні види листового скла Special types of glass .....	209
3.30. Склоблоки, склопрофіліт, скляні труби Glass blocks, structural glass, glass pipes .....	212
3.30. Облицювальні скляні вироби Facing glass products .....	215
3.32. Скловолокнисті матеріали Glass-fibre materials .....	217
3.33. Склокристалічні матеріали Glass crystalline materials .....	218
3.34. Шлакоситали Slagceramics .....	220
3.35. Кам'яне та шлакове литво Stone and slag casting .....	223
4. МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ METALLIC MATERIALS .....	225
4.1. Металеві матеріали у будівництві. Загальні відомості Metallic materials in construction. Overview .....	225
4.2. Чавуни Cast irons .....	227
4.3. Спеціальні види чавунів Special types of cast irons .....	229
4.4. Склад сталі Steel composition .....	231
4.5. Вуглецеві сталі Carbon steels .....	233
4.6. Леговані сталі Alloy steels .....	237
4.7. Сплави з кольорових металів Nonferrous metals alloys .....	240





4.8.	Структурні компоненти сплавів заліза з вуглецем Structure components of alloys of iron with carbon .....	241
4.9.	Діаграма залізо-цементит Diagram of iron-cementite .....	243
4.10.	Доменний процес Blast-furnace process .....	246
4.11.	Мартенівський і конверторний способи виплавлення сталі Open-hearth and converter method of steel smelting .....	248
4.12.	Електроплавильний спосіб. Електрошлакове та плазменно-променеве переплавлення Electro-smelting method. Electroslag and plasma-arc and electron-beam remelting .....	249
4.13.	Термічна обробка металів Heat treatment of metals .....	252
4.14.	Термомеханічна і хіміко-термічна обробка металів The thermomechanical and thermochemical treatment of metals .....	255
4.15.	Обробка металів тиском Metal forming .....	257
4.16.	Сортова та листовая сталь Steel shape and sheet steel .....	259
4.17.	Арматурний прокат Reinforcing bar .....	262
4.18.	Металеві труби Metal pipes .....	264
4.19.	Корозія металів Corrosion of metals .....	265
4.20.	Захист металів від корозії Protection of metals against corrosion .....	268
5.	МІНЕРАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ MINERAL BINDERS .....	272
5.1.	Мінеральні в'язучі речовини. Загальні відомості Mineral binders. Overview .....	272
5.2.	Основні види гіпсових в'язучих Main types of gypsum binders .....	274



5.3.	Основні властивості гіпсових в'язучих Main properties of gypsum binders .....	277
5.4.	Повітряне вапно Air – setting lime .....	279
5.5.	Гашення вапна Slaking of lime .....	283
5.6.	Тверднення вапна Lime hardening .....	285
5.7.	Розчинне та рідке скло Soluble and liquid glass .....	287
5.8.	Кислототривкі цементи Acid-proof cements .....	289
5.9.	Магнезійні в'язучі Magnesia binders .....	290
5.10.	Гідравлічне вапно Hydraulic lime .....	291
5.11.	Гідравлічні вапновміщуючі в'язучі Hydraulic lime containing binders .....	293
5.12.	Типи портландцементів загальнобудівельного призначення Portland cement types of the common designation .....	295
5.13.	Портландцементний клінкер. Способи виробництва Portland cement clinker. Methods of clinker production .....	296
5.14.	Випал цементного клінкеру Burning of cement clinker .....	299
5.15.	Помел цементу Milling of cement .....	301
5.16.	Мінералогічний склад портландцементного клінкеру Mineralogical composition of portland cement clinker .....	303
5.17.	Нормальна густота і строки тужавлення цементу Normal consistency and time of cement setting .....	306
5.18.	Міцність цементу Strength of cement .....	308
5.19.	Гідратація та тверднення портландцементу Hydration and hardening of Portland cement .....	311
5.20.	Швидкотверднучі та надміцні цементи	314



	Рapid hardening and high-strength cements .....	
5.21.	Сульфатостійкі портландцементи Sulfate-resistant Portland cements .....	317
5.22.	Шлакопортландцементи Blastfurnace cements .....	318
5.23.	Пуцолановий портландцемент Pozzolanic Portland cement .....	320
5.24.	Цементи з добавками ПАР Cements with admixtures of SAS .....	322
5.25.	Розширні та напружуючі цементы Extended and straining cements .....	325
5.26.	Глиноземистий цемент Alumina cement .....	327
6.	МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ МІНЕРАЛЬНИХ В'ЯЖУЧИХ MATERIALS BASED ON MINERAL BINDERS .....	330
6.1.	Цементні бетони. Загальні відомості Cement-based concrete. Overview .....	330
6.2.	Дрібний заповнювач бетонів Fine aggregate of concrete .....	332
6.3.	Крупний заповнювач бетону Coarse aggregate of concrete .....	336
6.4.	Пористі заповнювачі Porous aggregates .....	340
6.5.	Добавки до бетонів. Класифікація Additives for concrete. Classification .....	341
6.6.	Хімічні добавки в бетони Chemical additives for concrete .....	345
6.7.	Дисперсні мінеральні добавки Dispersible mineral additives .....	347
6.8.	Технологія бетонних сумішей Concrete mixtures technology .....	350
6.9.	Легкоукладальність бетонних сумішей Workability of concrete mixtures .....	354
6.10.	Водовміст бетонної суміші Water content of concrete mixtures .....	357



6.11.	Ущільнення і формування бетонних виробів вібраційними методами Compacting and forming of concrete products by vibration methods .....	359
6.12.	Невібраційні методи ущільнення бетонних сумішей Vibration- free methods of concrete mixtures compaction ...	362
6.13.	Структура бетону Structure of concrete .....	364
6.14.	Міцність бетону Concrete strength .....	367
6.15.	Неруйнівні методи визначення міцності бетону Non-destructive methods for control of concrete strength ...	372
6.16.	Закон водоцементного відношення Law of water-cement ratio .....	374
6.17.	Тверднення бетону і вплив температурного фактору Hardening of concrete and influence of temperature factor ...	376
6.18.	Екзотермія бетону Exotherm of concrete .....	378
6.19.	Способи зимового бетонування Methods of winter concreting .....	380
6.20.	Морозостійкість бетону Frost resistance of concrete .....	383
6.21.	Водонепроникність бетону Water impermeability of concrete .....	385
6.22.	Деформативні властивості бетону Deformation properties of concrete .....	387
6.23.	Корозія бетону Corrosion of concrete .....	390
6.24.	Проектування складів бетону. Основні завдання і методи Desing concrete mixtures. Main tasks .....	392
6.25.	Визначення цементно-водного (Ц/В) або водоцементного (В/Ц) відношення Determination of the cement-water (C/W) or the water- cement (W/C) ratio .....	394



6.26.	Розрахунок витрат основних компонентів бетонної суміші Calculation of main components content in the concrete mixture .....	397
6.27.	Дрібнозернисті та крупнопористі бетони Fine grain and macroporous concrete.....	401
6.28.	Легкі бетони на пористих заповнювачах Lightweight concretes on porous aggregates.....	403
6.29.	Ніздрюваті бетони Cellular concretes .....	405
6.30.	Гідротехнічний бетон Hydraulic concrete .....	409
6.31.	Дорожній бетон Road concrete .....	412
6.32.	Литі і самоущільнювальні бетони Cast and self-compacting concretes .....	413
6.33.	Високоміцні бетони High strength concretes .....	415
6.34.	Жаростійкі бетони Heat-resistant concrete .....	418
6.35.	Декоративні бетони Decorative concretes .....	421
6.36.	Електротехнічні бетони Electrotechnical concrete .....	422
6.37.	Особливо важкі і гідратні бетони Extra-heave-weight and hydrated concrete.....	425
6.38.	Радіаційностійкі бетони Radiation resistant concretes .....	427
6.39.	Фібробетони Fiber concretes .....	428
6.40.	Бетони на безклінкерних в'язучих матеріалах Concrete based on non-clinker binders .....	430
6.41.	Будівельні розчини і сухі суміші Building mortars and dry mixtures. Overview .....	433
6.42.	Приготування будівельних розчинів	435



Technology of building mortars .....	
6.43. Властивості розчинових сумішей Properties of mortar mixtures .....	437
6.44. Міцність розчинів Strength of mortars .....	439
6.45. Кладочні розчини Masonry mortars .....	441
6.46. Штукатурні розчини Plaster mortars .....	444
6.47. Декоративні розчини Decorative mortars .....	446
6.48. Спеціальні розчини Special mortars .....	448
6.49. В'язучі і наповнювачі сухих будівельних сумішей Binders and fillers for dry building mixtures .....	451
6.50. Добавки–модифікатори сухих сумішей Additives–modifiers of dry mixtures .....	452
6.51. Залізобетон. Загальні відомості Reinforced concrete. Overview.....	455
6.52. Види арматури Types of reinforcement .....	458
6.53. Способи армування залізобетону Reinforcing methods .....	461
6.54. Способи попереднього напруження арматури Methods of reinforcement prestressing.....	464
6.55. Способи виробництва залізобетонних виробів Methods of production reinforced concrete products.....	466
6.56. Шляхи економії цементу Ways of cement saving .....	469
6.57. Шляхи економії палива Ways of fuel saving .....	472
6.58. Азбестоцементні вироби Asbestos-cement products .....	474
6.59. Матеріали автоклавного тверднення Materials of autoclave hardening.....	478





6.60.	Гіпсові вироби Gypsum products .....	480
7.	ОРГАНІЧНІ МАТЕРІАЛИ ORGANIC MATERIALS .....	483
7.1.	Будівельні матеріали з деревини. Загальні відомості Building materials from wood. Overview .....	483
7.2.	Склад деревини Composition of wood .....	485
7.3.	Структура деревини Structure of wood .....	487
7.4.	Вади деревини Defects of wood .....	490
7.5.	Вологість та вологісні деформації деревини Humidity and moisture deformation of wood .....	493
7.6.	Теплові властивості та густина деревини Thermal properties and density of wood .....	498
7.7.	Механічні властивості деревини Mechanical properties of wood .....	500
7.8.	Стійкість деревини Resistance of wood .....	504
7.9.	Лісо- і пиломатеріали Timber and sawn timber .....	506
7.10.	Вироби з деревини Wooden products .....	510
7.11.	Клеєна деревина Glued wood .....	512
7.12.	Деревно-волокнисті і деревно-стружкові плити Cane fiber boards and resin bonded chipboards .....	515
7.13.	Матеріали на основі деревини і мінеральних в'язучих Materials based on wood and mineral binders .....	517
7.14.	Бітумні та дьогтеві в'язучі. Склад і структура Bitumens and tar binders. Composition and structure .....	520
7.15.	Якісні показники бітумів і дьогтів Qualitative parameters bitumen and tars .....	522
7.16.	Водо- та корозійна стійкість бітумів та дьогтів	524



	Water- and corrosion resistance of bitumen and tars .....	
7.17.	Види нафтових бітумів Types of oil bitumen .....	525
7.18.	Види дьогтів Types of tars .....	528
7.19.	Бітумні і дьогтеві емульсії і пасти Bitumen and tar emulsions and pastes .....	530
7.20.	Композиційні бітумні і дьогтеві в'язучі Composite bitumen and tar binders .....	532
7.21.	Асфальтові мастики Asphalt mastics .....	534
7.22.	Асфальтові бетони. Загальні відомості Asphalt concrete. Overview .....	537
7.23.	Склад асфальтобетонної суміші The composition of asphalt concrete mixture .....	538
7.24.	Властивості асфальтобетону та його виробництва Properties and producing of asphalt concrete .....	542
7.25.	Рулонні матеріали Roll materials .....	546
7.26.	Полімерні матеріали. Загальні відомості Polymer materials. Overview .....	549
7.27.	Синтетичні полімери Synthetic polymers .....	551
7.28.	Властивості синтетичних полімерів Properties of synthetic polymers.....	554
7.29.	Наповнювачі, пластифікатори та стабілізатори пластмас Fillers, plasticizers, stabilizers of plastics .....	557
7.30.	Фізичні властивості пластмас Physical properties of plastics .....	559
7.31.	Механічні властивості пластмас, їх деформативність Mechanical properties and deformability of plastics .....	561
7.32.	Стійкість і деструкція пластмас Resistance and destruction of plastics .....	564
7.33.	Конструкційні пластмаси	567



Structural plastics .....	
7.34. Пластмаси для підлог Floor plastics .....	571
7.35. Пластмаси для оздоблення стін Plastics for wall facing .....	573
7.36. Полімерні плівки Polymer films .....	575
7.37. Клеї та мастики Glues and mastics .....	578
7.38. Герметики Sealants .....	580
7.39. Пластмасові труби Plastic pipes .....	582
7.40. Полімербетони Polymer concretes .....	584
7.41. Ніздрюваті пластмаси Cellular plastics .....	587
7.42. Лакофарбові матеріали Varnishes and paints .....	590
Література References .....	593
Предметний покажчик Index .....	596