

Вінницький національний технічний університет

(повна назва університету)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повна назва факультету)

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри)

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Армовані кам'яні вироби для оздоблення фасадів будівель

Виконав: студент 2 курсу,
групи БМ-21 мз спеціальності
192 Будівництво та цивільна
Інженерія

Хомечук О. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц.

(вчений ступінь, посада)

Христич О. В.

(прізвище та ініціали)

« 15 »

06

2023 р.

Опонент:

к.т.н., доц.

(вчений ступінь, посада)

Степанова Н. Д.

(прізвище та ініціали)

« 16 »

06

2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

В. В. Шваци

(прізвище та ініціали)

« 16 » 06 2023 року

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Напрямок підготовки 19 Архітектура та будівництво
(спеціалізація)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(спеціалізація)
Освітньо-професійна програма Міське будівництво та господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ
завдувач кафедри ІМГА
Швеш В. В.
2023 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Христюку Олега Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Архитектурні кам'яні виробы для оздоблення фасадів будівель
кваліфікаційна робота к.т.н. доц. Христюк Олег Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « » 2023 року №

2. Строк подання студентом роботи « » 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: Фрагменти проєкту будівництва житлового будинку, фрагменти ситуативного плану. Нормативна література

4. Зміст текстової частини: Вступ. Розділ 1. Аналітичні дослідження будівельних виробів з природних кам'яних матеріалів.

Розділ 2. Технології виготовлення будівельних виробів з природних кам'яних матеріалів.

Розділ 3. Розробка і дослідження технологічних рішень з виготовлення армованих будівельних виробів з використанням кам'яних природних матеріалів.

Розділ 4. Технічна частина (архітектурно-будівельні рішення, технології будівельного виробництва)

Розділ 5. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.


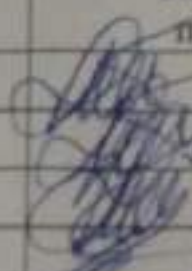
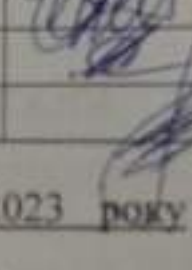
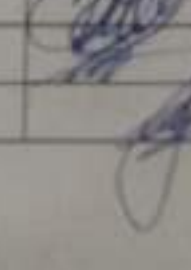
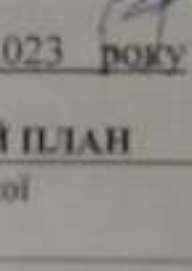
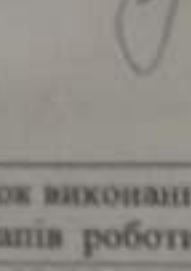


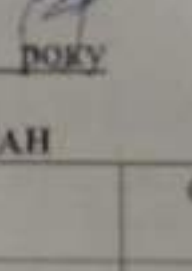
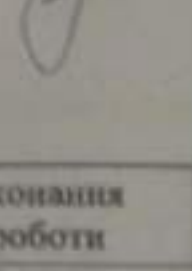
Розділ 6. Економічна частина (техніко-економічне порівняння варіантів оздоблювальних конструкцій зовнішніх стін з фасаду будівлі).

Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Науково-дослідна частина (розділи 1-3) – 5 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)
2. Архітектурно-будівельні рішення – 6 арк. (План підвалу; план першого поверху; план покрівлі; фасад в осях 1-13; фасад в осях В-А; розріз 1-1, вузли)
3. Технологія будівельного виробництва – 1 арк. (Технологічна карта на оздоблення фасаду)

1. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
1	Христич О.В. доц., к.т.н.		
2	Христич О.В., доц., к.т.н.		
3,4	Христич О.В., доц., к.т.н.		
4	Кобилянська І.М., доц., к.пед.н.		
5	Сердюк Т.В., к.е.н. доц.		

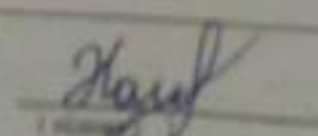
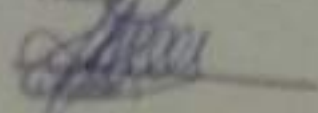
2. Дата видачі завдання _____ 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Г
1	Складання вступу до МКР	01.02-06.02.23	
2	Науково-дослідна частина	07.02-12.03.23	
3	Містобудівні та архітектурно-будівельні рішення	13.03-09.04.23	
4	Організаційно-технологічні рішення	10.04-15.04.23	
5	Подання роботи на перевірку на плагіат	16.04-23.04.23	
6	Охорона праці та цивільний захист	23.04-29.04.23	
7	Економічна частина	30.04-05.05.23	
8	Оформлення МКР	06.05-14.05.23	
9	Подання МКР на кафедру для перевірки	15.05-20.05.23	
10	Попередній захист	29.05-31.05.23	
11	Опонування	29.05-03.06.23	

Студент

Керівник роботи

Хомечук О.В.

Христич О.В.

АНОТАЦІЯ

УДК 622.35:624.012

Хоменчук О.В. Арморовані кам'яні вироби для оздоблення фасадів будівель. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Міське будівництво та господарство». Вінниця: ВНТУ, 2023. – 152 с.

На укр. мові . Бібліогр.: 36 назви; рис. 23; таблиця 34.

У роботі розглянуто властивості та переваги основних декоративних порід, що видобуваються в Україні. Проаналізовано технологію виробництва будівельних виробів з природнього каменю. Проаналізовано відомі способи армування природнього каменю. Розроблено технологічні схеми армування блоків та плит природнього каменю. Знайдено залежність мінімальної відстані від поверхні виробу до отвору з суміщу, що сама розширюється. Знайдено залежності мінімально допустимої плити, армованої композитним матеріалом, що виготовлена з різних гірських порід. Підраховано мінімально допустимої товщини таких плит при застосуванні в якості будівельного матеріалу. Розглянуті питання архітектурно-планувальних рішень стосовно зведення зовнішнього оздоблення за допомогою плит армованих композитними матеріалами, виконано, розділ охорони праці та проведено економічне порівняння варіантів зовнішнього оздоблення фасаду.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 12 аркушів графічної частини. Ключові слова: камінь, фасад, оздоблення, армування.

ABSTRACT

Khomenchuk O.V. Reinforced stone products for decoration of building facades. Master's qualification work on specialty 192 - "Construction and civil engineering", educational program - "Urban construction and economy". Vinnytsia: VNTU, 2023. – 152p.

In Ukrainian language Bibliography: 36 titles; Fig. 23; table 34.

The work examines the properties and advantages of the main decorative rocks mined in Ukraine. The technology of production of construction products from natural stone is analyzed. Known methods of natural stone reinforcement are analyzed. Technological schemes of reinforcement of blocks and slabs of natural stone have been developed. The dependence of the minimum distance from the surface of the product to the hole from the self-expanding mixture was found. The dependencies of the minimum permissible slab reinforced with composite material, made of different rocks, were found. The minimum permissible thickness of such plates when used as a building material is calculated. The issues of architectural and planning solutions related to the erection of exterior decoration using slabs reinforced with composite materials were considered, the section on labor protection was performed, and an economic comparison of options for exterior decoration of the facade was carried out.

The master's qualification work contains 12 sheets of the graphic part. Key words: stone, facade, decoration, reinforcement.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
Розділ 1. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ З ПРИРОДНИХ КАМ'ЯНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	12
1.1 Характеристика порід для виготовлення будівельних виробів.....	13
1.2 Лицювальні виробів з природних кам'яних матеріалів.....	41
1.3 Блоки та стінові камені з природнього каменю. Характеристики і область використання.....	44
Висновки по розділу 1.....	46
Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ З ПРИРОДНИХ КАМ'ЯНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	48
2.1 Технологія видобування стінового каменю.....	52
2.2 Технології виготовлення облицювальних плит з твердих гірських порід.....	64
2.2.1 Розпилювання блоків твердих гірських порід.....	64
2.2.2 Фактурна обробка твердих порід.....	72
2.2.3 Окантовка виробів.....	80
2.3 Технології виготовлення облицювальних плит з м'яких та середньої твердості гірських порід.....	85
2.3.1 Розпилювання блоків м'яких та середньої твердості порід....	85
2.3.2 Окантовка виробів.....	89
2.3.3 Фактурна обробка.....	90
Висновки по розділу 2.....	92
Розділ 3. РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ З ВИГОТОВЛЕННЯ АРМОВАНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КАМ'ЯНИХ ПРИРОДНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	94
3.1 Обґрунтування і розрахунок варіантів армування будівельних виробів з кам'яних матеріалів.....	95
3.2 Будівельні вироби з кам'яних матеріалів армовані сталлю арматурою. Характеристики і область використання.....	105
3.3 Будівельні вироби з кам'яних матеріалів, армовані композитною арматурою. Характеристики і область використання.....	109
Висновки по розділу 3.....	116
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	116
4.1 Архітектурно-будівельні рішення.....	116
4.1.1 Загальний опис об'єкту проектування.....	116
4.1.2 Рішення генплану.....	116
4.1.3 Об'ємно-планувальне рішення.....	117
4.1.4 Конструктивні рішення.....	118
4.1.5 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....	121
4.1.6 Інженерне обладнання.....	122
4.2 Технологічна частина.....	123
4.2.1 Загальні положення з оздоблення фасаду.....	123
4.2.2 Влаштування зовнішнього оздоблення.....	126
4.2.3 Пошарова специфікація системи вентиляованого фасаду і середні витрати матеріалів на м ² поверхні фасаду.....	129

Висновки по розділу 4.....	130
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	131
5.1 Вихідні дані.....	131
5.2 Розрахунок кошторисного прибутку.....	131
5.3 Техніко-економічні показники по об'єкту.....	133
Висновки до розділу 5.....	133
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	135
6.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи.....	136
6.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	139
6.2.1 Мікроклімат.....	139
6.2.2 Склад повітря робочої зони.....	140
6.2.3 Виробниче освітлення.....	140
6.2.4 Виробничий шум.....	142
6.2.5 Виробничі вібрації.....	143
Висновки до розділу 6.....	144
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	145
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	147
ДОДАТКИ	
Додаток А Протокол перевірки кваліфікаційної роботи	152
Додаток Б Локальні кошториси на зовнішнє оздоблення	153
Додаток В. Відомість графічної частини.....	155

ВСТУП

Застосування каменю у будівництві є фундаментальним принципом забезпечення довговічності та надійності будівель та споруд, який завжди пов'язаний з будівництвом або реконструкцією інфраструктури населених пунктів, а також об'єктів промисловості, в будь-які періоди економіки, чи то зростання, чи то падіння. У першому випадку зростає потреба у матеріальних ресурсах, яка призводить до зростання цін на них, у другому – зменшується споживча здатність учасників ринку. Окрім того, специфіка споживання будівельних матеріалів під час таких коливань вимагає простого і гнучкого способу виробництва.

Складні і громіздкі технології виробництва будівельних матеріалів негативно впливають на їх вартість. Отже вартість будівельних матеріалів за умови збереження або навіть покращення певної їхньої якості - це основний критерій за яким слід аналізувати різні технології їхнього виготовлення для підвищення ефективності будівництва.

Серед різноманіття будівельних виробів, які використовуються для оздоблення елементів будівель, значна увага приділяється природним матеріалам. З давніх часів відомо, що використання виробів з кам'яних порід для зведення об'єктів нерухомості є фундаментальним принципом забезпечення довговічності, естетичної привабливості, екологічності та надійності будівель і споруд.

Технологічні рішення з використання природних кам'яних матеріалів завжди були пов'язані з будівництвом або реконструкцією інфраструктури населених пунктів, а також об'єктів промисловості, в будь-які періоди економіки, чи то зростання, чи то падіння. У першому випадку зростає потреба у матеріальних ресурсах, яка призводить до зростання цін на них, у другому – зменшується споживча здатність учасників ринку. Окрім того, специфіка споживання будівельних матеріалів під час таких коливань вимагає простого і гнучкого способу виробництва.

Бетон та залізобетон широко застосовуються як конструкційні матеріали

при влаштуванні основ, фундаментів, каркасів, стін та перекриттів, і в більшості випадків йому важко знайти заміну. Технологія виготовлення бетону починається з видобутку природнього каменю і має певні недоліки: послаблення шматків гірських порід і подорожчання кінцевого продукту внаслідок металоємності та багатоступеневості циклів переробки, збагачення сировини та її транспортування.

Актуальність теми.

Існуючі традиційні технології виготовлення штучних будівельних виробів на підприємствах виробничої бази будівельної галузі є складними, громіздкими і досить енергозатратними, що в свою чергу негативно впливає на вартість продукції підприємств і як наслідок на вартість самих будівель та споруд. Найбільш популярні в будівельній практиці бетони та залізобетон широко застосовуються як конструкційні матеріали при влаштуванні основ, фундаментів, каркасів, несівних стін та перекриттів, тому в більшості випадків важко знайти альтернативу таким композитам. Разом з тим слід приймати до уваги, що технологія виготовлення бетону передбачає видобуток крупних заповнювачів з використання динамічних і механічних впливів, що призводить до появи макро – і мікроруйнівних дефектів з послабленням механічної стійкості отриманих шматків гірських порід. Вагомою складовою частиною у загальній собівартості таких заповнювачів є значна металоємність та технологічні потреби в багатоступеневості циклів переробки цих природних ресурсів.

Для окремих районів України застосування штучного композитного каменю є одним з актуальних напрямків виготовлення збірних будівельних конструкцій. Разом з тим, для Центральної і Західної України, де присутня велика кількість родовищ природнього каменю, застосування будівельних виробів з природного каменю є одним із перспективних напрямків розвитку підприємств виробничої бази. Тобто забезпечує уникнення недоліків, пов'язаних з виробництвом бетонних і залізобетонних виробів і сприятиме зменшенню вартості будівельництва в цілому.

Мета – обґрунтування доцільності використання армованих кам'яних

матеріалів у будівництві і оцінка ефективності використання армованих будівельних виробів для зовнішнього оздоблення будівель та споруд.

Задачі дослідження:

- вивчити ринок декоративного природнього каміння, асортимент будівельних виробів з нього, і оцінити перспективи застосування у будівництві;
- вивчити технологію виготовлення будівельних виробів з природнього каменю і визначити найбільш перспективні напрямки вдосконалення з метою виробництва армованих виробів для зовнішнього оздоблення будівель та споруд;
- вивчити відомі способи армування природнього каменю і розробити найбільш відповідні схеми армування виробів для зовнішнього оздоблення будівель та споруд;
- охарактеризувати вироби для зовнішнього оздоблення будівель та споруд;
- розробити технологічні рішення з використання виробів для зовнішнього оздоблення будівель та споруд.

Об'єкт дослідження – армовані кам'яні вироби для зовнішнього оздоблення будівель та споруд.

Предмет дослідження – способи армування кам'яних виробів у вигляді облицювальних плит.

Методи дослідження

Систематизація, узагальнення та аналіз літературних джерел. Синтез нових рішень, аналітично-математичне, графічне моделювання, метод зіставлення та еквівалентного моделювання.

Наукова новизна: знайдено залежності мінімальної відстані від поверхні виробу до внутрішнього отвору зі суміщу, що сама розширюється,

мінімальної допустимої товщини облицювальних плит армованих композитним матеріалом та товщини таких плит при використанні у якості облицювальних плит для зовнішнього оздоблення.

Практична цінність роботи – запропоновано застосування існуючої системи вентилязованого фасаду для оздоблення будівель та споруд плитами з

природного каменю армованих композитним матеріалом і дана економічна оцінка.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні теоретичних досліджень, синтезуванні нових рішень щодо способів вдосконалення виробництва армованих будівельних виробів різною арматурою, моделюванні і встановленні залежностей мінімальної відстані від поверхні виробу до внутрішнього отвору зі суміщу, що сама розширюється, мінімальної допустимої товщини облицювальних плит армованих композитним матеріалом та товщини таких плит при використанні у якості облицювальних плит для зовнішнього оздоблення і розробці технологічних рішень з їх монтажу.

Публікації.

1. Хоменчук О.В., Остафійчук Н.М., Колодій М.А., Скиба Г.В. Перспективи використання природнього блочного каменю в якості несучої будівельної конструкції. Вісті Донецького гірничого інституту. 2021. №2 (49).С. 60-67.

2. Пат. №150875 Україна, МПК С04В 30/02(2006.01), Е21D 11/10 (2006.01) Спосіб армування набризгбетону/ Хоменчук О. В., Котенко В. В., Башинський С.І., Скиба Г. В., Колодій М.А., Остафійчук Н. М. - № у 2021 05596; заявл. 04.10.2021; опубл. 04.05.2022, Бюл. №18.

3. Хоменчук О.В. Армовані кам'яні вироби для оздоблення фасадів будівель / Матеріали ІІ Науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2023) (НТКП ВНТУ), 20 червня 2023 року. Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 20230. – Режим доступу <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/18961>.

Розділ 1. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ З ПРИРОДНИХ КАМ'ЯНИХ МАТЕРІАЛІВ

Сучасна каменеобробна промисловість пропонує досить широку номенклатуру будівельних виробів з природного облицювального каменю [1]. На рис.1.1 запропоновано класифікацію будівельних виробів з природного облицювального каменю, згідно з якою вона підрозділяється на три основних класи.

Архітектурно-будівельні та облицювальні вироби є найбільш поширеним класом кам'яної продукції. Вони застосовуються в установленому порядку для оздоблення будівель та споруд і до них пред'являються високі архітектурні або спеціальні вимоги, а також вони мають монументальний характер.

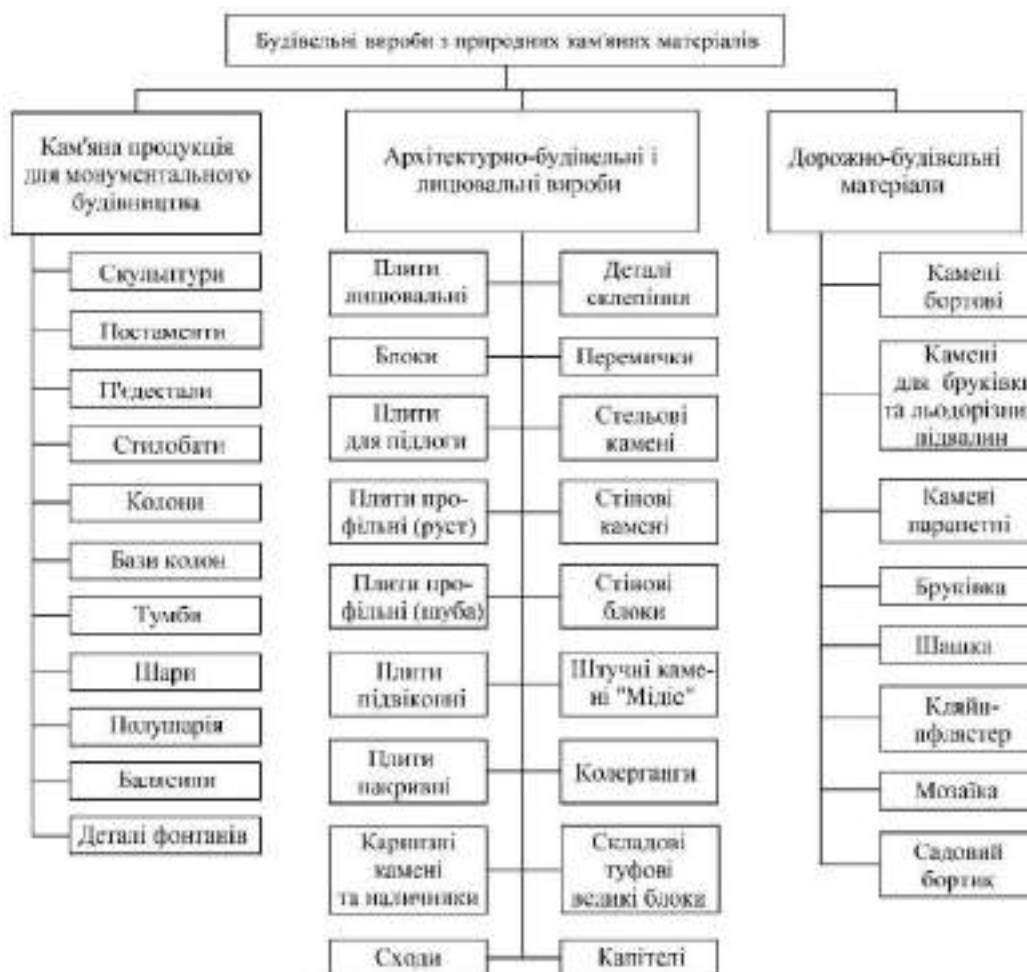


Рисунок 1.1 – Класифікація будівельних виробів з природних кам'яних матеріалів

Завдяки високим фізико-механічним властивостям, довговічності й декоративності природний камінь широко застосовується як ефективний стіновий та лицевальний матеріал. До таких властивостей вапняків, мармурів, туфів та подібних їм гірських порід належать легкість обробки, гарні теплотехнічні властивості, мала густина, достатня міцність, економічність виробництва та стійкість, а також декоративність.

Природні лицевальні камені є незамінним матеріалом для облицювання фасадів і внутрішніх приміщень будівель і споруд через їхню красоту і монументальність. Це також є вагомим при виготовленні архітектурно-будівельних деталей та скульптур. Найвищим вимогам архітектури відповідають такі гірські породи, як кварцит, граніт, мармур, габро, лабрадорит.

Личевальні матеріали і вироби з гранітів, габро і кварцитів характеризуються високою стійкістю й довговічністю. До них відносяться такі будівельні матеріали, як плити, блоки, русти, карнизи, колони, сходи, підвіконня, бортовий камінь тощо.

1.1 Характеристика порід для виготовлення будівельних виробів

До інтрузивних порід належать такі магматичні породи, як граніт, порфіри, діорити, гранодіорити, лабрадорити, габро, анортозити, габро-монціоніти, сієніти. Найціннішим облицувальним каменем є граніт.

Він широко використовується для зовнішнього та внутрішнього облицювання будівель та споруд, у монументальному будівництві, для виготовлення п'єдесталів, стелобатів, постаментів пам'ятників, для виробництва технічних (вали, вальці, поди, жорна,

бігуни, ковзанки) та різних архітектурних виробів.



Граніт (від латинського слова опіт-зерно) являє собою повнокристалічну інтрузивну або рідше метасоматичну кислу світлозабарвлену гірську породу [1], що складається на 60-70 % з польового шпату, на 30-40% з кварцу. Вміст темнокольорових мінералів у граніті не перевищує 10 % за


обсягом. Другорядні мінерали: мусковіт, біотит, літієві слюди, турмалін, егірін, лужні амфібіоли, рогова обманка, топаз, гранат. Акцесорні мінерали - сфен, ільменіт, ортит, апатит, циркон. Текстура породи масивна. Структура граніту гіподіоморфнозерниста, яку часто називають просто гранітна.

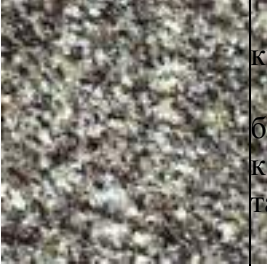

Згідно класифікації професора І.С. Солонінко всі облицювальні граніти України за схожістю кольору і текстурно- структурними особливостями поділяються на три [2]:

1) сірі (від світло – до темно-сірих) граніти середньо- і дрібнозернисті, порфіроподібні (Богуславське, Гніванське, Жежелівське, Корнинське, Коростишівське, Кудашівське, Трикратненське, Янцевське та інші родовища, основні данні про які представлено у табл. 1.1.).

Таблиця 1.1 – Сірі граніти першої групи

Фотографія зразка, назва торгової марки	Основні відомості з розташування родовища, фізико-механічних властивостей, вартості та області застосування породи
Жежелівське родовище граніту	
 <i>Cardinal Grey</i>	<p>«Розташоване у Вінницькій обл. на віддалі 2 км на південний захід від залізничної станції Глуховець. Граніт середньозернистий, іноді нерівномірнозернистий з виділенням значно крупніших вкраплень польових шпатів і скупчень гранату. Колір граніту темно-сірий. Торгова марка: Cardinal Grey.</p> <p>Фізико-механічні властивості граніту цього родовища: щільність 2,65 г/см³, водопоглинання 0,12-0,51 %, пористість 0,4-1 %, стираємість 0,17- 1,3, межа міцності при стисненні 130-150 МПа. Вихід блоків з гірської маси 13-20 %.</p> <p>Граніт використовується для облицювання колон, цоколів і інших частин будівель, для виготовлення сідців і настилу підлоги у місцях з інтенсивним рухом людей.</p> <p>З жежелівського граніту й Москві зроблені сідці Мавзолею Леніна, облицьовані набережні Москви-ріки.</p> <p>Вартість блоків (долл./м³): I категорія – 340, II – 220-320, III – 170.</p> <p>IV-a – 100, вартість плит 28-98 долл./м²» [2].</p>
Корнинське родовище граніту	
 <i>Leopard</i>	<p>«Родовище розташоване в Житомирській області на віддалі 3 км на північний захід від залізничної станції Корнин.</p> <p>Мінералогічний склад граніту цього родовища: біотит 3-25 %, кварц 10-35 %.</p> <p>Граніт середньозернистий, порфіроподібний, сірий і рожево-сірий. Торговельні марки: Leopard, Salmon Pearl.</p> <p>Фізико-механічні властивості граніту: щільність – 2,65-2,79 г/см³, водопоглинання 0,01-0,6 %, стираємість 0,2-0,9 г/см², пористість 0,4- 3,3 %, морозостійкість – 50 циклів, міцність при стисненні 120-</p>



	160 МПа».
	<p>«Граніт характеризується винятковою монолітністю – тут був видобутий блок розмірами 10,5×3,6×2,8 м. Вихід блоків з гірської маси – 40 %.</p> <p>Граніт використовується для виробництва постаментів під пам'ятники і монументи, для облицювання елементів будівель, для настилу підлоги, виготовлення сходиць в місцях з інтенсивним рухом людей.</p> <p>Вартість блоків цього граніту складає (долл./м³): I категорія – 380, II – 260-360, III – 210, IV – 125» [2].</p>
Кудашівське родовище граніту	
	<p>«Родовище знаходиться в Дніпропетровській області на віддалі 9 км на схід від залізничної станції Кудашівка та 0,2 км на південний захід від с. Скелеватка.</p> <p>Граніт дрібно- і середньозернистий, сірий. Гранітні масиви характеризуються рідкою тріщинуватістю, яка дозволяє видобувати великі блоки – до 25 м і більше.</p> <p>Мінеральний склад: мікроклін 20-60 %, плагіоклаз 30-40 %, кварц 25-30 %, біотит 6-10 %.</p> <p>Фізико-механічні властивості граніту цього родовища: щільність 2,69 г/см³, водопоглинання 0,3-0,52 %, стираємість 0,2-0,4 г/см², пористість 0,75-2,45 %, межа міцності при стисненні 100-140 МПа. Вихід блоків з гірської маси – 30 %. Граніт добре колеться і полірується до дзеркального блиску.</p> <p>Граніт використовується для виготовлення постаментів під пам'ятники і монументи, для мостового опор і облицювання набережних і будинків.</p> <p>Вартість блоків складає (долл./м³): I категорія – 360, II – 240-340, III – 190, IV-а – 115, вартість плит – 29-40 долл./м²» [2].</p>
Янцевське родовище граніту	

	<p>«Родовище знаходиться в Запорізькій області на віддалі 6 км від залізничної станції Янцево.</p> <p>Граніт середньозернистий, сірий і світло-сірий з блакитним відтінком. Мінеральний склад (в %): плагіоклазу 40, калієвого польового шпату 30, кварцу 25, біотиту 2-5. Крім того, є також рогова обманка і магнетит.</p> <p>На світовому ринку відомі марки: Real Grey, Silver Powder.</p>
	<p>Фізико-механічні властивості граніту: щільність 2,62-2,82 г/см³, водопоглинання 0,22-2,2 %, межа міцності при стисненні 94-220 МПа. Вихід блоків 40 %.</p> <p>Граніт піддається всім видам обробки і застосовується для облицювання зовнішніх частин будівель, настилу підлоги, облицювання набережних і мостових опор.</p> <p>В Москві янцевським гранітом облицьований будинок Московської міської ради, пам'ятник Горькому та набережна Москви.</p> <p>Вартість блоків (долл./м³): I-а категорія 360, II-а – 240-340, III-я – 190, IV-а – 115; вартість плит 29-104 долл./м²» [2].</p>

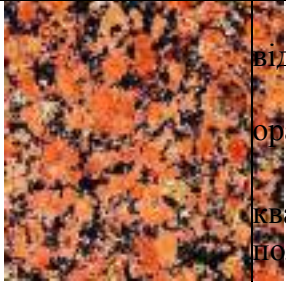
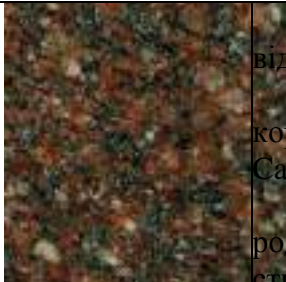

2) червоні, рожево-червоні рівномірнозернисті, порфіроподібні або трахітоїдні граніти (Омелянівське, Лезниківське, Горіхівське, Токівське та інші родовища червоного граніту, основні данні про які представлено у табл. 1.2.).

Таблиця 1.2 – Червоні та рожево-червоні граніти другої групи

Фотографія зразка, назва торгової марки	Основні відомості з розташування родовища, фізико-механічних властивостей, вартості та області застосування породи
<i>Горіхівське родовище граніту</i>	



	<p>«Родовище розташоване на території Кіровоградської області на віддалі 8 км на північний схід від залізничної станції Новоукраїнка.</p> <p>Граніт середньо- і крупнозернистий, рожево- і яскраво-червоний та рожево-сірий. Декоративність граніту висока, особливо рожево- і яскраво-червоного. На міжнародному ринку відомі такі марки каменю: Rosso Pink, Brown Nut.</p> <p>Мінеральний склад (в %): мікрокліну – 15-75, плагіоклазів – 5-45, кварцу – 15-70, біотиту 1-5, гранату – 4.</p> <p>Система вертикальних тріщин (кути падіння 60-90°) і горизонтальних (кути падіння 10-15°) забезпечують одержання брил відносно правильної геометричної форми. Вихід блоків із гірської маси досягає 60%.</p> <p>Фізико-механічні властивості граніту: щільність 2,65-2,7 г/см³, пористість 0,48-0,59 %, водопоглинання 0,26-0,6 %, межа міцності при стисненні 80-143 МПа.</p> <p>Граніт використовується для всіх видів облицювальних робіт, а також для виготовлення постаментів під монументи і пам'ятники.</p> <p>Вартість блоків цього граніту на світовому ринку складає (долл./м³): I категорія – 350, II – 230-330, III – 180, IV – 110; вартість плит 29-105 долл./м²» [2].</p>
Лізниківське родовище граніту	
	<p>«Родовище розташоване в Житомирській області на віддалі 6 км від залізничної станції Горбаші.</p> <p>Граніт середньозернистий, біотитовий, рожево-червоний і червоний. Торгова назва: Maple Red.</p> <p>Мінеральний склад (в %): польового шпату рожевого і червоного 65, кварцу (часом димчатого) до 30, біотиту та інших мінералів 5.</p> <p>Фізико-механічні властивості граніту Лізниківського родовища: щільність 2,68 г/см³, водопоглинання 0,5 %, межа міцності при стисненні 138-270 МПа. Вихід блоків з гірської маси – 30 %.</p> <p>Граніт використовується для облицювання монументальних споруді будинків.</p> <p>Вартість блоків (долл./м³): I категорія – 370, II – 250-350, III – 200, IV-а – 120; вартість плит 28-103 долл./м²» [2].</p>

Продовження таблиці 1.2


Омелянівське родовище граніту	
 <i>Rosso Toledo</i>	<p>«Розташоване в Житомирській області на віддалі 0,5 км від залізничної станції Омелянівка.</p> <p>Граніт крупно- і середньозернистий, порфіроподібний, оранжево-червоний.</p> <p>Мінеральний склад: мікроклін 65 %, плагіоклаз 10 %, кварц 20 %, біотит 4 %. Колір граніту залежить від кольору польового шпату, включення якого досягають 2-3 см.</p> <p>На міжнародному ринку відомі такі різновиди камення: Rosso Toledo, Eva Brown.</p> <p>Фізико-механічні властивості: щільність 2,57-2,66 г/см³, водопоглинання 0,28-0,3 %, стираємість 0,26 г/см³, міцність при стисненні 120-140 МПа.</p> <p>Граніт придатний для виготовлення пам'ятників, монументів, облицювання різного роду будинків. Широко використаний в будовах Москви, Києва, Ленінграда, Ташкента і інших міст.</p> <p>Вартість блоків цього граніту (долл./м³): I категорія – 390, II – 270- 370, III – 220, IV-а – 130, вартість плит в залежності від товщини виробу і фактури поверхні від 28 до 103 долл./м²» [2].</p>
Токівське родовище граніту	
 <i>Carpazi</i>	<p>«Родовите знаходиться в Дніпропетровській обл. на віддалі 4 км на північний схід від залізничної станції Ток.</p> <p>Граніт дрібно- і середньо-зернистий, однорідний, коричнево- червоний і рожево-сірий. Марки каменю: Carpazi, Caramel.</p> <p>Фізико-механічні властивості граніту Токівського родовища: щільність 2,66-2,71 г/см³, водопоглинання 0,07-0,53 %, стираємість 0,45-0,51 г/см², пористість 0,56-1,54 %, межа міцності при стисненні 125-290 МПа. Граніт добре колеться і піддається всім видам фактурної обробки.</p> <p>Граніт використовується для відповідальних інженерних споруд, постаментів під пам'ятники і монументи, для облицювання частин будівель, колон, для настилу підлоги з інтенсивним рухом людей.</p> <p>Вартість блоків (долл./м³): I-а категорія – 420, II – 300-400, III – 250, IV-а – 150; вартість плит 28-103 долл./м²» [2].</p>
 <i>Caramel</i>	

3) граніти рожево-сірі, рожеві крупно- і середньозернисті, порфіроподібні (Капустинське, Новоданилівське, Каранське і Софійське родовища, основні данні про які представлено у табл. 1.3.).

Таблиця 1.3 - Рожево-сірі, рожеві граніти третьої групи

Фотографія зразка, назва торгової марки	Основні відомості з розташування родовища, фізико-механічних властивостей, вартості та області застосування породи
Капустинське родовище граніту	
 <p><i>Rosso Santiago</i></p>	<p>«Розташоване в Кіровоградській області на віддалі 5 км на південний захід від залізничної станції Капустине та 12 км на північ від м. Новоукраїнка.</p> <p>Граніт крупно- і нерівномірнозернистий, масивний, яскраво- і рожево-червоний, високодекоративний. На міжнародному ринку відомі такі торгівельні марки каменю: Rosso Santiago, Santiago Red.</p> <p>Мінеральний склад (в %): мікроклін 15-75, плагіоклаз 5-45, кварцит 15-20, гранат 4, біотит 1-5.</p> <p>Фізико-механічні властивості граніту: щільність 2,69-2,73 г/см³, стираємість 0,2-0,3 г/см² водопоглинання 0,2 %, межа міцності при стисненні 180-210 МПа, вихід блоків з гірської маси – 20 %.</p> <p>Граніт крихкий, використовується головним чином для облицювання будинків, для виготовлення постаментів для пам'ятників і монументів.</p> <p>Вартість блоків (долл./м³): I категорія – 500, II категорія – 475, III категорія – 300, IV категорія – 180; вартість плит 30-111 долл./м²» [2].</p>
Новоданилівське родовище граніту	
 <p><i>Withered</i></p>	<p>«Родовище розташоване в Миколаївській області на віддалі 2,5 км на схід від залізничної станції Нова Данилівка та 20 км на північ від м. Казанка.</p> <p>Граніт середньо-, рідше крупнозернистий, текстура масивна, колір рожево-сірий і рожевий. Торгова назва: Withered.</p> <p>Мінеральний склад (в %): плагіоклаз 25-35, мікроклін 25-35, кварц 15-30, біотит 5-15. Переважає димчатий кварц.</p> <p>Фізико-механічні властивості граніту: щільність 2,67-2,71 г/см³ водопоглинання 0,01-0,15 %, межа міцності при стиску 104-267 МПа.</p> <p>Вихід блоків з гірської маси – 40 %.</p> <p>Граніт використовується для облицювання набережних, мостових опор, постаментів для пам'ятників і монументів, облицювання зовнішніх частин будинків, для виготовлення сідців і настилу підлоги з інтенсивним рухом людей.</p> <p>Вартість блоків (долл./м³): I категорія – 370; II – 250-350, III – 200, IV-a – 120; вартість плит – 26-103 долл./м²» [2].</p>
Софіївське родовище граніту	

Продовження таблиці 1.3

 <p><i>Sophiyvsky</i></p>	<p>«Родовище розташоване в Миколаївській обл., Первомайському р-нів 2х км на Південь від села Софіївка. Граніт рожево-сірий, середньо-крупнозернистий, порфіроподібний. Добре обробляється та приймає полірування високої якості. Тріщини та каверни відсутні. Торгова назва: <i>Sophiyvsky</i>. Мінеральний склад (в %): плагіоклаз 25-35, мікроклін 30-40, кварц 15-30, біотит 5-15, гранат 5-10, інше 1-5. Фізико-механічні властивості граніту: щільність 2,59-2,71 г/см³, пористість 0,4-3,7, водопоглинання 0,4-3,7 %, межа міцності при стиску» [2]. «149,8-213,8 МПа. Вихід блоків з гірської маси – 36,1 %. 1 клас радіаційної безпеки (всі види будівництва)» [2].</p>
--	---

Граніти родовищ кожної групи мають багато загальних і водночас значну кількість різних особливостей. Наприклад, рожево-червоні та червоні граніти другої та третьої груп містять мікроклін до 50%, а для першої групи, до якої входять сірі граніти, характерна наявність біотиту, гіперстену, іноді граната, що часто сильно ускладнює обробку граніту у зв'язку з високою твердістю цього мінералу. Також чим більший вміст кварцу в складі граніту, тим він важче піддається обробці на всіх стадіях: при розпилюванні, шліфуванні, поліруванні та фрезеруванні (окантовці). Саме тому перевага надається гранітам з меншим вмістом зерен кварцу. Наявність біотиту, особливо у вигляді великих кристалів, призводить до викришування його при обробці. Наявність лімоніту та сульфідів знижує якість граніту, тому що лімоніт під впливом атмосферних агентів утворює іржаві плями [1].

Високі показники декоративності гранітів залежать насамперед від можливості їх приймати полірування високої якості, досягаючи дзеркального блиску. При цьому велике значення мають також розміри кристалів, в тому числі і польових шпатів. Дрібнозернисті граніти, що містять у незначних кількостях темнокольорові мінерали та гранат, обробляються з меншими трудовими затратами та поліруються найкраще. Для тонких профільних виробів більш придатні дрібнозернисті граніти [1].

До декоративних властивостей каміння відносяться колір гірської

породи і вигляд структурного малюнку, який створюється певним розміщенням мінералів в гірській породі. Поєднання червоних, темно-сірих і сірих кольорів гранітоутворюючих мінералів створює однорідний колірний фон, як правило, позбавлений будь-якого малюнка, тому такі граніти доцільно використовувати для облицювання великих деталей споруд, тому що в цьому випадку відпадає потреба у підборі плит за декоративними властивостями. Декоративні особливості гранітоїдів визначаються в основному забарвленням польових шпатів.

Фізико-механічні властивості гранітів характеризують ці породи як дуже міцні (міцність на стиск 120-260 МПа), що мають низький показник стирання на колі Доррі і в барабані Девалю, але стійкі до удару на копрі Педжа, а також як надзвичайно щільні середовища з низьким водопоглинанням. Міцність дрібнозернистих гранітів у порівнянні з крупнозернистими та порфіроподібними значно вища. Встановлено також, що сірі граніти в переважній більшості міцніші, ніж червоні або рожеві граніти [1].

Діорит (назва походить від грецького слова *diorizo* – размежую) являє собою кристалічно-зернисту інтрузивну частіше темнозабарвлену гірську породу зеленувато-сірого кольору. Це порода середнього складу і складається здебільшого з андезиту, темнокольорових мінералів (рогова обманка, авгіт, а іноді біотит) та кварцу. Якщо кварцу в діориті міститься більше 5% речовинного складу, порода називається кварцовим діоритом. Іноді вміст кварцу в кварцовому діориті становить 20%. Діорити відносять до порід нормального та сублужного рядів, для останніх характерна наявність у складі до 10% калієво-натрієвих польових шпатів. З акцесорних мінералів у породі найчастіше присутні апатит і сфен, з рудних мінералів-магнетит та ільменіт. За мінералогічним складом для діоритів характерні різновиди двопіроксенові; ортопіроксенові, клинопіроксенові, а також роговообманкові та біотитові. Структура діоритів дуже мінлива: від крупно- до тонкозернистих. Породи бувають рівномірнозерниста, нерівномірнозерниста, рідше порфірова. Діорит характеризується, як правило, однією масивною текстурою. Міцність породи на стиск дуже висока - 150-280 МПа. За формою залягання діоритові тіла є

штоками, жилами, лаколітами, тому дуже часто спостерігаються поступові переходи від діоритів до гранітів через гранодіорити. В нашій країні родовища діоритів у чистому вигляді не розроблюються [1].

Гранодіорит є повнокристалічною гірською породою проміжного складу між кварцовим діоритом і гранітом. Основним породоутворюючим мінералом гранодіориту є плагіоклаз, представлений андезитом та олігоклазом. Плагіоклаз у речовинному складі гранодіориту становить 65-90%. Крім того, до складу гранодіориту входять калієво-натрієвий польовий шпат, рогова обманка, біотит, піроксен та кварц. З рудних мінералів найчастіше є магнетит. Акцесорні мінерали представлені сфеном, цирконом та апатитом. Відрізняється гранодіорит від граніту більш основним складом плагіоклазу при вмісті кольорових мінералів до 25% [1].

Порода характеризується безладно-зернистою структурою із зернами мінералів, повністю або частково обмеженими власними гранями. Таку структуру експерти називають гіпідіоморфнозернистою. Відмінною особливістю гранодіоритів є ксеноморфність кварцу по відношенню до плагіоклазу.


Залягаючи у надрах, гранодіорити утворюють явно інтрузивні тіла: батоліти, лаколіти, штоки. Порода відрізняється високою міцністю на стиск (120-300 МПа). Поширені гранодіорити майже переважають у всіх районах тектоно-магматичної активізації, де поширені кислі глибинні породи.


Сієніт – [від гр. Syene – назва стародавнього єгипетського міста Сун (тепер Асуан)] – безкварцова повнокристалічна інтрузивна магматична порода, яка складається переважно з лужних калі-натрових польових шпатів (65-90%) із домішками рогової обманки, піроксену або біотиту (до 40%). За вмістом кремнезему належить до середніх порід, відрізняючись від діориту великим вмістом лугів. Колір світлий - сіруватий, рожевуватий. Структури від крупно- до дрібнозернистих і порфіровидних. Текстури масивні. Форми залягання - дайки, штоки. Кварц майже відсутній, або зустрічається в невеликих кількостях. Завдяки відсутності кварцу сієніти обробляються значно легше, ніж граніти [1]. У табл. 1.4 наведено характеристики гранодіоритів та сієнітів, що

розроблюються в Україні.

У природі гранодіорити та діорити мають сірий та темно-сірий колір. У полірованій фактурі обробки гранодіорити набувають темно-сірого кольору з рожевим або бурим відтінком, на фоні якого чергуються плямисті скупчення темнокольорових мінералів, рідкісні включення аметистового кварцу і світлі порфіроподібні виділення польового шпату. Поліруються гранодіорити до дзеркального блиску, хоча рівень їх полірованості слід вважати задовільним. На полірованій поверхні у місцях розташування темнокольорових мінералів відбувається фарбування поверхні. Особливо небажаними є включення у породі біотитового гнейсу та біотиту, оскільки на полірованій поверхні вони створюють малодекоративний малюнок. У тесаній, бучардованій фактурі та фактурі термогазоструйної обробки гранодіорит має світлосірий колір [1].

Таблиця 1.4 – Основні характеристики гранодіоритів та сієнітів України

Фотографія зразка, назва торгової марки	Основні відомості з розташування родовища, фізико-механічних властивостей, вартості та області застосування породи
<i>Покостівське родовище гранодіориту.</i>	
 <i>Grey Ukraine</i>	<p>«Родовище знаходиться в Житомирській області, Житомирському районі, с. Покостівка.</p> <p>Мінеральний склад гранодіориту (в %): мікроклін 15-30, плагіоклаз 35-55, кварц 10-25, біотит 5-15, рогова обманка 1-5.</p> <p>Колір світло-сірий, сірий. Відома торгова марка Grey Ukraine. Фізико-механічні властивості: густина 2,71-2,80, водопоглинання 0,08-0,23 %, стираємість 0,59-0,69 г/см², пористість 0,72-1,82 %, межа міцності при стиску 167,3-251,7 МПа» [2].</p>
<i>Судилківське родовище гранодіориту.</i>	
	<p>«Родовище розташоване на території Хмельницької області на віддалі 2,5 км від залізничного вузла Шепетівка.</p> <p>Гранодіорит середньозернистий, іноді порфіроподібний, сірий і темно-сірий.</p> <p>Мінеральний склад (в %): плагіоклазу 40, калієвого польового шпату 30, кварцу 8-15, біотиту 10-14.</p> <p>Фізико-механічні властивості гранодіориту: щільність 2,8 г/см³, водопоглинання до 0,46 %, межа міцності при стисненні 109-242 МПа, вихід блоків з гірської маси – 30 %.</p> <p>Гранодіорит використовується для облицювання цокольної частини будинків, настилу підлоги з інтенсивним рухом людей, для спорудження мостових опор» [2].</p>
<i>Клесівське родовище кварцових сієнітів</i>	

	<p>«Родовище знаходиться в Рівненській області, навколо с. Кісесів. Мінеральний склад гранодіориту (в %): мікроклін 50-56, плагіоклаз 5-25, кварц 7-15, моноклінний піроксен 0-10, рогова обманка 0-15, гіперстен 0-10, олівін 0-5.</p> <p>Темно-сірого кольору з зеленуватим відтінком, з плямистим малюнком за рахунок скупчення темноколірних мінералів, середньо-крупнозернисті, масивної текстури.</p> <p>Фізико-механічні властивості: густина 2,7-2,98 г/см³, водопоглинання 0,15-0,82 %, стираємість 0,07-0,57 г/см², межа міцності при стиску 80-196 МПа» [2].</p>
---	---





Основні породи – габронорити, габродіабази, габро-анартозити, лабрадорити приурочені до масивів кристалічних порід, серед яких вони залягають у формі жил.




Прикладом може служити Житомирський комплекс, який включає в себе Сліпчицьке, Горбулівське і ряд інших родовищ габроноритів, Головинське і Кам'янопічське родовища чорного і сірого лабрадориту.

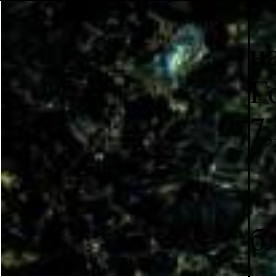

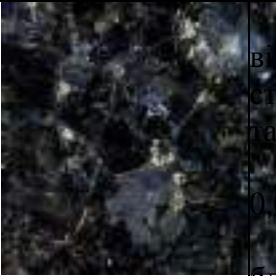
Лабрадорит складається практично з одного плагіоклазу, зазвичай лабрадора. Крім плагіоклазу в лабрадориті присутні піроксен, авгіт, титаномagnetит, апатит, ільменіт, а іноді в невеликих кількостях калієвий польовий шпат, сульфіди, біотит, кварц. Структура лабрадориту, як правило, панідіоморфнозерниста, а текстура трахітоїдна або масивна. Колір від білого до чорного, нерідко спостерігається іризація плагіоклазу, тобто перелив відблисків різних кольорів (переважно блакитного, золотистого тонів) [1].

Родовища лабрадоритів приурочені, як правило, до кристалічних щитів. Наприклад, Коростенський плутон (Житомирська обл., Україна) присвячений Українському кристалічному щиту. Найбільш відомими родовищами облицювальних лабрадоритів є: Головинське, Кам'янобрідське, Слобідське, Городищенське (чорних); Федорівське, Ісаківське, Кам'янопічське (сірих); Васьковичі-Межирицьке (білих). У табл. 1.5 наведені характеристики основних родовищ лабрадориту України.

Таблиця 1.5 – Основні характеристики лабрадориту України

Фотографія зразка, назва торгової марки	Основні відомості з розташування родовища, фізико-механічних властивостей, вартості та області застосування породи
<i>Андруївське родовище лабрадориту</i>	
 <p><i>Peacocktail</i></p>	<p>«Родовище знаходиться в Житомирській області на віддалі 0,5 км на північ від с. Слобідка і 2 км на південь від с. Сліпчиці.</p> <p>Мінеральний склад лабрадориту (в%): плагіоклаз (лабрадор) 70-90, піроксен 10-15, олівін – 2, біотит – 1, калієвий польовий шпат – 1-2, рудні мінерали- 1-2. Торгова марка – Peacocktail.</p> <p>Фізико-механічні властивості: густина 2,78 г/см³, водопоглинання 0,05-0,09 %, стираємість 0,56 г/см², міцність при стисненні 170 МПа» [2].</p>
<i>Васьковичське родовище лабрадориту</i>	
	<p>«Родовище розташоване в Житомирській області на віддалі 0,75 км на схід від с. Васьковичі, 5 км на північний схід від залізничної станції Бехи та 22 км на північ від залізничної станції Коростень.</p> <p>Мінеральний склад: піроксен – 5-7 %, плагіоклаз – 85-95 %.</p> <p>Фізико-механічні властивості: густина 2,67-2,75 г/см³, водопоглинання 0,20 %, міцність при стисненні 40,8-89,7 МПа» [2].</p>
<i>Верхолужське родовище лабрадориту</i>	
	<p>«Знаходиться родовище в Житомирській області на відстані 22 км на Схід від залізничної станції Горбаші.</p> <p>Мінеральний склад лабрадориту: олівін 1-3 %, піроксен 3-7 %, плагіоклаз 85-93 %.</p> <p>Фізико-механічні властивості: густина 2,78-2,85 г/см³, водопоглинання 1,38 %, міцність при стисненні 90,8-212,8 МПа» [2].</p>
<i>Головинське родовище лабрадориту</i>	
 <p><i>Black Sea</i></p>	<p>«Родовище розташоване в Житомирській області на віддалі 1,5 км від залізничної станції Горбаші, південно-східна окраїна смт. Головино.</p> <p>Головинський лабрадорит від крупно- до дрібнозернистого, чорний з іризацією в блакитних і синіх тонах, добре полірується, піддається всім видам обробки. Внаслідок крупнозернистої текстури здатність колотися дуже низька.</p> <p>Мінеральний склад (в %): калієвий польовий шпат – 0-6, кварц – 0-2, олівін – 0-2, піроксен – 0-4, плагіоклаз – 87-99.</p> <p>Відомі марки каменю: Black Sea.</p> <p>Фізико-механічні властивості: густина 2,7-2,99 г/см³, водопоглинання 0,5-1,4 г/см², пористість 0,5-6,7 %, межа міцності при стисненні 114-130 МПа.</p> <p>Лабрадорит використовується для виготовлення монументів і пам'ятників, облицювання будівель, настилу підлоги. Головинським лабрадоритом опоряджений мавзолей В.І. Леніна та багато будинків в м. Києві.</p> <p>Вартість блоків на світовому ринку (долл./м³): I-а категорія – 490, II-</p>

Родовище лабрадориту Кам'яна Піч	
 <i>Blue Night</i>	<p>«Родовище знаходиться в Житомирській області на віддалі 4 км від залізничної станції Нова Борова.</p> <p>Лабрадорит середньо-зернистий, сірий, іризує в синьо-голубих тонах. Торгова назва: Blue Night.</p> <p>Кількість “очок” – 800-1500 на 1 м² плити. Можливий об'єм блоків до 3 м³.</p> <p>Фізико-механічні властивості лабрадориту: щільність 2,61-2,65 г/см³, пористість 3-3,4 %, водопоглинання 0,10-0,25 %, межа міцності при стисненні в сухому стані 85,2-243,7 МПа, у водонасиченому 121,6- 241 МПа. Полірується до дзеркального блиску.</p> <p>Лабрадорит використовується для виготовлення монументальних споруд, пам'яток, для внутрішнього і зовнішнього облицювання приміщень.</p> <p>Вартість блоків (долл./м³): I-а категорія – 500, II – 350-475, III – 270, IV – 150. Вартість блоків (долл./м³): I-а категорія – 500, II – 350-475, III – 270, IV – 150. Вартість плит: 35-123 долл./м²» [2].</p>
Ковалівське родовище лабрадориту.	
 <i>Silver Grey</i>	<p>«Родовище знаходиться в Житомирській області за 1,3 км на південний захід від с. Ковалі, 3 км на схід від залізничної станції Красносілка і 20 км на північ від м. Коростень.</p> <p>Мінеральний склад лабрадориту: амфібол до 2 %, плагіоклаз 98- 100%, олівін до 1 %.</p> <p>Відома торгова марка лабрадориту цього родовища – Silver Grey.</p> <p>Фізико-механічні властивості: густина 2,69-2,74 г/см³, пористість 0,73-1,10 %, водопоглинання 0,02-0,08 %, стираємість 0,60-0,73 г/см², межа міцності при стисненні 168,1-223,9 МПа» [2].</p>
Миківське-1 родовище лабрадориту	
	<p>«Родовище розміщене в Житомирській області за 2 км на північний схід від с. Слобідка та 17 км на схід від залізничної станції Горбаші.</p> <p>Мінеральний склад (в %): біотит 2, калієвий польовий шпат 10, кварц 5, олівін 20, піроксен 35, плагіоклаз 65-100. Колір лабрадориту чорний, іризує в синіх відтінках.</p> <p>Фізико-механічні властивості лабрадориту: густина 2,75-2,86 г/см³, водопоглинання 0,04-0,22 %, стираємість 0,49-0,62 г/см², межа міцності при стиску 86,7-178,9 МПа» [2].</p>

Осниківське родовище лабрадориту	
 <i>Irina Blue</i>	<p>«Родовище розташоване в Житомирській області за 1 км на південний захід від с. Осники та 10 км від залізничної станції Борбаші. Мінеральний склад (в %): олівін 10, апатит 0,3, біотит 7, піроксен 3-15, плагіоклаз 70-94.</p> <p>Колір лабрадориту чорний з відтінками зеленого, іризація проявляється в блакитних кольорах. Торгова марка Irina Blue.</p> <p>Фізико-механічні властивості: густина 2,79-2,90, пористість 1,43 %, межа міцності при стиску 109,4-137,7 МПа» [2].</p>
Родовище лабрадориту “Синій камінь”	
	<p>«Родовище знаходиться в Житомирській області на віддалі 1 км від залізничної станції Нова Борова.</p> <p>Лабрадорит середньозернистий, сірий і світло-сірий. Порода характеризується великим вмістом (понад 35 %) кристалів лабрадору, які іризують синім, інколи зеленувато-синім і голубуватим тонами.</p> <p>Фізико-механічні властивості: водопоглинання 1 %, межа міцності при стисненні 250 МПа. Вихід блоків із гірської маси – 28 %.</p> <p>Лабрадорит використовується для зовнішнього і внутрішнього облицювання будівель.</p> <p>Вартість блоків (долл./м³): I категорія – 500, II – 350-475, III – 270, IV – 180; вартість плит 35-123 долл./м²» [2].</p>
Федорівське родовище лабрадориту	
	<p>«Родовище знаходиться в Житомирській області на відстані 15 км в південно-західному напрямку від залізничної станції Нова Борова, за 8 км на схід від смт. Володар-Волинський та за 2 км на південь від с. Паромівка.</p> <p>Мінеральний склад: 40-96,7 %, олівін 0,2-39 %, піроксен 0,01-3,6 %, біотит 0,1-49,8 %.</p> <p>Колір лабрадориту чорний, іризація проявляється в блакитно-синіх відтінках.</p> <p>Фізико-механічні властивості лабрадориту цього родовища: густина 2,71-2,90 г/см³, водопоглинання 0,10-1,6 %, стираємість 0,11-1,46 г/см², пористість 0,46-5,51 %, межа міцності на стиск 25,4-151,6 МПа» [2].</p>

Габро походить від італійського слова *gabbro* і є рівномірно-зернистою породою з габровою структурою, що складається з плагіоклазу (представленого від лабрадора до бітовніту), моноклинного піроксену, олівіну або рогової обманки. З другорядних мінералів до складу габро входять біотит, нефелін, титаномagnetит, іноді кварц і ортоклаз, а також фельдшпатоїди. Характерними

акцесорними мінералами для габро є пірротин, пікотит, хроміт та апатит [1].

За змістом темнокольорових мінералів розрізняють різновиди габро: олівіновий-троктоліт, в якому присутній олівін без піроксену; роговообманкове- норит з переважним вмістом піроксену. У габро всі породоутворюючі мінерали, плагіоклази та кольорові мінерали в процесі кристалізації росли паралельно, тому всі головні породоутворюючі мінерали зазвичай рівнозернисті та ізометричні, що і обумовлює габрову структуру каменю. За формою геологічних тіл габрові породи представлені лакколітами, штоками, дайками, лополітами та інтрузивними тілами- покладами. Розміри габрових тіл часто бувають досить великими. Габро це глибинний аналог базальту, тому він зустрічається як у континентальних, так і в океанічних областях земної кори. Габро, що містить калієвий польовий шпат та біотит, відносять до сублужних, а габро, що містить нефелін та інші фельдшпати, належать до розряду лужних порід [1].



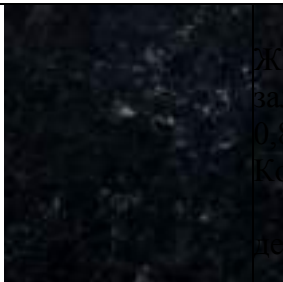
Перехідні породи між габро та лабрадоритом називаються габро-лабрадоритами.

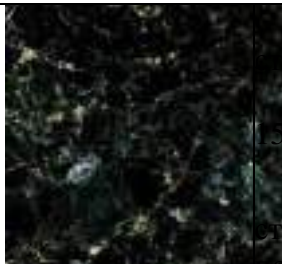

Анортозит - близька до лабрадориту декоративно-облицювальна порода, назва якої походить від французького слова anorthosite і являє собою гірську породу групи габро. Анортозит складається головним чином з багатого на кальцій вапняно-лужного польового шпату (лабрадора), рідше андезиту або бітовніту з невеликим вмістом (5-10%) кольорових мінералів (апатиту, титаномагнетиту, олівіну, піроксену). Колір анортозиту від білого до чорного. Чорного кольору анортозит набуває за рахунок домішки ільменіту та інших тонкодисперсних рудних мінералів. У надрах анортозити зустрічаються як прошарків у масивах інших порід і автономні великі поклади, складові великі тіла. Автономні анортозити асоціюють із габро, чарнокітами та гранітами-рапаківі [1].

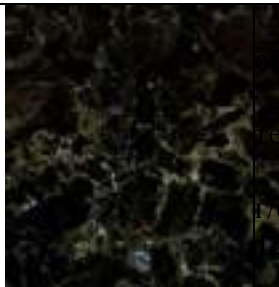

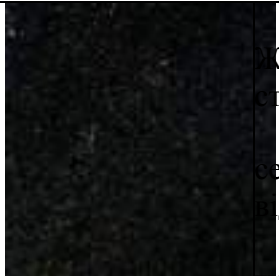
Найбільшого поширення анортозити набули в Україні (Коростенський плутон Українського кристалічного щита).

Основні характеристики родовищ габро та анортозиту України представлені табл. 1.6.

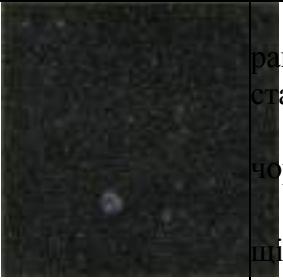
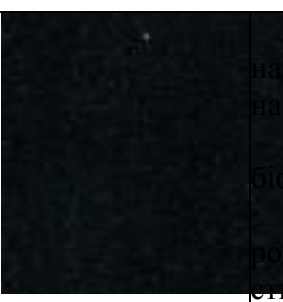
Таблиця 1.6 – Основні характеристики габро України

Фотографія зразка, назва торгової марки	Основні відомості з розташування родовища, фізико-механічних властивостей, вартості та області застосування породи
<i>Бистрийське родовище габро</i>	
 <i>Ukraine Night</i>	<p>«Родовище розташоване в Житомирській області на віддалі 30 км на північ від м. Коростишів і 17 км на схід від залізничної станції Горбаші. Мінеральний склад (в%): авгіт – 15-35, олівін – 5-15, титаномагнетит – 0-7, біотит – 0-5, апатит – 0-3, плагіоклаз – 50-80. На світовому ринку відома торгова марка <i>Ukraine Night</i>. Фізико-механічні властивості: густина 2,89-2,86 г/см³, міцність при стисненні 208-262 МПа» [2].</p>
<i>Букинське родовище габро</i>	
	<p>«Родовище знаходиться в Житомирській області на відстані 25 км на південний захід від м. Малин, 15 км на схід від залізничної станції Турчинка і 0,60 км на захід від с. Буки. Мінеральний склад (в%): біотит – 0-3, калієвий польовий шпат – 2-9, кварц – 0-5, піроксен – 25-32, плагіоклаз – 57-72. Фізико-механічні властивості габро: густина 2,78 г/см³, водопоглинання 0,05-0,09 %, стираємість 0,56 г/см², міцність при стисненні 170 МПа» [2].</p>
<i>Горбулівське родовище габронориту</i>	
	<p>«Родовище знаходиться в Черняхівському районі Житомирської області на віддалі 22 км на північний схід від залізничної станції Горбаші, 2 км на південний схід від с. Горбулів, 18 км на північний захід від с. Торчин і 20 км на північ від м. Коростень. Габронорит середньозернистий, чорного кольору, високодекоративний. Мінеральний склад (в %): біотит 0-1, піроксен 35-40, кварц 0-3, плагіоклаз 55-65. Фізико-механічні властивості габронориту: густина 2,72-3,07 г/см³, водопоглинання 0,13-0,39 %, межа міцності – 107-140 МПа. Вихід блоків із гірської маси – 56 %. Рідка тріщинуватість дозволяє одержувати блоки 2-3 м³. Габронорит використовується для виготовлення надмогильних пам'яток, монументальних споруд. Вартість блоків на світовому ринку (долл./м³): I-а категорія – 450, II-а – 300-425, III-я – 220, IV-а – 130» [2].</p>

Губенківське родовище габро	
	<p>«Розташоване в Житомирській області на віддалі 25 км на південний схід від залізничної станції Нова Борова, 0,4 км на південний захід від с.Губенково та 28 км на північний схід від м. Володар-Волинський.</p> <p>Мінеральний склад (в %): ільменіт 0-10, клінопіроксен 2-20, олівін 2-30, рогова обманка 0-10, плагіоклаз 30-85.</p> <p>Родовище приурочене до габро-анортозитової формації Коростенського комплексу Українського кристалічного щита.</p> <p>Середня потужність габро в родовищі – 21,5 м. Потужність розкривних порід – 4,3 м. Міцність габро висока – 175-215 МПа, густина 2,7-3,09 г/см³, водопоглинання 0,05-4,35 %, пористість 0,09-2,27 %.</p> <p>За фізико-механічними якостями габро відповідає вимогам стандарту.</p> <p>Габро цього родовища добре шліфується і полірується. Вихід блоків з гірської маси – 31 %. Використовується для облицювання цоколів різних будівель, для виготовлення колон, постаментів монументів, пам'ятників і надмогильних пам'ятників та різних деталей садово-паркової архітектури.</p> <p>Вартість блоків з габро цього родовища (долл./м³): II категорія – 280-405, III – 230, IV – 145» [2].</p>
Добринське родовище габро	
	<p>«Родовище знаходиться за 12 км на захід від залізничної станції Нова Борова.</p> <p>Мінералогічний склад габро (в%): ільменіт 4-5, олівін 5-10, піроксен 20-25, апатит 1-3, плагіоклаз 50-55.</p> <p>Фізико-механічні властивості: густина 3,11-3,27 г/см³, пористість 0,62-0,78 г/см³, водопоглинання 0,01-0,06 %, пористість 0,62-1,83 %, межа міцності при стисненні в сухому стані 187,9-252,9 МПа, у водонасиченому – 168,2-228,9» [2].</p>
Іршицьке родовище габро	
	<p>«Родовище розміщене в Житомирській області.</p> <p>Мінералогічний склад (в %): клінопіроксен 8-30, олівін 8-25, плагіоклаз 50-75, рудні мінерали до 8%.</p> <p>Фізико-механічні властивості габро: густина 3,01-3,06 г/см³, пористість 0,61 г/см², межа міцності при стисненні 177-248 МПа» [2].</p>

Кам'янобрідське родовище габронориту	
	<p>«Родовище розташоване на території Житомирської області на віддалі 20 км від залізничної станції Горбаші.</p> <p>Габронорит цього родовища середньозернистий, колір темно-сірий до чорного.</p> <p>Фізико-механічні властивості габронориту: щільність 2,9 г/см³, водопоглинання 0,03-0,16 %, межа міцності при стисненні 20-140 МПа. Вихід блоків із гірської маси – 41 %.</p> <p>Габронорит добре полірується до дзеркального блиску. В полірованому вигляді проглядається рідка іризація польових шпатів. На окремих дільницях спостерігається поступовий перехід габронориту в лабрадорит.</p> <p>Габронорит кам'янобрідського родовища використовується для виготовлення надмогильних пам'ятників, для зведення монументальних споруд, для облицювання цокольної частини будинків і колон.</p> <p>Вартість блоків (долл./м³): I-а категорія – 480, II-а – 330-455, III-я – 250, IV-а – 160; вартість плит 33-117 долл./м²» [2].</p>
Олександрівське родовище габро	
	<p>«Родовище розташоване в Житомирській області на відстані 16 км від залізничної станції Нова Борова.</p> <p>Мінеральний склад (в %): апатит 0-2, олівін 3-5, піроксен 20-25, плагіоклаз 60-70.</p> <p>Фізико-механічні властивості: густина 2,99-3,13 г/см³, водопоглинання 1,64 %, межа міцності при стиску 172-264 МПа» [2].</p>
Сліпчицьке родовище габронориту	
 <i>Kometa Black</i>	<p>«Родовище розміщене на території Черняхівського району Житомирської області на віддалі 15 км на схід від залізничної станції Горбаші та 18 км на схід від смт. Черняхів.</p> <p>Габронорит Сліпчицького родовища дрібно- і середньозернистий, сірувато-чорний із слабо зеленуватим відтінком. Торгова назва: Kometa Black.</p> <p>Фізико-механічні властивості сліпчицького габронориту: густина 2,8-3,12 г/см³, водопоглинання 0,05-1,50 %, стираємість 1,10-1,70 г/см², пористість 10,3 %, морозостійкість 25-300 циклів, має здатність добре колотися, полірується до дзеркального блиску, межа міцності при стисненні 150-220 МПа, можливий об'єм блоків до 5 м³» [2].</p>

Продовження таблиці 1.6

	<p>«Застосовується для виготовлення монументів, пам'ятників, меморіальних дошок, для облицювання фасадів будинків, для настилу підлоги. Сліпчицьким габроноритом облицьований Мавзолей В.І. Леніна, а також ряд інших унікальних споруд Москви та Києва.</p> <p>Вартість блоків (долл./м³): I категорія – 430, II – 280-405, III – 230, IV-а – 140; вартість плит 34-121 долл./м²» [2].</p>
<i>Слобідське родовище габро-лабрадориту</i>	
	<p>«Родовище знаходиться на території Черняхівського району Житомирської області на віддалі 16 км від залізничної станції Горбаші.</p> <p>Габро-лабрадорит середньозернистий, темно-сірий і чорний.</p> <p>Фізико-механічні властивості габро-лабрадориту: щільність 2,8 г/см³, водопоглинання 0,29 %, межа міцності при стисненні 100 МПа, вихід блоків 36-42 %, полірується до дзеркального блиску.</p> <p>Габро-лабрадорит використовується для зовнішнього і внутрішнього облицювання будинків, для настилу підлоги, для потреб садово-паркової архітектури, на спорудженні архітектурно-монументальних об'єктів. Для Мавзолею В.І. Леніна в 1929 р. тут був видобутий моноліт довжиною 8,4 м і перетином 1,4 x 1,3 метри» [2].</p>
<i>Торчинське родовище габро-анортозиту</i>	
	<p>«Родовище розташоване в Житомирській області за 0,4 км на захід від с. Торчин, 20 км на північ від смт. Коростишів, 22 км на захід від залізничної станції Горбаші.</p> <p>Мінеральний склад (в %): гіперстен 10-15, олівін 1-5, ортопирит 1, плагіоклаз 50-70. Колір чорний.</p> <p>Фізико-механічні властивості габро-анортозиту цього родовища: щільність 2,94-3,17 г/см³, водопоглинання 0,08-0,57 %, стисливість 0,44- 0,50 г/см², пористість 0,33-1,35 %, межа міцності при стисненні 134,9-189,9 МПа» [2].</p>

Застиглі лавові потоки магми, що вилилася на земну поверхню, в процесі вулканічних вивержень утворюють ефузійні гірські породи, серед яких найбільшого поширення набули базальти.

Базальт є ефузійним аналогом габро. Його забарвлення темне до чорного. Головним складовим компонентом є основний плагіоклаз (50-65%), моноклінний піроксен, олівін (зміст якого непостійний) і вулканічне скло, від вмісту якого значною мірою залежить структура породи. Існує різновид


базальту, який називається мелано-базальт, у складі якого плагіоклаз відсутній або міститься в незначній кількості. Мелано-базальти складаються в основному з олівіну, піроксену, вулканічного скла та рогової обманки. Він є скритокристалічною породою з порфіровими виділеннями. У мелано-базальті основна маса настільки тонкозерниста, що мінеральні індивіди невидимі. Кількість порфірових виділень у яких коливається у межах і сягає 35%. Мелано-базальти мають нижчу міцність, ніж базальти [1].

Колір базальтів темно-сірий, синій або чорний. Зазвичай, це породи щільні, але є і пористі. Пористі малопридатні для використання як облицювальний камінь. Базальт має малу температуру плавлення, що робить його цінною сировиною для кам'яного лиття та виробництва мінеральної вати.

В Україні базальт видобувають в межах Івано-Долінського родовища.

Характеристики цієї породи представлені у табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Основні характеристики базальту Івано-долінського родовища

Фотографія зразка, назва торгової марки	Основні відомості з розташування родовища, фізико-механічних властивостей, вартості та області застосування породи
	<p>Місцезнаходження: Рівненська обл., Костопільський р-н, с. [Redacted]</p> <p>Базальтове.</p> <p>Мінеральний склад: мікроклін кальцит 50-65%, плагіоклаз 5-25%, [Redacted] 5%, моноклінний піроксен 0-10%, гіперстен 0-10%, олівін 0- [Redacted]</p> <p>Рогова обманка 0-15%.</p> <p>Фізико-механічні властивості: щільність 2,7-2,98 г/см³, водопоглинання 0,15-0,82%, стираємість 0,07-0,57 г/см², межа міцності при стисканні у повітряно-сухому стані 80-196 МПа, клас радіаційної безпеки (будівельне застосування) 1 клас [3].</p>

Андезит відноситься до порід середньої кислотності і називається на ім'я гір Анд в Південній Америці. Це ефузивний аналог діориту. Його структура порфірова, розміри вкрапленників сягають 5 мм. Андезит складається з мікроклінів плагіоклазу та піроксену, занурених у вулканічне скло. Вкрапленники представлені плагіоклазом, моноклінним або ромбічним

піроксенном, біотитом та роговою обманкою. В андезиті в невеликих кількостях є олівін. Найчастіше вміст вулканічного скла превалює над кристалічною частиною. Для андезитів характерний колір від сірого до чорного, іноді із зеленуватим відтінком. За міцністю та щільністю вони поступаються базальтам. Найбільшого поширення вони мають у Карпатах, Приазов'я, на Кавказі та у Криму. Запаси Рокосовського родовища (Закарпаття) — 42,4 млн м³. Андезити утворюють такі геологічні тіла, як покрови та потоки лави, а також ефузивні форми склепіння та обеліски. Андезит є цінним облицювальним каменем, що легко обробляється, добре приймає полірування, легко розколюється. Відходи використовуються для виробництва щебеню, буту, бруківки, шашки, а також як кислототривкий матеріал [1].

В основному андезити мають щільну структуру, але часто зустрічаються і пористі різновиди з пористістю до 14%. Міцність при стисканні андезитів становить 80-237 МПа.

Туфи є пористими породами, що складаються з продуктів вулканічних викидів уламкового породного матеріалу, скріпленого тим чи іншим шляхом. За генезою туфи поділяються на спеклі та зцементовані. У спеклих туфах розм'якшені від високої температури уламкові матеріали піддавалися спіканню, створивши стійкі та міцні породи. У цементованих туфах дрібноуламковий матеріал скріплений природним цементом різного складу. За віком утворення туфи в основному відносяться до четвертинного періоду, деякі різновиди до третинного. Найбільшого поширення набули туфи у Вірменії, Грузії, у Закарпатській обл. (Україна). Туфи мають різний колір і зовнішній вигляд. Так, туфи анійського типу у Вірменії мають жовтий чи оранжевий колір. Вони дрібнопористі та на загальному тлі чітко виділяються світлі пемзові включення. А ось туфи арктичного типу в тій же республіці мають фіолетовий та рожевий колір з різними відтінками. Їх характерно наявність пемзошлакових гнізд темного кольору, орієнтованих щодо одного напрямку. Пори та раковини в цих туфах також витягнуті і надають каменю струменевого вигляду [1].

Мармур за назвою походить від слова *marmaros*, що означає блискучий камінь. Він являє собою повнокристалічну метаморфічну карбонатну або

магнезійально-карбонатну гірську породу. У практиці прийнято мармуром називати ті карбонатні породи, в яких простим оком можна розрізнити окремі кристали його карбонату або доломіту. У більшості випадків мармур містить велику кількість домішок інших мінералів, таких як польовий шпат, лимоніт, гематит, пірит, халцедон, кварц та інші, а також органічних сполук, що по-різному впливають на якість мармуру. Наприклад, включення кварцу ускладнюють розпилювання та полірування мармуру. Хімічний склад порід групи мармурів може бути різним і включати: CaO – 31-53%; MgO – 0-20%; SiO₂ – 0-33%; Al₂O₃ – 0-4%; Fe₂O₃ – 0-1,3%;

SO₃ – 0-1,6%; інші домішки – 37-44% [1].

Фізико-механічні властивості мармурів за усередненими даними наступні: щільність 1900-2800 кг/м³, опір стиску 100-250 МПа, міцність зламу 10-30 МПа, твердість 3-4, пористість до 1%, водопоглинання 0,15-0,50%.

Забарвлення мармуру залежить від вмісту домішок. Найбільш цінними видами мармурів є білі однорідні мармури. Скульптурний та статуарний мармури мають здатність пропускати світло на деяку глибину та створювати відтінки. Ця властивість мармуру називається просвічуваністю. Рожевість мармуру як би оживляє зроблені з нього скульптури. Наявність у мармурі лимоніту надає йому лимонно-жовтий і бурий колір, гематиту-червоні кольори, графіту - чорні та сірі. З кольорових мармурів найбільшого поширення мають білі мармури з чорними та сірими неправильними смугами. Фахівцями також високо цінується чорний мармур із золотими жилками, утвореними бурозалізняковими включеннями. Зеленими мармури не бувають, близькі до них породи, що зустрічаються, - це зміїовики.

Структура мармуру дуже декоративна: смугаста, шарувата, конгломератова, брекчієподібна, з яких найчастіше зустрічається конгломератова, що розділяється, на конгломератову з зубчастим зв'язком зерен і конгломератову з мозаїчним зв'язком зерен. Найкращою полірованістю та найбільшою міцністю характеризуються дрібнокристалічні мармури із зубчастим зв'язком зерен.

До цінних облицювальних пород осадово-метаморфічного комплексу [1]

відносяться **мармуризовані вапняки** та **серпентини**. Родовища мармуризованих вапняків у геоструктурному відношенні приурочуються до певних гірських споруд Карпат, Гірського Криму, Кавказу, Волино-Подільської плити та інших [1].

Мармурові вапняки мають пористість від 0,7 до 7,0 %, водопоглинання 0,4- 0,5 %, межа міцності при стисканні в повітряносухому стані 90-130 МПа. Характер структури в мармуризованих вапняках залежить від вмісту піроксену, олівіну та ступеня їхньої серпентинізації. Найчастіше характерні для вапняків структурипетельчасті, гратчасті та волокнисті.

Для крупнозернистих вапняків з розмірами зерна 2-4 мм характерна гранобластова структура - зубчаста або мозаїчна, тобто з прямолінійними контурами складових породи зерен, а також рівномірнозерниста, тобто гомеобластова або гетеробластова [1].

Зустрічаються вапняки скарнового типу, у яких дуже складні та різноманітні структурні взаємини мінералів.

Мармуризовані вапняки мають найрізноманітніші кольори хроматичного та ахроматичного ряду. Забарвлення вапняку залежить від вмісту у ньому мінеральних домішок. Мармурові вапняки добре розпилюються, полірування приймають різною мірою (окремі різновиди вапняків поліруються добре, деякі задовільно).


Зелені мармурові вапняки і мармури називають ще серпентинами (змійовиками, офітами). Ці породи характеризуються значною в'язкістю та красоюсоковитих тонів від зеленувато-жовтого (офіт) до темно-зеленого, майже чорного [1].

З них виготовляють різні вироби, а також облицювальну плиту невеликого формату для декоративно-облицювальної мозаїки. Основні характеристики мармуру та мармуризованих вапняків, що видобуваються в Україні [3] представлено у табл. 1.8.



Як облицювальні камені з осадових порід першочерговий інтерес представляють силурійсько-девонські пісковики. Міцні зціментовані піски називаються **пісковиками**. Вони поряд з брекчіями та конгломератами

належать до розряду уламкових порід [1].

Таблиця 1.8 – Основні характеристики мармуру та мармуризованих вапняків України

Фотографія зразка, назва торгової марки	Основні відомості з розташування родовища, фізико-механічних властивостей, вартості та області застосування породи
Великокам'янецьке родовище мармуру	
 <p data-bbox="301 741 552 779"><i>Rosso karpato</i></p>	<p data-bbox="552 465 1477 539">Місцезнаходження: Закарпатська обл., Тячівський р-н, с. Верхня Новоселиця.</p> <p data-bbox="552 539 1477 651">Мармуризований вапняк темно-рожевого та світло-рожевого кольору, а також брекчійсвидний вапняк коричневого кольору з прожилками молочно-білого і напівпрозорого кальциту.</p> <p data-bbox="552 651 1477 725">Мінеральний склад: кальцит 70-90%, доломіт 10-25%, гідроокис заліза 5-10%.</p> <p data-bbox="552 725 1477 909">Фізико-механічні властивості: щільність 2,69-2,75 г/см³, пористість 0,60-2,88 %, водопоглинання 0,20-1,30 %, марка морозостійкості F100, стираємість 1,39-2,30 г/см², межа міцності при стисканні у повітряно-сухому стані 77-153 МПа, клас радіаційної безпеки (будівельне застосування) 1 клас.</p> <p data-bbox="552 909 1477 1133">Добре приймають шліфування і полірування. Використовуються для виробництва блоків та облицювально-декоративних виробів для внутрішнього облицювання. Застосування для зовнішнього облицювання потребує додаткової обробки поверхні (резинатура). Вихід блоків з гірничої маси складає 28,2 [3].</p>
Монастирське родовище мармуризованого вапняку	
	<p data-bbox="552 1171 1477 1283">Місцезнаходження: Монастирське родовище розташоване в Хустському районі Закарпатської області на східній околиці с. Тереля.</p> <p data-bbox="552 1283 1477 1321">Мармуроподібний вапняк сірий і темно-сірий кораловий.</p> <p data-bbox="552 1321 1477 1395">Мінеральний склад: кальцит 99%, кварц до 1%, серицит до 1%, рудні мінерали до 1%.</p> <p data-bbox="552 1395 1477 1541">Фізико-механічні властивості: щільність 2,72-2,76 г/см³, пористість 0,72-2,92 %, водопоглинання 0,1-8,23 %, межа міцності при стисканні у повітряно-сухому стані 61-105 МПа, клас радіаційної безпеки (будівельне застосування) 1 клас.</p> <p data-bbox="552 1541 1477 1762">Добре пиляються, приймають дзеркальну поліровку, у полірованому вигляді мають приємний негустий коричнево-сірий і червоно-коричневий колір. Придатні для внутрішнього облицювання будівель і споруд. Вихід блоків не менше 10-16%, а плит з 1 м³ блоків – не менше 10 м² [3].</p>

Продовження таблиці 1.8

Довгоруньське родовище мармуризованого вапняку	
	<p>Місцезнаходження: Рахівський район Закарпатської обл., на північно-східній околиці с. Ділове.</p> <p>Мармуроподібний вапняк масивний – сірувато-зелений, сіро-зелений неясковий, малюнок слабо плямистий, іноді сітчастий м'яко виражений. Мармуроподібний вапняк смугастий – світло-зеленувато-сірий, рідше сірувато-білий з зеленуватим відтінком. Цікавий смугастий малюнок з досить різкими кольорними переходами. Вапняково-сланцева конглобрекція світло-сірувато-біла з зеленуватим відтінком. Має оригінальний гарний плямистий малюнок.</p> <p>Мінеральний склад: кальцит 60-90%, кварц до 5-30%, мусковіт -></p>
	<p>16%, хлорит 0,1-12%, рудні мінерали до 1%.</p> <p>Фізико-механічні властивості: щільність 2,7-2,82 г/см³, пористість 0,33-2,84 %, водопоглинання 0,16-0,54 %, межа міцності при стисканні у повітряно-сухому стані 47-92 МПа, марка морозостійкості F – 25, стираємість 0,2-0,3 г/см², клас радіаційної безпеки (будівельне застосування) 1 клас.</p> <p>Усі різновиди добре пиляються і приймають полірування задовільної якості. Придатні для внутрішнього облицювання будівель і споруд.</p> <p>Вихід блоків – 18,4 – 19,0% [3].</p>
Хрестищенське родовище мармуризованого вапняку	
	<p>Місцезнаходження: в Слов'янському районі Донецької області, в 1,0-1,5 км на південний схід від села Хрестище.</p> <p>Мармуроподібний вапняк забарвлений в червоно-бурий, червонувато-коричневий, бузковий, помаранчевий і палево-жовтий колір. Різновиди червонуватих кольорів, складають до 60% обсягу вапнякової пачки S11. Вапняки мають дефекти екзогенного характеру: тріщини до 3 мм (залічені кальцитом), каверни з включенням глинистих мінералів.</p> <p>Мінеральний склад: кальцит 65-92%, доломіт 5-30%, гідроокси заліза 1-5%, глинисті мінерали до 1%.</p> <p>Фізико-механічні властивості: щільність 2,4-2,8 г/см³, пористість 0,75-7,3 %, водопоглинання 0,25-5,67%, межа міцності при стисканні у повітряно-сухому стані 39-97 МПа, стираємість 0,4 г/см², клас радіаційної безпеки (будівельне застосування) 1 клас.</p> <p>Мармуроподібні вапняки з пейзажним малюнком, що мають високі декоративно-художні властивості і рекомендовані в якості облицювального матеріалу і виробної сировини, становлять до 40%. Вапняки третього класу (60%), що не володіють хорошими декоративними властивостями, рекомендуються використовувати для внутрішніх оздоблювальних робіт (доцільніше – з фактурою сколювання).</p> <p>Вихід блоків – 10 – 25% [3].</p>

Пісковики, пофарбовані в різні кольори, застосовуються як

облицювальний камінь. Силурійські та девонські пісковики мають масивну текстуру. Це зазвичай дрібно-і середньозернисті, рідше крупнозернисті породи, що складаються з кварцу, польових шпатів та слюди. Декоративність пісковиків задовільна. За фізико-механічними властивостями пісковики задовольняють вимоги ГОСТу 9479-

84. Ці породи досить погодостійкі. Наприклад відзначимо, що у середині XIX в. у Москві та Петербурзі широко застосовувалися як облицювальний матеріал шидловецькі і радомські пісковики Польщі, а також віттембергські, бременські та бавенські червоні та світло-сірі пісковики Німеччини, які й досі надійно служать облицювальним матеріалом у будівлях і спорудах, що збереглися [2].

Пісковики добре піддаються розколюванню, непогано обробляються термогазоструминним інструментом та бучардами. Окремі різновиди пісковика приймають полірування, але більшість не поліруються. Широко використовуються вони для виготовлення бордюру, сходів, парапетів, плит облицювальних цокольних підвищеної товщини та неполірованих фактур [2].

Пісковики мають пористість від 2 до 20 %, межа міцності при стисканні від 30 до 140 МПа. Характерною особливістю цих порід є покращення властивостей спрямованого розколювання зі збільшенням ступеня насиченості пісковиків водою. Цю властивість часто використовують при вибуховому відділенні монолітів пісковика, навіщо через пробурені шпури породу попередньо просочують водою.

Пісковики у природі цементуються кремнистим, вапняним чи глинистим цементом. Значний обсяг декоративно-облицювальних пісковиків видобувають в Україні (див. табл. 1.9) та Молдові [2].

Вапняки є поширеними осадовими карбонатними гірськими породами, що складаються з кальциту або кальцитових скелетних залишків організмів, рідко з арагоніту. З них інтерес як матеріал для отримання облицювального каміння представляє черепашникові та оолітові вапняки.

Більшість вапняків є низькоміцними та неморозостійкими породами, тому вони рекомендуються тільки для внутрішнього облицювання будівель та споруд. Тільки щільні перекристалізовані дрібнозернисті вапняки приймають полірування, з інших видів вапняків облицювальна продукція виготовляється в пиляній фактурі. Ці породи добре піддаються різанню алмазами, а окремі різновиди їх твердосплавним інструментом.

«Натічний вапняк складається з натічного кальциту. Його називають **вапняним туфом** чи **травертином**. Він характеризується пористістю, малою об'ємною масою, легко обробляється та розпилюється» [2].

«Колір вапняків переважно білий, світло-сірий, жовтий, бурий, червоний, зелений, темно-сірий, чорний.

Фізико-механічні властивості цих порід неоднорідні, але мають пряму залежність від структури та текстури. Щільність вапняків $2700-2800 \text{ кг/м}^3$, об'ємна маса їх змінюється від 800 до 2800 кг/м^3 , межа міцності при стисканні коливається від $0,4$ до 300 МПа » [2].

«**Черепа́шник** або **ракушня́к** (рос. ракушечник, англ. coquina, shell rock, shell limestone; нім. Muschelkalk m) — вапняк, що складається переважно з

черепашок морських тварин і їх уламків, осадова порода, яка повністю або майже повністю складається з транспортованих, потертих і механічно відсортованих фрагментів раковин молюсків, трилобітів, брахіопод або інших безхребетних» [4]. Зображення вапняку та черепашнику представлено на рис.1.2.

«Черепашник характеризується великою пористістю (макропористістю), що дорівнює $21-60 \%$; об'ємна маса $1100-2240 \text{ кг/м}^3$; теплопровідність $0,29-0,99 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$; межа міцності при стисненні $0,4-28 \text{ мН/м}^2$.

Черепашник легко обробляється, піддається розпилюванню,

обтісуванню, тому його називають пиляним матеріалом. Широко застосовується в будівництві як стіновий і облицювальний матеріал» [4].

«В Україні Державним балансом запасів враховано 171 родовище вапняків- черепашників. Найбільші поклади — в Криму, у Вінницькій, Чернівецькій та Одеській області» [4].

«В південних областях України та на Кримському півострові з пиляного каменю будується до 50-60% будинків і споруд, що обумовлено високою ефективністю використання його в будівництві» [2].



а



б

Рисунок 1.2 – Зразки вапняку та черепашнику: *а* - оленівський вапняк (Донецька обл.), *б* - черепашник

1.2 Лицювальні виробів з природних кам'яних матеріалів

«Найбільш поширеною кам'яною продукцією є архітектурно-будівельні та лицювальні вироби, що застосовуються в встановленому порядку для оздоблення будівель та споруд, і до яких висуваються високі архітектурні або спеціальні вимоги, а також що мають монументальний характер» [2]. Такі вироби (див. рис.1.1) мають особливе значення при аналітичному дослідженні кам'яних виробів, з метою їхнього армування, тому аналіз будівельних виробів буде проводитися виключно в межах цієї групи.

Для оздоблення будівель та споруд широко застосовуються лицювальні

плити з мармуру, граніту, гранодіориту, діориту, сієніту, лабрадориту, порід групи габро, кварциту, базальту, вапняку, травертину, доломиту, туфу, гіпсу та інших видів природного каменю.

Відповідно до стандарту [5], залежно від ширини лицювальні плити діляться на п'ять груп, граничні розміри яких повинні відповідати зазначеним у табл. 1.10 (довжина менша за ширину, але не більше 1500 мм).

Таблиця 1.10 – Класифікація плит на групи за лінійними розмірами в міліметрах

Група плит за шириною	Ширина	Товщина
I	>800<1200	20, 25, 30
II	>600<800	20, 25, 30
III	>300<600	10, 15, 20, 25, 30
IV	>150<300	10, 15, 20, 25, 30
Смушка і шашка	>20<300	10, 15, 20, 25, 30

Сучасні лицювальні плити є прямоплощинними, мають форму та розміри, наведені на рис.1.3.

«Для окремих видів плит з мармурового вапняку, туфу, вапняку-черепашника та лабрадориту за погодженням з архітекторами допускається їх виробництво товщиною до 40 мм» [2].

Плита для підлоги відрізняється від лицювальної фактурою лицювальної обробки і повинна мати підвищену зносостійкість на стирання.

«До плит, що застосовуються для сходів і підлог, пред'являють також вимоги щодо стирання, яке повинна бути не більше 2,2 г/см² при інтенсивності руху менше 500 чол.-год, 1,5 г/ см² - при інтенсивності руху від 500 до 1000 чол.-год і трохи більше 0,5 г/ см² - при інтенсивності понад 1000 чол.-год» [2].

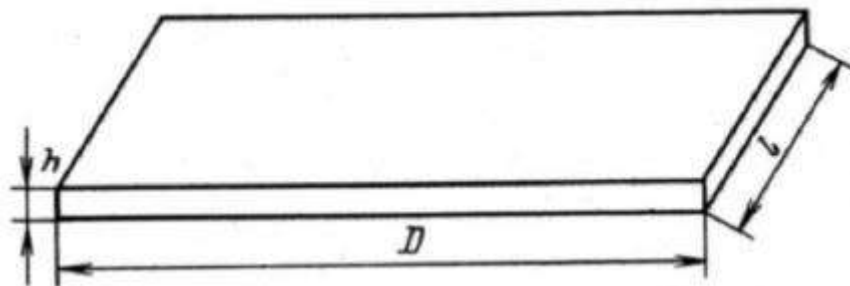


Рисунок 1.3 – Плита лицувальна прямоплощинна з природного каменю пиляна

h – товщина; D – довжина; l – ширина

Сучасні підвіконні плити є полірованою плитою товщиною 30-40 мм з лекально-профільною обробкою лицевого боку підвіконня та прямолінійно-площинною обробкою притильної торцевої сторони [1], як показано на рис. 1.4.

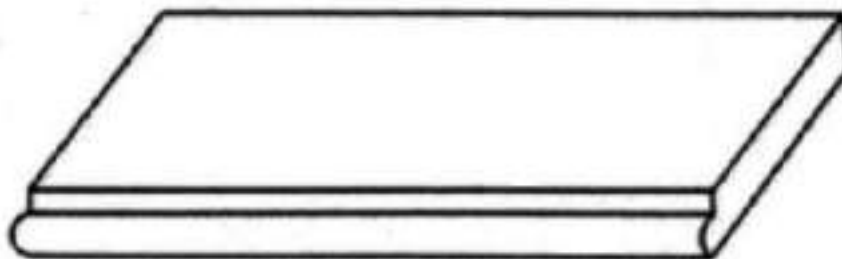


Рисунок 1.4 – Плита підвіконна прямоплощинна тонка з лекальнопрофільнимкантом торцевої сторони

Зовнішні підвіконні плити можуть виготовлятися з таких порід, як мрамур, граніт, гранодіорит, діорит, сіеніт, лабрадорит, порід групи габро, кварцит, базальт. Для виготовлення внутрішніх підвіконних плит ще може бути використаний доломіт.

Під час влаштування внутрішніх інтер'єрів сучасні дизайнери також інколи використовують природний камінь для виготовлення кухонних та інших меблів. Довгі кухонні стільниці в такому випадку повинні мати значну товщину, або бути армованими для запобігання руйнування під час згину.

Поряд з загальними перевагами лицувальні плити, плити для полу та підвіконні плити мають відносно велику товщину, що обумовлено малою

міцністю каменю на згин і може призвести до руйнування під час виготовлення, транспортування або монтажу. Це призводить до збільшення загальної ваги конструкцій з таких плит та їхньої вартості. Одним з напрямків усунення цих недоліків є армування таких плит композитними матеріалами з тильної сторони.

1.3 Блоки та стінові камені з природнього каменю. Характеристики і область використання

Природні стінові матеріали порівняно з іншими матеріалами найбільш ефективні. Вони мають красиву фактуру, легко піддаються обробці. В Україні до таких належать, наприклад, унікальні білі, жовті, світло-сірі вапняки. «Споруди зі стандартного пиляного каменю та з крупних стінових блоків відповідно в 1,4-1,5 та 1,7-1,8 рази дешевші ніж із залізобетонних панелей» [6]. Це пояснюється відсутністю проміжних технологічних і транспортних операцій притаманних виробництву традиційних будівельних виробів. Відповідно, за рахунок цього зменшується загальна вартість виробництва пиляного каменю у порівнянні з традиційним. Однак, низька міцність каменю на згин у порівнянні з залізобетоном заважає широкому його використанню.

Поряд з блоками для виготовлення лицювальних плит, до блоків каменю для будівництва фундаментів та кладки стін під штукатурку вимоги стосовно якості лицювої поверхні та декоративних властивостей породи блоку не висуваються.

Стіновий камінь виготовляються з вапняків і туфів, шляхом випилювання механізованим способом з масивів гірських порід або заздалегідь здобутих заготовок. Таке каміння призначається для кладки стін, перегородок та інших частин будівель. Він виготовляється також з гіпсу, доломіту, туфопіщаника та інших щільних порід з об'ємною масою 2100 кг/м³ [1].

Залежно від межі міцності породи при стиску стіновий камінь з туфів поділяються на 9, та якщо з інших порід на 5 марок [1], характеристики міцності яких наведені в табл. 1.13.

За наявності відповідного техніко-економічного обґрунтування можуть виготовлятися каміння та інших розмірів. Каміні не повинні мати видимих тріщин, розшарування та прошарків інших менш міцних порід.

Залежно від розмірів стіновий камінь поділяють на три типи, наведені у табл.

1.14. За призначенням камінь поділяється на дві групи: - камінь для кладки зовнішніх стін; каміння для кладки стін та перегородок під штукатурку.

Таблиця 1.13 – Марки стінового каменю

Породи	Показувач	Марка стінових каменів	Межа міцності породи на стиск, МПа	
			Середній для 10 зразків	Найменший для окремого зразка
Група I	Гу	35	3,5	2,5
		50	5,0	3,5
		75	7,5	5,0
		100	10,0	7,5
		125	12,5	10,0
		150	15,0	12,5
		200	20,0	15,0
		300	30,0	20,0
		400	40,0	30,0
Група II	Інші	4	0,4	0,3
		7	0,7	0,4
		10	1,0	0,7
		15	1,5	1,0
		>25	>2,5	1,5

Таблиця 1.14 – Розміри стінового каміння (у міліметрах)

Тип каменів	Висота	Ширина	Довжина
1	188	190	390
2	188	240	490
3	288	190	390

Таблиця 1.15 – Допуски за розмірами стінових каменів

Група каменю за призначенням	Допустимі відхилення від розмірів каменів, мм		
	За висотою	За шириною	За довжиною
Для кладки стін і перегородок підштукатурку	±5	±8	±12
Для лицевої кладки зовнішніх стін	±5	±5	±8

Камені для лицевої кладки зовнішніх стін не повинні мати більше 2 відбитих кутів завбільшки до 20 мм, а камені для кладки під штукатурку можуть мати відбиті 4 кути довжиною до 50 мм.

Декоративні стінові камені для лицевої кладки можуть мати не більше 2 сколів на бічних гранях довжиною не більше 25 мм, а на камінні під штукатурку допускається 4 таких сколи довжиною до 60 мм.

Водопоглинання стінового каміння з туфу має бути не більше 50%, а з інших порід не більше 30% за вагою та після випробувань на камінні не повинно бути ознак їх розшарування або руйнування.

При випробуванні на морозостійкість стінові камені повинні витримувати без ознак їх руйнування не менше 15 повторних циклів поперемінного заморожування при температурі мінус 15 °С і нижче та відтавання у воді при температурі 15±5 °С. Після випробування на морозостійкість міцність каменю при стисканні повинна становити не менше 75% початкової міцності зразків, випробуваних до насичення водою [1].

Висновки по розділу 1.

1. Природний лицювальний камінь України представлений широким спектром родовищ інтрузивних, ефузивних, метаморфічних та осадових порід. Ці породи володіють гарною декоративністю та фізико-механічними властивостями, але низькою міцністю на розтяг та згин.

2. Промисловий інтерес представляють прямоплощинні лицювальні плити, плити для підлоги та підвіконні плити, які внаслідок низької міцності на згин повинні мати відносно велику товщину. Це призводить до збільшення загальної ваги конструкції, в якій використовуються такі плити, і трудомісткості монтажу плит.

3. Споруди зі стандартного пиляного каменю та з крупних стінових блоків відповідно в 1,4-1,5 та 1,7-1,8 рази дешевші ніж із залізобетонних панелей. Однак, низька міцність каменю на згин у порівнянні з залізобетоном заважає широкому його використанню. Відповідно, необхідна розробка і дослідження технологічних рішень з виготовлення армованих будівельних виробів з використанням кам'яних природних матеріалів.

Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ З ПРИРОДНИХ КАМ'ЯНИХ МАТЕРІАЛІВ

Технологія виробництва будівельно-архітектурних і облицювальних виробів починається з видобування блоків каменю гірничо-видобувними підприємствами в межах промислових ділянок відповідних родовищ. З цією метою здійснюється основні технологічні етапи видобування: розкриття родовища, підготовка порід і очисне виймання.

Родовища облицювально-декоративного каменю у вітчизняній та зарубіжній практиці освоюють відкритим способом. Цей спосіб зумовлюється такими гірничо-геологічними особливостями: – великими розмірами родовищ, формою та глибиною залягання каменю з урахуванням потужності, вимірюваної десятками метрів і більше; – наявністю системи природних тріщин, які утворюють паралелепіпедну окремість і обумовлюють виймання блоків у формі прямокутних паралелепіпедів та визначають можливість виходу блоків із масиву; – близьким розміщенням корисного свіжого покладу до денної поверхні, яке, з одного боку, зумовлює малу потужність розкриття, а з другого – присутність вивіреної породи у верхніх частинах родовищ.

Згадані гірничо-геологічні умови в поєднанні з вимогами, що ставляться до облицювального каменю, істотно відрізняють кар'єри блокового каменю від відкритих розробок вугільної, рудної та нерудної промисловості.

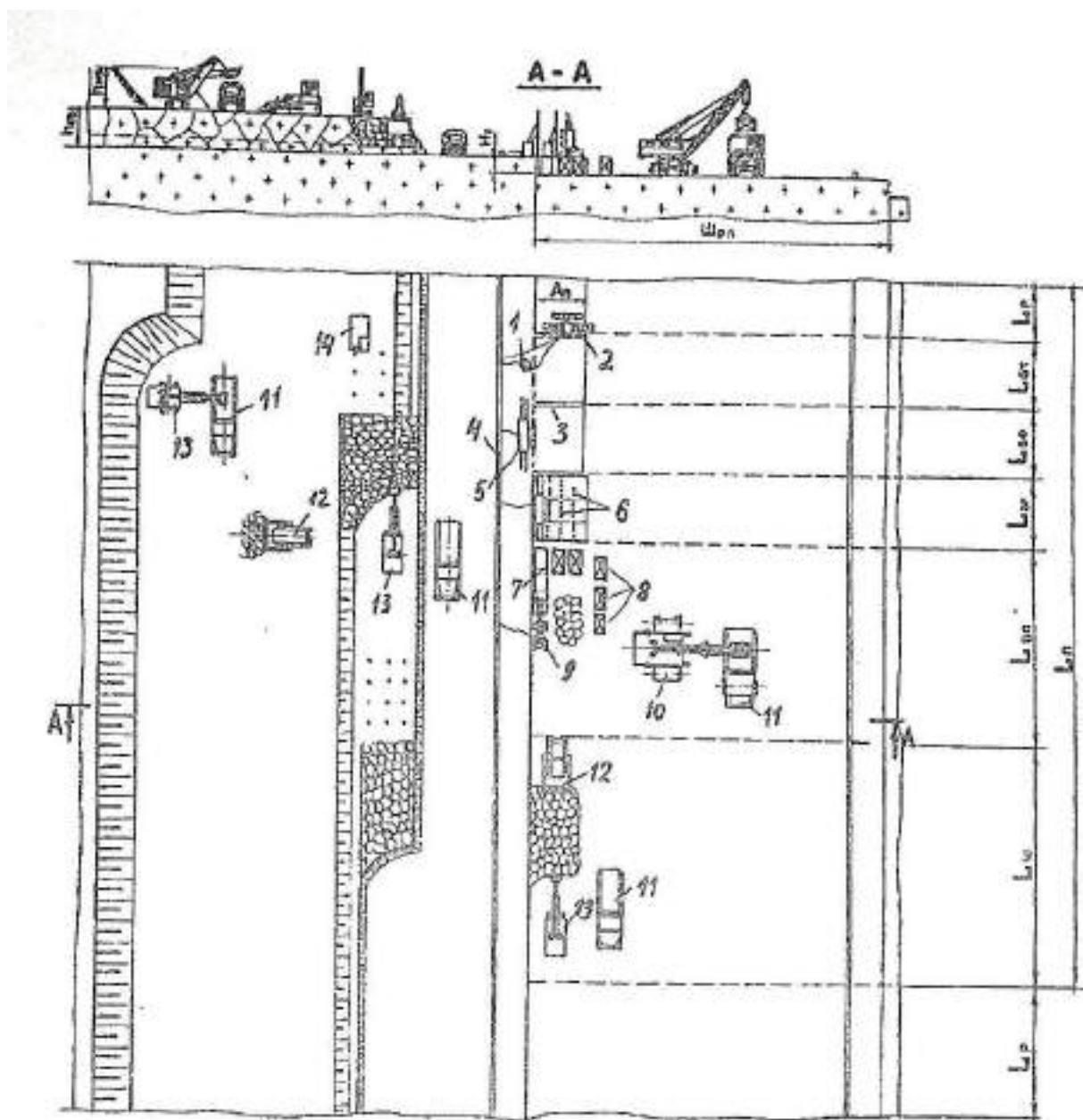
Підготовка блоків до виймання у кар'єрах виконується шляхом відокремлення їх від масиву порід одним з механічних, буро-підривних або фізико-технічних способів, представленими на рис. 2.1 [7]. Під час цього етапу виконується оцінка природньої тріщинуватості та поділ моноліту на блоки.

При видобутку гранітних блоків і відстані між положистими та крутими тріщинами відповідно 1,5 та 3...6 м, може використовуватися шарова панельно-положиста або шарова фронтально-положиста технологічні схеми видобування гранітних блоків [7]. При інших умовах можуть застосовуватися шарова панельно-фронтальна або суцільна фронтальна технологічні схеми. На рис.

2.2 зображено шарову панельно-положисту схему з використанням термовибухклинового способу підготовки блоків до виймання [7].



Рисунок 2.1 – Класифікація способів руйнування природного облицювання каменю для підготовки його до виймання.



1 - бак для пального; 2 - установка для термічного різання; 3 - щілина, утворена термічним різанням; 4 - пневмомагістраль, 5 - установка рядкового буріння; 6 - шури для відокремлення та поділу моноліту; 7 - моноліт, відокремлений від масиву; 8 - товарні блоки; 9 - гідро-клинова установка; 10 - кран вантажопідйомністю не менш, як 25 т; 11 - автосамоскид; 12 - бульдозер; 13 - екскаватор для прибирання околя; 14 - буровий верстат.

Рисунок 2.2 – Шарова панельно-положиста технологічна схема видобування гранітних блоків при термовибухоклиновому способі підготовки їх до виймання

Згідно ГОСТ блоки, що виймаються поділяються на п'ять груп, які представлені у табл. 2.1.

Відокремлення блоків від масиви за допомогою буро-підривних та таких механічних, як буроклиновий, бурогідроклиновий та відривання гвинтовими пристроями, відбувається з утворенням грубої нерівної поверхні блоку зі слідами шпурів на поверхні.

Таблиця 2.1 – Категорії блоків за об'ємом

Гірські породи	Об'єм блоків по групах, м ³				
	I	II	III	IV	V
Граніт, діорит, сієніт, габро, базальт, діабаз та інші	> до 8	>2,5 до 5	> 1 до 2,5	>0,4 до 1	>0, 01 до 0,4
Мармур білий	> 4,5 до 8	> 2 до 4,5	> до 2	>0,4 до 1	>0, 01 до 0,4
Мармур кольоровий	> 4,5 до 6	> 2 до 4,5	>0, 7 до 2	>0,4 до 0,7	>0, 01 до 0,4
Вапняк, доломіт, гіпс, травертин, пісковик, туф вулканічний, вапняк- черепашик	> 4,5 до 6	>2,5 до 4,5	> 1 до 2,5	>0,4 до 1	>0, 01 до 0,4

Різання каменю за допомогою канатних, барових та дискових машин дозволяє створити відносно рівну поверхню і правильну форму блоку. Такі способи різання каменю застосовуються для видобування стінового каменю.

Фізико-технічні способи достатньо дорогі і використовуються при певних умовах.

Для виготовлення облицювальних плит та інших виробів з каменю, після виймання блоки транспортуються в каменеобробний цех. Там каменю надають необхідну форму та розмірів, а поверхні – необхідну фактуру.

Технологія обробки каменю визначається твердістю гірської породи та вмістом у ній кварцу. Тверді породи з великим вмістом кварцу розпилюються штрипсовими пилами за допомогою вільного абразиву, а безкварцових порід

середньої твердості та м'якого каменю - алмазними пилками.

Режими фактурної обробки плит із твердих гірських порід, порід середньої твердості та м'якого каменю також відрізняються. Це викликано тим, що занурювання зерен абразиву в тіло каменю при шліфуванні залежить від твердості гірської породи та тиску робочого інструменту на виріб, що обробляється.

При різних способах обробки каменю необхідна наступна технологічна схема виробництва. Спочатку виконується наближена обробка, а потім точна обробка виробів за формою та розмірами. Після цього здійснюється фактурна обробка.

До наближених процесів обробки відносяться: розпилювання, обколювання, наближена термообробка; до точних - окантування (фрезерування), тесання, термообробка; до фактурної обробки - шліфування та полірування, тесання, термообробка, ультразвукова обробка.

2.1 Технологія видобування стінового каменю

Застосування каменерізних машин з кільцевими фрезами. У 80-х роках ХХ ст. для видобування стінового каменю широко використовувалися каменерізальні кільцеві машини, «які призначені для випилювання блоків з максимальним поперечним розміром 1x1 м в м'яких і середньої міцності породах; вони оснащуються робочим органом, іменованим кільцевою пилкою.

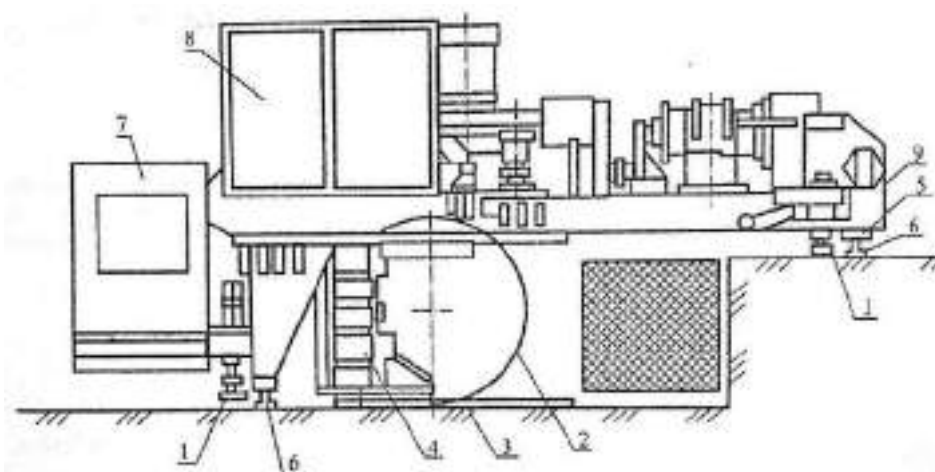
Кільцева пилка працює за принципом бара: по периметру нерухомого диска обертається пилка зовнішнім діаметром 1380 мм, оснащена твердосплавними або алмазними зубцями, які напаяють.

Перевагою кільцевої пилки порівняно з дисковою пилкою є велика глибина пропилу. У дискової пилки в тіло матеріалу входить тільки частина корпусу на глибину близько 1/3 діаметра пилки. Кільцева пилка робить пропили на глибину 2/3 від свого діаметра. Перша конструкція машин, оснащених кільцевою пилкою, мала назву машини Столярова. Відомо декілька модифікацій подібних машин: СМ- 177А, СМР-028, СМ-580М, СМР-028 та ін. Конструкція

машини СМР-028 зображена на рис.» 2.3 [8]. Максимальна висота уступу, яку може оброблювати машини такого типу, 1040 мм. Експлуатаційна продуктивність при розробці мармуру і вапняку сягає відповідно 0,2-2 і 1,5-3,5 м³/год. Розміри блоків, що видобуваються, 1,0х1,0 м. Максимальна межа міцності порід – 180 МПа.

Технологія вирізання блоків складається з «відокремлення блоків від масиву по трьох взаємно перпендикулярних площинах. Це досягається виконанням трьох пропилів - двох вертикальних і одного горизонтального; один з вертикальних пропилів - поперечний в напрямі, перпендикулярному лінії фронту уступу, другий

- подовжній тильний і третій - подовжній горизонтальний пропили по підшві уступу. Відстань між подовжніми тильними пропилками рівна ширині вирізаного блока.



1- домкрати; 2, 3 – кільцеві вертикальна і горизонтальна пилки; 4 – консоль; 5 – колеса; 6 – рейки; 7 – кабіна; 8 – щит з електроустаткуванням; 9 – рама.

Рисунок 2.3 - Кільцева каменерізальна машина СМР-028

Повне відокремлення блоків здійснюється за два проходи машини уздовж всієї довжини уступу. За один прохід виконуються поперечні пропили, за другий - подовжні тильний і горизонтальний пропили. Поперечні пропили можуть проводитися у обох напрямках щодо фронту робіт, подовжні - відповідно до конструкційних особливостей машини лише в одному напрямі

(від заїзної траншеї до виїзної). При виконанні поперечних пропилів відстань між ними приймається рівною необхідній довжині блоків.

Для збільшення виходу кондиційних блоків на початку здійснення поперечних пропилів має передувати розмітка на блоки заданих розмірів по всій довжині уступу з урахуванням наявності тріщин, видимих включень порожніх і високоміцних порід. Поперечні пропили мають бути приурочені до контактів мармуру із зонами сильно тріщинуватих та високоміцних порід. Виймку останніх при потужності 0,2 м і більш слід здійснювати буроклиновим способом із застосуванням гідроклинової установки або буропідривним способом при підриванні ДШ в шпурах» [8].

«Термін роботи машин з кільцевими пилками обмежений терміном їх повного зносу, оскільки подібних нових машин вже не виробляють» [8], тому їх повсюдно замінюються на барові машини і установки алмазно-канатного різання. На рис. 2.4 зображено принципіві схеми роботи канатної, барової та дискової машин. «Єдиним місцем на теренах колишнього СРСР, де ці машини поки застосовуються, є вапнякові кар'єри в Криму» [8].

Застосування барових машин. Каменерізні машини з різальними баровими органами застосовуються для вирізання порід з міцністю до 20 МПа, а також порід середньої міцності. Такі органи є плоскою подовженою конструкцією (із співвідношенням довжини до ширини 1:6), по периметру якої ковзає ланцюг з твердосплавними зубцями. Використання довжини робочого органу становить 85-90%. Ланцюг переміщається баром, який може обертатися навколо своєї осі (рис.

2.4 а).

За кількістю робочих органів розрізняють однобарові та багатобарові машини. Для видобутку блоків облицювального каменю використовуються переважно однобарові машини. Як правило, ці машини універсальні і можуть виконувати всі види врубів, необхідні відділення блоків від масиву. Введення барув масив і виведення з нього здійснюється примусовим обертальним рухом за допомогою гідроциліндрів, що виключає необхідність проходження спеціальних траншей для введення та виведення інструменту.

На вітчизняних кар'єрах вирізка блоків з масиву баровими машинами проводиться, як правило, поздовжніми заходками по фронту, у той час як на зарубіжних кар'єрах - поздовжніми або поперечними заходками в межах панелі розміром близько 30х50 м. Машина переміщається вздовж вибою рейковим шляхом, який кріплять до покрівлі уступу анкерами.

Відомі французькі барові машини "SEFAMA", HR-70VK, німецькі ST-VH, ST-320, ST-280, ST-30 та болгарська КМХ-2, які можуть утворювати глибину врубу відповідно 1850, 3300, 2000, 3200, 2500, 2500 та 2000 мм. Ці машини забезпечують

експлуатаційну продуктивність на білому мрамурі відповідно 30, 35, 40, 45, 40, 35 та 35 м²/зміну. Також всі вони забезпечують ширину врубу 40 мм, окрім "SEFAMA", яка утворює вруб шириною 28 мм.

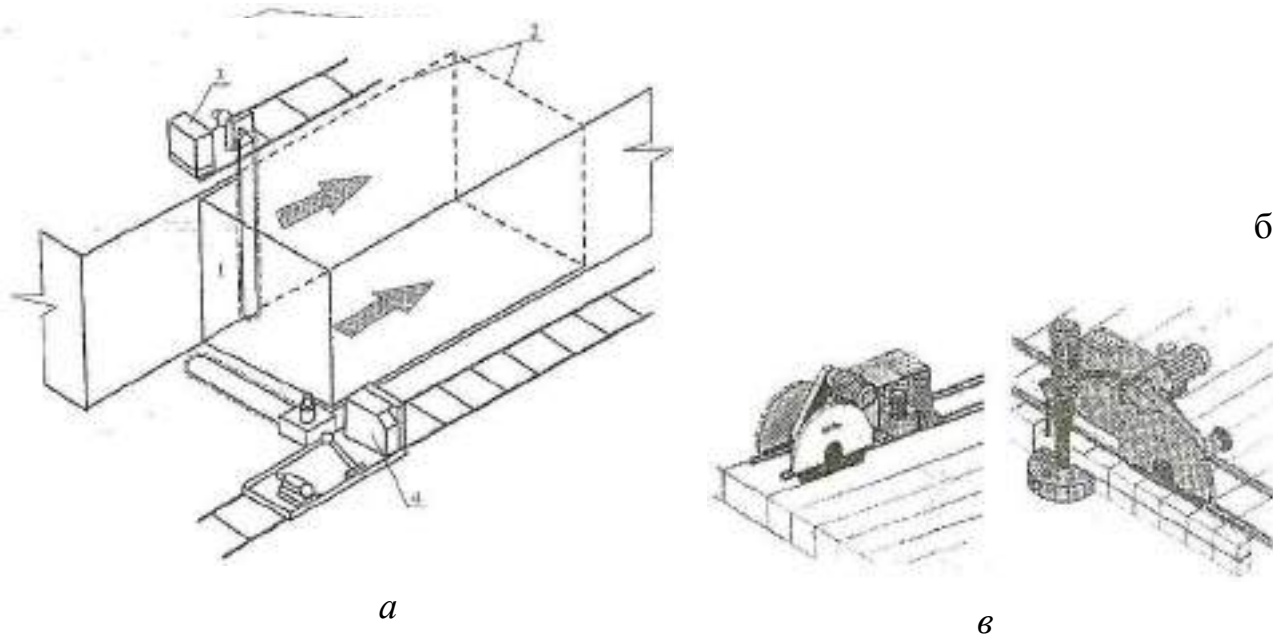


Рисунок 2.4 – Застосування пилок для підготовки блоків до виймання: *а* – бароватилка; *б* – алмазна канатна пилка; *в* – дискова пилка.

Рух машини перпендикулярно до забою здійснюється за рахунок переукладання рейкової колії консольним краном. Спочатку нарізають поперечні пропили, потім поздовжні, після чого підрізуванням у горизонтальній площині відокремлюють камінь від масиву.

Блоки, що видобуваються за допомогою барових машин, мають великий об'єм (6-8 м³) і значну масу (16-22 т), тому до комплексу видобувного

обладнання необхідно включати крани вантажопідйомністю 40-60 т і спеціальні платформи з потужними тягачами для транспортування блоків.

Перевага барових машин, в порівнянні з іншими каменерізними машинами, - високий коефіцієнт використання довжини робочого інструменту при невеликій його ширині. Баром можна виконувати глибокі пропили і тим самим видобувати блоки великих розмірів за незначних втрат каменю. Сам процес видобутку блоків протікає дуже інтенсивно через велику висоту уступів. Завдяки повороту бару навколо своєї осі відсутня необхідність у флангових траншеях, значно простіше здійснювати проходку поздовжньої траншеї.

Область застосування каменерізних барових машин обмежується родовищами мармуризованих вапняків, безкварцових мармурів та інших порід із вмістом кварцу трохи більше 3-5 %. Масиви порід повинні мати хорошу блочність, а кут падіння покладу не повинен перевищувати 30° . Барові машини не потребують великої довжини фронту робіт, та їх експлуатація вимагає вищого технологічного рівня виробництва.

Змінна продуктивність барової машини різко знижується, а експлуатаційні витрати, навпаки, зростають із збільшенням міцності каменю, що видобувається (рис. 2.4 і 2.5). Заміна алмазно-ланцюгового бару алмазно-канатним дозволяє збільшити швидкість та зменшити ширину пропилу, а також покращити інші

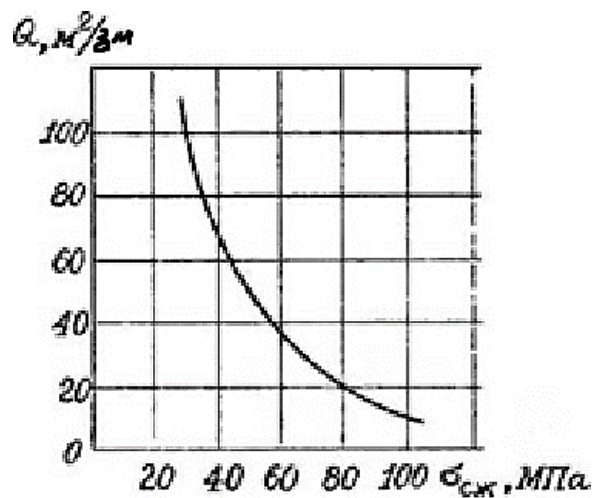


Рисунок 2.4 – Залежність змінної продуктивності барової машини КМХ-2 від міцності породи

показники. Так, згідно [9] швидкість різання збільшується на 25%, ширина пропилу знижується на 28%, питома енергоємність різання знижується на 53%, відносна алмазоємність інструменту знижується на 28% та витрата води зменшується на 94%.

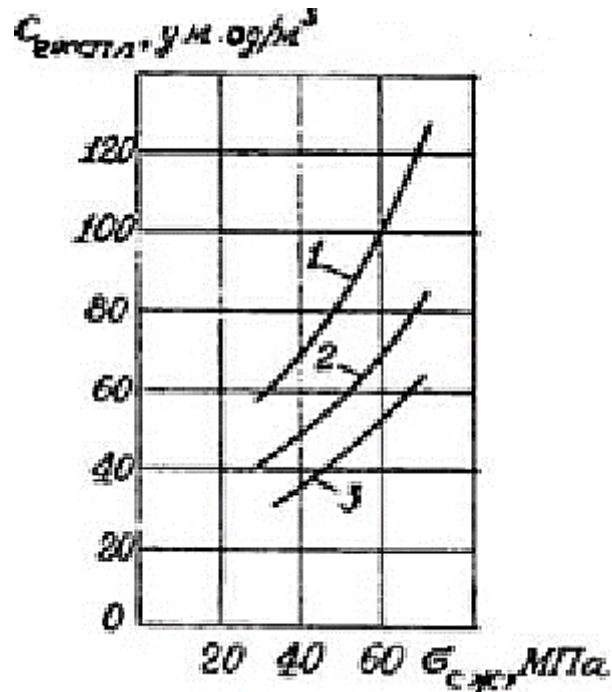


Рисунок 2.5 – Залежність експлуатаційних витрат на видобуток 1 м³ мармурових блоків барової машини КМХ-2 від міцності породи при різному виході блоків

Продуктивність барової машини та зношування різців також залежать від кількості води, що подається в проріз бару для його охолодження та прибирання відходів пиляння [9].

При вирізанні блоків баровими машинами важливо дотримуватися порядку виробництва пропилів. Спочатку виконуються поперечні пропили, для чого роблять попередню розмітку на блоки заданих розмірів по всій довжині уступу з урахуванням наявності тріщин та включень високоміцних порід. Вилучення цих включень при розмірах їх більше 0,2 м необхідно здійснити до роботи барової машини іншими способами. Після поперечних пропилів виконують горизонтальні пропили, слідом за якими в горизонтальну щілину заводять прокладки, що розклинюються, і тільки після цього виробляють

поздовжній вертикальний пропили.

Відстань між поздовжніми вертикальними пропилами повинна відповідати ширині блоку, а між поперечними пропилами необхідної його довжини. Висота блоку (а, отже, і уступу) обмежується можливою глибиною вертикального різання бару, що залежить від характеру тріщинуватості масиву та конструктивних характеристик виконавчого органу. Якщо горизонтальні тріщини сприяють формуванню витриманих уступів, по висоті рівних проміжним значенням глибини вертикального різання, то таку можливість слід використовувати, тому що в цьому випадку відпадає необхідність у виробництві горизонтального пропилу [9].

Коефіцієнт використання робочого часу барових машин не перевищує 0,6- 0,7, так як потрібні великі витрати часу на допоміжні операції. Швидкість різання у машини КМХ-2 при горизонтальному пропилі мармуром дорівнює 3-3,5 м/год, при вертикальному пропилі 3,5-4 м/год. Питома витрата різців становить близько 0,4 різця на 1 м³ блоку [9].

Алмазно-канатні машини застосовуються при відокремленні каменю середньої міцності і для видобутку блоків із високоміцних порід.

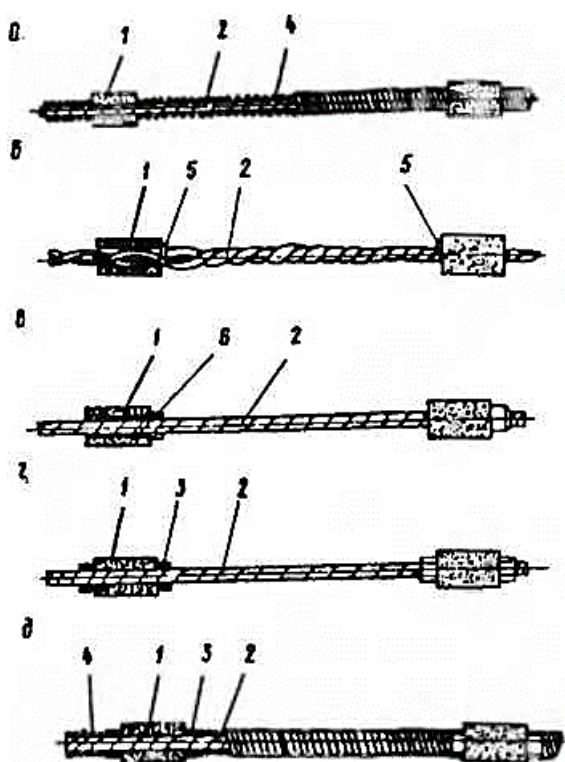
Широке поширення канатних пилок при вирізці монолітів обумовлено високою швидкістю різання каменю, можливістю отримання пропилів значної довжини і невеликою шириною, економічністю, низькою енергоємністю та можливістю видобутку блоків великих розмірів.

До недоліків цих установок відносяться різке зниження їх продуктивності та техніко-економічних показників при підвищеній тріщинуватості масиву та наявності в породі твердих включень, великий обсяг гірничо-підготовчих робіт, а також в окремих випадках сезонність роботи. Найчастіше канатні пилки застосовують в умовах м'якого клімату та гористої місцевості. Для використання достатньо мати невеликий фронт робіт.

За способом пиляння розрізняють канатно-абразивні та канатно-алмазні пилки. У першому випадку стирання каменю в різі відбувається під впливом абразивного піску, що подається разом з водою в місце контакту з породою і притискається до забою канатом, що рухається; у другому-пиляння

здійснюється в результаті абразивної дії на камінь спеціальних шайб, армованих алмазами та закріплених на канаті [9]. Однак, в останні роки все частіше використовуються канатно-алмазні або алмазно-канатні пилки. Устаткування для канатно-алмазного розпилювання випускають багато фірм Італії, Великобританії, США, Німеччини та інших країн.

Основними вузлами канатно-алмазної пили є пересувна рама, візок зі змонтованим на ньому приводом каната, провідний шків і два напрямні шківів, електродвигун подачі та натяжна станція (див. рис. 2.3, б). Пульт управління може бути на візку або бути виносним [9].



а - з пружинами; б - з фіксаторами; в - з припаюванням різців до каната; г - з обтискними втулками, д - з обтискними втулками та пружинами; 1 - алмазно-ріжучий елемент; 2 - несучий канат; 3 - обтискна втулка; 4 - пружина; 5 - механічний шплінт; б – припаювання.

Рисунок 2.6 – Схема установки алмазно-ріжучих елементів на канаті

Алмазні ріжучі елементи, що застосовувалися раніше, виготовлялися у вигляді втулок з одношаровим гальванічним покриттям. В даний час вони

замінені більш зносостійкими елементами, одержуваними методом порошкової металургії (на металокерамічних зв'язках) з алмазними зернами, що розміщуються по всій глибині робочого шару. Такі канати, незважаючи на зниження продуктивності до 30%, мають безперечну перевагу по зносостійкості робочого інструменту, особливо при пилянні абразивних матеріалів [9].

Для працездатності алмазного інструменту велике значення має ступінь зарощеності алмазних зерен зв'язуванням, тобто висота нарощування металу щодо алмазного зерна. Найбільш ефективною для різання каменю середньої міцності є висота металевої зв'язки, що дорівнює $2/3$ висоти зерна [9].

Широке застосування отримали канатні пилки моделей КР-528 та "Пеллегріні" (Італія). У ряді країн, таких як Італія, Іспанія, США, Португалія, видобуток мармуру і вапняку за допомогою канатно-алмазних пилок є переважним [9].

При випилюванні монолітів канатно-алмазною пилкою обов'язковою умовою є наявність не менше двох оголених поверхонь масиву, наприклад, однієї горизонтальної та однієї вертикальної. З цих поверхонь забурюють дві свердловини, що перетинаються, через які вводять робочий канат, потім його пропускають через приводний шків установки і счаливають за допомогою обтискних елементів. Залежно від умов розробки зустрічні свердловини проходять у горизонтальній, вертикальній чи похилій площині. У тій площині, в якій пробурені свердловини, виконують і пропили. Можна вирізати моноліти з масиву неправильної конфігурації [9], здійснювати вирізку у вертикальній площині при встановленні канатної пили на підшві і на покрівлі уступу, а також прорізання щілини горизонтальній площині.

Потилічний пропили виконується з використанням проникних шківів, що вимагає попереднього буріння свердловин діаметром 240-320 мм. Можливі варіанти виконання пропили із застосуванням одного проникаючого шківа та направляючого ролика або двох проникаючих шківів, що переміщуються під дією автоматизованого механізму подачі. Ріжучим органом проникають шківів є алмазний канат, що огинає шківів. Пиляння з проникаючими шківів

доцільно використовувати при недостатній кількості відкритих поверхонь у масиві або значних розмірах моноліту, що випилюється, утрудняють буріння свердловин, щоперетинаються.

Практикуються варіанти випилювання потиличного пропилю із застосуванням двох проникних шківів алмазним канатом збільшеного діаметра (14 мм), а потім у необхідних місцях бурять шпури або свердловини в перпендикулярних площинах до зустрічі з потиличним пропилом. Після цього через свердловини і пропили вводять тонкий канат (діаметром 10 мм), стискають і замикають його на приводному шківі установки, потім виконують серію вертикальних поперечних пропилів, максимально використовуючи природні тріщини.

При випилюванні монолітів фронту робіт зазвичай надають у плані ступінчасту форму з метою оголення породного масиву в трьох площинах [9].

Використання дискових каменерізних машин. На кар'єрах з видобутку облицювальних порід із міцністю на стиск до 25 МПа вирізку каменю ведуть дисковими машинами, різальним органом у яких є відрізні кола, армовані твердосплавними різцями (в одну-п'ять ліній) або алмазною крихтою (див. рис. 2.3,в). Ними оснащені каменерізні машини СМ-89А, СМ-826, СМ-543, СМ-518, НКМ-2, НКМ-4, КДМ-2, КМ-6, КМ-3А та інші. Використання в якості ріжучого інструменту відрізних алмазних кіл замість армованих твердосплавним інструментом підвищує продуктивність машин в 2,5 рази [9].

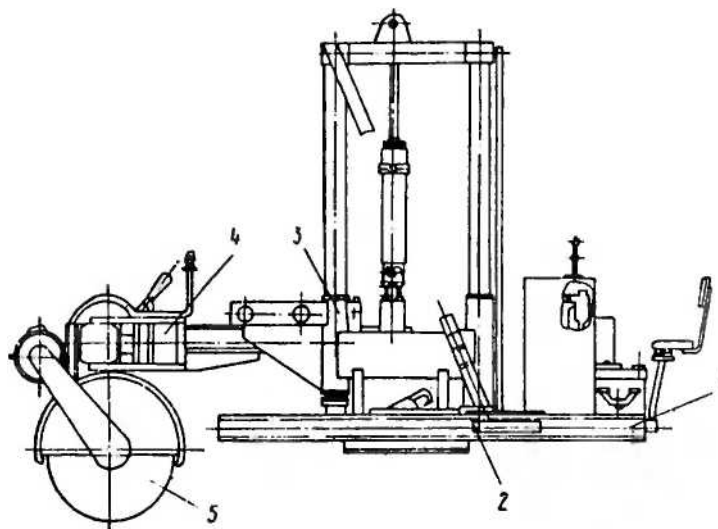
«На кар'єрах з видобутку блоків середньої міцності при відробленні верстви скельового розкриву здебільшого використовують каменерізні машини СМ-580А –при міцності порід до 30 МПа, і СМ-177А та СМ-428 – при міцності до 50 МПа. У разі більш високої міцності порід каменерізні машини працюють ривками, різко підвищуючи зношення інструменту» [7]. Розміри блоків обмежуються технологічними розмірами ріжучого диску.

Дисковим машинам властиві мінімальні кількісні втрати каменю через високу концентрацію зусиль, що руйнують, у вузькій смузі різання шириною 50-60 мм. Інші переваги цих машин - простота конструкції та висока надійність у роботі. Недоліком дискових машин є малий коефіцієнт використання діаметра

диска: максимальну глибину пропилю з метою уникнення тертя фланця об камінь рекомендується приймати не більше 0,4 діаметра диска [9].

Окрім блоків дискові машини використовуються для видобутку та обробки облицювальних плит. Машина, що розроблена Інститутом МолдНДІбудпроект, призначена для вирізки плит-заготовок із пісковика безпосередньо з масиву і показана на рис. 2.7. Ріжучим органом машини є алмазний дисковий круг діаметром 500 мм, який рухається електродвигуном потужністю 7,5 кВт [9].

Робота машини полягає у наступному. Переміщенням ходового візка по рейках уздовж вибою проводиться тильний пропил глибиною, що дорівнює товщині плити, що відокремлюється. Потім після переналагодження пиляльної головки шляхом переміщення каркаса на вибій виконується поперечна нарізка вибою. Плити-заготівлі знімають вантажопідйомним пристроєм. Максимальна площа плити-заготівлі $2,5 \text{ м}^2$. Переміщення машини здійснюється за допомогою крокуючого механізму [9].



1 - ходовий візок; 2 - каркас, 3 - рама вертикального ходу, 4 - пиляльна головка. 5 -

алмазна дискова пилка.

Рисунок 2.7 – Машина з випилювання плит-заготовок з пісковика

У зарубіжній практиці (Бельгія, Франція) ефективно працюють каменерізні машини типу "Дельфін" з відрізними колами діаметром 2,5 та 3 м, армованими діамантовими сегментами. Вони можуть різати навіть міцні облицювальні породи. Слід враховувати, що використання таких машин потребує великої кількості води для охолодження диска [9].

Машина складається з станини довжиною 12 м, блоку двигуна приводу пили, який перекочується станиною, і кабіни управління. Потужність приводу 75-100 кВт. Працездатність диска приблизно 5000 м² різання. Машина повинна бути підключена до водопроводу, тому що споживає води близько 200 л/хв. Продуктивність 5-8 м²/год. Глибина пропила від 1 до 1,4 м.

Технологія видобутку блоків передбачає початкову нарізку поперечних щілин, потім поздовжньої горизонтальної щілини та вертикального поздовжнього різу. Встановлена один раз машина самостійно переміщається на одному рівні в поздовжньому та поперечному напрямках. Крок поздовжнього переміщення становить близько 8 м одного положення станини. Поперечне переміщення відбувається за спеціальними напрямними з кроком 0,6 м.

Машини для горизонтального різання є модифікацією типових, в яких блок-двигун оснащений горизонтальним повзуном, що забезпечує врізання диска на потрібній висоті.

Бельгійська фірма "Wallem" розробила конструкцію каменерізних машин з дисками збільшеного діаметра, армованими діамантовими сегментами. Фірма випускає машини типу "Акула" для вертикального (RV-2500, RV-2700, RV-3000) і горизонтального (RH-2700) різання, з діаметрами дисків відповідно 2500, 2700, 3000 та 2700 мм. Товщина дисків змінюється від 9 до 11,5 мм. Швидкість подачі та швидкість різання у цих машин складають відповідно 5...8 м/год та 45 м/с.

Застосування машин типу "Акула" дозволяє скоротити чисельність кар'єрного персоналу в порівнянні з традиційними методами при видобуванні мармурів у 8-10 разів, забезпечує високий рівень автоматизації. Область використання: мала висота уступу (не більше 1,25 м), площа робочого майданчика більше 200 м², нахил поверхні не більше 15% [9].

2.2 Технології виготовлення облицювальних плит з твердих гірських порід

До твердих порід відносяться такі гірські породи, як кварцит, граніт, сієніт, діорит, лабрадорит, габро, базальт і т.п., які мають твердість 6...7 за шкалою Мооса. Технологічний процес виробництва з твердих порід, в результаті якого каменю надають необхідну форму, розміри і фактуру лицьової поверхні, включає ряд операцій, що виконуються в суворій послідовності: розпилювання блоків на плити-заготовки, шліфування або полірування для отримання необхідної фактури,

окантовку та розкрій плит на задані розміри [10]

2.2.1 Розпилювання блоків твердих гірських порід

Розпилювання - трудомістка операція, вартість якої досягає до 40% вартості готової продукції. При цьому від якості плит багато в чому залежить трудомісткість наступних операцій. Для розпилювання блоків використовуються рамні розпилювальні верстати з маятниковим рухом пильної рами.

Розпилювання твердих порід здійснюється сталевими штрипсами (смугами) за допомогою вільного абразивного матеріалу.

Для розпилювання блоків каменю твердих порід з малим вмістом кварцу використовуються верстати з прямолінійним як вертикальним, так і горизонтальним рухом пильної рами з використанням алмазних штрипсів [10].

Способом розпилювання смуговими пилками з вільним абразивом виготовляється близько 98% всіх облицювальних виробів з твердих порід природного каменю. Він характеризується низькою швидкістю різання і високою трудомісткістю процесу. Незважаючи на значний розвиток за останній час технології алмазно-багатодискового розпилювання твердих порід на ортогональних верстатах, дробове розпилювання смуговими пилками продовжує залишатися основним способом у виробничому процесі розпилювання твердих порід природою каменю. Особливо ефективна вона при розпилюванні високоміцних гранітів зі значним вмістом кварцу. Основними

напрямами вдосконалення розпилювання смуговими пилками з вільним абразивом є: оптимізація режимів різання та робочих параметрів обладнання, підбір раціонального складу абразивної пульпи [10].

За конструкцією штрипсові верстати поділяються на рамні та спеціальні конструкції.

Розпилювальні верстати рамного типу в даний час є найбільш поширеним типом розпилювального обладнання. Їх широке поширення обумовлено наступними перевагами:

- висока економічна ефективність розпилювання твердих та середньої міцності порід природного каменю;
- можливість розпилювання великогабаритних блоків або ставок, скомплектованих з декількох блоків;
- можливість одночасної установки великої кількості штрипсових пилок (до 100 шт);
- можливість отримання великогабаритних плит незначної товщини;
- відносно низька енергоємність процесу.

Верстатам рамного типу властивий єдиний принцип виконання робочого органу (пильної рами) у вигляді замкнутої по контуру прямокутної зварної або литої конструкції, всередині якої натягнуті штрипси.

Конструкції рамних верстатів різноманітні, проте всі верстати цього типу мають загальні основні вузли: станину, пиляльну раму, головний привід, механізм робочої подачі та верстатний візок.

Станина утворює робочий простір верстата і є базою для кріплення пильної рами та основних вузлів.

Головний привід забезпечує зворотно-поступальний рух пильної рами з криволінійною чи прямолінійною траєкторією її руху.

Залежно від траєкторії руху пильної рами розпилювальні верстати поділяються на дві великі групи за кінематичним принципом: верстати з криволінійним і прямолінійним рухом пильної рами.

Залежно від площини переміщення пильної рами верстати першої групи відносяться до верстатів з горизонтальним робочим ходом пильної рами, а

верстати другої групи поділяються на верстати з горизонтальним робочим ходом пильної рами (горизонтально-розпилювальні) і верстати з вертикальним робочим ходом пильної рами (вертикально-розпилювальні СМР-007, НВД-60, Р-506, з продуктивністю 6...14 м²/год по граніту та мають від 12 до 60 пилок) [10].

Горизонтально-розпилювальні верстати з прямолінійним робочим ходом пильної рами в залежності від способу подачі поділяються на верстати з примусовим опусканням пильної рами (2992, СМР-032, СМР-069, Діага-20Ж/30ЖСК/40ЖСК/50ЖСК/60ЖСК/70ЖСК, СВН-2001, СВНУ I/II/III, ЛВГ-С I/II/III/IV/V, ДМ-75, ДМС-500, ДМ-1000, Діабретон ІХС-110/ ІХС-130/ ІХС-220/

ІХС-230/ ІХС-330) та верстати з підйомом робочого столу (ТЛ-15, Рапідор I/II/III/IV/V/VI, КС-2). Перші забезпечують продуктивність по граніту 4...16 м²/год та мають від 20 до 88 пилок, другі відповідно 3...14 м²/год та від 30 до 80 пилок [10].

Горизонтально-розпилювальні верстати з криволінійним робочим ходом пильної рами за способом подачі поділяються на верстати з примусовим (К-3М, МЗС-2, 1925, СМР-043) і вільним опусканням пильної рами (Імперіал А-1/А-2/А-2км, Супер-Бра та Супер-Макс). Перші забезпечують продуктивність по граніту 0,35...1,0 м²/год та мають від 40 до 60 пилок, другі відповідно 0,7...1,3 м²/год та від 50 до 90 пилок.

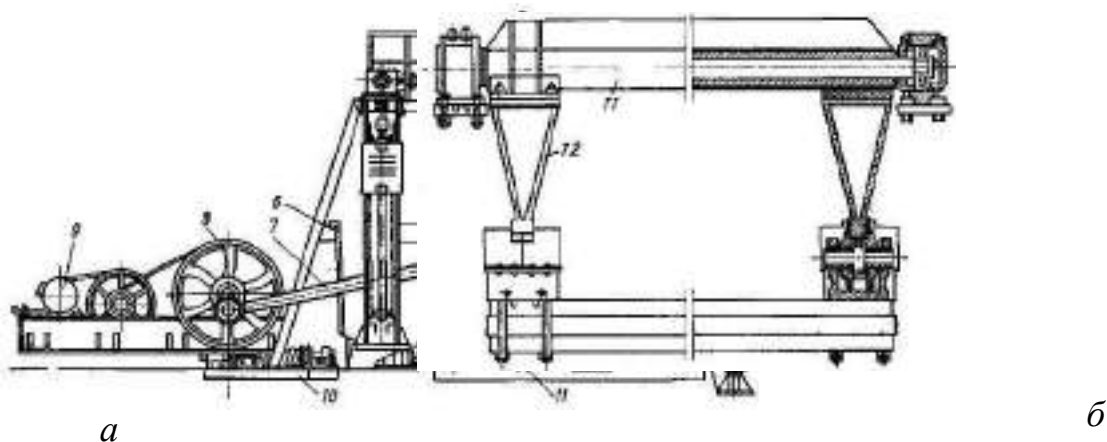
Штрипсові верстати спеціальної конструкції призначені для пасування блоків або випилювання плит-заготовок для подальшого їх розбрусування [10].

У свою чергу верстати спеціальної конструкції поділяються на поперечно-розпилювальні або «трензеге» (ВЖР-2, «Супер», Бретон ІХА-15), з продуктивністю по граніту 1,5...6 м²/год та мають від 3 до 15 пилок, і одноштрипсові або

«моноламе» (МРМ, Пума, МО-350), з продуктивністю 0,9...1,6 м²/год та мають 1 пилку. Відмінною особливістю одноштрипсових верстатів є відсутність пильної рами.

Загальний вигляд горизонтально-розпилювального верстату з

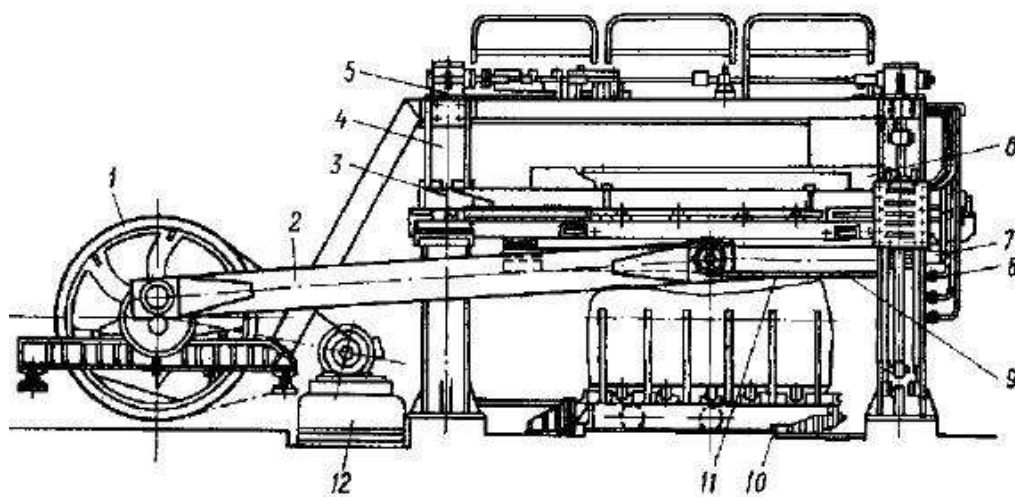
криволінійним робочим ходом та примусовим опусканням пильної рами СМР-043 та його маятникової підвіски показано на рис. 2.8.



1 – колона у зборі, 2 – пильна рама; 3 – дві маятникові підвіски; 4 – розподільникабразиву; 5 – привод подачі; 6 – огорожа; 7 – шатун; 8 – маховик; 9 – привод пильної рами; 10 – приводи теліжки; 11 - зварна вісь; 12 – стойка.

Рисунок 2.8 – Штрипсова пила СМР-043

Загальний вигляд горизонтально-розпилювального верстату з прямолінійним рухом і опусканням пильної рами СМР-032 представлено на рис. 2.9.



1 – маховик; 2 – шатун; 3 - супортна рама; 4 – колона; 5 – привод подачі; 6 – система змащення спрямовуючих; 7 – система охолодження; 8 – гідронатяжний пристрій; 9 – пильна рама; 10 – теліжка; 11 – штрипси; 12 – привод теліжки.

Рисунок 2.9 – Штрипсова пила СМР-032 пили.

Окрім штрипсових пил також можуть використовуватися алмазні дискові

В даний час принцип алмазно-дискового розпилювання отримав широке застосування завдяки високій швидкості різання.

Верстати, оснащені алмазними дисковими пилками, здійснюють наступні технологічні операції: розпилювання блоків на плити, пасування блоків для отримання блоків-заготовок, окантування (обрізання) кромок облицювальних плит.

До основних переваг даного типу розпилювального обладнання слід віднести високу продуктивність, конструктивну простоту і малу металомісткість, що забезпечує відносно невисоку їх вартість.

Недоліками дискових розпилювальних верстатів є низький коефіцієнт використання інструменту (до 0,35), значна потужність електроприводу та великий шум верстатів у процесі їхньої роботи.

Всі види дискових розпилювальних верстатів незалежно від конструктивних особливостей можна розділити на дві групи залежно від способу подачі. До першої групи відносяться верстати, подача яких здійснюється підйомом робочого столу з блоком. У верстатів другої групи робочий стіл з блоком нерухомі, а подачу отримує шпиндельний вузол з диском, що обертається [10].

Дискові розпилювальні верстати поділяються за кількістю встановленого на них інструменту на дві групи: однодискові та багатодискові [10].

До однодискових належать такі пили, як Карл Майер 2000Г/2500Г/2500Г/3000Г/Терцаго Т30 з максимальною продуктивністю по граніту і діаметром пили відповідно 1,1/1,3/1,3/1,4/1,3 м²/год і 2000/2500/2700/3000/3000 мм [10].

Однодискові верстати поділяються на порталні та мостові.

До багатодискових одновальних пил належать СМР-062 та 3970А з максимальною продуктивністю по граніту, діаметром та кількістю пил відповідно 5 і 3 м²/год, 1250 і 1100 мм та 20 і 12 пил.

Багатодискові верстати поділяються на одновальні, багатовальні та ортогональні [10].

Багатодискові одновальні верстати призначені для розпилювання малогабаритних блоків природного каменю IV-V груп і брусків заготовок на плити. Ці верстати конструктивно прості та неметалоємні. Основними недоліками верстатів цієї групи є обмежена глибина різку та підвищена енергоємність [10].

Багатовальні дискові розпилювальні верстати характеризуються наявністю декількох автономних паралельно між собою встановлених робочих валів (зазвичай двох) з інструментом, розміщених так, що кожна дискова пилка першого вала знаходиться в одній площині з відповідними дисковими пилами інших валів [10].

Ортогональні багатодискові верстати отримали застосування при випилюванні з великих блоків природного каменю плит обмеженої ширини (зазвичай не більше 400 мм). Верстати цієї групи мають два взаємно перпендикулярні вали: горизонтальний з комплектом відрізних дискових пилок і вертикальний з однією підрізною пилкою. Процес розпилювання у вертикальній площині здійснюється з одночасною підрізкою плит, що випилюються горизонтально розташованою дисковою пилкою, яка кріпиться без виходу кріпильного кінця пильного валу за нижню площину диска, що дозволяє проводити підрізування по всій площині блоку незалежно від його ширини [10].

Найбільшого поширення набули мостові ортогональні верстати з робочою подачею виконавчого органу, що переміщається направляючим мостом під дією гідравлічного або електромеханічного приводу подачі. У конструкціях порталних та консольних ортогональних верстатів подача здійснюється переміщенням рухомого робочого столу.

Перевагою верстатів цього є можливість розпилювання каменю дисковими пилами невеликого діаметра. Внаслідок цього досягається відносно низька енергоємність розпилювання при незначних втратах на пропили [10].

Тверді породи каменю розпилюються методом багатопрохідного різання із глибиною пропили до 50 мм.

На ортогональних верстатах тверді породи спочатку розпилюються на

висоту задану вертикальними дисками, а потім проводиться підрізка плит горизонтальним диском.

Головними технологічними параметрами процесів алмазно-дискового розпилювання є окружна швидкість різання, швидкість робочої подачі та глибина різання, які залежать від фізико-механічних властивостей каменю, що обробляється [10].

Швидкість робочої подачі та глибина різання взаємопов'язані між собою та визначають технологічну продуктивність дискової пилки

$$P = 10 v_n H_p, \quad (2.1)$$

де v_n - швидкість робочої подачі, м/хв;

H_p - глибина різання, мм.

Максимальні значення продуктивності алмазних дискових

пилкок при оптимальних значеннях швидкості різання наведені в табл. 2.2 [10].

Для збереження продуктивності на постійному рівні при зменшенні швидкості подачі необхідно збільшувати глибину різання та навпаки [10].

Таблиця 2.2 – Максимальна продуктивність алмазних дискових пилкок

Оброблюваний камінь	Розпилювання з дотриманням вимог високої якості		Розпилювання без вимог високої якості	
	Окружна швидкість обертання, м/с	Продуктивність, см ² /хв	Окружна швидкість обертання, м/с	Продуктивність
Габро, базальт, лабрадорит, тешенит	30	25 0-450	40	00-600

Продовження таблиці 2.2

Граніт, гранодіорит, сієніт	25	15 0-250	30	00- 400
Міцний граніт, кварцит	20	10 0-150	25	50- 200

При розпилуванні твердих порід каменю важливість вибору глибини однопрохідного різання зростає, тому що при заниженій глибині різання різко зростає питома витрата алмазного інструменту. Збільшення глибини різання за один прохід при розпилуванні гранітів призводить до затуплення гострих граней зерен алмазу на поверхні кола та зменшення вільоту зерен над зв'язкою інструменту, і, як наслідок, до необхідності додаткового оголення. Стан різальної поверхні алмазного диска можна контролювати візуально і на дотик. Добре розкриті алмази чітко видно у зв'язці.

Важливе технологічне значення має правильний вибір схеми алмазно-дискового розпилування: «по подачі» або «проти подачі». Перша схема переважна при багатодисковому розпилуванні, так як вертикальна складова зусилля різання в цьому випадку направлена вниз і сприяє кращій фіксації заготівлі. Перевагою схеми різання «проти подачі» є нижча питома витрата алмазів і енергоємність процесу.

Робота алмазних дискових пилок повинна супроводжуватися рясною подачею в зону різання охолоджувальної рідини (води). Кількість раціональної витрати води на одну дискову пилку орієнтовно визначається з виразу

$$V_{жс} = D/25, \quad (2.2)$$

де D – діаметр дискової пилки.

При цьому напір у водоподаючій системі повинен бути не менше 0,3 МПа

[10].

2.2.2 Фактурна обробка твердих порід

Фактурна обробка облицювальних виробів з природного каменю є процесом точної обробки їх лицьової поверхні, в результаті якої форма та лінійні розміри виробів не змінюються, а лицьова поверхня набуває зовнішнього вигляду, що визначається характером і висотою рельєфу поверхні, отриманої після обробки.

Правильно обрана фактура затримує початок руйнування каменю, що викликається температурним впливом та дією навколишнього середовища.

Відповідно до ГОСТ 9480-77 і ГОСТ 23342-78 лицьова поверхня облицювальних виробів з природного каменю може мати фактури, наведені в табл.2.3 [10].

Таблиця 2.3 – Фактури лицьової поверхні облицювальних виробів із природного каменю

Фактура	Спосіб одержання фактури	Характеристика фактури
Полірована	Накатка глянцево полірувальним інструментом	Дзеркальний блиск на поверхні виробів, чітке відображення предметів
Лощена	Обробка доводочним шліфувальним інструментом без накатки глянцево	Гладка матова поверхня без слідів обробки, повне виявлення малюнка каменю
Шліфована	Обробка шліфувальним інструментом (середньо або грубозернистим)	Рівномірно шорстка поверхня зі слідами обробки, з нерівностями рельєфу заввишки до 0,5 мм.
Пиляна А	Розпилювання алмазними штрипсами, дисковими пилками, рамними штрипсовими верстатами з вільним абразивом	Нерівномірно шорстка поверхня з нерівностями рельєфу заввишки до 3 мм.
Пиляна Б	Розпилювання рамними таканатними пилками з вільним	Нерівномірно шорстка поверхня зрізкими штрихами від зерен великого абразиву з нерівностями

	абразивом	рельєфу заввишки до 3 мм.
Пиляна Б ₁	Механічна або хімічна очистка, піскоструминна обробка пиляної Б	Те ж, що пиляна Б, але оброблена механічним або хімічним способом
Оброблена ультразвуком	Вплив на лицьову поверхню ультразвуковими коливаннями у водному середовищі	Матова поверхня з виявленим кольором і малюнком каменю
Термооброблена	Вплив на лицьову поверхню високотемпературним газовим струменем	Шорстка поверхня зі слідами лущення з нерівностями рельєфу заввишки до 10 мм
Точкова	Обробка бучардою	Рівномірно шорстка поверхня з нерівностями рельєфу заввишки до 2 мм
«Скеля»	Сколювання лицьової поверхні за допомогою закольника	Околота поверхня з нерівностями рельєфу висотою від 50 до 200 мм без слідів інструменту

Залежно від способу обробки поверхні каменю поділяються на фактури сколювання (точкова, «Скеля», термооброблена) і абразивна (пиляна, шліфована лощена, полірована).

Фактури, одержувані сколюванням, руйнують поверхневий шар каменю, роблять його шорсткішим, що знижує його довговічність і тому застосовуються ТІЛЬКИ для твердих порід природного каменю.

Абразивні фактури виготовляються шліфуванням лицьової поверхні та застосовуються для всіх порід природного каменю. Вихідною поверхнею для отримання абразивних фактур, як правило, служить пиляна поверхня плит-заготовок, які отримують після розпилювання.

В даний час переважна більшість облицювальних виробів з природного каменю виготовляється з абразивними фактурами обробки завдяки їх високій декоративності, можливості механізації та автоматизації процесу обробки.

Фактурна обробка лицьової поверхні облицювальних виробів з

природного каменю здійснюється на шліфувально-полірувальних верстатах шляхом абразивної фактурної обробки [10].

За конструкцією шліфувально-полірувальні верстати поділяються на п'ять основних груп: порталні, мостові, радіально-консольні, конвеєрні та переносні шліфувальні машинки [10].

До порталних належать БРА-ЛЖ та БРА-ЛЖ 9 з експлуатаційними продуктивностями по граніту відповідно 2,5 і 3,2 м²/год.

Мостові шліфувально-полірувальні верстати представлені моделями СМР- 013, 303, «Левіматік-3500», «Концепціон», «Міналі-МС 3», ЖБ-500 з експлуатаційними продуктивностями по граніту відповідно 1,0/1,2/1,4/1,0/0,7/1,2 м²/год [10].

До радіально-консольних шліфувально-полірувальних верстатів відносяться СМР-030, ВШ-28, Р-614, М-048 з експлуатаційними продуктивностями по граніту відповідно 0,5/0,4/0,5/0,3 м²/год.

Більш продуктивними є конвеєрні верстати, всі ланки яких працюють в єдиному автоматичному циклі, що забезпечує оптимальні режими обробки виробів при їх безперервному транспортуванні, укладанні та зніманні, що створює передумови для формування структури технологічної ліній - потокового виробництва та на його основі підвищення ефективності виробництва. Технологія конвеєрної обробки, як правило, охоплює повний цикл фактурної обробки і зводиться до наступних операцій: грубої та середньої шліфування, лощення та полірування.

Поруч зарубіжних фірм, зокрема «К. Мейєр» (ФРН), «Капеллі» (Італія) створено єдині окантувально-полірувальні конвеєри.

Представником групи лінійних конвеєрних шліфувально-полірувальних верстатів є вітчизняний верстат СМР-006, призначений для фактурної обробки плит обмежених розмірів із природного каменю м'яких та середніх міцностей порід [10].

Полірувальна лінія PL20-1260 призначена для полірування в автоматичному режимі окрім мармурових також гранітних плит. Продуктивність по граніту сягає 30 м²/год.

Залежно від інструменту, що застосовується, розрізняють шліфування вільним і пов'язаним абразивом. Як зв'язаний абразив використовуються абразивні круги з карбиду кремнію на магнезійній або бакелітовій зв'язках, а також алмазні бруски або чашки [10].

В даний час переважне поширення набув найбільш продуктивного процесу шліфування пов'язаним абразивом. Сутність механізму руйнування каменю при цьому аналогічна механізму руйнування при роботі алмазного кола при дисковому розпилюванні лише з тією різницею, що кут контакту дорівнює 180° . Різний вплив вільного та пов'язаного абразивів відбивається і на мікроструктурі шліфованої поверхні. Поверхня, оброблена вільним абразивом, відрізняється рівномірною шорсткістю, тоді як камінь, шліфований колом пов'язаного абразиву, має спрямовані сліди обробки [10].

Також розрізняють жорстке і пружне шліфування. При жорсткому шліфуванні вхідними параметрами є глибина шліфування та інші елементи різання, а вихідним зусилля при різанні. При пружному шліфуванні, навпаки, вхідним параметром є питомий тиск, від якого залежить глибина шліфування та елементи різання [10].

Найбільшого поширення набув принцип пружного шліфування, що дозволяє отримати найкращі умови різання та підтримувати постійними умови роботи абразивних зерен. За постійного питомого нормального тиску та інших рівних умов глибина різання постійна. При зміні одного з параметрів режиму різання змінюється глибина різання, тобто фактично при зміні умов, наприклад, внаслідок, зносу абразиву або збільшення твердості каменю, зменшується глибина впровадження і тим самим зберігаються нормальні умови різання.

Полірована фактура обробки проводиться за лощеною фактурою накаткою глянцею полірувальним інструментом, в результаті чого поверхня каменю набуває дзеркального блиску і повністю виявляються декоративні якості каменю.

Процес полірування являє собою одночасно протікаючу механічну і фізико-хімічну взаємодію полірувальника, поліруючої речовини та води з лощеною поверхнею каменю, внаслідок чого згладжуються мікронерівності

поверхні каменю та утворюється захисна плівка, обумовлена хімічним складом поліруючої речовини та петрографічними особливостями каменю.

На шліфувально-полірувальних верстатах для шліфування застосовується інструмент із пов'язаним абразивом, що підрозділяється на абразивний інструмент на магнезіальній або бакелітовій зв'язках та алмазний інструмент із природних абосинтетичних алмазів на металевих зв'язках.

Абразивний шліфувальний інструмент виготовляється з зерен абразиву карбїду кремнію (карборунд) або електрокорунду. Залежно від призначення інструмент містить абразив різної зернистості. Для здійснення повного циклу обробки плит-заготовок від пиляної фактури обробки до лощеної застосовується шість номерів абразивного інструменту, що відрізняються зернистістю [10].

Шліфування-полірування облицювальних виробів з природного каменю твердих порід є найбільш повним циклом абразивної фактурної обробки і складається з 4-6 операцій, що послідовно виконуються.

Особливості шліфування-полірування визначаються якістю лицьової поверхні плит-заготовок (чистота поверхні, наявність запилів, неплщинність), фізико-механічними та петрографічними властивостями природного каменю, лінійними розмірами плит-заготовок, типом шліфувального обладнання та абразивного інструменту.

Плити розпилу укладаються на робочий стіл верстата, який зазвичай футерується технічною гумою, з оптимальним завантаженням його робочої площі. Укладання плит передуює вибір найбільш якісної їх лицьової поверхні. Укладання столу здійснюється плитами розпилу з однаковою якістю лицьової поверхні та однаковими фізико-механічними властивостями. Плити укладаються так, щоб їхня ліжка щільно прилягала до поверхні столу. При шліфуванні на верстатах порталного типу плити-заготівлі укладаються на всю ширину робочого столу, вирівнюються шаблоном та дерев'яними клином. По висоті та по всьому периметру плит підливають розчин гіпсу з шириною захвату не менше 10-15 см кожного лінійного розміру плити. Простір між плитами також заливають гіпсовим розчином. Поверхня плит-заготовок, що підлягають

обробці, повинна перебувати в горизонтальній площині. Як правило, на шліфування надходять плити-заготівлі з пиляною фактурою обробки, що обумовлено переважним способом розпилювання твердих порід природного каменю вільним абразивом на рамних верстатах розпилювання.

Першою операцією шліфування є обдир, який виконується абразивним інструментом зернистістю 125-100 або алмазними брусками АПС-2 із зернистістю 630/500. Після укладання столу та встановлення інструменту включається верстат (спочатку двигун обертання шпинделя, а потім система охолодження). Опускаючи шпиндель вручну, верстатник (полірувальник) вводить в контакт інструмент з оброблюваною поверхнею плити і доводить тиск інструменту до необхідної величини, контролюючи його за манометром.

Спочатку знімають опуклі місця, які визначаються на кожній плиті при укладанні на стіл за допомогою лінійки типу ШД. У процесі обробки верстатник повинен стежити за рівномірним переміщенням шліфувальника по поверхні та поступовим опусканням його зі зняттям верхнього шару. Інструмент у процесі обробки не повинен виходити за краї плит більш ніж на 1/3 свого діаметра. Вирівнювання поверхні плити припиняють, якщо неплоскостність не перевищує 2 мм на 1 м. При більшій неплоскостності вирівнювання слід продовжити.

Після закінчення вирівнювання площини плит приступають безпосередньо до операції обдира, яка виконується в автоматичному режимі по всій поверхні плити. У процесі обдирання необхідно усунути сліди розпилювання на поверхні плит. При необхідності, у випадках окремих глибоких запилів, переходять на ручне керування верстатом та обробляють ці місця більш тривалий час.

Верстатник повинен періодично контролювати якість поверхні, зупиняючи верстат та оглядаючи плити. Закінчивши операцію обдирання, необхідно підняти шпиндель верстата, а потім відключити автоматичний режим, привід обертання шпинделя та систему охолодження. Після заміни шліфувального інструменту та промивання обробленої поверхні водою зі шланга знову запускають верстат в роботу в автоматичному режимі і

виконують у тій же послідовності всі описані вище операції.

Операція шліфування вважається закінченою після повного усунення з оброблюваної поверхні слідів попереднього інструменту та отримання однорідної фактури приблизно 6-го класу шорсткості згідно з ГОСТ 2789-73.

Операція лощення виконується до отримання однорідної матової поверхні з шорсткістю, що відповідає 8-му класу за ГОСТ 2789-73.

Режими обробки залежать від фізико-механічних властивостей каменю та характеристики інструменту. Вони повинні практично відпрацьовуватись для кожного виду природного каменю н застосовуваного інструменту у виробничих умовах та визначатися технологічною картою обробки.

Усереднені режими обробки гранітів, рекомендовані лабораторією декоративного каменю, до роботи на мостових верстатах наведено у табл. » [10] 2.4.

Після закінчення операції лощення переходять до полірування, попередньо очистивши поверхню плит від шламу та води.

При використанні жорстких полірувальників характер технологічного процесу аналогічний операції шліфування і відрізняється лише менш інтенсивними режимами обробки.

При використанні полірування повстяних кіл і полірувальних порошків рекомендується наступний порядок роботи. Після зміцнення повстяного кола останній змочується водою, поверхня плит, що обробляється, зволожується і посипається полірувальним порошком. Після цього включають верстат і опускають інструмент на поверхню, що обробляється, задається нормативний тиск на плиту і верстат перемикається на автоматичний режим. У процесі полірування необхідно періодично зволожувати поверхню плит і не допускати затримки шпинделя з колом на одному місці, запобігаючи тим самим нагріванню плит і згорянню полірувального порошку плити, що призводять до припалу.

При поліруванні необхідно стежити за рівномірною подачею полірувального порошку, так як при надлишку його повстане коло «солитиме» поверхню плити, а при нестачі виріб не придбає необхідного глянцею. І в тому і

в іншому випадку продуктивність полірування знизиться.

Верстатник у процесі полірування повинен здійснювати постійний візуальний контроль за якістю обробки (рівномірністю та якістю глянцю, відсутністю недопрацьованих ділянок та припалів). При виявленні дефектів плита повинна допрацьовуватись до необхідної якості; якщо є необхідність, проводиться повторне шліфування та накочення глянцю.

Найбільш прогресивним способом полірування є полірування жорсткими полірувальниками [10].

Таблиця 2.4 – Рекомендований інструмент та раціональні режими шліфування-полірування граніту

Операція	Рекомендований інструмент			Окружна швидкість обертання інструмента, м/хв	Швидкість подачі, м/хв		Тиск на Виріб, МПа	Витрата води, л/хв	
	абразивний	з природних алмазів	з синтетичних алмазів		каретки	мосту (порталу)			
Обдир	Зв'язаним шліфувальником із зернистістю 160-100	Торцеве збірне коло АПС-2, А800/630, 50%, М50	Шліфувальна головка АГШ, АСК 315/250, 50%, Ж	3-17	1	-2	-4	0,3-0,4	8
Шліфівка		Те ж, А160/125, 50 %, М50	Те ж, АСК 100/80, 50%, Ж	3-17	1	-4	-4	0,3-0,4	6
Лощення	Кружечком з зернистістю М40-М7	Те ж, А63/50, 75%, М50	Те ж, АСО4, 150 %, М3	3-17	1	-4	-4	0,1-0,2	6

Поліровка	Повстяні (фетрові)		Полірувальна алмазна головка АСМ 40/28, 75%, Р1	-10	8	-4	-4	,2-0,3	8 0-10 (для алмазної головки)
-----------	--------------------	--	---	-----	---	----	----	--------	----------------------------------

2.2.3 Окантовка виробів

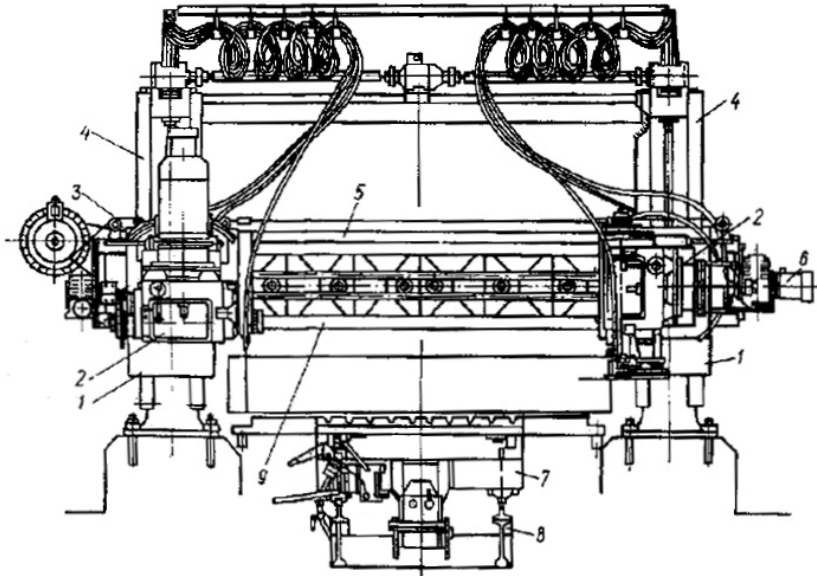
Процес точної обробки, в результаті якого плитам-заготовкам надається необхідна форма, як правило, прямокутна, і задані розміри відповідно до ГОСТ 9480-77, ГОСТ 23342-78, називається окантовкою.

В технологічній схемі виробництва облицювальних виробів з твердих порід каменю окантовка є третім (після розпилювання та фактурної обробки) технологічним процесом. Процес окантування і профілювання здійснюється на фрезерноокантувальних верстатах, які являють собою технологічний різновид алмазно-дискових розпилювальних верстатів. Сутність механізму руйнування природного каменю в процесі окантування аналогічна розглянутому для процесу алмазно-дискового розпилювання, так як сам процес є окремим випадком дискового розпилювання [10].

Надання фігурного профілю виробам здійснюється спеціальними алмазними дисками, що мають форму елементів профілю. В окремих випадках на цих верстатах може проводитися також дискове розпилювання плит-заготовок [10].

За конструктивним виконанням фрезерно-окантувальні верстати поділяються на порталні, мостові та консольні [10].

Порталні верстати є найбільш потужними та важкими серед фрезерно-окантувальних верстатів. Типовим представником верстатів цієї групи є вітчизняний фрезерувальний верстат з двома відрізними кругами СМР-014 [10], представлений на рис. 2.10, ГФ-50, Р-484, МП-600 з експлуатаційними продуктивностями по граніту відповідно 1,8/1,2/1,0/1,8 м²/год.



1 - супорт; 2 - шпиндельна головка; 3 - мір'яльний пристрій; 4 - стійка; 5 - міст; 6 - привід переміщення траверси; 7 - стіл; 8 - рейковий шлях; 9 - поперечина.

Рисунок 2.10 – Фрезерний верстат із двома відрізними колами СМР-014

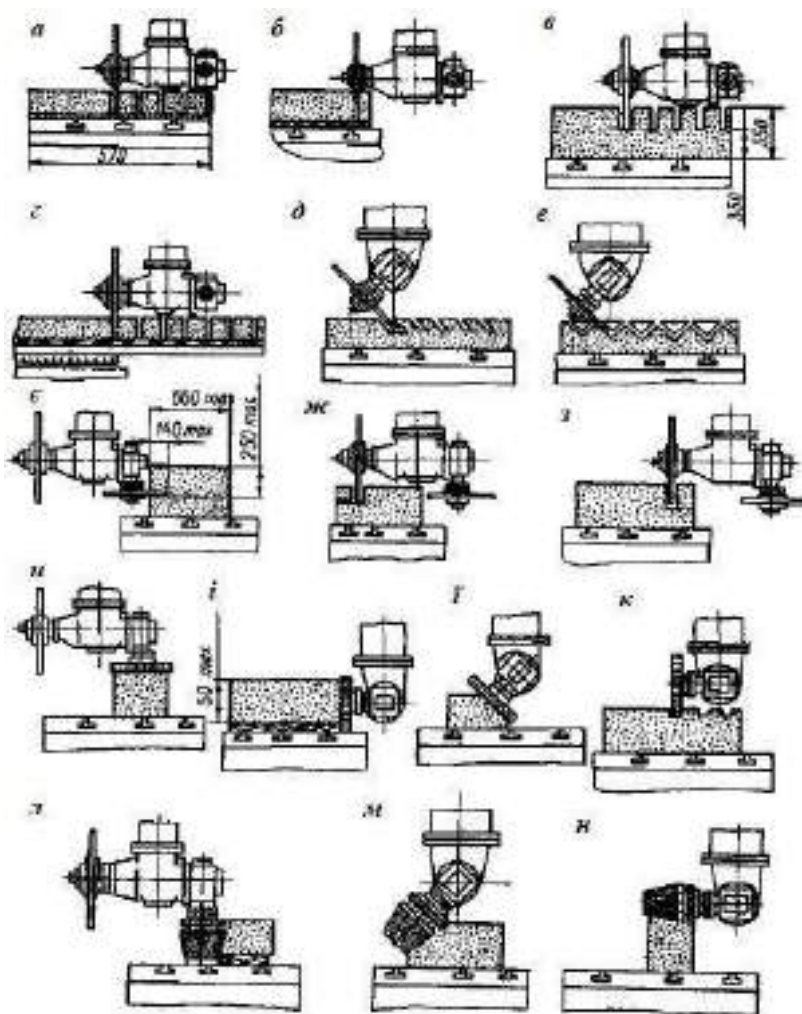
При обробці твердих порід за кілька проходів подача на глибину різання відбувається в автоматичному циклі. Для виробництва косих різів шпиндельна головка повертається відносно супорта в межах $0-45^\circ$. Для виробництва горизонтальних різів шпиндельна головка повертається на 90° [10].

Мостові верстати легші за порталні і призначені в основному для окантування облицювальних виробів. Характерними представниками верстатів цієї групи є вітчизняний верстат (універсальний) моделі СМР-015 представлений на рис. 2.11 [10], Торпедо-310, БРА LL-30, WH-3, ВЖ, з експлуатаційними продуктивностями по граніту відповідно $1,5/1,6/1,4/1,4/1,5$ м²/год [10].

Верстат СМР-015 призначений для окантування, розрізання виробів та в окремих випадках для фасонної обробки бічних їх граней, а також вирізки пазів в архітектурно-будівельних виробках з природного каменю м'яких, середньої міцності і кріпких порід. Основні види робіт, що виконуються на верстаті, неведені на рис. 2.11 [10].

Консольні верстати є полегшеними переносними конструкціями і використовуються для окантовки маломірних плит-заготовок. Їх перевагою є

простота конструкції, незначні розміри та підвищена жорсткість робочого органу. Представником верстатів цієї групи є верстат СМР-012А. Верстат використовується як стаціонарний на каменеобробних заводах, і як переносний безпосередньо на об'єктах будівництва (для підготовки різних деталей і виробів) [10].



а, б, г - розрізка на плитки та бруски; в - окантовка; д, е - фігурна обробка; ж, з - підрізка уступів; и-н - шліфування фасадних поверхонь.

Рисунок 2.11 – Основні види робіт, що виконуються на верстаті СМР-015

Технологія робіт з окантування природного каменю з порід високої міцності і твердості здійснюється після операцій розпилювання і фактурної обробки, так як при фактурній обробці виробів з твердих порід каменю шліфування здійснюється при підвищених тисках інструменту, внаслідок чого

відбувається бій кромок виробів.

Окантовка плит-заготовок з порід високої міцності і твердості здійснюється поштучно.

Технологічний процес окантовки включає такі основні операції: підготовку верстата до роботи, укладання плит-заготовок на стіл верстата, розмітку плит на оптимальний розкрій, безпосередньо окантовку, зняття плит зі столу і прибирання столу.

На операції окантовки найбільшого поширення набули фрезерно-окантувальні верстати мостового типу. Підготовка верстатів до роботи полягає у перевірці працездатності їх основних вузлів та ступеня забезпечення точності виконуваних операцій. Перевіряється також стан та якість алмазного відрізного кола, ступінь розтину алмазів (при необхідності проводиться оголення алмазного інструменту) та правильність його встановлення на валу. Вимоги, на стадії підготовки аналогічні до алмазодискових розпилювальних верстатів [10].

Транспортування та укладання плит на стіл верстата здійснюється вакуумними або ланцюговими захватами. Вакуумні надійні в експлуатації і дозволяють транспортувати плити в горизонтальному, вертикальному і проміжному положеннях при ступеня шорсткості плит до 3 мм.

При укладанні плит товщиною 20-40 мм необхідно проводити їхнє кріплення індивідуальне. Це дозволить запобігти їх зсуву в процесі окантовки і забезпечить дотримання заданої точності форми та розмірів виробів, що виготовляються.

Після укладання плит на стіл фрезерувальник приступає до їх розмітки. Від правильності розмітки залежить вихід окантованих виробів, що з інших рівних умов безпосередньо впливає на матеріаломісткість виробів. Для досягнення максимального виходу окантованих виробів із плит-заготовок необхідно, щоб фрезерувальник мав кілька специфікаційних розмірів виробів, що виготовляються: від смужки до плит I групи, що є найбільш загальним випадком виробництва. Тоді розмітка здійснюється з найбільших плит відповідно до специфікації, а залишок дорізається, виходячи з максимально

можливого вписування будь-яких інших специфікаційних розмірів.

Лінії різку вибираються з урахуванням однорідності якості фактурної обробки плити-заготівлі по всій площі. У випадку, коли неплщинність плит-заготовок перевищує допустимі стандартом значення для даної фактурної обробки, розкрій необхідно вести так, щоб неплщинність готових виробів знаходилася в межах, допустимих стандартом і, як правило, не перевищувала 2 мм на 1 м довжини.

Після цього верстат запускається у наступній послідовності: включається насос масляної станції (за наявності гідроприводу), включається електродвигун відрізного кола; поперемінно включаючи приводи мосту та каретки з колом інструмент підводиться до наміченої першої лінії різку; включається електродвигун обертання відрізного кола; включається подача води.

Після цього виконується перший поздовжній різ. При окантовці твердих порід природного каменю він виконується на глибину 40 мм. Якщо товщина плити-заготівлі перевищує 40 мм, різ виконується декількома послідовними проходами інструменту зі зниженням відрізного кола на глибину до 40 мм. Після закінчення першого поздовжнього різку каретку з відрізним колом відводять назад, виводячи інструмент з пропилу. Після чого виставляється заданий розмір і інструмент переводиться на наступну західку для виконання подальших запланованих поздовжніх різів. При встановленні інструменту на розмір необхідно враховувати товщину відрізного кола.

Зробивши останній поздовжній різ, фрезерувальник повинен вивести коло з пропилу, вимкнути обертання інструменту та подачу води. Після цього звільняється фіксатор повороту столу та стіл рукою повертається на 90° і закріплюється фіксатором у заданому положенні. Розрізані плити зсуваються окантованими площинами один до одного і виставляють одним неокантованим краєм на першу лінію поперечного різання з урахуванням мінімальних втрат заготовки. Потім проводиться закріплення плит клинами, що запобігає їх зсуву при поперечній окантовці. Виконання поперечного різку нічим не відрізняється від операції поздовжнього різку: після закінчення останнього різку

відрізне коло виводиться з пропилу, відключається його обертання та подача води.

Відходи окантовки забираються в ящик, а готові вироби окантовки знімаються зі столу і укладаються в спеціальні піддони відповідно до специфікаційних розмірів виробів.

Після цього стіл, стійки столу та навколоверстатний простір промиваються водою зі шланга.

У процесі виконання робіт з окантування необхідно дотримуватися умов оптимальної ефективності виробництва внаслідок дотримання раціональних технологічних режимів і вибору характеристики алмазного інструменту» [10].

Для окантовки облицювальних виробів з твердих порід природного каменю в основному застосовуються алмазні сегменти відрізів діаметром 320, 400, 500 і 630мм, так як глибина різання зазвичай становить 20-60 мм.

Однак застосування збільшених діаметрів звичайних типів алмазних дискових пилок для цих цілей недостатньо ефективно, так як при цьому зростає питома витрата алмазів внаслідок збільшення ширини алмазоносних сегментів, що обумовлюється необхідністю збільшення товщини корпусу з метою забезпечення жорсткості інструменту [10].

2.3 Технології виготовлення облицювальних плит з м'яких та середньоїтвердості гірських порід

Технологія робіт з виготовлення плит природного каменю з м'яких і середньої міцності порід має кілька принципових відмінностей від виготовлення плит природного каменю твердої міцності порід. Операція окантування передує фактурної обробки і здійснюється безпосередньо за розпилюванням. Також на різних етапах виробництва застосовуються інші верстати і техніка виробництва.

2.3.1 Розпилювання блоків м'яких та середньої твердості порід

До порід середньої твердості відносяться такі гірські породи, як мармур, мармуризований вапняк, доломіт, щільний пісковик, щільний туф і т.п., які

мають твердість 3...5 за шкалою Мооса. До м'яких же належать гіпсове і талькове каміння, ангідрит, пористий вапняк, доломіт, не щільний туф і т.п., які мають твердість 1...2 за шкалою Мооса.

При розпилюванні блоків природного каменю середньої твердості найбільшого поширення набули смугові пилки, армовані алмазовмісними ріжучими елементами. Цей спосіб є одним з основних та з економічної точки зору визнається цілком задовільним. Достоїнствами алмазно-штрипсового розпилювання є: відносна простота інструменту та можливість його використання на наявному устаткуванні, можливість одночасної установки до 40-70 смугових пилок. Основний недолік - недостатня жорсткість штрипсового полотна при його відносно великій довжині, що не дозволяє створювати на алмазні зерна питомі тиски, необхідні для руйнування каменю різанням. Збільшення питомих тисків призводить до зменшення довжини пилок і зниження загальної продуктивності розпилювання [10].

Розпилювання каменю смуговими пилами, армованими різальними елементами, являє собою процес послідовного сколювання породоутворюючих частинок різальними елементами інструменту [10].

На відміну від твердосплавних штрипсових пилок із строго орієнтованим розташуванням ріжучих елементів процес алмазно-штрипсового розпилювання можна класифікувати як різання інструментом з геометрично невизначеною ріжучою кромкою, що являє собою «масове дряпання», при якому окремі сліди від алмазних зерен перекривають один одним. Характер впливу кожного окремого працюючого алмазного зерна на камінь приблизно аналогічний процесу різання його ріжучим твердосплавним елементом [10].

Для алмазно-штрипсового розпилювання застосовуються такі же верстати як і для штрипсового розпилювання, в яких твердосплавні штрипси замінюють на алмазні.

Обов'язковою умовою нормальної експлуатації алмазного інструменту (штрипсових та дискових пилок) є його оголення (розтин). Алмазні зерна повинні бути розкриті таким чином, щоб їхнє найбільше перевищення над рівнем зв'язки становило 25-30 % номінального розміру зерна основної фракції.

В іншому випадку при введенні інструмента в роботу з режимними параметрами, зумовленими технологічним процесом, можливі поломки алмазних брусків або деформація корпусу внаслідок перевищення допустимих навантажень.

Розтин алмазу здійснюється серією різів за однорідним абразивним матеріалом (вапняк, вогнетриви, силікатні блоки та ін) або електролітичним способом. У процесі роботи алмазних пилок рекомендується проводити періодичне доголення.

Нормальні умови експлуатації штрипсів забезпечуються при правильному їх встановленні та достатньому натягу.

Необхідно звертати увагу на точність установки штрипс, тому що від цього залежить не тільки якість розпилу, а й витрата алмазного інструменту. При встановленні штрипсів необхідно перевірити та відкоригувати вертикальність, горизонтальність та паралельність їх встановлення щодо напрямку руху пильної рами. Вертикальність перевіряють за допомогою вертикального рівня або схилю в декількох точках по всій довжині корпусу кожного штрипсу, а паралельність і горизонтальність - індикатором зі стійкою. Допустиме відхилення непаралельності

- 0,3 мм, а горизонтальності - 0,1 мм.

Важливим фактором при формуванні постава є наявність нижнього ексцентриситету лінії натягу алмазних штрипс, який досягається зміщенням лінії натягу штрипсу від середини донизу на величину $D = 154-30$ мм, забезпечуючи такзваний «зворотний прогин».

В результаті жорсткість штрипс збільшується до 35% і компенсується прогин від посилення подачі, що запобігає нерівномірному зносу алмазних брусків [10].

Кількість та рівномірний розподіл охолоджуючої рідини мають велике значення для забезпечення максимального терміну служби алмазних штрипсів. Як охолоджувальну рідину при алмазно-штрипсовому розпилюванні застосовується вода. Витрата води на кожен працюючий штрипс повинен встановлюватися в межах 6-8 л/хв. При використанні для охолодження

оборотної води необхідно вживати заходів до її ретельного очищення, оскільки наявність у воді абразивних частинок (продуктів руйнування) різко збільшує знос алмазного інструменту. Для підведення води до алмазних штрипсів зазвичай використовуються розбризкувачі у вигляді трубопроводів з отворами діаметром 1-2 мм [10].

При розпилюванні порід середньої твердості також широкого поширення набув спосіб різання, заснований на застосуванні дискових пилок, армованих алмазовмісними ріжучими елементами (алмазних дискових пилок), які є найбільш продуктивним інструментом, що застосовується в галузі. Досить висока жорсткість і стійкість алмазних дискових пилок при незначній товщині пропили, високі швидкості різання, малі величини торцевого та радіального биття, порівняно низькі питомі тиски на оброблювану поверхню дозволяють покращити техніко- економічні показники. В даний час міцно увійшли до практики розпилювання алмазні дискові пилки середніх і великих діаметрів - 1000-3000 мм. Особливо інтенсивно впроваджується спосіб алмазного дискового розпилювання блоків невеликих розмірів, для яких нераціонально застосування алмазних смугових пилок.

Для розпилювання м'яких і середньої твердості порід застосовуються однодискові пили фірми «Карл Майєр» 277А та 277Б з експлуатаційною продуктивністю по мармуру відповідно 2-3 та 2,5-3,5 м²/год.

Серед багатодискових використовуються СМР-004, 3360, БКС-3М/7, СМР- 062 та СМР-059 з експлуатаційною продуктивністю по мармуру відповідно 15- 25/12-18/10-12/15-22/15-22 м²/год.

Багатодискові багатовальні пили представлені верстатами СМР-017, СЦМ40/2, СЦМ40/3, СЦМ60/3 з експлуатаційною продуктивністю по мармуру відповідно 9-15/8-10/9-12/9-12 м²/год.

Ортогональні пили представлені верстатами СМР-072, ВР/66 «Універсал» А, ВР/66 «Універсал» Б, МПЖ3, МПЖ4, Т12Ж, Т12Н, Т12Л, БК 1200 1, БК 1200 2, БК

1200 3 з експлуатаційною продуктивністю по мармуру відповідно 12-20/6-8,5/7-9/6-8,5/7,5-10/2,5-3,5/6-8,5/6-8,5/6-8/6,5-8,5/7-9 м²/год [10].

М'які породи каменю розрізаються алмазним колом на всю висоту блоку за один прохід, а середньої твердості породи розпилюються методом багатопрохідного різання з глибиною пропилю 150 мм.

На ортогональних верстатах розпилювання каменю середньої твердості здійснюється одночасно у вертикальній та горизонтальній площинах.

Для збереження продуктивності на постійному рівні при зменшенні швидкості подачі необхідно збільшувати глибину різання та навпаки. У практиці розпилювання м'яких та середньої міцності порід природного каменю спостерігається прагнення до різання з максимально можливою глибиною за однією, яка становить, як правило, 0,3 діаметра дискової пили.

Інші рекомендації для розпилювання м'яких та середньої твердості порід алмазно-дисковими пилами співпадають з рекомендаціями для розпилювання твердих порід.

Максимальні значення продуктивності алмазних дискових пилок при оптимальних значеннях швидкості різання м'яких та середньої твердості порід наведені в табл. 2.5 [10].

2.3.2 Окантовка виробів

Окантовка плит з м'яких та середньої твердості порід виконується аналогічно твердим породам, за винятком рекомендацій наведених нижче.

Окантовка плит-заготовок з м'яких та середньої твердості порід на порталних та мостових верстатах звичайно виконується пакетами по 5-8 плит у пакеті.

При укладанні пакета плит, необхідно проводити кріплення всього пакета.

Поздовжній різ, при окантовці м'яких та середньої міцності порід каменю, виконується на всю товщину пакета плит.

Для процесу окантовки можуть використовуватися ті ж саме верстати, що і при окантовці твердих порід.

Таблиця 2.5 – Максимальна продуктивність алмазних дискових пилок

Оброблюваний камінь	Розпилювання з дотриманням вимог високої якості		Розпилювання безвимог високої якості		Розпилювання, на підвищених швидкостях	
	Окружна швидкість обертання, м/с	Продуктивність, см ² /хв	Окружна швидкість обертання, м/с	Продуктивність, см ² /хв	Окружна швидкість обертання, м/с	Продуктивність
Туф, вапняк, черепашник, травертин	45	1000	60	500-1000	90	1000-1500
Мрамур, мармурований вапняк	40	1000-1200	45	1000-1500	80	1000-1500

2.3.3 Фактурна обробка

На відміну від шліфування-полірування твердих порід природного каменю абразивна фактурна обробка мармуру та аналогічних видів каменю здійснюється після операції окантування на конвеєрних верстатах або на мостових верстатах касетним методом. Завдяки вищій якості лицьової поверхні плит-заготовок після розпилювання операція грубого шліфування, як правило, не виконується, а процес починається безпосередньо зі шліфування.

Абразивна фактурна обробка окантованих виробів з мармуру виконується внаслідок того, що природний камінь середньої твердості не вимагає таких високих тисків, як тверді породи, внаслідок чого сколів кромки та кутів при шліфуванні не відбувається. Це дозволяє виключити додаткові матеріальні та трудові витрати на обробку неокантованих ділянок поверхні, що

згодом перетворюються на окол.

У зв'язку з тим, що окантовані мармурові плити мають незначні розміри та індивідуальна обробка кожної плити веде до зниження продуктивності праці при їх обробці на верстатах мостових, мармурові плити формуються в касети. Касети в залежності від умов виробництва мають різні конструкції та виготовляються у заводських умовах.

У загальному вигляді касета є металевою звареною рамою з поперечними зв'язками і чотирма строповими петлями, на дно якої укладається дерев'яний настил. Плити в касету укладаються безпосередньо на настил або на гіпсовий розчин. При укладанні плити вирівнюються по висоті (товщині), лицьова поверхня плит має бути на одному рівні. Покладені плити розклинюються для запобігання їхзсуву в процесі обробки.

Сформовані касети кран-балкою подаються на стіл верстата.

Після укладання касети на стіл виконуються самі операції, що і при шліфуванні-поліруванні твердих порід. Рекомендовані режими обробки наведено у табл. 2.4 [10].

Абразивна фактурна обробка мармурів проводиться переважно алмазним інструментом. При поліруванні полірувальними порошками застосовується оксид алюмінію, що має білий колір, оскільки кольорові порошки полірувальні фарбують мармур і порушують його декоративність.

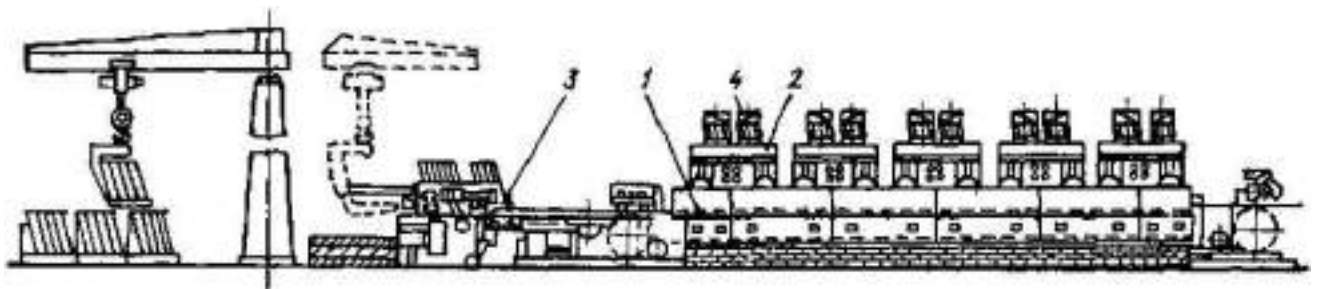
Абразивна фактурна обробка на конвеєрних верстатах завдяки високій механізації та автоматизації гранично спрощена. Залежно від якості вихідної поверхні на операції грубої та середньої шліфування використовують 1-2 головки, тонкого шліфування - 2, полірування - 2. Іноді для покращення якості полірування на останній робочій головці встановлюють повстяне коло. При обробці на верстаті СМР-006, що не має автоматичної системи опускання - підйому інструменту робочих головок, потрібне попереднє калібрування плит по товщині. Плити в цьому випадку укладаються впритул один за одним без інтервалів. Швидкість робочої подачі конвеєра становить 1,5-2,5 м/хв [10].

Мостові шліфувально-полірувальні верстати СМР-013, 303, «Левіматік-3500», «Концепціон», «Міналі-МС 3», ЖБ-500 забезпечують експлуатаційну

продуктивність по мармуру відповідно 2,0/2,5/2,9/2,1/2,0/2,5 м²/год.

Радіально-консольні шліфувально-полірувальні верстати СМР-030, ВШ-28, Р-614, М-048 забезпечують експлуатаційну продуктивність по мармуру відповідно 1,5/1,5/1,6/1,1 м²/год.

До конвеєрних шліфувально-полірувальних верстатів, призначених для фактурної обробки м'яких і середньої твердості порід, належать СМР-006 (рис. 2.12), М-011, ЛАУ-8, ЛТ-8 з експлуатаційною продуктивністю по мармуру відповідно 5,0/4,0/9,0/8,0 м²/год.



1 – стрічковий конвеєр; 2 – консольний пост зі спареними шліфувальними головками; 3 – живильник; 4 – індивідуальний електродвигун

Рисунок 2.12 – Конвеєр СМР-006

Висновки по розділу 2.

1. Технологія видобування стінового каменю дозволяє видобувати блоки різних гірських порід різних розмірів, при різних умовах залягання цих порід.

2. Блоки каменю можуть армуватися безпосередньо на місці видобування, деприсутне необхідне обладнання.

3. Технологія виготовлення облицювальних плит достатньо вивчена і дозволяє виготовляти плити різних розмірів з будь-яких порід, але товщина цих плит обумовлена технологічними процесами і операціями, під час яких вони можуть зруйнуватися.

4. Армування плит шаром композитного матеріалу на стадії розрізання блоків дозволить зменшити товщину плит і, відповідно, збільшити

продуктивність праці за рахунок збільшення виходу плит. В залежності від вартості армування, це може призвести або до зменшення вартість плит, або до незначного їхнього подорожчання.

Розділ 3. РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЗВИГОТОВЛЕННЯ АРМОВАНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КАМ'ЯНИХ ПРИРОДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Застосування блоків з природнього каменю має наступні переваги. По перше, вартість готової кам'яної конструкції з блочного каменю знижується за рахунок зниження витрат на подвійне транспортування сировини. При виготовленні бетону сировина транспортується спочатку з кар'єру на дробильно-сортувальний завод, далі на бетонозмішувальний вузол і звідти вже бетон транспортується на будівельний майданчик;

По друге, відсутні великі капітальні витрати на придбання спеціального обладнання і амортизаційних відрахувань на його відновлення.

По третє, принцип збірної конструкції дозволяє підвищити темпи будівництва. Поділ конструкції на окремі частини і застосування блоків з природнього каменю дозволяють, знову таки, уникнути витрат пов'язаних з виготовленням таких блоків з бетону. Окрім того, при правильно обраній гірської породі, з якої буде випилюватися блок, можна отримати виріб з певними кінцевими робочими характеристиками одразу після відокремлення блоку від масиву.

На останок, природний камінь володіє більшою міцністю та кращою водонепроникністю внаслідок меншої пористості. Це обумовлено умовами утворення гірських порід. В будівництві використовуються різні будівельні гірські породи, але для конструкцій, що вимагають високої міцності і морозостійкості, використовуються в основному такі магматичні породи як граніти, базальти та інші з щільним розташуванням кристалів, що і обумовлює низьку пористість.

Підсумовуючи можна виділити основні переваги використання блочного каменю в якості будівельної конструкції:

– зниження вартості готової продукції і шкідливого впливу на навколишнє середовище за рахунок зниження енергоємності і металоємності виробництва;

- зменшення строків будівництва і миттєве отримання конструкції з остаточною міцністю на стиск, яка може перевищувати міцність бетону в декілька разів;

- зменшення загальної пористості та підвищення водонепроникності конструкції.

Крім переваг використання природного блочного каменю є недоліки, які заважають його широкому використанню в будівництві:

- не висока межа міцності на вигин і розтяг обумовлює необхідність вармуванні;

- відсутність монтажних петель ускладнює процеси навантаження, розвантаження і транспортування;

- придатність лише для вузького кола конструкцій.

Таким чином, розробка ефективного способу армування блоків дозволить отримати недорогу будівельну конструкцію з перерахованими перевагами. Армування також можна буде в певній мірі використовувати замість монтажних петель.

3.1 Обґрунтування і розрахунок варіантів армування будівельних виробів зкам'яних матеріалів

Для забезпечення більшої міцності природнього каменю на згин та розтяг необхідно вирішити питання його армування. Для цього необхідно проаналізувати відомі способи армування природнього каменю. Одним зі способів армування плит, балок та ін. будівельних елементів з природнього каменю є спосіб запропонований Суботкіним М.І., згідно якого в елементах, що підлягають армуванню, прорізають канавки, вкладають туди арматурні стрижні і закладають розчином або бетоном [11]. Спосіб відрізняється простотою, але застосовується в основному для армування будівельних елементів з таких гірських порід, як ракушняк, туф та ін.

У роботі [12] наведено результати експериментальних досліджень застосування вище описаного способу при армуванні гранітних балок вуглепластиковими і спіральними сталевими прутками. У разі максимальних коефіцієнтів армування навантаження тріщиноутворення, навантаження руйнування та руйнуючий зсув збільшуються відповідно на 10,9 %, 167 % та 617

%.

Інший спосіб армування був запропонований Труновим П.Т та іншими. Він включає в себе розмічування блоку у вибої, буріння шпурів, що перетинають блок по діагоналі, розміщення сталевих стрижнів у шпурах і заповнення порожнин цементним розчином [13]. Цей спосіб дозволяє зберегти форму блоку під час його виймання, транспортування і монтажу. Така схема армування застосовується в основному для запобігання розпаданню блоку з слабких порід на частини і придатна для ракушняків, туфів та інших схожих порід.

І.І. Демченко, Ф.П. Співаков, В.К. Бублик [14] пропонували армувати блоки перед вийманням шляхом розміщення і закріплення розчином армуючих елементів по периметру блоку, в горизонтальних і вертикальних прорізах. Цей спосіб також призначений для збереження форми блоку зі слабких осадових порід під час його виймання або монтажу. Такі блоки не сприймають якісь навантаження і призначені в основному для утеплення будівель.

Окрім внутрішнього армування може бути застосовано зовнішнє підсилення з композиційних матеріалів, яке дозволяє отримати достатньо високі робочі характеристики конструкції. Наприклад, при армуванні тонких гранітних плит зовнішнім багатошаровим ламінатом зі скловолокна, що наклеюється на поверхню каменю за допомогою епоксидної смоли, дозволяє зменшити товщину плит до 78

% [15] і підвищити межу міцності граніту на вигін на 60 % [16].

Ефективність консолідації каменю і композиційного шару на основі епоксидної смоли залежить від відкритої пористості, змочуваності смолою, проникності, кривизни, а також міцності та адгезії смоли [17].

А.А. Пазето досліджував характеристики зовнішніх скловолокнистих композитів на основі епоксидних смол, що були нанесені на грубозернисте каміння [18]. Таке армування діє як інгібітор утворення тріщин, підвищуючи розривне навантаження до 6 разів у порівнянні зі зразками, де не застосовувалося армування. Сучасний метод армування похилих перерізів балок без поперечної арматури зовнішніми композитними стрічками на основі вуглецевих волокон є достатньо вивченим [19, 20]. Так при застосуванні поліпаро-фенілен-бензо-бістрізола (так звані системи PBO-FRCM) дозволяє підвищити ефективність підсилення на 60 %

без значного збільшення поперечного перерізу балки [20].

Таким чином, армування природнього каменю може бути виконано трьомаспособами:

- зовнішнім розташуванням стрижнів арматури;
- внутрішнім розташуванням стрижнів арматури;
- зовнішнє підсилення композитними матеріалами;
- комбінацією перерахованих способів.

Зовнішнє та внутрішнє розташування арматури можна використовувати при армуванні масивних виробів або блоків.

Зовнішнє розташування стрижнів арматури у спеціальних канавках є достатньо простим способом, який не потребує спеціальних технологічних і технічних рішень. Арматурні стрижні можуть бути розташовані з тильної сторони виробу, але при навантаженнях існує вірогідність руйнування зв'язку розчину з поверхнею виробу та вивалювання його зі стрижнем з канавки. Основний впливовий на це явище чинник – це зчеплення розчину, що заповнює канавку, з поверхнею канавки. Розглянемо це питання більш детально.

Пустоти між арматурою і поверхнею канавки, яка зроблена у виробі, заповнюється цементно-піщаною сумішшю. Для армування щільних та монолітних порід основними чинниками, що впливають на якість армування, є міцність та адгезія розчину до поверхні виробу. На останній показник впливають: шорсткість, вологість, змочуваність, та усадка цементно-піщаного розчину. При розміщенні сталевих армуючих стрижнів в отворах чи канавках

усадка має вирішальне значення, тому що при навіть невеликій усадці може порушуватися певним чином з'єднання армувального розчину з основою. Усунути таке явище частково можна застосовуючи цемент, що сам розширюється, або полімерний клей. Повне усунення усадки та значного посилення зчеплення армувального розчину з поверхнею виробу досягається при розташуванні стрижнів з розчином в отворах круглої форми. В даному випадку розчин при розширенні міцно зачіплюється за стінки отвору, створюючи максимально міцне з'єднання. Тож, внутрішнє розташування арматурних стрижнів доцільно використовувати у випадках, коли передбачається використання виробу в умовах сильних навантажень.

Внутрішнє розташування стрижнів арматури потребує визначення місць закладання і буріння отворів.

Для забезпечення цілісності поверхні виробу з каменю під час розширення армуючого розчину, необхідно визначити мінімальну відстань від поверхні до отвору з армуючим розчином з урахуванням неоднорідностей і дефектів породи, яка не зруйнується.

Для визначення приблизного значення мінімальної відстані від поверхні блоку до отвору круглого перерізу для розміщення арматури, використаємо рівняння Ламе для визначення напруження у товстостінній трубі, яке викликане внутрішнім тиском. Максимальне напруження, що розтягує, буде виникати на внутрішній поверхні отвору і буде дорівнювати:

$$\sigma = p r \frac{\delta^2 + r r^2}{\delta^2 - r r^2}, \quad p \quad \frac{\delta^2 - r r^2}{\delta^2 - r r^2} \quad (3.1)$$

де σ_p – напруження, що виникає МПа;

p – тиск розширення цементу, МПа;

δ – відстань від поверхні до внутрішньої стінки отвору, мм;

r – радіус внутрішнього отвору, мм.

Перетворивши рівняння (3.1) отримуємо рівняння для визначення мінімальнодопустимої відстані від отвору до поверхні

Для коронок, які використовуються в гірництві, встановлений наступний ряд зовнішніх діаметрів: 28, 32, 36, 40, 43, 52, 60, 75 та 85 мм. При використанні коронки, діаметром 43 мм, діаметр отворів може коливатися від 39 до 44 мм і залежить в основному від типу бурового верстату та зношення робочого долота.

Тиск розширення під час кристалізації цементу сягає 2-3 МПа згідно [21], а середня межа міцності граніту на розтяг 13 МПа. При такому тиску і діаметрі внутрішнього отвору 42 мм, мінімальна допустима товщина стінки складе 27 мм. Але необхідно враховувати неоднорідності та дефекти, які можуть зустрічатися у породі, та розтягуючі навантаження, які буде сприймати арматура і суміжна до неї зона. Тому мінімальна відстань з урахуванням коефіцієнту запасу 2,0 складе 54 мм.

На рис. 3.1 зображено графік залежності мінімально допустимої відстані від поверхні отвору до зовнішньої поверхні виробу.

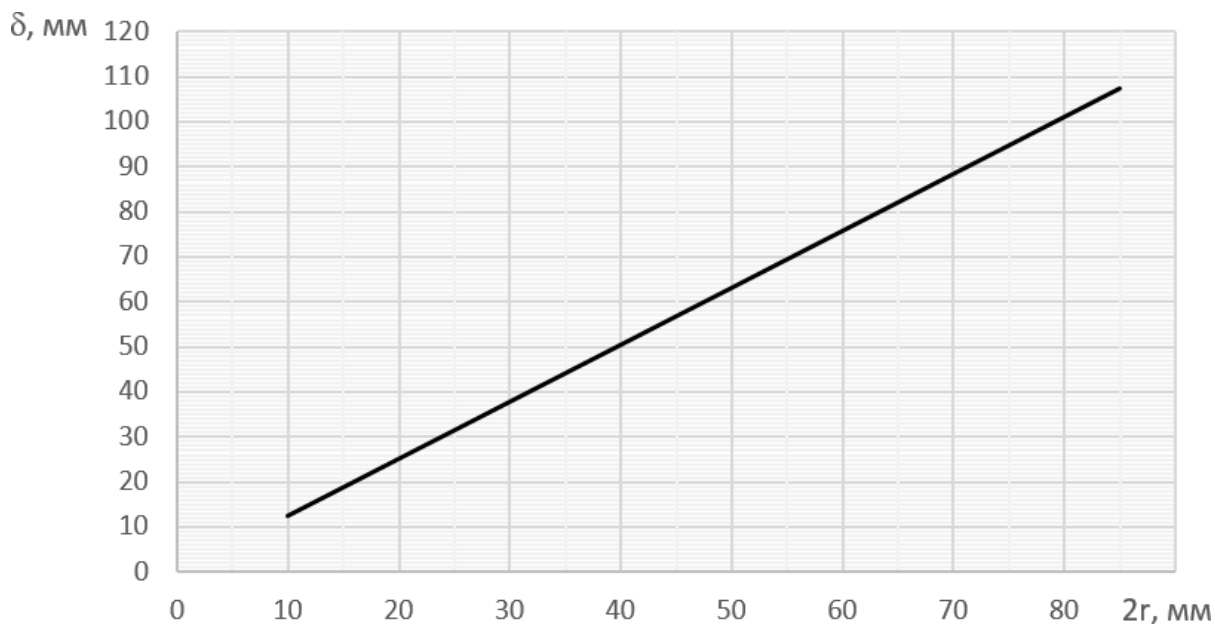


Рисунок – 3.1. Мінімумально допустима відстань від поверхні отвору до зовнішньої поверхні виробу залежно від діаметру отвору

Як видно з рис. 3.1, при діаметрі отвору 85 мм, відстань до поверхня виробу сягає понад 100 мм. При таких розмірах отворів та безпечних відстаней виріб набуває масивних розмірів.

Діаметр необхідних отворів залежить від діаметра необхідних арматурних стрижнів, який в свою чергу залежить від навантаження в кожному конкретному випадку.

Розрахунок нормальних та похилих перерізів на несучу здатність за для визначення необхідного армування слід виконувати згідно [22].

Аналізуючи методики розрахунків, стає очевидним, що застосування природного каменю міцних порід призводить до підвищення несучої здатності конструкції при таких однакових загальних умовах, як площа прямокутного поперечного перерізу конструкції, діаметр та клас арматурних стрижнів. Це означає, що при однакових умовах навантаження таких елементів, їх поперечний переріз або діаметр арматурних стрижнів може бути зменшений.

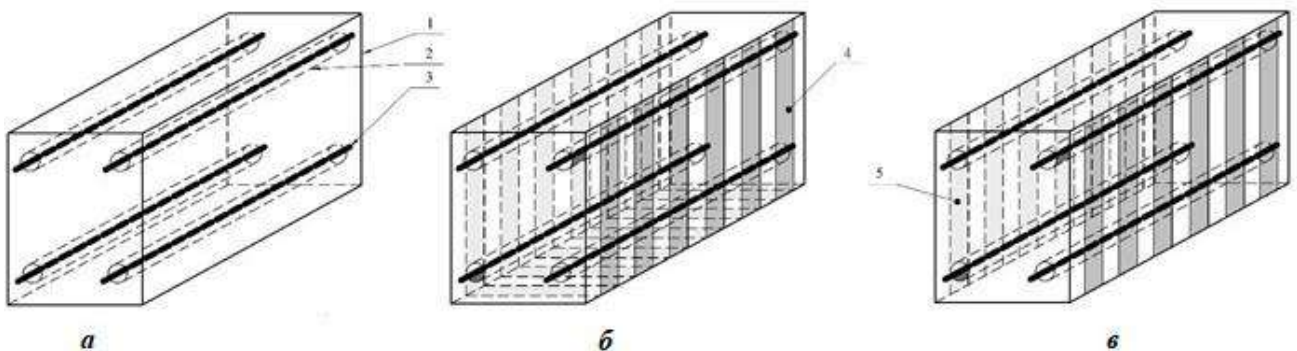
При армуванні бетонних блоків застосовується повздовжня та поперечна сталева арматура. Повздовжня сприймає розтягуючі та стискуючі напруження, у той час як поперечна необхідна для запобігання руйнування конструкції в похилих перерізах під час нерівномірного сприйняття поперечної сили, а також для фіксації повздовжньої арматури у завданому положенні, що запобігає її розсуненню. Під час армування блоку природнього каменю отвори для розміщення повздовжньої арматури можуть бути пробурені безпосередньо у вибої, перед відділенням блоку від масиву. Також розміщення стрижнів в цих отворах дозволить забезпечити цілісність блоку і спростити його виймання та навантажувально-розвантажувальні роботи. Однак, буріння отворів для поперечної арматури зведе нанівець запропонований спосіб виготовлення блоків, внаслідок зростання витрат часу, бурильного інструменту та зниження природньої міцності каменю, що може призвести до руйнування блоку на місці виконання робіт. Отже необхідно посилення такого блоку іншими методами.

З точки зору технологічності і зручності виконання виймальних, вантажно-розвантажувальних і монтажних робіт, найбільш ефективним є спосіб армування, що передбачає буріння шпурів, розміщення в них арматурних стрижнів і заповнення цементом, що сам розширюється.

Буріння отворів у блоці і розміщення арматурних стрижнів в ньому безпосередньо у вибої перед відокремленням від масиву порід значно полегшить подальші роботи, а також забезпечить цілісність блоку.

Для запобігання руйнування виробу, буріння отворів повинно виконуватися обертальним або обертально-ударним способом.

На рис. 3.2 *а* представлено схеми армування блоку різними способами. Для обрання більш відповідної схеми армування необхідно провести додаткові дослідження несучої здатності, напружено-деформованого стану, жорсткості та тріщиностійкості таких блоків.



а – армування стрижнями; б – армування стрижнями та U-подібними композитними стрічками; в - армування стрижнями та композитними стрічками по боках; 1 – блок каменю; 2 – отвори для розміщення арматури; 3 – арматурні стрижні; 4 – U-подібна композитна стрічка; 5 – композитні стрічки, що наклеюються по боках

Рисунок 3.2 – Схеми армування кам'яного пиляного моноліту

Поперечне армування блоку, що складається з внутрішніх арматурних стрижнів може бути замінене зовнішнім армуванням з композитних стрічок, що наклеюються на нижню і бокові поверхні блоку за допомогою епоксидних

смола аналогічно армуванню залізобетонних блоків (див. рис 3.2 б, в) [20]. Таким чином реалізується комбінований спосіб армування природнього каменю.

Зовнішнє армування є єдиним, яке може бути застосовано для армування тонких виробів з природнього каменю.

Сучасна промисловість може виготовляти тонкі облицювальні плити, але невеликих розмірів. Це в першу чергу пов'язано з операціями, які виконуються з плитами під час виготовлення. Мінімальна товщина складає 10 мм при ширині плити до 800 мм для III категорії і 20 мм при ширині плити до 1200 мм для I категорії (див. табл. 1.10).

Визначимо мінімальну товщину плити без армування, яка може витримати вигин від власної ваги. Для цього будемо вважати плиту тонкою пластиною, яка опирається своїми кутами на чотири опори.

В статичному стані розподілене навантаження від власної ваги можна визначити за формулою:

$$q = \delta_m \rho g, \quad (3.3)$$

де δ_m - товщина пластини, м;

ρ - щільність пластини, кг/м³;

g - прискорення вільного падіння, 9,81 м/с².

У випадку квадратної або прямокутної пластини з найбільшою стороною a максимальний момент в даному випадку діє по середині кожного краю між опорами і згідно [23] складає

$$M = 0,1604 q a^2, \quad (3.4)$$

Напруження, що виникає в пластині при вигині

Використовуючи формули (3.3) – (3.5) знайдемо умову для визначення товщини пластини, при якій вона не буде руйнуватися:

Для гранітної плити розміром 1 м на 1 м та щільністю 2680 кг/м³, мінімальна товщина складає 2 мм. З урахуванням дефектів та мікротріщин, що утворилися під час виготовлення, це значення необхідно подвоїти. Враховуючи динамічні впливи на плиту під час виготовлення, отримане значення необхідно збільшити ще в два рази. Таким чином, мінімальна товщина гранітної плити складе 8 мм. Виготовлення такої плити економічно доцільно, тому що чим менша товщина плит, тим більший вихід плит з одного блоку, що розпилюється.

Використання таких плит в якості облицювальних у будівництві висуває до них додаткові умови. Навантаження під час експлуатації збільшуються і це вимагає їхнього армування. Окрім того, армування плит-заготовок безпосередньо перед зняттям їх з розпилювального верстату забезпечить їхню цілісність під час наступних операцій. Особливо для плит I та II категорій.

Застосування зовнішнього армування у вигляді таких вуглецевих тканин як SikaWrap-231C дозволить залишити значення мінімальної товщини гранітної плити для всіх категорій плит.

Тканина має товщину 0,129 мм та ширину 300 і 600 мм. Модуль пружності складає 210000 МПа, а міцність на розтяг 2080 МПа [24]. Величина граничної деформації складає 1,7 %. При розтягу має лінійну залежність між напруженнями і деформаціями аж до руйнування.

Армування може бути виконано після розпилювання блоку каменю на плити-заготовки. Для цього необхідно плити-заготовки промити чистою водою і дати їм висохнути. Окрім тканин та стрічок, які наклеюються на поверхню виробу, нанесення тонкого шару на одну зі сторін може бути виконано шляхом швидковисихаючого аерозолі полімеру армованого волокном.

Згідно [25] міцність композиту на розтяг дорівнює

$$\sigma_p = \Phi_j \cdot \sigma_{ff} \cdot V_{ff} + \sigma_{mm} \cdot V_{mm} \quad (3.7)$$

де σ_m , σ_f – відповідно межа міцності матриці та волокон, МПа;

V_m , V_f – відповідно об'ємний вміст матриці та волокон;

Φ_j – коефіцієнт армування, який враховує довжину та орієнтування фібр у просторі, наявність дефектів і взаємодію фібр між собою, для вуглецевої

тканини $\Phi_j = 1$.

Для плит армованих безперервними волокнами об'ємний вміст матриці та волокон буде пропорційно змінюватися з товщиною плити, рівняння (3.7) прийме вигляд

$$\sigma_p = \frac{\sigma_{ff} \cdot \delta \delta_{ff} + \sigma_{mm} \cdot \delta \delta_{mm}}{\delta \delta_{ff} + \delta \delta_{mm}}, \quad (3.8)$$

де δ_f – товщина армуючого шару, м.

Як змінюється згідно (3.6) і (3.8) мінімально допустима товщина неармованої та армованої гранітної плити щільністю 2680 кг/м^3 та неармованої та армованої плити з туфу щільністю 1450 кг/м^3 в залежності від розміру показано на рис. 3.3. Міцність туфу на розтяг прийнято $1,11 \text{ МПа}$, армувальний шар – тканина SikaWrap-231C.

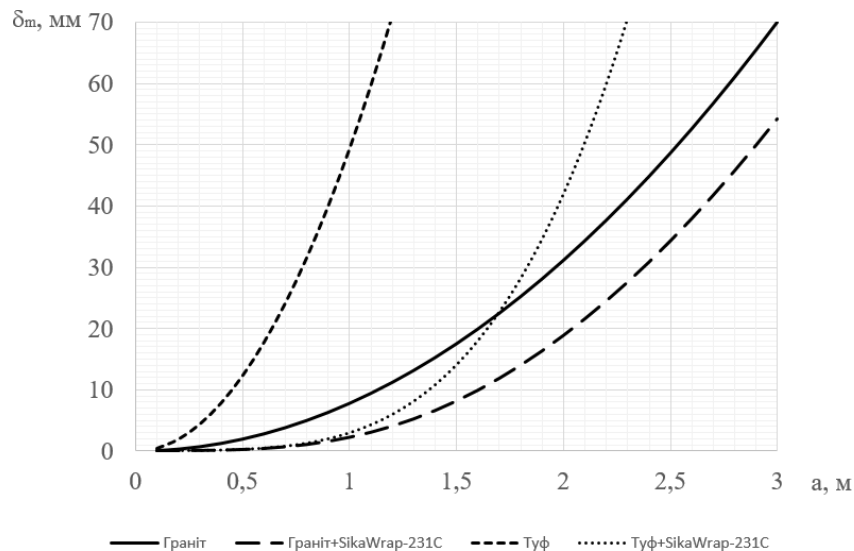


Рисунок – 3.3. Мінімально-допустима товщина армованих та неармованих плит в залежності від ширини найбільшої сторони a

Як видно з рис. 3.2, композитне армування туфових плит з максимальною шириною 1 м дозволяє зменшити товщину плит в 16 разів. При збільшенні ширини до $1,5 \text{ м}$, співвідношення зменшується до 14 . Армування гранітної плити шириною 1 м дозволяє зменшити її товщину в 3 рази. В той же час, при збільшенні товщини до $1,5 \text{ м}$, це співвідношення знижується до 2 .

3.2 Будівельні вироби з кам'яних матеріалів армовані сталлю арматурою. Характеристики і область використання

Найбільш перспективною сферою застосування природного каменю в якості конструкційного матеріалу з точки зору технологічності є влаштування основ та фундаментів – найбільш дорогих елементів будівель. В будівництві часто використовують армовані і не армовані бетонні фундаментні блоки типу ФБС. Такі блоки використовуються для влаштування стрічкових фундаментів різних типів будівель у цивільному, приватному та промисловому будівництві, для зведення стін підвалів, цоколів, естакад, пандусів та ін. Вони значно прискорює і спрощують процес будівництва. Проте, блоки зв'язуються між собою лише цементно-піщаним розчином, тому сфера застосування таких фундаментів обмежується малоповерховими будівлями.

В якості сировини для виготовлення такого блоку слід обирати міцні щільні скельні породи, такі як вапняки, граніти та інші, які не мають ніякої декоративної цінності. Декоративний природний камінь використовується в основному для виготовлення облицювальної, оздоблюваної, ритуальної та монументальної продукції і має високу ціну.

Завдяки своєму малому водопоглиненню та хімічному складу, гранітний блок має підвищену опірність до впливу вологи, температурних коливань та вогню. Порівняння характеристик граніту і бетону представлено у табл.3.1. Завдяки посиленій морозостійкості та зниженому ступені теплопровідності установка фундаментних блоків може здійснюватися при будівництві об'єктів у будь-якому кліматичному регіоні, причому роботи можна виконувати у будь-яку пору року.

Таблиця 3.1 – Порівняльні характеристики бетону та природнього каменю

Характеристика	Бетон класу В40	Граніт
Міцність на стиск, МПа	50	100-300
Густина, кг/см ³	2,3-2,5	2,6-2,8
Пористість, %	10-15	0,1-6,9
Водопоглинення, %	2-6	0,02-1,7

Матеріал стійкий до різних природних явищ, у тому числі розмиття ґрунтовими водами та пучення ґрунту у весняний період року. Підвищена стійкість матеріалу дає право здійснювати укладання фундаментних блоків у несприятливих умовах, наприклад, у кислих та крижаних ґрунтах.

Використання виробів з граніту при зведенні фундаментів забезпечить створення надійної та довговічної основи з терміном експлуатації не менше 500 років. Це пояснюється довговічністю самого граніту.

Фундаментні блоки мають значні габарити та правильну геометричну форму, що сприяє швидкому та зручному монтажу виробів. Це значно знижує трудові витрати та час виконання робіт. Після закінчення монтажу можна відразу приступати до наступного етапу, не чекаючи схоплювання розчину. Така особливість забезпечує економічну вигоду, що особливо важливо у широкомасштабному будівництві.

З урахуванням того, що техніка і технологія видобування блочного каменю добре вивчені, вирізання блоків будь-яких розмірів не є проблематичним і обумовлюється в основному зношуванням алмазного інструменту. Для зниження впливу цього фактору можна використовувати більш дешеві способи відокремлення блоків від масиву, тому що високий ступінь обробки поверхні блоку при використанні його для влаштування фундаментів не є обов'язковим. При чому, в деяких випадках нерівна поверхня, отримана при розколюванні блоку, навпаки покращить зв'язок блоку з бетоном

конструкції.

Перевагою гранітних блоків, армованого стрижнями як показано на рис. 3.2, є можливість з'єднувати їх в одну балку монолітну балку, шляхом зварювання кінців стрижнів суміжних блоків та омонолічуванням з'єднання бетоном відповідної марки.

При використанні таких балок в якості фундаментних балок необхідно армувати їх бокові поверхні в зоні утворення похилих тріщин стрічками або U-стрічками типу Sika CarboDur шириною 60-100 мм з кроком 100 мм, як показано на рис. 3.2 б, в.

Запропонований спосіб армування блоків природнього каменю і виготовлення фундаментних блоків є простим і не потребує складного устаткування, що дозволяє виготовляти такі блоки частково безпосередньо під час виїмання з масиву порід. Це дозволить знизити вартість і підвищити якість готового фундаментного блоку.

Застосування методів армування балок без поперечної арматури композитними стрічками з вуглецевих волокон дозволить залишити лише поздовжні стрижні арматури.

Таким чином, в результаті аналізу ефективної області використання природнього блочного каменю у будівництві встановлено, що при відповідному армуванні блоків, вони можуть бути ефективно використані при влаштуванні стрічкових фундаментів.

В цілому запропонований спосіб виготовлення фундаментних блоків є ефективним.

Ще одним армованим кам'яним виробом може бути віконні або дверні перемички.

Розрахуємо для прикладу армування для перемички типу ЗПП27-71 виготовленої з граніту міцністю 160 МПа. Згідно [26] перемичка має розміри 2720 мм на 380 мм на 220 мм і повинна витримувати навантаження 70,61 кН/м. Згинаючий момент на опорах складе 29 кН/м. Використаємо методику розрахунку викладену в [27]. Відстань від поверхні до внутрішньої поверхні отворів для арматури складає 26 мм для отворів діаметром 20 мм згідно рис. 3.1.

Розрахунок виконують в такій послідовності:

- 1) робоча висота перерізу $d = h - a = 22 - 2,6 = 19,4$ см;
- 2) $\alpha_m = M/f_{cd}bd^2 = 2900/16 \cdot 38 \cdot 19,4^2 = 0,013$;
- 3) за таблицею Додатку А [27]: $\zeta = 0,994$;
- 4) необхідна кількість арматури $A_s = M/\zeta f_y d = 2900/0,994 \cdot 43,5 \cdot 19,4 = 3,46$ см². Приймаємо 2Ø16А500С (4,02 см²);

5) коефіцієнт армування $\rho = A_s/bd \times 100\% = 4,02/38 \cdot 19,4 = 0,53$ %. З конструктивних вимог площа поздовжньої розтягнутої арматури для балок повинна прийматись не менше, ніж $A_{s,min} = 0,0013bd$ ($\rho_{min} = 0,13\%$). Площа поперечного перерізу арматури не повинна перевищувати $A_{s,max} = 0,04bd$ ($\rho_{max} = 4\%$). В розглядуваному прикладі маємо $0,13\% < 0,53\% < 4\%$;

- б) в якості поперечної арматури приймемо хомут 2Ø6А240 з кроком в $s \leq 0,75d$
= 14 см.

Для встановлення поздовжньої арматури в блок необхідно просвердлити два горизонтальні отвори Ø 20 мм в нижній частині блоку на відстані не менше 26 мм від нижньої поверхні і 53 мм від бокових поверхонь, як показано на рис. 3.4.

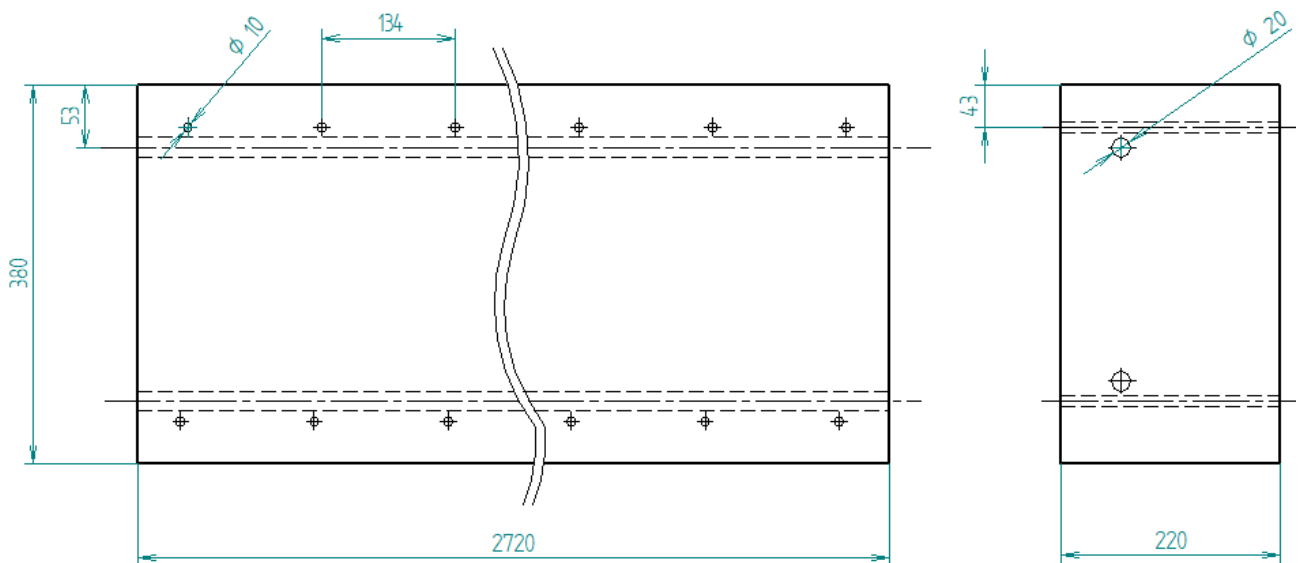


Рисунок 3.4 – Схема розташування отворів

Згідно з [26], конструкція перемички ЗПП27-71 передбачає лише

внутрішнє розміщення поперечної арматури. Тому для встановлення поперечної арматури необхідно просвердлити два ряди по 20 вертикальних отворів Ø 10 мм вздовж блоку на відстані 43 мм від бокових поверхонь. Після вставлення стрижнів в отвори, необхідно заповнити зайвий простір цементною сумішшю, що сама розширюється, шляхом нагнітання.

3.3 Будівельні вироби з кам'яних матеріалів, армовані композитною арматурою. Характеристики і область використання

До кам'яних матеріалів, армованих композитними матеріалами, слід віднести облицювальні плити, плити підлоги, підвіконні плити, столешниці з нанесеним композитним шаром з епоксидного клею та скловолокна або вуглецевого волокна, або вуглецевої тканини типу SikaWrap, на тильну сторону виробу.

Зовнішні опоряджувальні роботи (оформлення фасадів, цоколів, набережних, мостів, монументальних споруд) ведеться, як правило масивними облицювальними деталями. Для внутрішніх облицювальних робіт використовуються здебільшого дрібні облицювальні деталі.

Лицьова поверхня плит може мати різну фактуру: абразивну, шліфовану, поліровану.

Плити виготовляються прямокутної і квадратної форми. За погодженням із замовником вони можуть мати будь-яку форму.

Вироби архітектурно-будівельні поділяються на різані і колоті. Відповідно до стандарту цокольні різані плити, сходи різані і колоті та деякі інші деталі виготовляються за затвердженими кресленнями. Профільні вироби (колони, бази колон, карнизи, деталі мостів т. п.) виконуються за індивідуальними замовленнями. Для виробництва цокольних, накривних, підвіконних плит, суцільних сходів, проступів використовують граніт, мармур, щільні вапняки, доломіти, пісковики.

Вибір виду гірських порід та раціональної фактури лицевої поверхні

для облицювання будинків визначається умовами експлуатації облицювання показаними у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Умови застосування порід каменю і раціональна їх фактура

Частина будинку	Шкідливі чинники	Породи каменю і раціональна фактура лицевої поверхні виробів			
		Граніт	Габро, лабрадорит, базальт, діабаз	Пісковик	Армур, травертин, вапняк, туф, доломіт
Цоколь, портали	можливість механічних пошкоджень, підвищена забрудненість	полірована, лощена, шліфувана, точкова, різана, “скеля”	полірована	шліфувана, точкова, “скеля”	не застосовується
Стіни вище цокольної частини будинку	забрудненість, вплив атмосферних факторів	не застосовується з економічних міркувань		шліфувана, різана	
Елементи архітектурного оформлення з горизонтальними і слабонахиленими поверхнями	застій води на горизонтальних ділянках облицювання, проникнення вологи в шви між плитами	полірована, шліфувана			

Основною тенденцією в удосконаленні каменеобробки є перехід на алмазні інструменти, за допомогою яких одержують тонкі облицювальні плити. При товщині плити 10 мм вихід готової продукції на 1 м³ блоків сягає 40-50 м². При застосування армування і зменшенні товщини до 6 мм вихід блоків має збільшитися на 40 % і буде складати 56-70 м².

Цокольні різані і колоті плити можуть мати абразивну фактуру і фактуру сколювання. Якщо довжина та ширина не армованих та армованих плит залишається не змінною і повинні бути відповідно в межах 500-1500 мм та 200-1200 мм [2], то згідно п. 3.1 товщина армованих плит з міцних та слабких порід зменшується.

Розрахуємо коефіцієнт збільшення товщини мінімальної товщини плити

для запобігання руйнування в процесі експлуатації. Згідно рис. 3.3 мінімальна товщина не армованої плити з граніту шириною або довжиною 0,5 м складає 2 мм. Згідно стандарту у практиці застосовуються цокольні плити з таких порід і таких розмірів товщиною 40 мм [2]. Відповідно коефіцієнт збільшення для плит таких розмірів буде дорівнювати $40/2 = 20$, тобто товщина плит збільшується в 20 разів.

Мінімальна товщина армованої композитним шаром цокольної плити з граніту абразивної фактури довжиною 500 мм складає 0,18 мм. Таким чином, товщина армованої посиленої плити з міцних порід довжиною до 500 мм повинна бути не менше $0,18 \times 20 \approx 4$ мм. В наслідок технологічних особливостей процесу виготовлення таких плит, їх товщина може бути не менше 8 мм.

Аналогічно для плит з граніту довжиною до 1500 мм, мінімальна товщина не армованої плити складає 17,5 мм. У практиці застосовуються цокольні плити з таких порід і таких розмірів товщиною 60 мм [2]. Відповідно коефіцієнт збільшення для плит таких розмірів буде дорівнювати $60/17,5 = 3,43$.

Мінімальна товщина армованої композитним шаром плити з граніту абразивної фактури довжиною 1500 мм складає 8,1 мм. Таким чином, товщина армованої посиленої плити з граніту довжиною до 1500 мм повинна бути не менше $8,1 \times 3,43 \approx 28$ мм.

Мінімальна товщина не армованої цокольної плити з туфу абразивної фактури довжиною до 500 мм складає 0,19 мм. У практиці не армовані цокольні плити з таких порід не застосовуються внаслідок їхньої малої міцності. Але у випадку їхнього армування, мінімальна товщина складе $0,19 \times 20 \approx 4$ мм. В наслідок технологічних особливостей процесу виготовлення таких плит, їх товщина може бути не менше 8 мм.

Мінімальна товщина армованої композитним шаром плити з туфу абразивної фактури довжиною до 1500 мм складає 12,33 мм. Таким чином, товщина армованої посиленої плити з туфу довжиною до 1500 мм повинна бути не менше $12,33 \times 3,43 \approx 43$ мм.

Таким чином, армовані посилені цокольні плити абразивної фактури з міцних та слабких порід довжиною до 500-1500 мм повинні мати товщину

відповідно 8 та 28-43 мм.

Основний вид облицювальних елементів з природного камення - різана плита. Для зовнішнього облицювання стін вище цоколя застосовуються плити товщиною 10, 20, 25, 30 і 40 мм без армування (остання тільки з мармуризованого вапняку, туфу, вапняку). Найбільший розмір сторін плит для зовнішнього облицювання не повинен перевищувати 600 мм.

Мінімальна товщина армованої композитним шаром фасадної різаної плити з граніту та туфу довжиною 600 мм складає відповідно 0,35 мм та 0,39 мм. В наслідок технологічних особливостей процесу виготовлення таких плит, їх товщина може бути не менше 8 мм.

Одним з важливих питань монтажу цокольних і фасадних плит є монтажні конструктивні елементи. Проект кріплення облицювання вміщує вичерпані відомості по кам'яному оздобленню:

- > “розрізку” облицювання на плити з вказанням розмірів плит;
- > спосіб кріплення з деталізовкою кожного самостійного вузла;
- > розташування горизонтальних і вертикальних компенсаційних швів, їх ширину і варіанти герметизації.

Облицювальні плити прикріплюються до фасадів будівель та споруд спеціальними закріпками: пружинними, типу П-3 або Р-3, які виготовляються з дроту із неіржавіючої сталі, бронзи чи латуні; системами віднесення від стіни.

Армування цокольних та фасадних плит дозволяє вмонтовувати закріпки в систему плита-армування в процесі виготовлення і таким чином уникнути додаткових операцій з утворення отворів у плитах. Це дозволить підвищити продуктивність праці монтажу і знизити ризик руйнування плит під час утворення в них отворів. Окрім цього, можуть бути застосовані існуючі вентиляційні фасадні системи з модернізованими кронштейнами-клямерами для утримання фасадних плит.

Накривні різані і колоті плити по фактурі і довжині аналогічні цокольним. У практиці застосовуються такі плити товщиною 15-40 мм і шириною 200-500 мм. Товщина армованих різаних плит з граніту зменшується відповідно до 8-17 мм.

Підвіконні різані плити виконуються полірованою або шліфованою фактурою довжиною 600-1500 мм, шириною 20-400 мм і товщиною 20, 25, 30 і 40мм без армування [2]. Якщо передбачається фігурна окантовка таких плит, їхня мінімальна товщина буде складати 20 мм. Таким чином, мінімальна товщинаармованих підвіконних плит складе 20 мм. В разі звичайної окантовки, слід приймати їхню товщину від 8 до 20 мм, в залежності від розмірів таких плит.

Парапети прямокутні різані та колоті можуть мати всі види фактур, крім “скелі”. Розміри їх можуть становити 500-1500 і 500-1000 мм, висота 800-1200 і 500-800 мм, товщина 80-200 і 200-300 мм без армування [2].

Армовані парпетні плити з міцних порід слід приймати товщиною 80/20x0,18 \approx 8 мм з довжиною до 1500 мм і 200/17,5x8,1 \approx 93 мм.

Технічні характеристики виробів з природного каміння, які застосовуються для зовнішнього облицювання повинні відповідати таким вимогам:

- міцність на стиснення - не менше 20 МПа;
- морозостійкість - не менше 25 циклів;
- коефіцієнт розміщення - не менше 0,65;
- стирання виробів (для обладнання східців і підлоги) - не більше 2,2 г/см² при інтенсивності руху менше 50 люд./год; 1,5 г/см² при інтенсивності руху від 50 до 100 люд./год; не більше 0,5 г/см² при інтенсивності руху понад 100 люд/год.

При виборі виду облицювання стін будинків необхідно керуватися такими правилами:

- облицювання повинне відповідати архітектурним вимогам, створювати виразність в оформленні фасадів будинків;
- при вибраному виді облицювання і способі його кріплення до стіни повинна забезпечуватись необхідна надійність його спільної дії з матеріалом стіни в період експлуатації будинку.

Висновки по розділу 3.

1. Вивчено існуючі способи армування будівельних виробів з природних кам'яних матеріалів і запропоновані їх варіанти армування. Найбільш ефективним способом армування блоків каменю розташуванням сталевих арматурних стрижнів в просвердлених отворах з наступним заповненням зайвого простору цементною сумішшю, що сама розширюється, або полімерним клеєм.

2. Розраховано мінімальну відстань від зовнішньої поверхні до поверхні отворів. Вона лінійно залежить від міцності каменю на розтяг і тиску, який створює суміш, що сама розширюється. Вона складає 12-108 мм для отворів діаметром 10-85 мм.

3. Наведено найбільш ефективну область використання кам'яних блоків, армованих сталеву арматурою.

4. Розраховано елементи і схему армування гранітної перемички ЗПП27-71.

5. Знайдено залежності мінімально допустимих товщин гранітних та туфових плит з міцністю на розтяг відповідно 13 МПа і 1,11 МПа, які необхідні для збереження їхньої цілісності, а також залежності мінімально допустимих товщин гранітних та туфових плит, армованих вуглетканиною SikaWrap- 231C. Композитне армування туфових плит з максимальною шириною 1 м дозволяє зменшити товщину плит в 16 разів. При збільшенні ширини до 1,5 м, співвідношення зменшується до 14. Армування гранітної плити шириною 1 м дозволяє зменшити її товщину в 3 рази. В той же час, при збільшенні товщини до 1,5 м, це співвідношення знижується до 2.

6. Армування посиленних цокольних плит з міцних та слабких порід довжиною до 500-1500 мм абразивної фактури композитним шаром дозволяє зменшити товщину відповідно з 40-60 мм до 8-28 для граніту і до 8-43 мм для туфу.

7. Армування фасадної плити з граніту довжиною 600 мм композитним шаром дозволяє зменшити товщину з 10-40 мм до 8 мм.

8. Армування накривної плити з граніту довжиною 200-500 мм композитним шаром дозволяє зменшити товщину з 15-40 мм до 8-17 мм.

9. Армування підвіконної плити з граніту композитним шаром дозволяє зменшити товщину з 20-40 мм до 8-20 мм.

10. Армування парапетної плити з граніту довжиною до 1500 мм композитним шаром дозволяє зменшити товщину з 80-200 мм до 8-93 мм.

4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Загальний опис об'єкту проектування

Дійсний проект передбачає будівництво 24-квартирного житлового будинку по вул. Грушевського 1 в м. Житомир. Відведена для проведення будівництва ділянка відповідає стандартним вимогам. Площа ділянки 3 000 м². Район будівництва згідно з [28] відноситься до першої температурної зони [29].

Глибина промерзання – 0,9 м;

Розрахункова температура зовнішнього повітря: середня температура, най- більш холодної п'ятиденки – - 26 °С. Переважаючі вітри – західних напрямків влітку та взимку.

Загальні характеристики об'єкту:

1. Клас наслідків (відповідальності) – СС2 (середні наслідки);
2. Ступінь вогнестійкості – III – з несучими та огорожувальними конструкціями з природніх кам'яних матеріалів та застосуванням плитного покриття та перекриття.
3. Ступінь довговічності – I – громадські з тривалістю експлуатації 60 років.

4.1.2 Рішення генплану

Рельєф ділянки має схил в західному напрямку. Відмітки поверхні землі в межах будівельного майданчику коливаються в межах від 86 м до 88 м. Пішохідна і транспортна доступність будівлі вирішені пішохідними проходами і проїздами [30]. Проїзди, проходи і під'їзди до будинку асфальтуються. На території об'єкта передбачено декілька площадок для проведення дозвілля дорослих та дітей.

Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов мікроклімату на майданчику передбачаються заходи по благоустрою та озелененню.

Благоустрій території виконується по завершенню робіт з вертикального планування та очищення ділянки від будівельного сміття.

Генпланом передбачено влаштування асфальтобетонного покриття на під'їзних частинах. Тротуари влаштовують з тротуарної плитки, яка задовольняє вимоги естетичності, екологічності, зносостійкості та є простою для влаштування.

Озеленення ділянки передбачає посадку декоративних дерев, засів запланованих поверхонь газонними травами.

Площа ділянок та щільність забудови представлені у табл. 4.1.1.

Таблиця 4.1.1 – Показники до генплану

№ п/п	Назва показника	Одиниця виміру	Кількість
1	Площа ділянки	м ²	3000,00
2	Площа забудови	м ²	520,40
3	Щільність забудови	%	35
4	Площа твердого покриття	м ²	1387,71
5	Площа озеленення	м ²	566,05

Перелік будівель та споруд, що планується спорудити наведено у

табл.4.1.2. Таблиця 4.1.2 – Відомість будівель та споруд

№	Найменування	Примітка
1	Будинок, що проектується	
2	Багатоквартирний житловий будинок	
3	Ігровий майданчик для дітей	
4	Майданчик для відпочинку дорослих	
5	Майданчик для господарських цілей	

4.1.3 Об'ємно-планувальне рішення

Даний об'єкт представляє собою чотирьохповерхову двосекційну житлову будівлю з цокольним поверхом та горищем. Будівля має прямокутну форму. Розміри в осях: 1-1' — 35,8 м, А-Д — 13,8 м. Висота будівлі 20,6 м.

4.1.4 Конструктивні рішення

Фундаменти будівлі запроектовані зі збірних бетонних блоків, які вкладають по шару щебеню, товщиною 150-300 мм [31]. По збірним з/б плитам стрічкових фундаментів виконують армошов висотою 50 мм (цементно-піщаний розчин М100, армований сіткою). Захисний шар арматури – 2 см. Блоки укладають на цементний розчин М 50, товщиною не більше 20 мм, перев'язка блоків не менше висоти блока. Монолітні ділянки виконані з бетону М 100. Вертикальна гідроізоляція стін при стикуванні з ґрунтом виконана обмазкою гарячим бітумом за 2 срази по вирівняній поверхні цементним розчином, горизонтальна - шляхом прокладки 1-го шару спо-лізолу.

В якості альтернативи пропонується замінити збірні бетонні блоки на монолітні гранітні блоки, армовані сталевую арматурою.

Запроектовані зовнішні стіни складаються з несучої цегляної кладки – 380 мм, газоблоку – 200 мм й утеплення з мінеральної вати – 100 мм, як показано на рис. 4.1.1.

В рамках теми даної роботи пропонується зовнішнє оздоблення виконати системою вентильованого фасаду. В якості фасадних плит пропонується використовувати армовані квадратні плити з природнього каменю розміром 600 мм і товщиною 8 мм, які будуть закріплюватися клямерами на алюмінієвих профілях, винесених на алюмінієвих кронштейнах поза утеплювач.

Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Вихідні дані:

Район будівництва — м. Житомир.

Згідно карти-схеми температурних зон м. Житомир відноситься до 1-ї температурної зони. Нормоване зниження опору теплопередачі для даної температурної зони згідно [30] становить:

$$R_n = 3,3 \text{ м}^2\text{C/Вт}$$



Рисунок 4.1.1 – Зовнішня стіна в розрізі

Конструкція стіни обрано виходячи з умов необхідного фактичного опору теплопередачі. Вона виключає виникнення точки роси в утеплювачі і містить наступні шари (починаючи з зовнішньої поверхні):

Мінеральна вата:

Газобетон:

Цегляна кладка:

$\delta_1=100$ мм; $\lambda_1=0,05$ Вт/м[°]С. $\delta_2= 200$ мм; $\lambda_2=0,14$ Вт/м[°]С.

$\delta_3= 380$ мм; $\lambda_3=0,76$ Вт/м[°]С.

Шар штукатурки на вапняно-піщаному розчині:

$\delta_4= 10$ мм; $\lambda_4=0,7$ Вт/м[°]С.

Термічний опір одношарової конструкції обчислюємо за формулою:

$$R=\delta/\lambda; \quad (4.1.1)$$

де R – термічний опір однорідної конструкції, м; δ - товщина шару однорідної конструкції; λ – коефіцієнт теплопровідності Вт/м[°]С

Термічний опір першого шару дорівнює (використовуємо формулу (4.1.1)):

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,100 / 0,05 = 2,0 \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,200 / 0,14 = 1,43 \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,38 / 0,76 = 0,5 \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,01 / 0,7 = 0,014 \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт};$$

Загальний фактичний опір теплопередачі конструкції знаходимо за форму-

$$R_{\phi} = 1 / \alpha_B + \sum R_i + 1 / \alpha_3, \quad (4.1.2)$$

де α_B – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні огорожуючої констру-кції, $\alpha_B = 8,7$;

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої конструкції, $\alpha_3 = 23$.

$$R_{\phi} = 1 / 8,7 + 2,0 + 1,43 + 0,5 + 0,014 + 1 / 23 = 4,1 \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт}.$$

$$R_{\phi} = 4,1 \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт} > R_{н} = 3,3 \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт}.$$

Отже, опір теплопередачі даної стінової конструкції забезпечено.

Внутрішні несучі стіни цегляні, товщиною 250 мм. Перегородки цегляні, тов-щиною 120 мм.

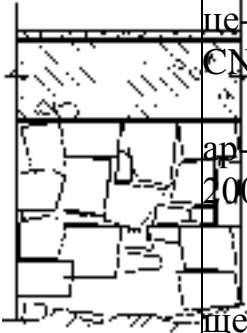
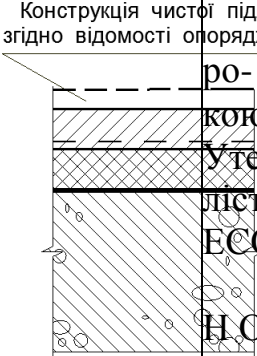
Перекрыття виконане зі збірних залізобетонних плит, які вкладаються на шар розчину М 200 [33]. Шви між плитами заповнюються цементним розчином М200. Плити перекрыття анкеряться металевими анкерами, які захищають від корозії ша-ром цементного розчину М 100. Отвори сантехнічних комунікацій просвердлюють в межах пустот, не порушуючи ребер жорсткостей панелей.

Конструкція даху являє собою систему крокв з покрівлею метало-черепицею типу «Ефект». Металочерепиця вкладається на бруски латування розмірами 40x40 мм та кроком 350 мм. Лати відгороджуються від крокв гідробар'єром, який закріп-лений в контррейках розміром 40x20 мм. Розміри крокв 60x180 мм. Крокви кріп-ляться врубкою до мауерлату та прив'язуються до стіни через 3 шт. Для покрівлі використано систему водовідводу з металопластикових елементів швидкого мон- тажу з горизонтальним кріпленням ринв. Діаметр водостоку 110мм, розміри ринв: 170x73 мм. Загальна довжина ринв – 32 м. п.

Сходові марші та сходові клітки виконані зі збірних залізобетонних елементів.

Конструкція підлоги, в залежності від призначення приміщення, показана у табл. 4.1.4.

Таблиця 4.1.4 – Відомість опорядження підлоги

Назва або номер приміщень	Тип	Схема підлоги	Елементи підлоги і їх товщина	Площа підлоги, м ²
Всі приміщення цокольного поверху			<p>Покриття - високоміцна цементна підлога типу Ceresit CN 76 - 5 мм</p> <p>Підстильний шар - бетон армований сіткою з Вр.Ø4 200x200</p> <p>кл. В.75 - 100 мм</p> <p>Щебнева подушка-щебень фр.50-100мм – 200 мм</p> <p>Основа - ущільнений ґрунт</p>	
Всі приміщення 1-го поверху		<p>Конструкція чистої підлоги згідно відомості опорядження</p> 	<p>Стяжка з цем.-піщаного розчину М 50 армована сіткою з Вр.Ø4 200x200 - 50 мм</p> <p>Утеплювач - жорсткі пінопілисти роляні плити типу FIBRAN ECO RF60 - 100 мм</p> <p>Гідроізоляція - Ютафол Н</p> <p>Основа - з/б плита - 220 мм</p>	

4.1.5 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Екстер'єр будівлі в основному визначається стилем його зовнішнього оздоблення. Оздоблення пропонується виконувати армованими плитами з природнього каменю необхідної розцвітки.

Система застосування виконана із комплексу скло пакетів закріплених на металевому каркасі.

Внутрішнє оздоблення приміщень залежить від їх призначення.

Таблиця 4.1.5 – Відомість зовнішнього опорядження.

№	Елемент будівлі. Вид опорядження, матеріал. Колір.	Примітка
1	Цоколь – облицювальні плити зі світлого пісковуку.	
2	Стіни – облицювальні плити зі світлого та темного пісковуку.	
3	Огорожа балконна — скло	
4	Вікна, двері. Металопластик ПВХ білого кольору	
5	Дах. Профлист даховий типу КП 35. Колір темно-синій	
6	Карниз. Облицювальна цегла, пофарбована	
7	Зовнішні сходи. Облицювання фасадною морозостійкою керамічною плиткою світло-голубого кольору	

4.1.6 Інженерне обладнання

Системи опалення для житлового будинку запроектовані індивідуально для кожної квартири. Системи опалення — двотрубні горизонтальні з нижнім розведенням.

Теплоносієм для систем опалення є вода з температурою 65-85°C.

В якості опалювальних приладів служать радіатори сталеві панельні Radik Clasik.

Водопостачання передбачається від існуючої водопровідної мережі м. Житомир.

Вода використовується для господарчо-питних потреб.

Для загального обліку води передбачається встановлення у вузлах вводу водомірів. Для поквартирного обліку води встановлюються лічильники ЛК-15х. Гаряче водопостачання передбачене від настінних газових котлів [34].

Вентиляція житлового будинку природна, приплив повітря передбачається через квартирки у вікнах; видалення — з ванн, санвузлів та кухонь через вент-канали в будівельних конструкціях.

Побутові стоки скидаються в зовнішню мережу каналізації.

Систему внутрішньої каналізації монтувати з поліетиленових труб для внутрішньої каналізації.

Електропостачання здійснюється від загальної електромережі. Прокладання електропроводки в запроектованій будівлі здійснюється перед оштукатурюванням внутрішніх стін та перегородок і кріпиться за допомогою спеціальних кріпильних елементів до конструкцій будівлі. При необхідності проводиться свердління отворів під електропровід в стінах та перекриттях.

При розробці електротехнічної частини проекту прийняті такі рішення, які забезпечують раціональне та економічне використання електричної енергії. Передбачена оптимальна електрична схема, побудована таким чином, що в нормальному режимі всі елементи знаходяться під навантаженням з максимально можливим використанням їх потужності.

4.2 Технологічна частина

4.2.1 Загальні положення з оздоблення фасаду

Технологічна карта розроблена на улаштування зовнішнього фасаду будівлі, з використанням армованих плит з природнього каменю. Для цього обрано конструкцію фасадної системи, що складається з L-подібних кронштейнів, несучих профілів та кляммерів для кріплення плит на несучих профілях з повітряним проміжком.

Переваги повітряного проміжку:

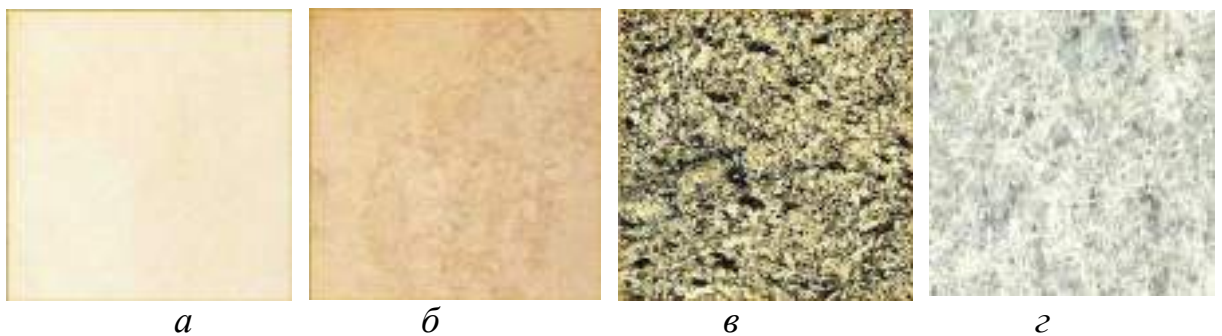
- перешкоджає скупченню тепла та вологи, забезпечує вентиляцію;
- зберігає утеплювач сухим (забезпечує виведення з несучої конструкції атмосферної та внутрішньої вологи в атмосферне середовище, підтримуючи функціональну дієздатність несучих конструкцій та масиву будівлі);

- виступає альтернативою ненадійним традиційним пристроям пароізоляції;

- забезпечує стікання атмосферних опадів, що проникли на тильну сторону об-лицювання.

Плити з природнього каменю армовані, квадратні з розміром сторони 600 мм і товщиною 8 мм.

Для забезпечення необхідних кольорів, підходять пісковики Писарівського та Русавських родовищ, а також граніт Софіївського та лабрадорит Васьковичського родовища, які показані на рис. 4.2.1. Ці породи мають достатню морозостійкість і міцність на стиск, першого класу радіаційної безпеки.



a, б – пісковики відповідно Писарівського та Русавського родовищ; *в* – граніт Софіївського родовища; *г* – лабрадорит Васьковичського родовища.

Рисунок 4.2.1 – Каміння для оздоблення фасаду

Дана технологічна карта розроблена згідно вимог п.5. ДСТУ Б В.2.6-35:2008

«Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови» [35].

Конструкція фасадної системи с теплоізоляцією житлового будинку призначені для забезпечення нормативних теплотехнічних показників згідно з вимогами ДБН В.2.6-31 до зовнішніх стін із бетонів, цегли та природного каменю житлових, громадських будинків, а також адміністративних і побутових будинків промислових підприємств, реалізації конструктивних принципів

економії енергії згідно з положеннями ДБН В.1.2-11.

Використання плит з природнього каменю в якості елементів зовнішнього оздоблення чотирьох поверхового житлового будинку відповідає п.1.7 ДСТУ Б В.2.6-35. Також згідно цього стандарту конструкція запропонованої фасадної теплоізоляції має умовну позначку «Фасадна система з армованих природних кам'яних плит – В2 – Б048 – 100 – А – ДСТУ Б В.2.6-35:2008».

Розпірні елементи дюбелів для кріплення каркаса систем теплоізоляції приймаються з нержавіючої сталі марки 25Х13Н2 згідно з ГОСТ 5632.

Густина ніздрюватого бетону, до якого кріпиться несуча конструкція фасадної системи повинна бути не менше ніж 600 кг/м^3 .

Розрахунок кількості дюбелів для кріплення каркаса фасадної системи

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою

$$W_{cc} = \gamma_{\gamma_{mm}} \cdot W_0 \cdot C_c, \quad (4.2.1)$$

де $\gamma_{\gamma_{mm}}$ коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням

вітрового навантаження, 1,035;

W_0 – характеристичне значення вітрового тиску, 500 Па; C_c – коефіцієнт, визначений як

$$C = C_{aer} C_h C_{alt} C_{rel} C_{dir} C_d, \quad (4.2.2)$$

де C_{aer} – аеродинамічний коефіцієнт, 2,0; C_h – коефіцієнт висоти споруди, 1,4;

C_{alt} – коефіцієнт географічної висоти, 1,0; C_{rel} – коефіцієнт рельєфу, 1,0;

C_{dir} – коефіцієнт напрямку, 1,0; C_d – коефіцієнт динамічності, 1,0,

$$C = 2,0 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,8.$$

Тоді

$$W_{cc} = 1,035 \cdot 500 \cdot 2,8 = 1449 \text{ Па.}$$

Відповідно на 1 м^2 фасадної системи буде діяти сила відриву 1449 Н.

Для утримання кронштейнів на поверхні стіни достатньо закріпити їх двома спеціальними анкерами для газобетону, з опором відриву одного анкера 900 Н.

4.2.2 Влаштування зовнішнього оздоблення

Профілі каркаса приймаються з алюмінію марки АД31Т згідно з ГОСТ 4784 з товщиною анодно-окисного захисного покриття не менше 20 мкм і шаром лако-фарбового покриття завтовшки не менше 40 мкм.

Товщина стінок та полиць профілів приймається 2 мм, товщина кронштейнів

- не менше 3 мм. Розрахункові характеристики міцності матеріалу профілів приймаються з понижувальним коефіцієнтом 0,75, який враховує негативний вплив пульсаційної складової вітрового навантаження.

Довжина кронштейнів залежить від товщини утеплення, висотності будівлі, завалів стін. Необхідно передбачити вентиляційний зазор бажано 40 мм (але не менше 20 мм) між зовнішнім шаром утеплювача та матеріалом облицювання. Наприклад, при товщині утеплювача 50 мм застосовуються кронштейни 80мм, а для висотних будівель такий зазор має бути більшим. У разі встановлення вентиляційного фасаду на висотній будівлі необхідно передбачити вентиляційний зазор ще більше.

Клямери приймаються з тонколистового прокату із корозійностійкої сталі марок Х18Н10Т, Х22Н6Т або 08Х18Н10 згідно з ГОСТ 5582.

До складу робіт з влаштування вентиляційного фасаду, що розглядаються ка-ртою, входять:

- підготовчі роботи, до яких входять: точне вимірювання розмірів фасаду та його відхилень від вертикальності; складання креслення, в якому необхідно вказати розташування напрямних профілів, а також місця кріплення кронштейнів; зображення на етапі креслення глибини, виду укосів і відливів, і навіть зовнішньої ширини, оскільки ці елементи може бути змонтовані різними способами. Також це відноситься до парпетів;

- встановлення маяків і розмітка фасаду, згідно з якою будуть

кріпитися і встановлюватися до основи вертикальні профілі та кронштейни;

- установка кріпильних кронштейнів і спеціальних кронштейнів та пластин для кріплення віконних укосів та відливів;
- монтаж утеплювача;
- монтаж несучого профілю;
- кріплення цокольних і фасадних плит на клей (з алюмінієвого профілю видаляються бруд та окислення (шкіркою); очищається профіль та плитка спеціальним очищувачем або ізопропіловим спиртом; через 20 - 30 хвилин на профіль клеїться монтажна стрічка 9556 [«Руководство по монтажу фасадных панелей при помощи материалов ЗМ»]; наноситься смужка клею за допомогою пістолета; акуратно притискається плитка);
- кріплення фасадних плит на клямерах.

В рамках встановлення маяків і розмітки фасаду необхідно витримувати зазначену проектувальниками осьову відстань між L-подібними кріпильними кронштейнами: відступ по вертикалі між ними становить 500-800 мм для панелей із керамограніту і подібним. Дистанція по горизонталі між напрямними профілями позначається проектом і залежить від розміру плитки та фасадних касет.

Попередньо перед монтажем утеплювача захватка, на якій відбуваються роботи, має бути захищена від попадання вологи на плити утеплювача та стіну. Цього можна не робити в тому випадку, якщо монтажники не відлучаються від своїх робочих місць до тих пір, поки всі змонтовані плити не закриють вітрозахисною плівкою.

Після монтажу кронштейнів та утеплювача відбувається кріплення несучого профілю. Кріпиться цей профіль на кронштейни. Несучий профіль є базою для влаштування облицювання фасаду. Для отримання в результаті красивого фасаду необхідно перевірити встановлення кожного профілю спеціальними приладами: виском і теодолітом. Кріпиться профіль до кронштейна за допомогою фасадних заклепок. Монтаж несучого профілю між ізоляційним шаром та облицюванням фасаду передбачається повітряний зазор, шириною 30-50 мм. Слід розрахувати повітряний проміжок так, щоб

забезпечувалася безперешкодна циркуляція повітря на-самперед за допомогою ефекту природного провітрювання [36].

При встановленні профілів слід брати до уваги товщину шва. Для плит з ро- змірами 600x600 і швом 6 мм відступ між профілями повинен бути 606 мм. Використання кронштейнів різної довжини забезпечує додаткове вирівнювання завалів стіни. Кріпляться кронштейни до стіни через термопрокладку за допомогою коро-зійних анкерів, які підбираються на основі матеріалу несучої стіни. Не рекомендується влаштовувати дюбелі в шви цегли кладки, якщо основою служить саме цегляна кладка. Відстань від ложкового шва до центру дюбеля має бути не менше 25 мм, а від тичкового шва – 60 мм. Мінімальна відстань від дюбеля до краю конструкції вказується компаніями-виробниками дюбелів.

Метод кріплення на клей. Цокольні плити та плити першого і другого поверхів приклеюється до напрямних за допомогою спеціального високоефективного клею 3М. Для точного нанесення шару клею і для забезпечення його подальшої еластичності використовується спеціальна монтажна гума, що самоклеїться.

Після затвердіння клейовий шов залишається пружним і еластичним в діапазоні температур від - 40 до + 90 С, витримує динамічні та статичні напруги. Клейовий шов завдовжки 1 метр та шириною 12 мм витримує навантаження до 3000 кг/м. Плити третього і четвертого поверхів кріпляться до вертикальних профілів клямерами з нержавіючої сталі [36]. До вертикального профілю клямери кріпляться заклепками або саморізами з нержавіючої сталі. Плити вставляються збоку в затиски клямерів. Горизонтальний ряд заповнюється плитами послідовно ліворуч, можливо і навпаки. Затискачі клямерів розташовуються зовні плит. Клямери та затискачі фарбуються або під колір фасадної поверхні плити або в контрастний колір. Монтаж навісного вентиляованого фасаду Додатковими кріпильними елементами є такі аксесуари, як гумова смуга, що самоклеїться, яка являє собою термоізолюючу і амортизуючу прокладку між фасадною плитою і металокаркасом. За допомогою вертикального шва, захищеного прокладкою, мінімізується кількість

води, що пот-рапляє до системи. Шви повинні забезпечувати таку особливість, як безперешкодне усунення плит при перепадах температур або осідання основи.

Роботи по улаштуванню фасадної системи рекомендується виконувати з ри-штувань, захищених сіткою або самопід'ємних будівельних люльок.

4.2.3 Пошарова специфікація системи вентиляваного фасаду і середні ви-трати матеріалів на м² поверхні фасаду

Конструкція вентиляваного фасаду і кріплення облицювальних плит за до-помогою клямерів показана на рис. 4.2.2.

Пошарова специфікація і середні витрати:

1. Плити армовані з пісковиком товщиною 8 мм щільністю 2620 кг/м³ - 21 кг/м²;
2. Мембранна плівка, товщиною 0,1 мм – 0,03 кг/м²;
3. Утеплювач мінераловатний марки НЖ (напівжорсткий) ДСТУ Б В.2.7-97 (ГОСТ 9573), товщиною 100 мм (~0,107 м³/м²);
4. Профілі несучі фасадної конструкції алюмінієві Т-подібні 50ммХ50ммХ3мм – 1,02 кг/м²;
5. Клямери – 3 шт/м²;
6. Подовжувачі кронштейнів алюмінієві 100ммХ100ммХ5мм – 1,5 кг/м²;
7. Кронштейн алюмінієвий Т-подібний 100ммХ100ммХ100ммХ3мм – 1,5 шт/м²;
8. Болти з нержавіючої сталі М8Х15 – 1,5 шт/м²;
9. Термопрокладка зі спіненого полівінілхлориду товщиною 2 мм – 1,5 шт/м²;
10. Анкер для газобетону М8Х80 – 3 шт/м²;
11. Зовнішня стінова конструкція - газобетонна кладка D700;
12. Дюбелі фасадні тарілкові – 8 шт/м²;
13. Заклепки 8Х10мм – 7,5 шт//м²;

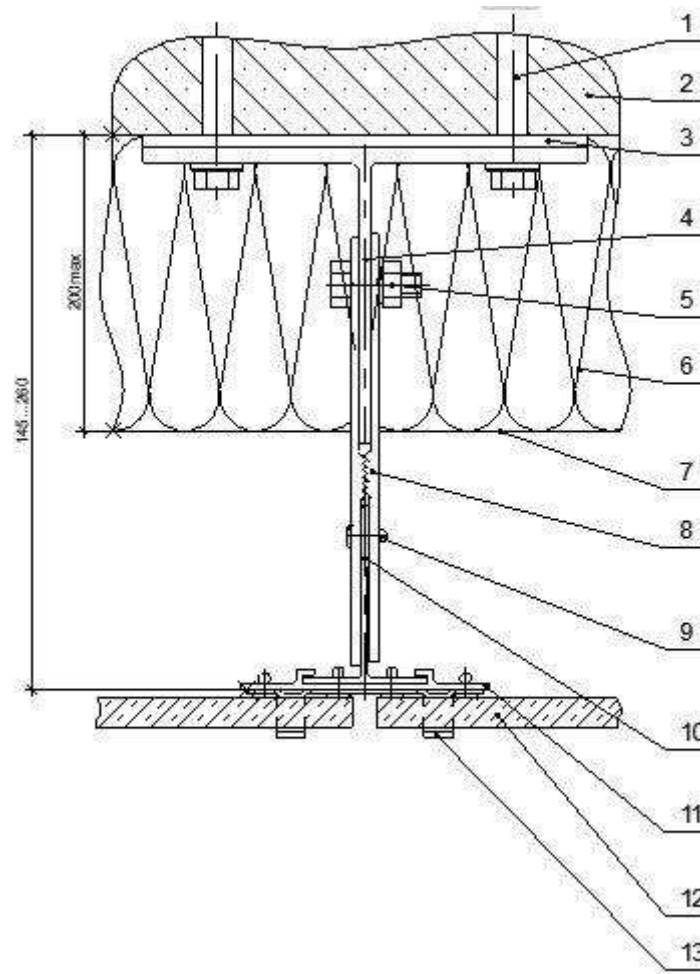


Рисунок 4.2.2 – Кріплення облицювальних плит за допомогою клямерів

1 – анкерний дюбель; 2 – стіна; 3 – термопрокладка; 4 – кронштейн несучий; 5 – болт, гайка, шайба; 6 – термоізоляція; 7 – мембрана; 8 – подовжувач кронштейну; 9 – заклепка витяжна; 10 – спрямовуюча вертикальна; 11 – пластина клямерна; 12 – плита облицювальна; 13 – клямер.

Складові системи кріплять до конструкції будівлі покроково. Улаштування кожного подальшого елемента системи виконують після перевірки якості виконання відповідного попереднього етапу і складання акту огляду прихованих робіт.

Висновки до розділу 4

Розроблено рішення генерального плану будівництва, об'ємно-планувальні рішення, конструктивні рішення. Складена технологічна карта на влаштування зовнішнього оздоблення.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Вихідні дані

Необхідно виконати техніко-економічне порівняння двох конструктивних варіантів стін.

Варіант 1

1. Цементно-піщана штукатурка
2. Цегляна кладка-380мм
3. Газобетон 200мм D700
4. Клейова суміш для приклеювання плит теплоізоляції
5. Плита мінеральної вати - 100мм
6. Армуюча скло сітка
7. Декоративна штукатурка
8. Фарба фасадна

Варіант 2

1. Цементно-піщана штукатурка
2. Цегляна кладка-380мм
3. Газобетон 200мм D700
4. Плита мінеральної вати – 100 мм
5. Повітрозахисний шар з мембранної полімерної плівки
6. Конструкція несуча фасадна
7. Плити армовані з декоративного природнього каменю

Для порівняння розглядаємо ділянку площею 100 м², для якої складаємо кошторисну документацію.

5.2 Розрахунок кошторисного прибутку

На основі отриманих витрат матеріалів та об'ємів робіт за допомогою програмного комплексу АВК-3 було складено „Локальні кошториси” (форма №4)

за кожним з варіантів (Таблиця 5.1 -5.2).

Варіанти вкладання інвестицій в основні фонди (в даному випадку стін), що мають різні терміни служби, при порівнянні слід звести до зіставного вигляду шляхом врахування додаткових інвестицій для того, щоб системи з коротшими термінами служби замінити новими. Розрахунок виконується за такою формулою

$$P_B = K_B + \sum_{ii=1}^{tt} C_{ii} \cdot (1 + E_{E_M})^{ii}, \quad (5.1)$$

де P_B - приведені витрати на виробництво одиниці продукції об'єкта, що має великий термін служби, грн.;

C_i - річні експлуатаційні витрати у відповідні роки, грн/рік;

t - термін функціонування основних фондів з великим терміном служби, років; K_B - обсяги інвестицій у будівництво об'єкта з великим терміном служби, грн. Для основних фондів, що мають короткий термін служби

$$P_K = K_1 + K_j \cdot (1 + E_M)^j + \dots + K_m \cdot (1 + E_M)^m + \sum C_i \cdot (1 + E_M)^i, \quad (5.2)$$

де P_K - приведені витрати на виробництво одиниці продукції об'єкта з коротким терміном служби, грн;

K_1 - обсяг інвестицій у будівництво об'єкта з коротким терміном служби, грн;

K_j, \dots, K_m - обсяги інвестицій на зміну основних фондів з короткими термінами служби через $j \dots m$ років, грн;

E_M - модифікована норма дисконту, $E_M = 0,25$.

Собівартість робіт (обсяг інвестицій) визначається за формулою:

$$K = ПВ + ЗВВ, \quad (5.3)$$

де $ПВ$ - прямі витрати, грн.

$ЗВВ$ - кошторисна величина загальнопромислових витрат, грн.

ПВ та ЗВВ визначаємо із локального кошторису (Додаток А).

Капітальні вкладення у виробничі фонди:

$$C_i = K_{\text{овф}} + K_{\text{обіг.кошти}}, \quad (5.4)$$

де $K_{\text{овф}}$ - вартість основних виробничих фондів; $K_{\text{обіг.кошти}} = C_{\text{см.}}/K_{\text{обор.}}$ - обігові кошти,

де $C_{\text{см.}}$ - кошторисна вартість (всього по кошторису), грн.

Основні виробничі фонди визначаються за формулою:

$$K_{\text{овф}m} = \sum_{i=1}^{ii} \frac{\Phi_{ii} \cdot T_{ii,об}}{T_{i,річн}}, \quad (5.5)$$

де Φ_i - первісна вартість i -тої машини, грн. (в даному випадку приймемо вартість експлуатації машин із кошторису);

$T_{i,об}$ - тривалість роботи i -тої машини на об'єкті, год.; $T_{i,річн.}$ - нормативна тривалість роботи за рік, год.

Економічний ефект

$$E = \Pi_1 - \Pi_2$$

5.3 Техніко-економічні показники по об'єкту

Порівняння отриманих результатів дасть змогу вибрати економічно доцільний варіант, на який приходяться мінімальні приведені витрати. Результати порівняння варіантів оздоблення стін наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Порівняння варіантів утеплення стін

Показники	Варіант 1	Варіант 2
Прямі витрати, тис. грн.		531,77
Кошторисна трудомісткість, тис. ЛЮД.- ГОД.	1,113	0,84653

Кошторисна заробітна плата, тис. грн.		65,6 04
Загальновиробничі витрати, тис. грн.		31,5 14
Усього за кошторисом, тис. грн.		563, 284
Кошторисний прибуток, тис. грн.		531, 77
Показники (обчислені)		
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.		31,5 14
Собівартість робіт (С), тис. грн.		531, 77
Обігові кошти, тис. грн.		177, 26
Основні виробничі фонди, тис. грн.		5,91
Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн.		183, 17
Показник приведених витрат, тис. грн.		553, 75
Економічний ефект, тис. грн.		

Висновки до розділу 5

Порівнюючи кожний варіант стін із табл. 5.1 ми бачимо, що найбільш економічним є варіант 2: цементно-піщана штукатурка; цегляна кладка- 380 мм; газобетон 200 мм D400; вентилярована фасадна система монтажу плит пískовику товщиною 8 мм, армованих композитною арматурою з утеплювачем 100 мм та мембранною плівкою паробар'єру.

Кошторисна вартість становить - 531,77 тис. грн., кошторисна трудомісткість - 0,84653 тис. грн., приведені витрати - 553,75 тис. грн.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

На кожному об'єкті, де працюють люди, повинні бути створені здорові і безпечні умови праці, що відповідають вимогам охорони праці. Усі будівлі й устаткування не повинні створювати загрози працівникам, а також негативно впливати на стан їхнього здоров'я чи самопочуття.

Усі прийняті на роботу люди мають бути ознайомлені із умовами роботи, правами й обов'язками, які вони повинні виконувати.

Власник або уповноважений ним орган зобов'язані приділяти увагу умовам праці працівника, полегшувати їх оздоровлювати навколишнє середовище і т.д. за-безпечувати контроль за здоров'ям працівників зі шкідливими умовами праці, за-безпечувати спецодягом і засобами захисту працюючих від шкідливого впливу речовин, використовуваних у процесі роботи. Стежити за дотриманням трудового законодавства, створювати умови для здійснення контролю за умовами праці, піклуватися про відпочинок працюючих [37].

На працівника під час виконання поставленого завдання можуть мати вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1. Фізичні: підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена чи понижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищена чи понижена вологість повітря; підвищений рівень електромагнітного випромінювання; підвищена чи понижена іонізація повітря; недостатня освітленість робочої зони; відсутність чи нестача природного освітлення.

2. Психофізіологічні: статичне перевантаження; розумове перевантаження; емоційні перевантаження.

Відповідно до визначених факторів здійснюємо планування щодо безпечног виконання роботи.

6.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи

Під час оздоблення будівлі здійснюється експлуатація засобів підмошування, ручних машин та інструменту та виконуються опоряджувальні роботи.

Під час експлуатації засобів механізації, пристроїв, оснащення, ручних машин, інструменту повинні бути передбачені заходи та засоби із запобігання впливу на працюючих небезпечних та шкідливих виробничих факторів: роботи на висоті; недостатня освітленість робочої зони; підвищений рівень шуму, вібрації, загазованості; підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини.

Персонал, який експлуатує засоби механізації, оснащення, пристрої та ручні машини, до початку робіт навчений безпечним методам та способам робіт відповідно до інструкцій заводу-виробника та інструкції з охорони праці.

Риштовання, конструкція яких не забезпечує власної стійкості, прикріплюються до споруди засобами, зазначеними у технічній документації заводу-виробника. Риштовання, розташовані поблизу проїзду транспортних засобів огороженні колесовідбійними брусами на відстані не менше ніж 0,6 м від габаритів транспортних засобів.

У місцях піднімання людей на риштовання вивішені плакати, на яких зазначено схеми навантажень, їх величини, а також схеми евакуації працівників на випадок аварійних ситуацій.

Під час приймання риштовань та підмостей перевіряється: наявність кріплення, що забезпечують їх стійкість, вузли кріплення окремих елементів, робочі настили та огороження, вертикальність стояків, надійність опорних площадок та заземлення.

Керівник робіт не рідше ніж через кожних 10 днів оглядає засоби підмошування в процесі експлуатації та результати огляду фіксує у журналі виконання робіт. Додатковому огляду підлягають засоби підмошування після дощу, вітру, грози, відлиги, землетрусу, що можуть негативно позначитися на несучій здатності основи під ними, якщо вони деформувались. Ці несправності та порушення повинні бути ліквідовані, а засоби підмошування

повторно прийняті в експлуатацію.

Експлуатація ручного електроінструменту дозволяється у разі дотримання таких вимог:

- перед кожною видачею інструменту в роботу перевіряється його ком-плектність та надійність кріплення деталей, справність захисного кожуху, кабелю (рукава);
- перед початком роботи перевіряється справність вимикача та машини на холостому ході;
- під час перерв у роботі, після закінчення роботи, під час змащування, очищення, заміни робочого елемента інструменту ручні машини вимикаються та від'єднуються від електричної мережі;
- ручні машини, маса яких із розрахунку на руки працюючого, переви-щує 10 кг, мають пристрій для підвішування;
- під час роботи з ручними машинами на висоті використовують засоби підмоцнування (помости);
- нагляд за експлуатацією ручних машин доручають спеціально призначеній для цього особі.

Під час роботи з пневматичними машинами необхідно:

- забезпечити працівників рукавицями, взуттям на віброізолювальній ос-нові та засобами захисту від виробничого шуму; не допускати роботу машини на холостому ході (крім випадків апробації);
- не рідше одного разу на 10 днів ручні пневматичні машини та інстру-мент необхідно піддавати технічному огляду;
- у разі виявлення несправностей терміново припинити роботу та здати ма-шину в ремонт.

Використання підймальних пристроїв і відповідного обладнання виконувати відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.80-18 «Правили охорони праці під час експлу-атації вантажопідймальних кранів, підймальних пристроїв і відповідного облад-нання».

Інструмент у процесі експлуатації підлягає огляду не рідше одного разу на 10 днів, а також безпосередньо перед застосуванням. Несправний інструмент,

що не відповідає вимогам безпеки, вилучають. Під час перенесення та перевезення інструменту його гострі частини закриваються чохлами. Рукоятки сокир, молотів, ки-рок та іншого ударного інструмента виконуються з дерева твердих та в'язких порід (дуб, граб, клен, бук, горобина, кизил тощо) без сучків та ко-сошарів із потовщен-ням до вільного кінця, а у перерізі мають форму овалу. Кінець рукоятки, на який насаджується ударний елемент, повинен бути розклинений, а протилежний кінець мати металеве бандажне кільце.

При проведенні робіт можуть виникнути аварійні ситуації, пов'язані з падін-ням, при роботі на висоті; травмування працівників будівельними механізмами, ва-нтажами, що переміщуються, обвалами елементів конструкцій, обриванням і коро-тким замиканням електрокомунікацій, електрообладнання.

Про кожний нещасний випадок свідок, працівник, який його виявив, або самотерпілий повинні терміново повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу посадову особу і вжити заходів до надання необхідної допомоги. Необхідно зберегти до прибуття комісії з розслідування обстановку на робочому місці та уста-ткування у такому стані, в якому вони були на момент події (якщо це не загрожує життю та здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів до недопущення подібних випадків у ситуації, що склалася. У випадку виникнення пожежі треба негайно розпочати гасіння засобами пожежога-сіння і повідомити за телефоном 101 в пожежну охорону. Якщо працівникам не вдається самотійно ліквідувати пожежу, необхідно евакуюватися в найбільш ко-ротші терміни, повідомити про аварійну ситуацію безпосередньому керівнику ро-біт, або іншому керівнику, а також викликати пожежну охорону.

Виробничий персонал повинен вжити заходів до надання необхідної допо-моги потерпілому при нещасних випадках до прибуття лікаря. Послідовність на-дання першої долікарняної допомоги:

- усунути вплив на організм небезпечних та шкідливих чинників, що по-грожують здоров'ю та життю постраждалого (звільнити під електричного струму, вивести із зараженої зони, загасити одяг тощо);
- визначити характер та тяжкість травми, найбільшу загрозу для

постраждалого та послідовність заходів щодо його врятування;

- виконати необхідні заходи щодо рятування постраждалого за порядком терміновості (відновити прохідність дихальних шляхів, провести дихання, зробити зовнішній масаж серця, зупинити кровотечу, іммобілізувати перелом, накласти пов'язку тощо);
- підтримувати основні життєві функції постраждалого до прибуття медичного працівника;
- викликати швидку медичну допомогу або лікаря, вжити заходів для транспортування постраждалого у найближчий лікарський заклад.

6.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

6.2.1 Мікроклімат

Роботи, які розглядаються в даному розділі відповідно до Гігієнічної класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, відносяться до II категорії важкості. Її характеристика наведена в табл.6.1.

Таблиця 6.1 - Характеристика категорій важкості робіт

Категорія важкості роботи	Енергозатрати Ккал/год (Вт)	Характеристика робіт
IIб	176-232 (291-346)	Роботи, що виконуються стоячи, пов'язані із ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Відповідно до категорії важкості робіт та періоду виконання робіт (теплий) оптимальне значення температури при виконанні робіт нульового циклу становить 17⁰-19⁰ та швидкості вітру 0,3 м/с. Допустимі значення температури становлять 23⁰ (верхня границя) та 13⁰ (нижня границя), швидкість вітру - 0,2-0,5 м/с. При відхиленні показників за межі допустимих необхідно

забезпечити захист працівників відшкідливого впливу метрологічних умов.

6.2.2 Склад повітря робочої зони

При проведенні будівельних робіт працює різне технологічне обладнання, а саме - екскаватори, автомобілі для перевезень будівельних матеріалів, робота яких призводить до викиду у повітря робочої зони таких шкідливих речовин: азоту дво-окис NO_2 , зола пальних сланців, озон, пил, ангідрид сірчаний.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) даних речовин наведені у таблиці

6.2.

Таблиця 6.2 - Шкідливі речовини робочої зони та їх ГДК

Шкідливі речовини	Значення ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки
Азоту двоокис NO_2	5	III
Ангідрид сірчаний	10	III
Бензин	100	IV
Зола пальних сланців	4	III
Пил	6	III

Для забезпечення складу повітря робочої зони проектом передбачені такі рі-шення:

- запобігання проникненню шкідливих речовин у повітря робочої зони за рахунок герметизації обладнання, удосконалення технологічного процесу;

- дотримання вимог виробничої санітарії та гігієни;
- контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони;
- використання засобів індивідуального захисту.

Все це забезпечується за допомогою комплексу заходів та способів, які вклю- чають: будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-технічні та ін. заходи колективного захисту.

6.2.3 Виробниче освітлення

Облаштування фасаду - це роботи, виконуються у відкритих умовах при

дво-змінній роботі, тому основну увагу слід приділяти штучному освітленню, так як рівень природного освітлення можна вважати незабезпеченим і у разі необхідності доповнити його штучним.

Штучне освітлення досягається влаштуванням ліхтарів по периметру будівельного майданчика.

Робочі місця, проходи, проїзди і склади на будівельному майданчику в темний час доби повинні бути освітлені відповідно до нормативних вимог згідно таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Розряд зорової роботи

Характеристика розрядної зорової роботи	Найменший розмір розпізнавання, мм	Штучне освітлення, лк		Природне освітлення, %	
		комбіноване	загальне	верхнє	бокове
Малої точності - V	1 - 5	300 - 200	200 - 100	3	

Для ділянок робіт, де нормовані рівні освітленості менші за допустимі на доповнення до загального рівномірного освітлення треба передбачати загальне локалізоване освітлення (наприклад, під час монтажу конструкцій, механізмів і устаткування, під час роботи будівельних механізмів, укладання бетонної суміші тощо).

Загальне локалізоване освітлення треба здійснювати освітлювальними приладами, встановленими на будівлях, конструкціях і щоглах загального рівномірного освітлення.

Для забезпечення нормованих значень виробничого освітлення передбачено:

- встановлення освітлювальних приладів;
- обладнання за потребою робочих машин освітлювальними установками.

6.2.4 Виробничий шум

При виконанні будівельних робіт створюється постійний шум механічного та транспортного походження.

Згідно з ДСН 3.3.6.037-99 допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях наведені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 - Допустимі рівні звукового тиску

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах із середньо геометричними частотами, Гц								Рівні звуку, дБ
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Робочі місця водіїв та обслуговуючого персоналу тракторів, шляхово-будівельних, землерийних та інших аналогічних машин	70	65	60	55	50	45	40	35	30

Джерелами шуму в умовах виконання робіт нульового циклу є рух машин і механізмів на території будівельного майданчика (крани, екскаватори, бульдозери, автосамоскиди, зварювальні апарати та інше технічне оснащення). Рівні звукового тиску для даних механізмів наведено в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 - Рівні звукового тиску в дБ згідно з технічного паспорту

Робоче місце в залежності від джерела ви-проміювання шуму	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньо геометричними частотами, Гц									Еквівалентний рівень звуку, дБ
	1,5	3	25	50	100	200	400	800	1600	
В кабіні екскаватора, бульдозера, автосамоскида	75	70	65	60	55	50	45	40	35	75

З таблиці слідує, що рівень шуму, який виникає на будівельному майданчику при виконанні робіт нульового циклу перевищує нормативні значення. Тому потрібно прийняти міри по захисту робочих від шкідливого

впливу акустичних коливань.

Так, як джерелами шуму є в основному машини, не можливо передбачити технічні засоби захисту. Тому для забезпечення безпечних умов праці робочих приймемо в проекті індивідуальні засоби захисту від шуму (протишумні шоломи, навушники і вкладиші).

6.2.5 Виробничі вібрації

Джерелами вібрації під час виконання будівельних робіт : екскаватор, трактори, бульдозери, крани, автомобілі бортові, котки, вібратори (бетонні роботи), пневматичні відбійні молотки.

За джерелами вібрації можна встановити, що робочі піддаються впливу загальної вібрації 2-ї категорії (транспортно-технологічна) та локальної вібрації.

Комплект машин, що працює при виконанні циклу нульових робіт працює в діапазоні октавних смуг із середньо геометричними частотами: бульдозери, крани, екскаватори, котки - 31,5.. 125 Гц; вібратори, пневматичні відбійні молотки - 31,5...50 Гц. Нормовані значення наведені у таблицях 6.6 та 6.7.

Таблиця 6.6 - Граничнодопустимі рівні локальної вібрації

Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц	Граничнодопустимі рівні по осях Хл, Ул, Z і	
	віброшвидкість	
	м/с . 10 ⁻²	дБ
31,5	1,4	109
63	1,4	109
125	1,4	109
Коректований, еквівалентний коректованийрівень	2,0	112

Таблиця 6.7 - Гранично допустимі рівні загальної вібрації категорії 2 (транспортно-технологічна)

Середньо геометричні частотисмуг, Гц	Гранично допустимі рівні по осях X3, Y3, Z3	
	віброшвидкості	
	м/с . 10 ⁻²	дБ
	1/3 окт.	1/3 окт.
31,5	0,32	96
40,0	0,32	96
50,0	0,32	96
Коректовані еквівалентні коре-ктовані рівні	65	62

Прогнозовані параметри вібрацій, виходячи з технічного паспорту механізмів становлять 73-85 дБл при віброшвидкості 1,5...2,8-10⁻² м/с, що менше норма-них значень, тому передбачати заходи захисту від вібраційних коливань не потрі-бно.

Висновки до розділу 6

У цьому розділі роботи розглянуто заходи та засоби з охорони праці під час виконання будівельних робіт нульового циклу. Досліджено небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Розроблені технічні рішення з безпечного виконання робіт й технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Природний лицювальний камінь України представлений широким спектром родовищ інтрузивних, ефузивних, метаморфічних та осадових порід. Ці породи володіють гарною декоративністю та фізико-механічними властивостями, але низькою міцністю на розтяг та згин.

2. Промисловий інтерес представляють прямоплощинні лицювальні плити, плити для підлоги та підвіконні плити, які внаслідок низької міцності на згин повинні мати відносно велику товщину. Це призводить до збільшення загальної ваги конструкції, в якій використовуються такі плити, і трудомісткості монтажу плит.

3. Споруди зі стандартного пиляного каменю та з крупних стінових блоків відповідно в 1,4-1,5 та 1,7-1,8 рази дешевші ніж із залізобетонних панелей. Однак, низька міцність каменю на згин у порівнянні з залізобетоном заважає широкому його використанню. Відповідно, необхідна розробка і дослідження технологічних рішень з виготовлення армованих будівельних виробів з використанням кам'яних природних матеріалів.

4. Технологія видобування стінового каменю дозволяє видобувати блоки різних гірських порід різних розмірів, при різних умовах залягання цих порід.

5. Блоки каменю можуть армуватися безпосередньо на місці видобування, де присутнє необхідне обладнання.

6. Технологія виготовлення облицювальних плит достатньо вивчена і дозволяє виготовляти плити різних розмірів з будь-яких порід, але товщина цих плит обумовлена технологічними процесами і операціями, під час яких вони можуть зруйнуватися.

7. Армування плит шаром композитного матеріалу на стадії розрізання блоків дозволить зменшити товщину плит і, відповідно, збільшити продуктивність праці за рахунок збільшення виходу плит. В залежності від вартості армування, це може призвести або до зменшення вартість плит, або до незначного їхнього подорожчання.

8. Вивчено існуючі способи армування будівельних виробів з природних кам'яних матеріалів і запропоновані їх варіанти армування. Найбільш ефективним способом армування блоків каменю розташуванням сталевих арматурних стрижнів в просвердлених отворах з наступним заповненням зайвого простору цементною сумішшю, що сама розширюється, або полімерним клеєм.

9. Розраховано мінімальну відстань від зовнішньої поверхні до поверхні отворів. Вона лінійно залежить від міцності каменю на розтяг і тиску, який створює суміш, що сама розширюється. Вона складає 12-108 мм для отворів діаметром 10-85 мм.

10. Наведено найбільш ефективну область використання кам'яних блоків, армованих сталеву арматурою.

11. Розраховано елементи і схему армування гранітної перемички ЗПП27-71.

12. Знайдено залежності мінімально допустимих товщин гранітних та туфових плит з міцністю на розтяг відповідно 13 МПа і 1,11 МПа, які необхідні для збереження їхньої цілісності, а також залежності мінімально допустимих товщин гранітних та туфових плит, армованих вуглетканиною SikaWrap- 231C. Композитне армування туфових плит з максимальною шириною 1 м дозволяє зменшити товщину плит в 16 разів. При збільшенні ширини до 1,5 м, співвідношення зменшується до 14. Армування гранітної плити шириною 1 м дозволяє зменшити її товщину в 3 рази. В той же час, при збільшенні товщини до 1,5 м, це співвідношення знижується до 2.

13. Армування посиленних цокольних плит з міцних та слабких порід довжиною до 500-1500 мм абразивної фактури композитним шаром дозволяє зменшити товщину відповідно з 40-60 мм до 8-28 для граніту і до 8-43 мм для туфу.

14. Армування фасадної плити з граніту довжиною 600 мм композитним шаром дозволяє зменшити товщину з 10-40 мм до 8 мм.

15. Армування накривної плити з граніту довжиною 200-500 мм композитним шаром дозволяє зменшити товщину з 15-40 мм до 8-17 мм.

16. Армування підвіконної плити з граніту композитним шаром дозволяє зменшити товщину з 20-40 мм до 8-20 мм.

17. Армування парапетної плити з граніту довжиною до 1500 мм композитним шаром дозволяє зменшити товщину з 80-200 мм до 8-93 мм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бакка М.Т. Видобування природного каменю. Ч.1. Геолого-промислова і технологічна оцінка родовищ природного каменю / М.Т. Бакка, О.Х. Кузьменко, Л.С. Сачков. – К.: Інститут системних досліджень освіти МО України, 1993. – 352 с.
2. Монтаж облицювальної продукції з каменю: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом підготов. "Гірництво" / О. О. Ремезова, Н. М. Остафійчук, О. М. Стаде; Житомир. держ. технол. ун-т. - Житомир: ЖДТУ, 2011. - 301 с.
3. Опис кар'єрів декоративного каменю. URL: <http://geolexpert.com.ua> (Звернення: 10.05.2023).
4. Черепашник. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Черепашник> (Звернення: 10.06.2023).
5. Будівельні матеріали. Плити та вироби із природного каменю. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-37-95. – [Чинний від 1996-01-01]. – Київ: Держкоммістобудування України, 1996. – 23 с. – (Національний стандарт України).
6. Бакка М.Т., Сивко В.Й. Видобування та переробка будівельних гірських порід. - Навч. посібник, – Житомир: РВВ ЖДТУ 2003. – 249 с.
7. Кириченко М.Т., Кузьменко О.Х. Основи гірничого виробництва: Навч. посібник –. Житомир, ЖДТУ, 2003. – 344 с.
8. Коробійчук В.В., Котенко В.В., Кальчук С.В., Соболевський Р.В., Кісель О.О., Ломаков Г.М. Обладнання для видобування природного каменю: Навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2011. – 348с.
9. Ларин К.Л. Геологорозвідувальна справа / К.Л. Ларин, Г.Ф. Виноградов, В.С. Шабатин та ін. – К.: Либідь, 1996. – 336с.
10. Омельчук О.В. Пошуки та розвідка родовищ корисних копалин: електронний підручник: / О.В. Омельчук, В.М. Загнітко, М.М. Курило – К.: електронний ресурс ННІ «Інститут геології», 2017. – 195 с.

11. С.В.Ротко, О.А.Ужегова, І.В.Задорожнікова. Розрахунок кам'яних і армокам'яних конструкцій: Навчальний посібник / За редакцією д.т.н., проф. Барашикова А.Я. - Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. - 355 с.
12. Xiaopeng Gao, Zhongfan Chen, Xiaomeng Ding, Erxiang Dong, "Experimental Investigation on Flexural Behavior of Granite Stone Slabs with Near Surface Mounted CFRP Bars and Screw-Thread Steels", *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2018, Article ID 9807140, 30 pages, 2018.
13. Рунова Р.Ф., Шейніч Л.О., Гелевера О.Г., Гоц В.І. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів: Підручник. – К.: КНУБА, 2001. – 354 с.
14. Polini W., Sorrentino L., Turchetta S., Fiorini M. Polymeric composite laminate to increase the performance of natural stones. *International Journal of Engineering and Technology*. 2015. 7. P. 453-460.
15. Bellini C., Polini W., Sorrentino L., Turchetta S. Mechanical performances increasing of natural stones by GFRP sandwich structures. *Procedia Structural Integrity*. 2018. 9. P. 179-185.
16. López-Buendía, A. M., Guillem, C., Cuevas, J. M., Mateos, F., & Montoto, M. Natural stone reinforcement of discontinuities with resin for industrial processing. *Engineering Geology*. 2013. 166. P. 39–51.
17. Pazeto, A. A., Amaral, P. M., Pinheiro, J. R., & Paraguassú, A. B. Effects of glass fiber-reinforcement on the mechanical properties of coarse grained building stone. *Construction and Building Materials*. 2017. 155. P. 79–87.
18. Затюк Ю.Ю. Напружено-деформований стан та розрахунок залізо-бетонних згинальних елементів, підсилених в стиснутій та розтягнутій зонах : автореф. дис канд. техн. наук. Рівне, 2019. 21 с.
19. Вегера П.І., Вашкевич Р.В., Хміль Р.Є., Бліхарський З.Я. Методика розрахунку похилих перерізів залізобетонних балок без поперечного армування

та з зовнішньою композитною арматурою. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Одеса, 2019. Вип. № 77. С.38-45.

20. Булатов А.И. Миф о расширяющихся цементах // Бурение и нефть –

2016. - №2.

21. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ Б.В.2.6-156:2010. – [Чинний від 2011-06-01]. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).

22. Вайнберг Д.В., Вайнберг Е.Д. Расчет пластин. Киев: Будівельник, 1970.

- 436 с, (391 с).

23. Рекомендації щодо застосування композитних матеріалів фірми Sika для підсилення залізобетонних конструкцій. Київ: ДП «Державний науково- дослідний інститут будівельних конструкцій», 2014. – 45 с.

24. Outwater J. O. The mechanics of plastics reinforcement in tension / J. O. Outwater // Mod. Plast. – 1956. – Vol. 33, N7. – P. 156-248. 2.

25. Перемички залізобетонні для будівель з цегляними стінами. Технічні умови: ДСТУ Б.В.2.6-5:2008. – [Чинний від 2009-07-08]. – Київ: ДП НДІБК, 2009.

– 37 с. – (Національний стандарт України).

26. Стоянов Є. Г. Конспект лекцій з курсу «Проектування залізобетонних конструкцій» / Є. Г. Стоянов, Н. О. Псурсева; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 105 с.

27. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. [Чинний від 2014-10-01]. - К.; Мінбуд України, 2006. - 84 с. – (Національні стандарти України).

28. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова міських і сільських поселень. [Чинний від 2019-10-01]. – К.: Держбуд України, 2002. – 108 с. – (Національні стандарти України).

29. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від

2011- 11-01]. – К., Мінрегіонбуд України, 2011. - 123 с. – (Національні стандарти України).

30. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд.: - [Чинний від 2009-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 105 с. – (Національні стандарти України).

31. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2017-05-01]. К., Мінбуд України, 2006. - 65 с. – (Національні стандарти України).

32. ДБН В.2.6-220:2017. Конструкції будинків і споруд. Покриття будинків і споруд. Том 1 Проектування: [Чинний від 2018-01-01].– К.: Держбуд України, 1998. – 99 с. - (Національні стандарти України).

33. ДБН В.1.1-7:2016. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 2017-06-01]. – К., Держбуд України, 2003. - 42 с. –

34. ДСТУ Б В.2.6-35:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустриальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови [Чинний від 2009-06-01]. – К., Мінрегіонбуд України, 2009. - 25 с. – (Національні стандарти України).

35. Монтаж елементів навісного вентиляльованого фасаду. За посиланням <http://vfasad.com.ua/montaz-nvf.html> (дата звернення 15.06.23).

36. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ : Міненергобуд України, 2012. 116 с. – (Система стандартів безпеки праці).

Додаток А
ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Армовані кам'яні вироби для оздоблення фасадів будівель
Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unischek

Оригінальність 82,4% Схожість 17,6%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Кучеренко Л.В.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unischek щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Хоменчук О.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Христинич О.В.

(прізвище, ініціали)

Додаток Б

Локальний кошторис на будівельні роботи №02-01-01 на Загальнобудівельні роботи

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 563,284 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 0,84653 тис.люд.год.
Кошторисна заробітна плата 65,604 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,7 розряд

Складений за поточними цінами станом на "18 червня" 2023 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати	в тому числі заробітної плати	на один цю	всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ8-5-1	Мурування зовнішніх простих стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м	1 м3	38	4620,18	126,66	175567	21793	4813	8,2000	311,6
					573,51	51,53			1958	0,6120	23,26
2	КБ8-22-1	Мурування зовнішніх стін в монолітно-каркасних будівлях з газобетонних блоків	1 м3	20	646,41	57,01	12928	6812	1140	4,9900	99,8
					340,62	21,90			438	0,2601	5,2
3	С111-81 варіант 1	Блоки газобетонні	м3	19,8	2786,27	-	55168	-	-	-	-
4	КБ15-46-1	Просте штукатурення цементно-вапняним або цементним розчином по каменю і бетону стін механізованим способом	100м2	1	8235,26	460,51	8235	4010	461	55,3000	55,3
					4010,36	377,51			378	5,7780	5,78
5	КБ15-79-2	Улаштування систем термофасадів, що вентилюються, з облицюванням фасадною керамічною плиткою /плити армовані з пісковіку товщ. 8 мм/ з риштувань	100 м2	1	213793,85	764,66	213794	19123	765	247,0700	247,07
					19123,22	534,68			535	7,8221	7,82
6	С111-276 варіант 1	Плити армовані з пісковіку товщиною 8 мм щільністю 2620 кг/м3	м2	106	623,38	-	66078	-	-	-	-
					-	-			-	-	-
		Разом прямі витрати по кошторису					531770	51738	7179		713,77
		Разом будівельні роботи, грн.					531770		3309		42,06

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					472853				
		всього заробітна плата, грн.					55047				
		Загальновиробничі витрати, грн.					31514				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					90,7				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					10557				
		Всього будівельні роботи, грн.					563284				
		Витрати труда робітників-будівельників, люд.год.					713,77				
		Заробітна плата робітників-будівельників, грн.					51738				

		Всього по кошторису					563284				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					846,53				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					65604				

Склав

_____ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

_____ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Додаток В

ВІДОМІСТЬ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

№ аркуша	Найменування	Примітка
1	Мета і задачі дослідження.	
2	Вплив армованих кам'яних виробів на енергоефективність будівель	
3	Класифікація будівельних виробів з природних кам'яних матеріалів	
4	Використання армованих кам'яних виробів для зменшення ефекту острівного нагріву	
5	Висновки	
6	Витяг з генерального плану міста Житомир, Схема розташування території у планувальній структурі міста Житомир	
7	Генеральний план	
8	План 1-го поверху, розріз 1-1, вузли	
9	План 2-го поверху, розріз 2-2	
10	Фасад І-ІІІ, Фасад ІІІ-І, Фасад Г-А	
11	План даху	
12	Технологічна карта на влаштування фасаду	

керівника магістерської кваліфікаційної роботи
студента: Хоменчук Олега Володимировича
на тему: «Армовані кам'яні вироби для оздоблення фасадів будівель»

Магістерська кваліфікаційна робота (МКР) виконана відповідно до затвердженого завдання виданого кафедрою БМГА. Актуальність теми досліджень обраної автором пояснюється необхідністю розширення Вітчизняного ринку штучних оздоблювальних виробів з високими художньо-естетичними параметрами і достатньо тривалою довговічністю експлуатації таких покриттів.

Магістрант виконав необхідні обсяги теоретичних досліджень з вивченням кількісних і якісних характеристик природних кам'яних матеріалів. Визначив переваги і недоліки таких виробів і сформулював задачі досліджень. Аналітично-розрахунковими методами виконано обґрунтування доцільності армування кам'яних виробів і визначено основні методи закріплення арматури до тіла виробу. На підставі отриманих результатів запропоновано використання армованих кам'яних виробів для оздоблення за технологіями «вентильований фасад». Відмічено, що використання запропонованих рішень сприятиме збільшенню довговічності таких покриттів.

В цілому МКР за змістом відповідає завданню виданому кафедрою, а отримані науково-технічні результати підтверджують виконання сформульованих задач досліджень для досягнення поставленої мети. Необхідно відмітити вміння автора самостійно вирішувати складні аналітичні і практичні завдання. При виконанні роботи магістрант продемонстрував достатній рівень сродньої та технічної підготовки, вміння творчо працювати з наявними сучасними напрацюванням за тематикою досліджень. Окремі результати пройшли достатню апробацію на науково-технічній конференції ВНТУ (березень-червень 2023 р.).

Здобувач вчасно виконував етапи поставлених завдань відповідно до календарного плану. В зауваженнях по роботі роботи слід відмітити доцільність представлення в порівнянні варіантів також економічного і соціального ефектів від впровадження запропонованих рішень.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на високому рівні і при відповідному захисті заслуговує оцінки А «90», а здобувач Хоменчук Олег Володимирович заслуговує присвоєння йому кваліфікації магістр з будівництва.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи
доцент кафедри БМГА, к.т.н., доцент



О. В. Христюк

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу

студента: Хоменчука Олега Володимировича

на тему: "Армовані кам'яні вироби для оздоблення фасадів будівель."

Магістерська кваліфікаційна робота (МКР) виконана відповідно до завдання виданого кафедрою БМІА, а її зміст відповідає затвердженій темі.

Обра автором тема МКР є актуальною, оскільки використання в будівельній практиці природних кам'яних матеріалів для оздоблення фасадів будівлі покращує їх естетичні параметри і також забезпечує достатньо вагомі показники довговічності експлуатації таких покриттів.

Запропоновані автором варіанти технічного вирішення проблем з підвищення фізико-механічних характеристик виробів з природних кам'яних матеріалів забезпечують отримання нового різновиду оздоблювальних виробів з достатньо тривалими термінами експлуатації, що в свою чергу забезпечує скорочення експлуатаційних витрат на увесь період існування об'єкту.

Наведено в пояснювальній частині матеріали і їхня графічна інтерпретація виконані з використанням сучасних науково-технічних напрацювань і інформаційних та комп'ютерних технологій.

Запропоновані автором науково-технічні рішення з армуванням природних кам'яних матеріалів є достатньо обгрунтованими і мають вагоме науково-практичне значення для будівництва і проектування об'єктів нерухомості.

Текстова частина і графічний матеріал оформлено згідно нормативних вимог і стандартів з належною якістю. Зміст текстової частини відповідає змісту графічних матеріалів.

Зауваження по роботі: – в запропонованих варіантах виробів з кам'яних матеріалів можливо слід було б розширити номенклатуру класичних речовин для кріплення арматури.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на високому рівні та при відповідному захисті заслуговує оцінки А «90», а здобувач Хоменчук Олег Володимирович заслуговує присвоєння йому кваліфікації магістр з будівництва.

Опонент
доцент кафедри ТЕ, к.т.н., доцент



Н. Д. Степанова.

Мета - обґрунтування доцільності використання армованих кам'яних матеріалів у будівництві і оцінка ефективності використання армованих будівельних виробів для зовнішнього оздоблення будівель та споруд.

Задачі дослідження:

- вивчити ринок декоративного природнього каміння, асортимент будівельних виробів з нього, і оцінити перспективи застосування у будівництві;

- вивчити технологію виготовлення будівельних виробів з природнього каменю і визначити найбільш перспективні напрямки вдосконалення з метою виробництва армованих виробів для зовнішнього оздоблення будівель та споруд;

- вивчити відомі способи армування природнього каменю і розробити найбільш відповідні схеми армування виробів для зовнішнього оздоблення будівель та споруд;

- охарактеризувати вироби для зовнішнього оздоблення будівель та споруд;

розробити технологічні рішення з використання виробів для зовнішнього оздоблення будівель та споруд.

Вплив армованих кам'яних виробів на енергоефективність будівель

Армовані кам'яні вироби для оздоблення фасадів будівель є інноваційним матеріалом, який поєднує переваги природного каменю з властивостями армованих матеріалів. Арматура виготовлена з металевих компонентів, таких як сталь, алюміній або скловолокно, які вбудовуються в кам'яний виріб під час його виготовлення.

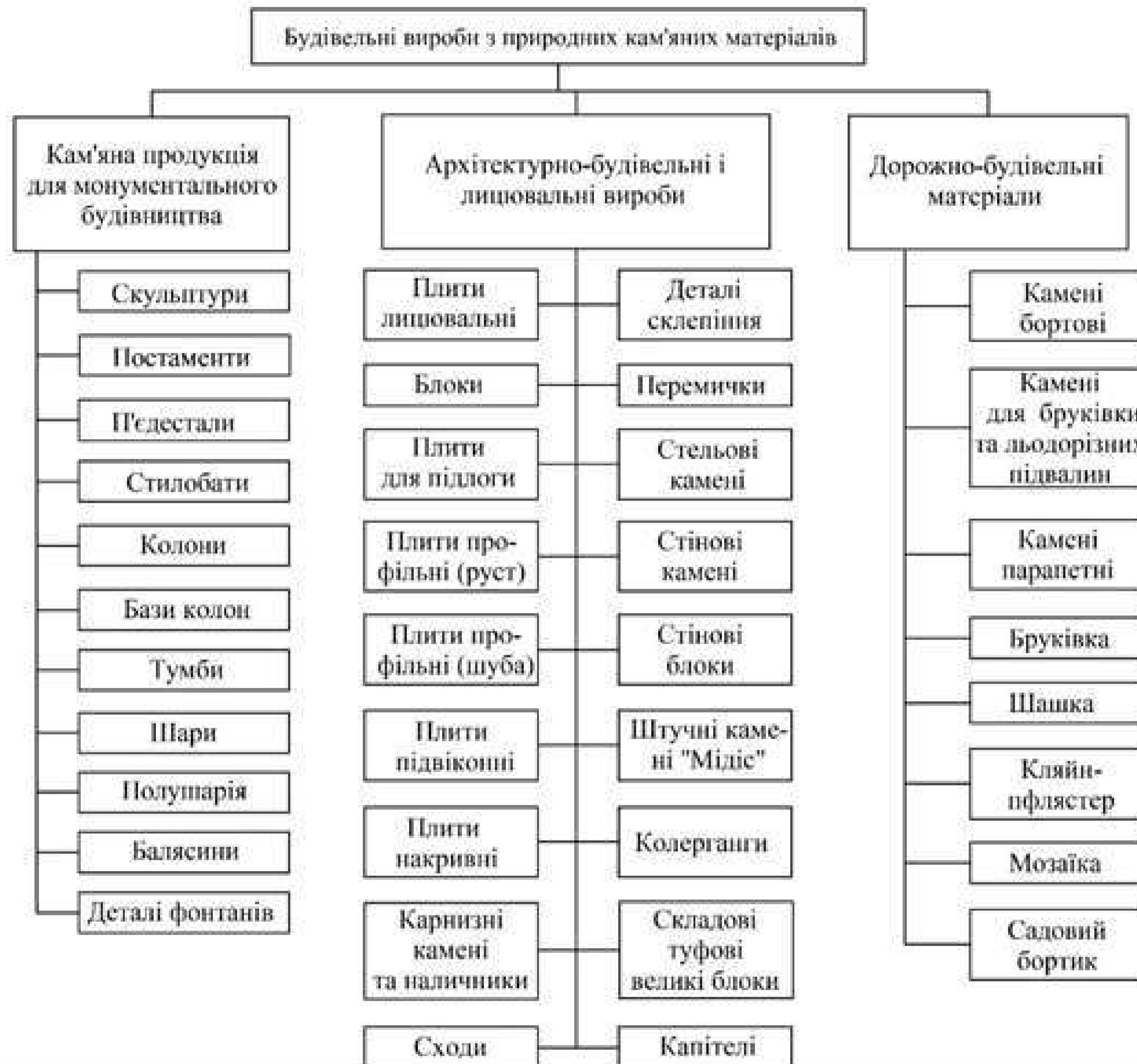
Однією з ключових переваг армованих кам'яних виробів є їх висока міцність та стійкість до механічних навантажень. Арматура допомагає підвищити міцність кам'яних виробів і забезпечує їх стабільність під час експлуатації. Це дозволяє застосовувати їх для фасадного оздоблення будівель незалежно від кліматичних умов та висоти будівлі.

Ще однією важливою перевагою армованих кам'яних виробів є їх висока енергоефективність. Додатковий шар арматури допомагає зменшити теплопровідність матеріалу та покращити теплоізоляцію будівлі. Це сприяє зниженню витрат на опалення та кондиціонування приміщень, а також зменшує негативний вплив будівлі на довкілля шляхом зниження викидів вуглекислого газу.

Дослідження показують, що армовані кам'яні вироби мають високу звукоізоляційну ефективність. Це дозволяє знизити рівень шуму зовнішнього середовища, що надходить до внутрішніх приміщень будівлі. Вони можуть бути особливо корисними для будівель, розташованих у шумних або промислових районах.

Армовані кам'яні вироби також відмінно виглядають естетично і можуть надати будівлі привабливий зовнішній вигляд. Вони доступні в різних формах, текстурах та кольорах, що дозволяє архітекторам та дизайнерам створювати унікальні фасадні рішення та дотримуватися заданого стилю архітектури.

Класифікація будівельних виробів з природних кам'яних матеріалів

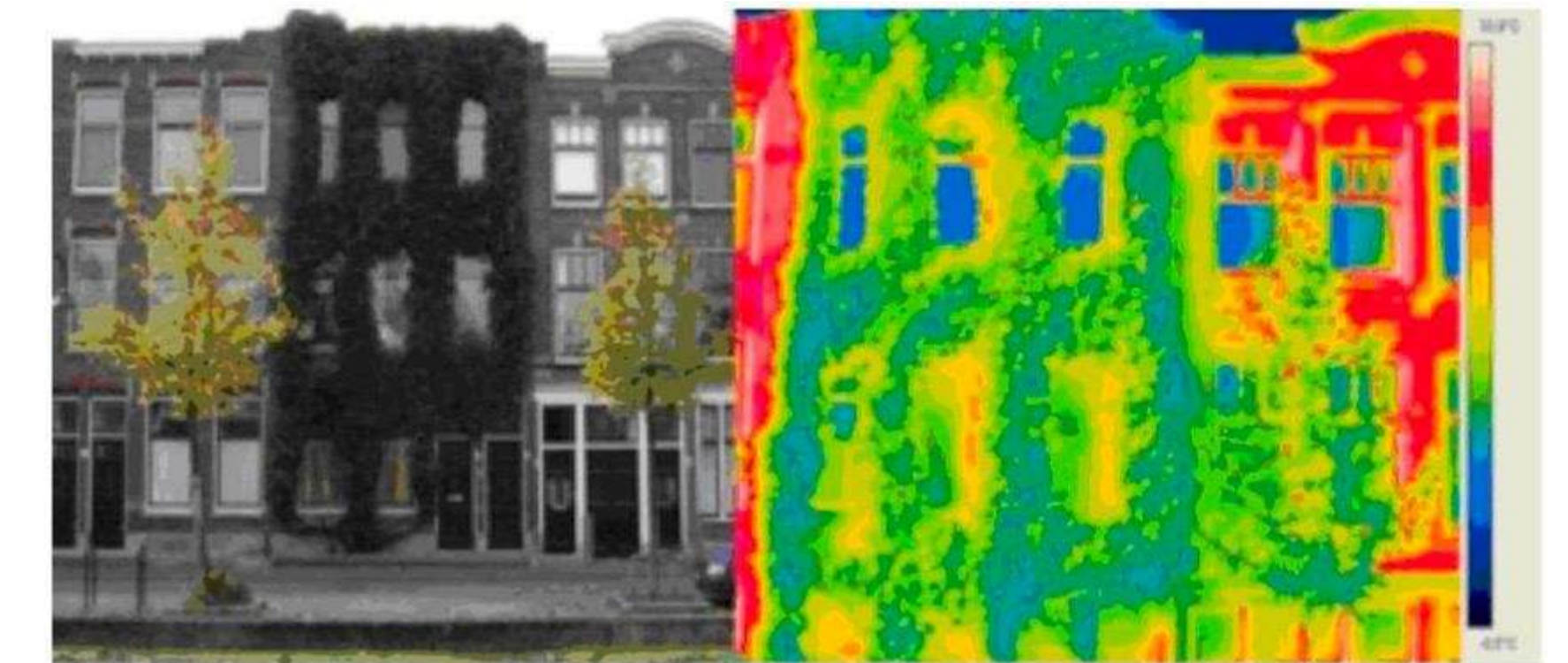


Характеристика природних кам'яних матеріалів

Кам'яний матеріал	Теплопровідність (Вт/м·К)	Міцність (МПа)	Пористість (%)	Коефіцієнт водопоглинання
Граніт	2.6-3.0	150-250	0.2-1.5	0.1-0.5
Мармур	2.5-4.0	100-150	0.5-5.0	0.2-2.0
Вапняк	1.3-2.5	40-80	5.0-20.0	2.0-10.0
Пісковик	1.0-1.5	30-60	5.0-25.0	2.0-10.0
Схист	1.0-2.0	50-100	1.0-5.0	0.5-2.0
Сланець	1.0-3.0	30-100	0.5-10.0	0.5-5.0
Базальт	2.0-4.0	80-150	1.0-8.0	0.5-3.0
Травертин	1.5-4.0	40-80	5.0-20.0	2.0-10.0
Кварцит	2.0-4.0	80-150	1.0-5.0	0.5-3.0

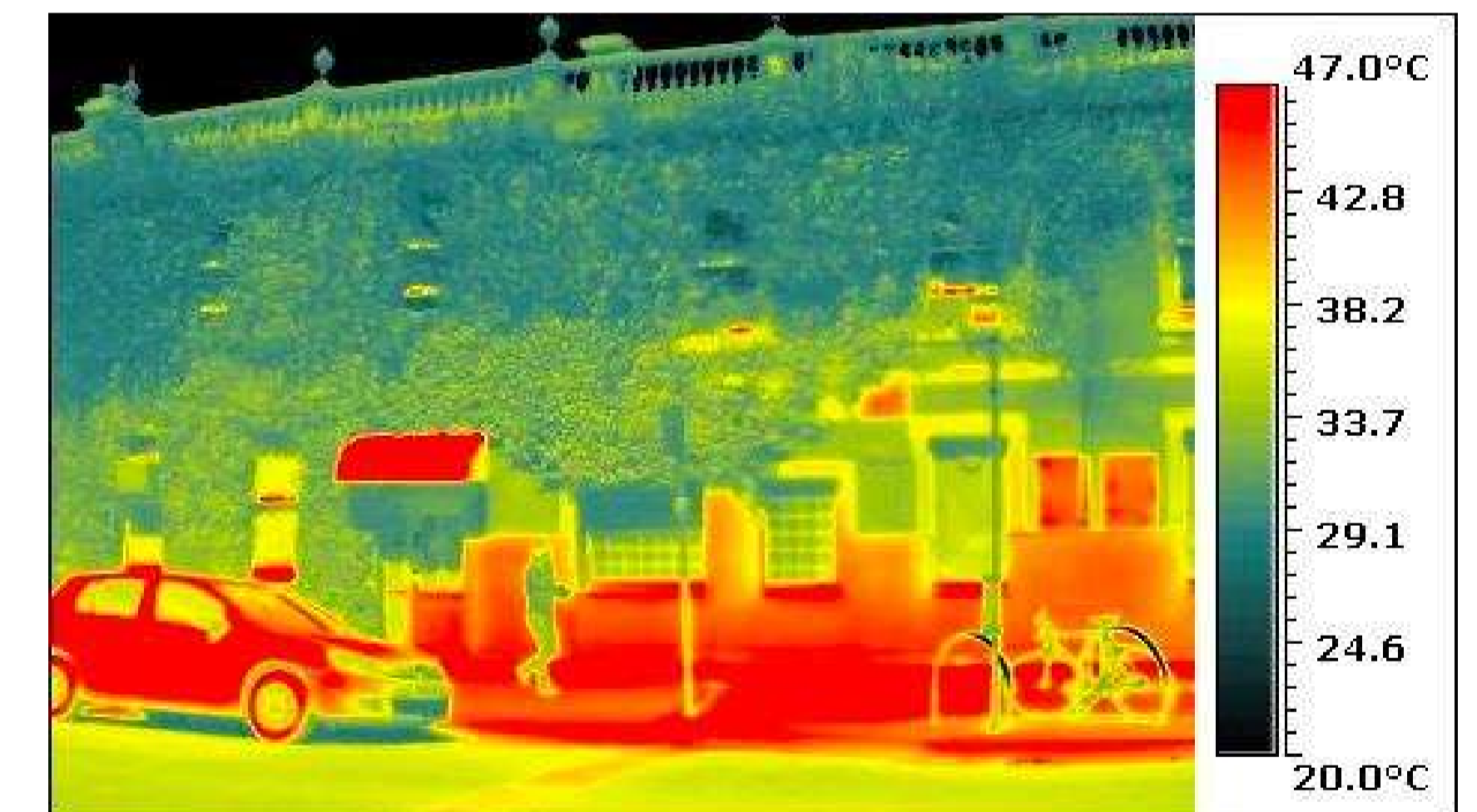
Використання армованих кам'яних виробів для зменшення ефекту острівного нагріву

1. Острівний нагрів може бути проблемою на фасадах будівель, особливо в умовах підвищеного сонячного випромінювання або при незадовільному розподілі тепла. Це явище може спричиняти нерівномірне забарвлення, пошкодження матеріалів та негативно впливати на енергоефективність будівлі.



2. Армовані кам'яні вироби можуть впливати на розподіл тепла по фасаді та допомагати зменшити ефект острівного нагріву. Завдяки комбінації кам'яного матеріалу та арматури, вироби можуть мати вищу теплопровідність та розсіювати тепло більш рівномірно.

3. Використання армованих кам'яних виробів з високою теплопровідністю може допомогти відвести тепло від "гарячих" областей фасаду до "холодних" зон, створюючи більш однорідний розподіл тепла по всій поверхні.



4. Правильне проектування та використання армованих кам'яних виробів може зменшити нагрівання фасаду і допомогти забезпечити більш комфортні умови всередині будівлі. Це може бути досягнуто за допомогою вибору відповідних матеріалів, розташування арматури та оптимізації конструкції.

5. Додаткові дослідження та аналіз можуть бути проведені для визначення оптимальних параметрів використання армованих кам'яних виробів з метою мінімізації е



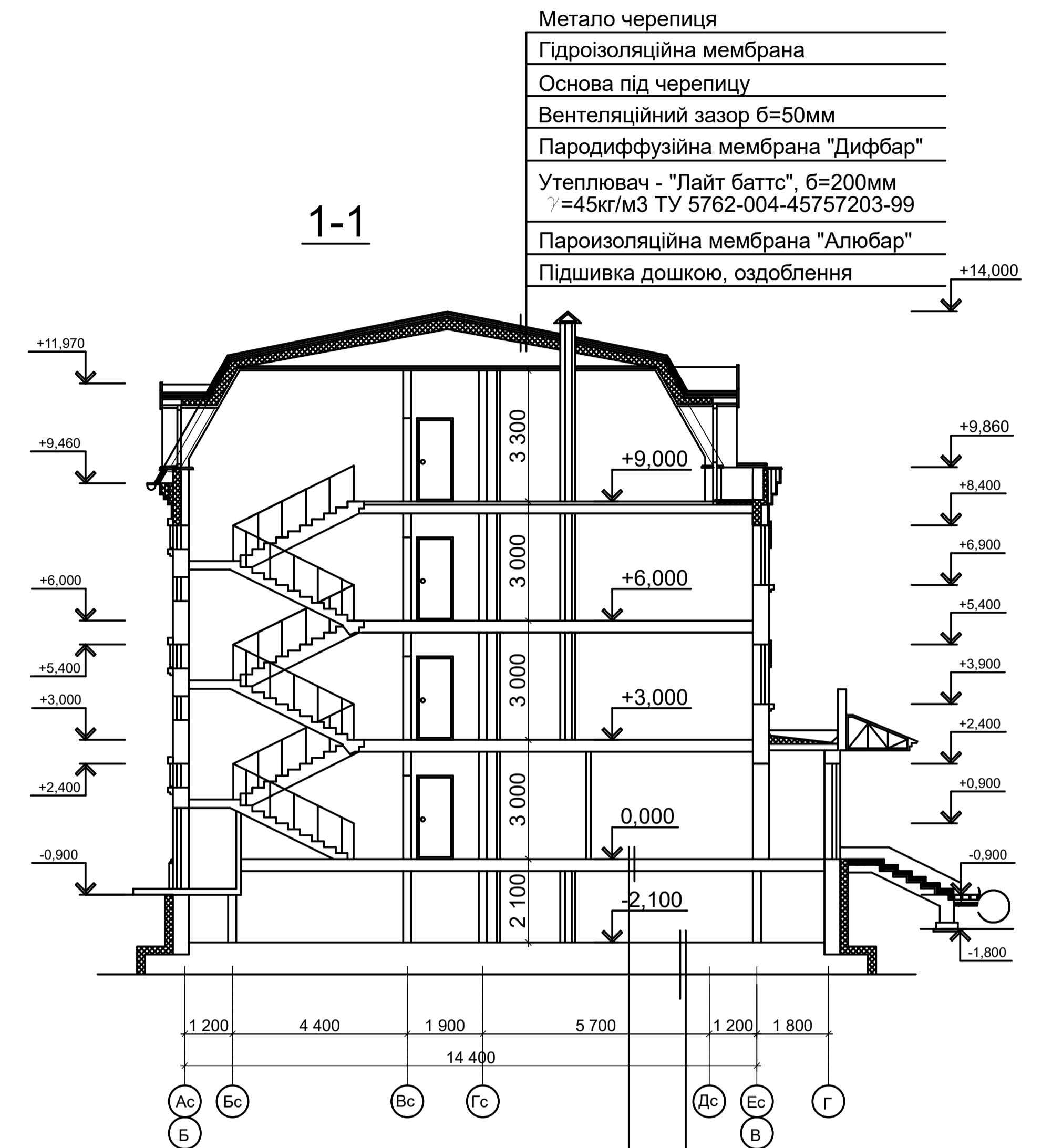
Висновки

1. Природний лицювальний камінь України представлений широким спектром родовищ інтрузивних, ефузивних, метаморфічних та осадових порід. Ці породи володіють гарною декоративністю та фізико-механічними властивостями, але низькою міцністю на розтяг та згин.
2. Промисловий інтерес представляють прямоплощинні лицювальні плити, плити для підлоги та підвіконні плити, які внаслідок низької міцності на згин повинні мати відносно велику товщину. Це призводить до збільшення загальної ваги конструкції, в якій використовуються такі плити, і трудомісткості монтажу плит.
3. Споруди зі стандартного пиляного каменю та з крупних стінових блоків відповідно в 1,4-1,5 та 1,7-1,8 рази дешевші ніж із залізобетонних панелей. Однак, низька міцність каменю на згин у порівнянні з залізобетоном заважає широкому його використанню. Відповідно, необхідна розробка і дослідження технологічних рішень з виготовлення армованих будівельних виробів з використанням кам'яних природних матеріалів.
4. Технологія видобування стінового каменю дозволяє видобувати блоки різних гірських порід різних розмірів, при різних умовах залягання цих порід.
5. Блоки каменю можуть армуватися безпосередньо на місці видобування, де присутнє необхідне обладнання.
6. Вивчено існуючі способи армування будівельних виробів з природних кам'яних матеріалів і запропоновані їх варіанти армування. Найбільш ефективним способом армування блоків каменю розташуванням сталевих арматурних стрижнів в просвердлених отворах з наступним заповненням зайвого простору цементною сумішшю, що сама розширюється, або полімерним клеєм.
7. Розраховано мінімальну відстань від зовнішньої поверхні до поверхні отворів. Вона лінійно залежить від міцності каменю на розтяг і тиску, який створює суміш, що сама розширюється. Вона складає 12-108 мм для отворів діаметром 10-85 мм.
8. Наведено найбільш ефективну область використання кам'яних блоків, армованих сталевую арматурою.
9. Розраховано елементи і схему армування гранітної перемички ЗПП27-71.

План 1-го поверху



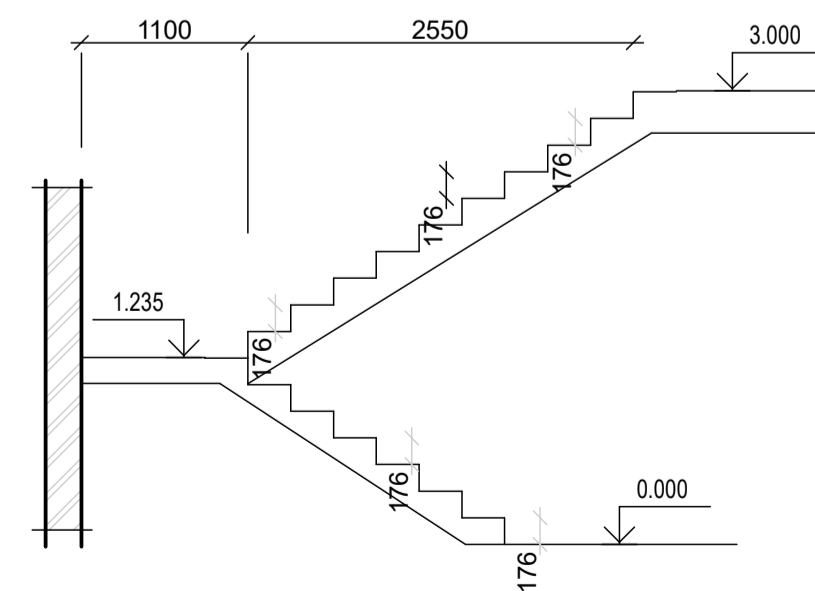
1-1



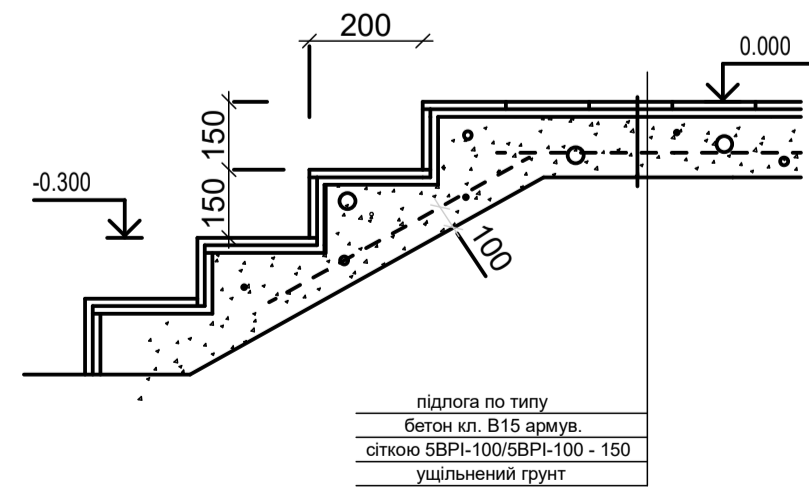
Покриття підлоги
 Армowana стяжка з цементно-піщаного розчину, М200, б=40мм
 Поліетиленова плівка б=0.2мм
 Утеплювач - "Floor Batts I" підвищеної міцності, $\gamma=160\text{кг/м}^3$ б=60мм по ТУ 5762-012-457503-02
 Залізобетонна плита, б=180мм

Вирівнююча стяжка з цементно-піщаного розчину, б=50мм
 Залізобетонна плита, б=200мм
 Стяжка з цементно-піщаного розчину М150, б=50мм
 Поліетиленова плівка б=1,5мм
 Дренаж - щебень, б=200мм
 Ущільнений ґрунт

Розріз по сходах

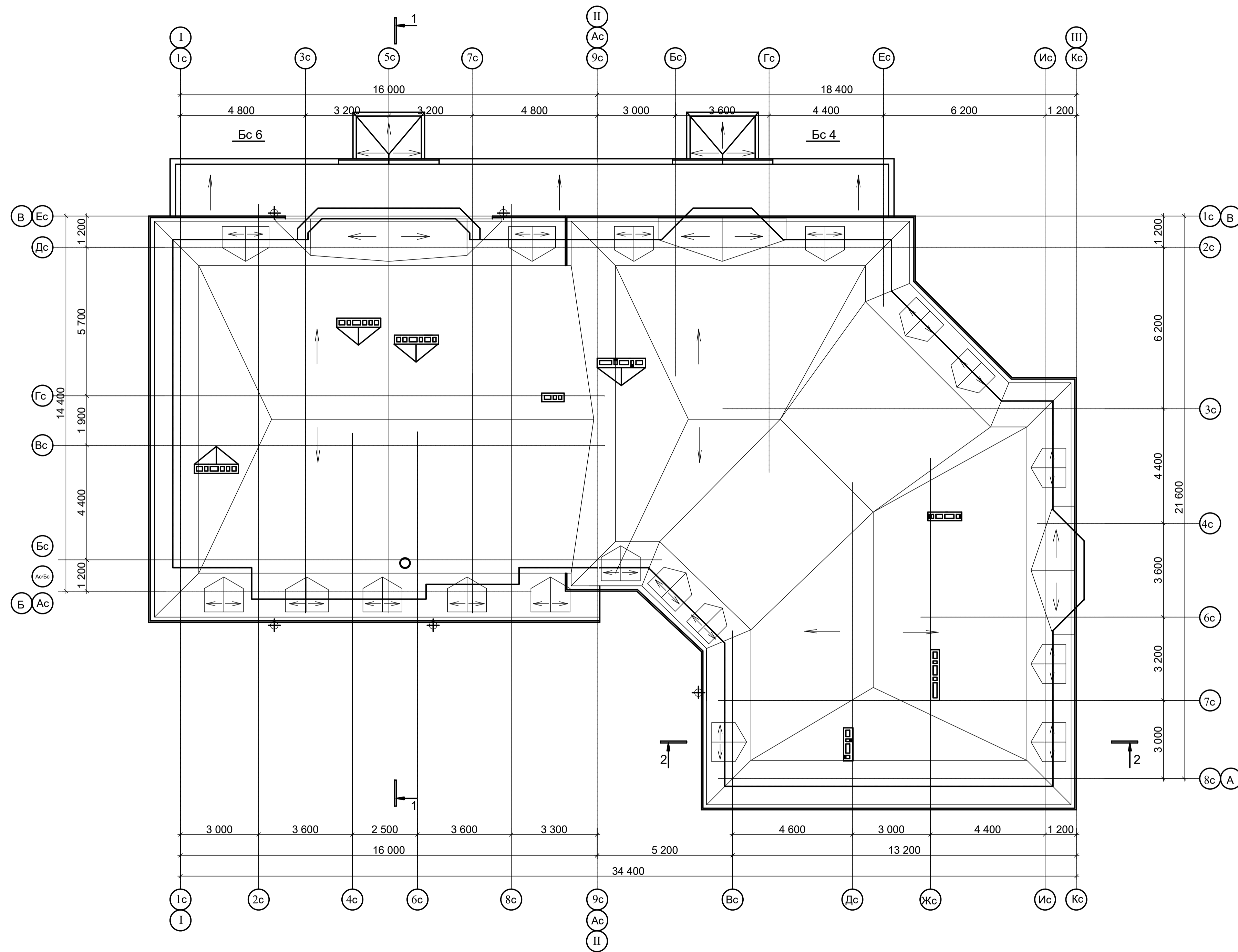


Розріз по ганку

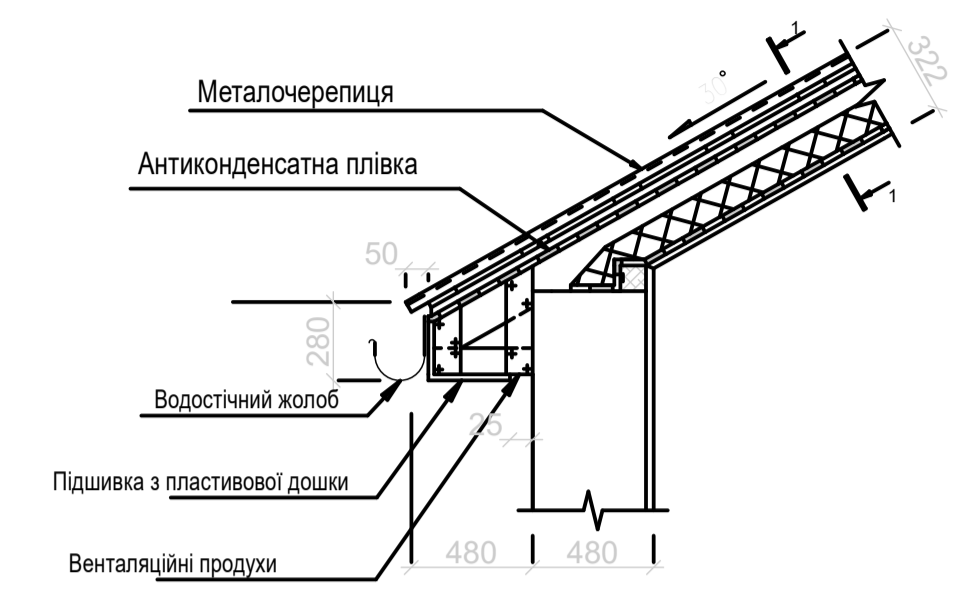


					08.11.МКР.012.АР				
					м. Житомир				
Изм.	Коп.уч.	Лист	Мод.	Подп.	Дата				
Розробив	Хоменчук О.					Армовані кам'яні вироби для оздоблення фасадів будівель	Стадія	Лист	Листов
Перевірив	Христин О.						П		
Н.контр.оль	Кучеренко								
Керівник	Христин О.В.								
Рецензент									
Запвердив	Швець В.В.					План 1-го поверху, розріз 1-1, вузли	ВНТУ, гр. БМ-21мс		

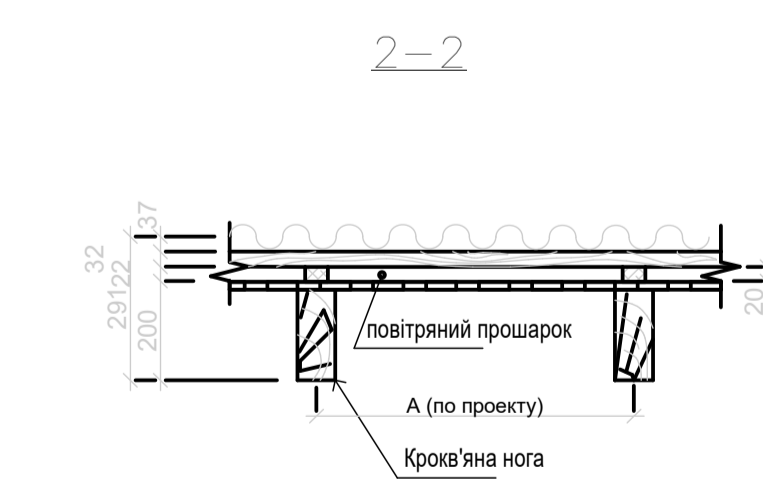
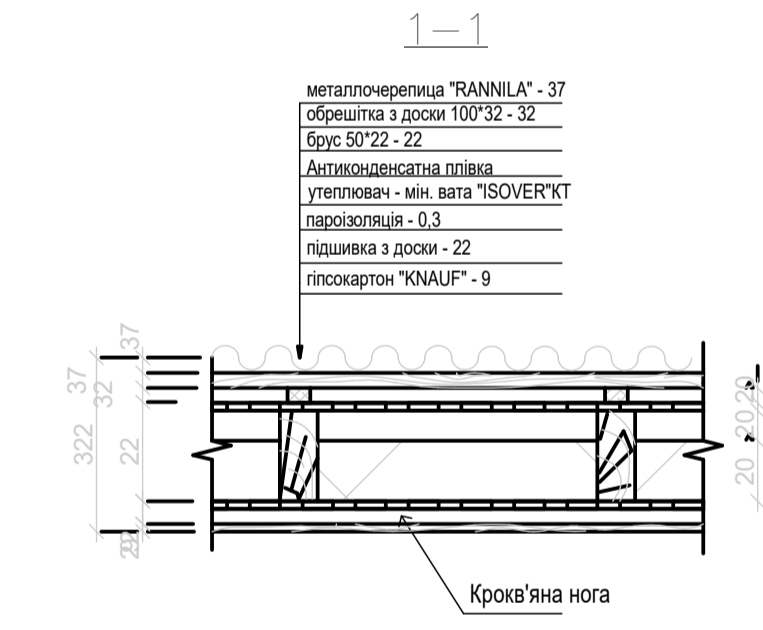
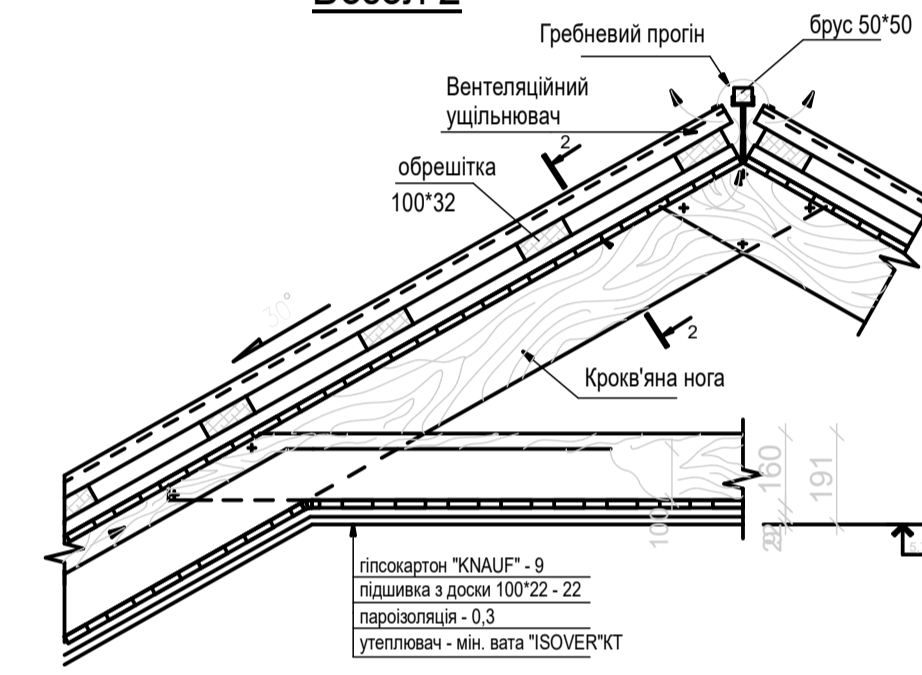
План даху



Возел 1



Возел 2

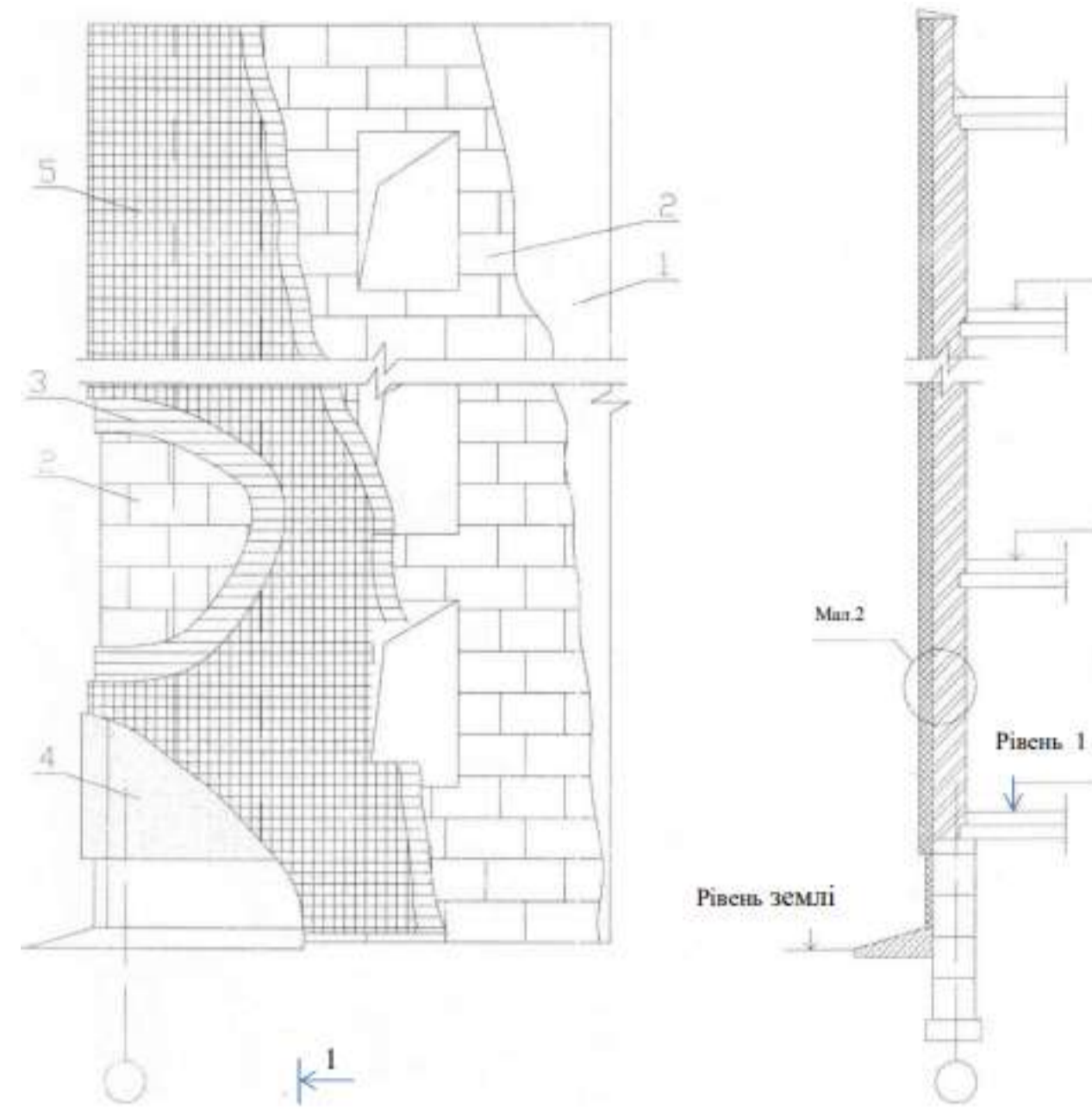


					08.11.МКР.012.АР		
					м. Житомир		
Изм.	Коп.уч.	Лист	Мод.	Подп.	Дата	Армовані кам'яні вироби для оздоблення фасадів будівель	
Розробив	Хоменчук О.					Стадія	Лист
Перевірив	Христин О.					П	
Н.контр.оль	Кучеренко					ВНТУ, гр. БМ-21мс	
Керівник	Христин О.В.					План даху	
Рецензент							
Затвердив	Швець В.В.						

Фрагмент влаштування фасаду

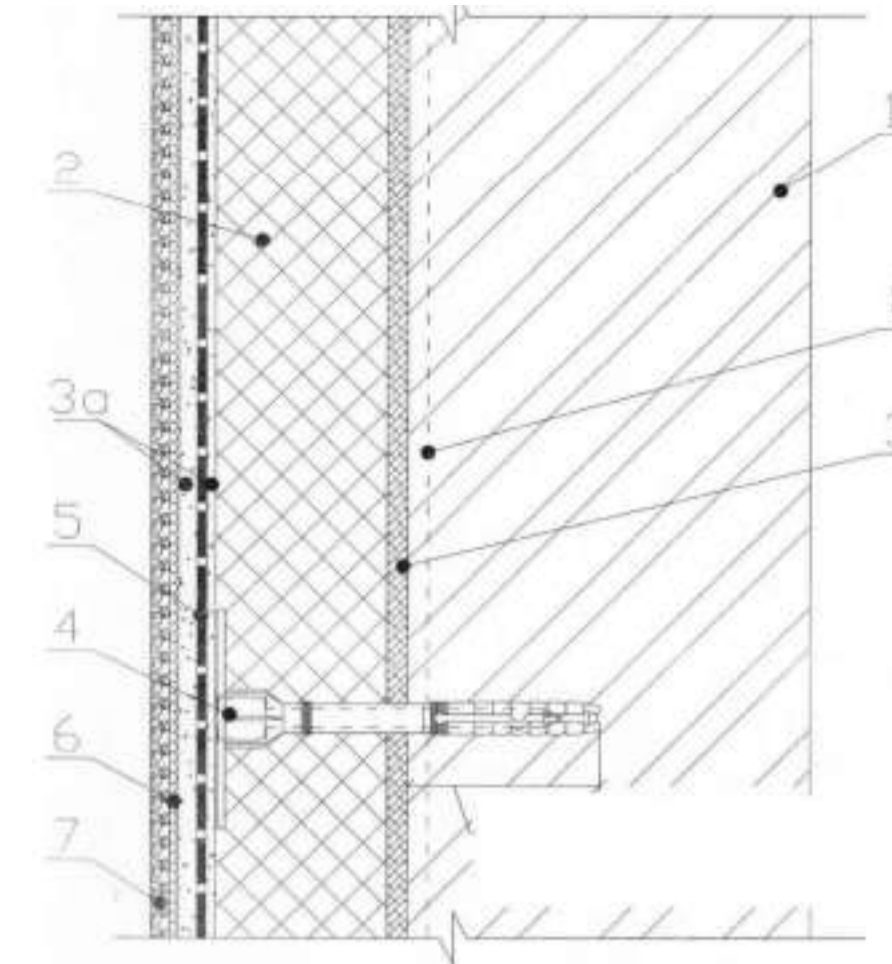


Схема розташування плит утеплювача, сітки та штукатурки



- 1 - несуча стіна
- 2 - утеплювач із мінераловатних плит згідно вимог ДСТУ Б В.2.6-36:2008
- 3 - клейовий розчин для влаштування захисного шару по мінераловатним плитам PROFline «ЗК-5» або PROFline «ЗК-7»
- 4 - декоративна акрилова штукатурка короїд PROFline «ДК-4», камінцева PROFline «ШТ-4, моделююча» ДК-6»

Ділянка утеплення стіни з посиленням закріплення утеплювача за допомогою добелів

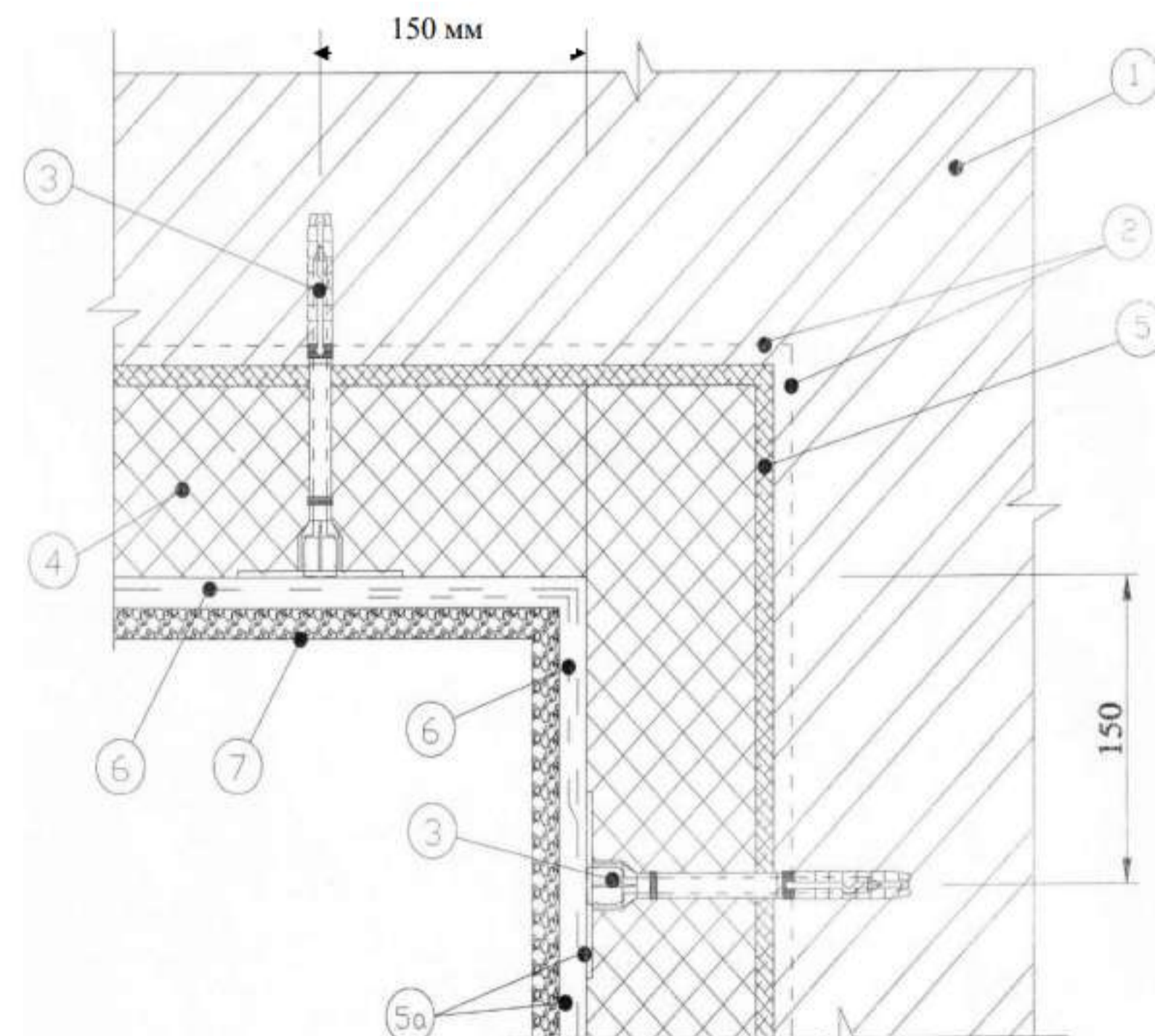


- 1 - несуча стіна
- 2 - утеплювач із мінераловатних плит які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.6-36:2008, товщина утеплювача згідно проекту або теплотехнічного розрахунку
- 3 - клейовий розчин для приклеювання мінераловатних PROFline «ЗК-5» або PROFline «ЗК-45»
- 3а - клейовий розчин для влаштування захисного шару по мінераловатним плитам PROFline «ЗК-5», «ЗК-7» з лугостійкою сіткою
- 4 - добель для термоізоляції
- 6 - ґрунтівка PROFline «ЕС-7», PROFline «ЕС-7супер» або PROFline «ГФ-1», «ЕС-8» в залежності від декоративного шару.
- 7 - Декоративно-захистне покриття може бути виконане штукатурками короїд PROFline «ДК-4», камінцева PROFline «ШТ-4», Фарба «ФФ-1», моделююча штукатурка «ДК-6».

Методи контролю виконання робіт з утеплення фасадів, а також використовувані засоби вимірювань

Параметри які контролюються	Спосіб контролю	Прибори, інструменти та пристосування, які використовуються для контролю
1. Товщина клеючого шару	Вимірювання товщини клеючого шару	Лінійка металева; набір щупів; штангенциркуль
2. Ширина стиків між плитами утеплювача	Вимірювання ширини стиків між плитами утеплювача	Лінійка металева набір щупів;
3. Наявність, кількість і площа дефектів у плитах утеплювача	Встановлення кількості дефектів і визначення їх розмірів	Лінійка металева; штангенциркуль
4. Порядок розташування плит утеплювача на фасаді	Вертикальний в процесі виконання робіт	
5. Відхилення товщини ізоляційного шару від проектного. Наявність нерівностей на поверхні плит утеплювача після їх приклеювання	Вимірювання товщини ізоляційного шару. Визначення кількості та розмірів виступів і западин	лінійка металева рейка довжиною 3м; набір щупів
6. Правильність з'єднання теплоізоляційного матеріалу з плоским і похилим дахом, вікнами та дверима	Візуально	
7. Товщина армувального шару	Вимірювання товщини армувального шару відразу після його нанесення	Набір щупів; лінійка металева; рулетка
8. Товщина штукатурного шару	Вимірювання товщини штукатурного шару відразу після нанесення	Набір щупів; лінійка металева;
9. Якість оштукатуреної поверхні	Візуально перевіряють відповідність кольору і фактури виконаної штукатурки вимогам проекту	
10. Міцність зчеплення клею і захисного шару з утеплювачем	Виміром міцності зчеплення клею і захисного шару з утеплювачем (по контрольним зразкам)	Пристосування для визначення міцності зчеплення
11. Терміни витримування клейового армування	Визначення часу витримування кожного шару до нанесення наступного	Годинник
12. Якість влаштування деформаційних швів	Візуально по повноті заповнення шва герметизуючою мастикою	
13. Якість теплоізоляції огорожувальних конструкцій	Контроль за ГОСТ 26629	Тепловізор

Утеплення стін, утворюючих внутрішній кут



- 1- несуча стіна
- 2- ґрунтівка PROFline «ЕС-7», PROFline «ЕС-7супер»
- 3 - добель для термоізоляції
- 4 - утеплювач із мінераловатних плит які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.6-36:2008, товщина згідно проекту або теплотехнічного розрахунку
- 5- клейовий розчин для приклеювання мінераловатних PROFline «ЗК-5» або PROFline «ЗК-45»
- 5а - клейовий розчин для влаштування захисного шару по мінераловатним плитам PROFline «ЗК-5», «ЗК-7»
- 6- армуюча лугостійка сітка
- 7- декоративно-захистне покриття — дивитись малюнок 2 позицію 6 та 7

Безпека та охорона праці

- Сучасне будівництво виконується із залученням спеціалізованих; будівельних організацій, тому на будівельних майданчиках одночасно працюють працівники кількох організацій. У цих випадках з метою створення кращих умов праці на спорудах і збереження здоров'я тих, хто працює на них, генеральна (основна) підрядна організація із залученням всіх підприємств і організацій, які працюють на об'єктах, повинна розробити загальні та обов'язкові для всіх заходи з техніки безпеки і графік виконання спільних робіт, без чого виконувати роботи на будівництві забороняється. У цих заходах повинні бути передбачені забезпечення виконання також основних вимог з техніки безпеки при виконанні робіт з влаштування скріпленої теплоізоляції фасадів.
- Всі нові працівники, а також ті, які перейшли на іншу роботу або у яких змінилися умови праці, не можуть бути допущені до роботи доти, доки не пройдуть вступний інструктаж з техніки безпеки та інструктаж на робочому місці. Всі працівники по окремим спеціальностям повинні бути навченими безпечним методам роботи за затвердженою програмою.
- Працівники комплексних бригад повинні бути проінструктовані та навчені безпечним прийомом по всім видам робіт, які виконуються комплексною бригадою при влаштуванні теплоізоляції фасадів. Після навчання проводиться перевірка знань з видачею відповідного посвідчення, до того ж така перевірка повинна проводитися щорічно.
- Організація робочих місць на будівництві повинна забезпечувати безпеку виконання робіт.
- Працівники, які працюють на влаштуванні теплоізоляції, забезпечуються робочим одягом у відповідності з діючими нормами.
- Місця, де є небезпека появи або утворення шкідливого газу, перед допуском працівників повинні ретельно провітрюватися. Працівники, які працюють у місцях можливого утворення або появи шкідливого газу, повинні забезпечуватися протигазами або кисневими приладами.

Графік виконання робіт

Типовий календарний план-графік робіт по облицюванню фасаду (обсяг робіт т – 100м.кв площі фасаду)																								
№	Найменування робіт	Трудомісткість роботи зміни (бр ігади)	Число робочих (бр ігада), чол	Витрати часу зміни, годин / зміна	Графік робіт, днів																			
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Монтаж риштування. Розвантаження, підйом, установка (1 підсобник)	32 4		8	=																			
2	Підготовка фасаду, розмітка кронштейнів	24 3		8	=																			
3	Монтаж кронштейнів 24		3	8		=																		
4	Монтаж плит утеплювача, установка вітробар'єру	32	4	8			=																	
5	Монтаж вертикальних напрямних. Виставлення в проектне положення	2 4	3	8				=																
6	Монтаж віконно-дверних укосів (відливи з АКП без урахування фрезерування)	1 6	2	8					=															
7	Монтаж облицювання (в т.ч. порізка) (1 підсобник)	3 2	4	8						=														
8	Розбір риштування. Прибирання сміття (1 підсобник)	3 2	4	8							=													

				08.11.МКР.012.АР					
				м. Житомир					
Изм.	Коп.уч	Лист	№Док.	Подп.	Дата				
Розробив	Хоменчук О.								
Перевірив	Христин О.								
Н.контроль	Кучеренко								
Керівник	Христин О.В.								
Рецензент									
Затвердив	Швець В.В.								
						Армовані кам'яні вироби для оздоблення фасадів будівель	Стадія	Лист	Листов
						Технологічна карта на влаштування фасаду	П		
							ВНТУ, гр. БМ-21мз		